

流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点

第1回国際評価報告書(2008年度)

Tohoku University Global COE Program

World Center of Education and Research for Trans-disciplinary Flow Dynamics



はじめに

東北大学グローバル COE プログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」がスタートして、半年余りを経過致しました。

このプログラムの目的は、前 21COE プログラム「流動ダイナミクス国際教育研究拠点」で得られた拠点形成の実績を踏まえて、「若い人材が国際交流活動を通して将来、研究、教育、産業、社会といったそれぞれの分野で中核的な指導者となるように、教育すること」ならびに、「人類が直面する様々な問題（地球温暖化・エネルギーや食糧の不足・飢餓・貧困等）や、フロンティア分野の学問と技術課題（先端医療・ライフサイエンス・宇宙・航空・海洋分野等）に果敢に挑戦して、解決策を見出して行くこと」にあります。

このたび 2009 年 2 月 27 日、海外からの 3 名を含む 6 名の著名な研究者・教育者を委員としてお招きして「第 1 回国際評価委員会」を開催し、平成 20 年度の成果を検証していただきました。

平成 20 年度「教育」面では、関係者の結束した努力により、「国際若タケノコ発掘」「国際出る杭伸ばす」「国際高等研究教育院との連携」「国際インターンシップ」等のプログラムを着実に稼働・スタートさせることが出来ました。また、昨年 11 月に開催した 5th International Conference on Flow Dynamics には、国内・外 17 カ国より 346 名（内外国人 108 名）の研究者・技術者・学生が参加して、多数の論文発表と活発な議論の展開がなされました。またそこでは、大学院生、ポスドク等に主体的に国際会議を組織させる経験を積ませる事も出来ました。

「研究」面でも、詳細は本報告書でご覧いただけますように、事業推進担当者と研究協力者により、平成 20 年度、多数の論文・書籍・国際学会での発表等が行われました。当 GCOE 関係者による学会賞の受賞等も多数ありました。また、「国際ジョイントラボ」等の国際連携による研究活動も活発に行われ、成果を上げつつあります。

今回の「第 1 回国際評価委員会」では、いくつか、当 GCOE の今後の重要な努力目標もご教示いただきました。これらを踏まえまして、関係者さらに一層努力いたし、この GCOE を真に「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」として、確立してまいる所存でございます。今後ともご支援・ご指導を賜りますようお願い申し上げます。

平成 21 年 2 月 27 日

東北大学グローバル COE プログラム

「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

拠点リーダー 圓山 重直

目 次

1. 国際評価委員会 委員名簿	1
2. 国際評価委員会 実施の概要	2
3. 評価と提言	3
3.1 委員長総括コメント	3
3.2 各委員コメント	3
3.3 評価委員会の進行と質疑応答	6
4. 評価委員会説明資料	12
4.1 圓山拠点リーダー 資料	12
4.2 高木サブリーダー 資料	21
4.3 藤代分野長（情報流動融合分野）資料	26
4.4 丸田分野長（反応流動融合分野）資料	31
4.5 小原分野長（ナノ流動融合分野）資料	33
4.6 大林分野長（極限流動融合分野）資料	37
5. 東北大学グローバル COE「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」 拠点の概要	41
5.1 目 標	41
5.2 拠点形成計画の概要	42
5.3 事業推進担当者・研究協力者	43
5.4 運営図	44
6. 主な活動	45
6.1 拠点形成プログラム	45
6.1.1 運営委員会	45
6.1.2 グローバルオペレーションオフィス（GOO）会議	45
6.1.3 教育委員会	45
6.1.4 研究委員会	46
6.1.5 国際交流委員会	46
6.1.6 企画室会議	47
6.1.7 国際評価委員会	47
6.1.8 全体会議（研究交流会）	47
6.1.9 国際会議の開催	48
6.1.10 研究支援者の採用	52
1) GCOE ポストドクトラルフェロー	52
2) 国際出る杭特別研究生	53
3) 研究支援リサーチ・アシスタント	53
4) 基本支援リサーチ・アシスタント	53
6.2 研究活動	55

6.2.1	総括.....	55
6.2.2	情報流動融合分野	56
6.2.3	反応流動融合分野	62
6.2.4	ナノ流動融合分野	66
6.2.5	極限流動融合分野	75
6.3	教育活動.....	85
6.3.1	国際的人材育成プログラム	85
1)	国際若タケノコ発掘プログラム	85
2)	国際出る杭伸ばす教育プログラム.....	86
3)	グローバル回遊教育プログラム	86
4)	国際高等研究教育院との連携.....	86
5)	ジョイントラボ連携国際インターンシップ	86
6)	国際宇宙大学派遣.....	88
7)	学生企画/運営国際会議・シンポジウム.....	88
8)	学生交流研究発表会	93
9)	ダブルディグリー共同教育	94
10)	高度技術経営人材キャリアセンターと連携	95
11)	若手研究者国際会議派遣	95
12)	流体科学分野横断セミナー	96
13)	客員教授による実践教育	97
7.	国際連携活動プログラム	98
7.1	国際連携拠点の活用	98
7.1.1	マルチステージネットワーク	98
1)	協定校の紹介	98
2)	Parallel Academic Discussion	99
3)	リエゾンオフィスセッションの概要及び今後の方針.....	101
7.2	日仏ジョイントエリートラボの支援.....	101
7.3	多国間共同研究の支援	102
7.4	流動ダイナミクス国際融合ジョイントラボラトリー (FLOWJOY)	103
7.5	リエゾンオフィスを通じた主な国際交流実績.....	106
8.	事業推進担当者の取り組みと実績.....	112
9.	研究協力者の取り組みと実績	204
10.	国際出る杭伸ばす特別研究員生の取り組みと実績.....	256
11.	研究支援リサーチ・アシスタントの取り組みと実績	267
12.	基本支援リサーチ・アシスタントの取り組みと実績	293

1. 国際評価委員会 委員名簿

氏名	役職
◎笠木 伸英	東京大学大学院工学系研究科 機械工学専攻 教授
Behnia, Masud	シドニー大学大学院 教授
藤井 孝蔵	(独)宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 研究総主幹
井上 孝太郎	(独)科学技術振興機構 上席フェロー
Shin, Hyun Dong	韓国科学技術院機械工学科 教授 燃焼技術研究センター長
戸田 三朗	東北放射線科学センター 理事
Zhang, Xing	清華大学 工程熱物理研究所 教授

◎ 委員長

2. 国際評価委員会 実施の概要

I 実施日程

1. 日 時：平成 21 年 2 月 27 日（金）15：00-18：00
2. 場 所：東北大学流体科学研究所 COE 棟 3F セミナー室
3. 出席者

○評価委員

笠木 伸英（東京大学大学院教授）、Behnia, Masud（シドニー大学大学院教授）、
井上 孝太郎（（独）科学技術振興機構上席フェロー）、
Shin, Hyun Dong（韓国科学技術院教授 燃焼技術研究センター長）、
戸田 三朗（東北放射線科学センター理事）、Zhang, Xing（清華大学教授）

○被評価者

圓山 重直拠点リーダー、高木 敏行サブリーダー、藤代 一成分野長（情報流動融合分野）、丸田 薫分野長（反応流動融合分野）、小原 拓分野長（ナノ流動融合分野）、大林 茂分野長（極限流動融合分野）、中橋 和博、石本 淳、太田 信、三浦 隆利、升谷 五郎、西山 秀哉、小林 秀昭、水崎 純一郎、宮本 明、徳山 道夫、小玉 哲也、徳増 崇、福西 祐、澤田 恵介、浅井 圭介、橋爪 秀利、伊藤 高敏

各事業推進担当者

竹島 由里子、青木 秀之、佐藤 岳彦、中野 政身、三浦 英生、寒川 誠二、湯上 浩雄、米村 茂、畠山 望、三木 寛之、佐藤 一永、小濱 泰昭、大平 勝秀、小宮 敦樹、伊賀 由佳

各研究協力者

○オブザーバー

和田 直人特任教授、伊藤 勝吉 GCOE 事務局長

II 議事運営

1. 挨拶（流体科学研究所 早瀬敏幸所長）
2. 委員長選出
委員長に笠木委員を選出した。
3. 活動報告と質疑応答
活動報告パワーポイント資料と平成 20 年度活動中間報告の参考資料に基づき、以下の項目について報告と質疑応答があった。
 - (1) GCOE プログラム全体に関する報告（圓山 重直拠点リーダー）
 - (2) 研究活動報告
 - 1) 情報流動融合分野（藤代 一成分野長）
 - 2) 反応流動融合分野（丸田 薫分野長）
 - 3) ナノ流動融合分野（小原 拓分野長）
 - 4) 極限流動融合分野（大林 茂分野長）
 - (3) 国際交流に関する報告
4. 質疑応答
5. 評価委員による審議及び委員長報告
6. 謝辞（圓山 重直拠点リーダー）

3. 評価と提言

3.1 委員長総括コメント

笠木委員長：

みなさん大変なご準備をされて、今日のご説明をしていただきご苦労さまでした。われわれ聞いているほうも大変勉強になりましたし、楽しく拝聴させていただきました。

われわれ評価委員のメンバーとしてはこの拠点の個々のアチーブメントについては最高点を付けてよろしいでしょう。それぞれみなさんの多大なご努力のもとで新しい試みを、教育の上でも研究の上でも、いろんな活動をされて、それなりの成果を挙げているということではないかと思います。若干力が入り過ぎていて、評価委員からは、「これはずっと続くのですか？」という心配の発言も出るほどですから、初年度としては大成功ではないかと思います。

ただ、今日聞かせていただいて、もう少し改善できるのではないかと思うのは、研究にしても教育にしてもそうなのですが、グローバルCOEとしてのビジョンというか、メッセージというか、あるいはその「性格」というのでしょうか、そういうものが一貫して貫かれるような、ある種の「組織化」ができないものだろうか、という点です。

研究でも「フォーカス」と「ダイバーシティ」という言葉が出てきましたけれども、それぞれやっているだけではなくて、そこから何か「GCOEとしての、一つのつながりのあるメッセージ」になるようなものが打ち出せないものかと考えます。たぶんその材料はすでにあるので、それをうまく料理して組み合わせると、何かそういう「かたち」にしてみせていただけないだろうかと考えますが、いかがでしょうか。

それから「教育」もまったく同様の話ですが、そもそも「どういう人を育てるのか」というところから始まって、そのために「どういうプロセス、トレーニングが必要である」、したがって「こういうイベントなり、あるいは海外拠点とかそういうものが必要だろう」というような、逆にいいますと、「一人の学生が入ってきて卒業して出ていって、最後にどういうかたちの研究者になるのか、技術者になるのか」というところまで、一つの筋書きを描いたときに、その学生にとって、「いまここで付与しようとしているさまざまな力が本当に付いたのだな、」という、「GCOEならではの育て方が見えるようなかたちにさせていただけるといいのかな、」というのが、われわれのコメントでございます。

いずれにしても、全体としてはみなさん大変よくやっておられるので、来年度にかけてまた、いま申し上げたこと、あるいは先ほどから出ていることについて少しご配慮いただければ、さらにいいGCOEになるのではないかと思います。どうもありがとうございました。

3.2 各委員コメント

Behnia 委員：

The Global COE's focus is not so much for a particular research field, it's on education and research training and I think that this is very important that this is recognized and I do appreciate the comments and questions from my colleagues.

I want to make a couple of comments. The first comment is on the fact that you have extended your internship from three months to six months is a very, very positive move. And that's an excellent, perhaps, change to how you worked on your internships before.

The second point is the importance of the ICFD conferences. I think I'm probably the only person among this committee members who attended the ICFD last year. In fact, I attended everyone of those ICFD conferences. Those conferences I believe, are very important. In particular for younger researchers, PhD and Masters students. And in fact the younger aspect of these conferences, was perhaps the best aspect of the conference. And I would like to make a suggestion here, and that is perhaps since the focus of the GCOE is education, there should be a special session on education for students. I know we run a special education in terms of different partners talking about their institutions, I think what is lacking is that students don't know enough about the education system in different countries. We all teach the same things, we all more or less graduate PhD students in the same ways. But how we do it is very different, and we have to remember that we are training the next generation of academics. The education system in the future or next generation will know so much about the other systems, that everybody will take the best of each one of their countries and each education system and perhaps develop them in their own country. So I think that's very important.

In that context, double-degree program is very important, and we need to move forward. Considering the length of GCOE, and that a PhD takes three to four years for the thesis, we must accelerate the process.

井上委員：

「イノベーション」というものは、いろいろな「融合分野・境界領域」から偶発的にでてくることが多いと思われます。企業などでは、「何かやりたいことのために、手段として多くの分野を融合せざるを得なかった。」というときが多くあります。そうした意味でこの「融合」領域を育てることは重要だと思います。

それに関連して、こういう「流動融合」という学問領域が今後 10 年以上の長きにわたって、ずっとホットな状態で続く領域でありうるかどうか、気になります。この分野で「教育」された人が、ずっと活躍できるようなアクティブな領域であって欲しいものです。

今回は第 1 回目ですので、まだ難しいとおもいますが、次回の評価委員会からは、「自分たちでこの COE の成果をどう評価し、次からどうしようとしているのか、」についても、お聞かせいただきたいと思います。

Shin 委員：

最初に、大変立派な COE の運営をされていることに敬意を表します。このグローバル COE の目標は「融合」と「国際化」であるわけですが、関係者が目標を共有して「融合教育」を

きちっとしていくことにより、「国際化」も達成されるのではないかと感じていします。

もう一つは、「出る杭伸ばす」についてです。私の意見は他の方とはちょっと違っているかもしれませんが、「頭はよくて理解も速い、けれども最初の仮定が間違っていてうまくいかない人」がいるとします。そういう人を、失敗例をいろいろ参考にして、ていねいに考えながら伸ばしていただいたら、みんな助かるのではないかと思います。

最後は、僕らもいま非常に考えているし、迷っていることですが、流体分野をどんな方法で効率的に教えるかということです。可能ならば、このグローバルCOEで何年か後に、その答えを出していただけたら、非常にこれからもいろんなところへの波及効果が大きくなると思います。

戸田委員：

今日最後まで聞かせていただいた印象ですが、研究分野の基本はやはり前の流体研からの研究の流れをくみながら、研究所の非常に得意としている分野で、しかも世界的に認められているものが中心であって、その外に出ていく部分が必ずしもまだ見えていない、という感じが私はしました。

それは、各研究者の持っている大変難しい問題でもありまして、それを超えさせるのは難しいと思うのです。けれども、やはり次の世代の人材を育成していくのだと考えるとすれば、各分野が抱えている枠のようなものを、超えていく必要は必ずあると思っています。

学生に対して、昔ながらのタコつぼ教育はいけないと、私らの時代にはいっていたのですが、ボスと同じカテゴリーの中の学生を育成してもしょうがないのですね。それを超えていける、悪い言葉でいえば、自分の属しているボスを「踏み越える」と言っていきたいと思うのですが、それぐらいのことを言う学生が育っていくことが一番ではないかな、と私は思う。そういう学生が世界へ飛び上がって、羽ばたいていけるのではないかな、という感じがします。今後こうした点に留意していただければ大変幸いです。

Zhang 委員：

非常に素晴らしい研究をされておられるのを聞いて元気になりました。「私も頑張るぞ」という気持ちになりました。

また、教育について、「学生を国際的・競争的な環境下において切磋琢磨させることにより、将来コミュニティの中核になりうるような、独創性とリーダーシップのある研究者に育てる」という教育方針に大賛成です。是非頑張っていただきたいと思います。

現在中国でも、優秀な学生を早くから、外国へ出して、海外の大学で学ばせることに注力しています。「若タケノコ発掘」などでの採用の海外/日本人比率を圓山先生がおっしゃるような比率まで早急に持っていただけたら、大変いいのではないかと考えます。

今日は大変ありがとうございました。

3.3 評価委員会の進行と質疑応答

東北大学流体科学研究所長 早瀬 敏幸 あいさつ

本日は年度末に近いお忙しいなか、グローバルCOEの国際評価委員会にご出席いただき誠にありがとうございます。

本グローバルCOEは流体科学研究所を中核としまして、工学研究科、理工学研究科、多元物質科学研究所、その他いくつかの研究機関の協力で構成されております。構成メンバー、構成機関を代表しましてひと言ごあいさつさせていただきます。

本グローバルCOEは昨年までの21世紀COEに引き継ぎまして、流動ダイナミクスの国際的な教育研究を推進するということで、昨年の秋から活動を開始しておりまして、21世紀COEからの経験を生かしましてスムーズにスタートしていると思います。

今回、新たにいくつかの試みをスタートしております。本日は先生方の忌憚（きたん）ないご意見をいただきまして、より発展させることができればと考えていますので、何卒よろしくお願いいたします。

質疑応答

戸田委員：

「世界的コミュニティの規模で活躍できる人材を育てる」ということですが、どうやって育成するのでしょうか？

圓山：

「国際若タケノコ」「国際出る杭」「国際インターンシップ」「グローバル回遊教育」等のプログラムを通じて博士課程の学生が世界の一流の機関/一流の研究者と、早くから密度の濃い付き合いをしてもまれることにより、世界のコミュニティでリーダーとして活躍出来る人材を育てるということです。今年から「ダブルデグリーー共同博士課程プログラム」をスタートさせたいと考えていますが、これも、こうした目的のためです。

笠木委員長：

「リエゾンオフィス」とは何ですか？

高木：

「リエゾンオフィス」というのは、東北大学の流体科学研究所のオフィスが世界の6つの大学の中に置いてございまして、そこを通じて人が行ったり、来たりするわけですが、その「場所」のことです。物理的にスペースがあるところと、そうでないところがありますが、相手先の大学との間のコミュニケーション/共同プロジェクトのために非常に役立っております。出張の際の「仕事場」にもなります。

井上委員：

私が勉強したところでは、イノベーションというものは「いろんなものが融合してたまたま出る偶発的なものである」ことが多いですね。しかし企業などに於けるように、「何かやりたいこと、欲しいものがあって、それを得るための手段としてたまたま融合しなくてはな

らなかった」というケースもあります。この辺をどう考えていくのでしょうか？

圓山：

まずイノベーションですが、基本的にわれわれの場合、フュージョンとかイノベーションとかの関係は、先ほど笠木先生からコメントがありましたように、自発的にいろんなミーティングの機会をつくってフュージョンに対してお金を出したりしながら、何か新しいものが自発的に出てくるのを待つというのが、まずベースかなと。

ただし目的志向型のイノベーションというのがもう一つございまして、その一つの例が大林先生のやられているバイプレーンの研究なのですが、あれは楠瀬先生がアイデアを持ってきて特任教授として、ここにかなり長くいていただきました。そのアイデアのもとにいろんな先生方が集まってきて一つの大きなプロジェクトに発展させるという図ですけども、そういうものもないわけではないですね。

ただ新しいこととしては、例えばグローバルCOEで何かつくるから、それで集まれ、というのは、われわれとしては、あまりそぐわないのかもしれないですね。

笠木委員長：

先ほど、研究について「流動の4分野」についてのお話を伺ったのですが、その各分野間の「融合」という点についてはどうお考えでしょうか？

これはGCOEですから、採択されたこと自体、もはや研究のレベルでは一流というお墨付きをもらったわけですが、そうしたものを更にのばすということになると、どうするのか、ということになります。

一つの考えは「無理やり融合することが目的ではなくて、「研究者自身のレベルを上げて、いっそうよい結果を出す、」ということなのですが。

圓山：

無理やり「分野間の融合」をめざすことは考えてはいません。まずは、先生がおっしゃるように、「個々の先生方の研究を伸ばす」のが最優先です。

ただし、みんな一人で「一匹狼」のようにするのもつまらないので、これから各分野毎/分野間でディスカスして、方向性を出して行きたいと考えています。個別に集まってやりとりして、1個でも2個でも、共通接点をみつけながら新しいカテゴリーを切り拓いていければいい、と思っています。

笠木委員長：

賛成ですね。ぜひその接点のチャンスをつくられるといいですね。やってみると意外なところで接点がでてくるのだけれど、先生おっしゃるように無理矢理くっつけてもだめですね。グループ分けすると、その瞬間に離れてしまうこともあるので、ぜひ今いわれたような方向でやっていただければと思います。

Zhang 委員：

質問は2つありますが、ひとつは、「豊かな想像力を持つ人材を育成するために、今日ま

でどんな苦心をしてきたか。これからまた足りないところをどう工夫して、将来もっと豊かな創造力を持つ人をそだてられるでしょうか？」

2つ目は、「国際若タケノコ発掘」のところで、いまは国内と国外が 11 対 1 ですが、これからどんな割合になっていくのでしょうか？

圓山：

まず、豊かな人材を育成するためにはどんなことをしているかということですが、さきほども申しましたように、学生に、始めからなんでも自由にやらせると、つぶれてしまう可能性があります。つまり、自分が何をやっていいかわからない。結局、イージーに何もなかったり、タコツボ研究に落ちてしまったりする可能性がある。過去にそうした例もありました。

これは私見ですが、博士課程の段階というのは、創造力よりもまずちゃんとした絵が書けること。ピカソでもそうですけれども、具象の絵が描ける。それから論文を国際誌に出して、ちゃんとアクセプトされる。そういう論文を自分で書ける。めげないという精神をともかく養う。こうしたことがまず前提だろうと思います。海外に出してやるのも、競争的環境下でもまれて、そうした「基礎部分」を確立させることに、主な目的があります。創造力はこの「基礎部分」の上に築きあげるものだと思います。

2つ目のご質問の「国際若タケノコ発掘」ですが、今は、国内の学生が主たる対象となっていますが、将来的には、海外の学生をプロモートしてこのプログラムにのせ、博士課程の学生として、東北大学に来てもらうことを積極的にやりたい、と考えています。一旦来てもらえば、東北大学の研究レベルは非常に高いので、いい仕事をしてくれる、本人にとっても非常にいいと思うのです。したがって、将来的に「国際若タケノコ発掘」に於ける日本人と海外学生の比率は、50：50 ぐらいにしたいと考えています。

井上委員：

先ほど、情報流動の面白いお話をしていただいたから少し脳を刺激されたのですが、「記録あるいは知見の抽出」というのは、この流体融合分野に於いては非常に難しい。当初は、「処理可能なかたちにする」というのが一つの大きな課題であり、これが先ほどの数値シミュレーションのモデルになっている。

ここ、10 年/20 年来、「可視化」ということがすごく進んできた。これは、「ある複雑系の対象を理解しやすい、認識しやすいかたちにしましょう、」ということですね。

では、その次に何が来るかということなのですから、いま予測しているのは知の蓄積、あるいはその利用のしやすさというのですか？インデックスなどの利用があるのかもしれませんが。流動研究のこういう大きな方向性というのは何か検討されているのでしょうか？

藤代：

先ほどのスライドのなかで使わせていただいた「ビジュアルアナリティックス」というキ

ワードは、実は産みの親はアメリカでして、9.11 以降、ホームグランドセキュリティーを、どのようにして科学的に構築したらいいか、という方法論を展開するためにでてきた概念なのです。

それを流動ダイナミクスに持ち込んだ最大の理由は、アメリカの「エヌバック (NVAC)」という機関がありますが、National Visualization Analytic Center という国立の機関ですが、そこのモットーとして有名な言葉がありまして、「To detect be expected and to discover be unexpected」。すなわち、期待されるものを検出するのは当たり前であって、期待されない未知のものを発見して、始めて、視覚系というものを、こういう複雑な挙動を持つ流動系に適用するメリットがあるだろう、と考えています。

そのためには、非常に狭い意味でのビジュアライゼーションだけではだめで、決定科学であるとか、統計であるとか、知識工学であるとかさまざまな周辺領域のノウハウというものを結集して、一つの視覚的な分析論というものを構築しないとだめであろう、ということがいわれています。

それはホームグランドセキュリティーだけではなくて、さまざまな問題に適用できることも考えておりまして、本 GCOE でもその考え方というものをぜひ取り込みたい、と考えたというのが最初の発想です。

そのために今日最初に事例としてお話した「TFI-AS/V」というシステムは、実際に先生や学生の方々に使っていただくツールとして完成させておりまして、年度内に公開したい、と思っています。一例を述べさせていただきました。

Shin 委員：

私達も、今非常に考え、迷っていることですが、「流体科学分野を、どんな方法で効率的に教えるか」というのは非常に難しい。可能ならば、グローバル COE でそうした方法を何年か後に、出していただけたら、非常にいろんなところへの波及効果が大きい、と思うのですがいかがでしょうか？

圓山：

先生がいわれた学生に対して流体をどうやって教えるかというのは、これは非常に重要な指摘だと思います。21 世紀 COE のときには「レクチャーシリーズ」で本は出させていただきました。講義をやっていただいてそれを本に残した、というかたちです。これからも、もし要望があれば集中的なセミナーをやっていただいて、日本語もしくは英語で教科書として出版して、残させていただきたい、と思います。このグローバル COE の RA 支援を受けている学生には、必ずしも流体がメインではない人がそのグループのなかに大勢おります。そういうところに、流動ダイナミクスのエッセンスをぜひ勉強してほしいと思っておりまして、実は「基本支援 RA」というのは要件さえ満たせば、ほとんどサポートするというふうにしておりまして、その学生が、例えばロボティクスをやっているとか、いろんな学生がおりますので、その場合も全体会議に必ず出させるとか、流動ダイナミクスの国際会議に必ず出席させる等しております。

そういうふうなことを通じながら、学生自身については、自分のテーマと関係ないのだけれども流体というのを見て、どういうものか、というのを肌で感じていただいて、それで自分の研究に役立ててもらおう、というようなことは、意識してやらせていただいているつもりではあります。

直接のお答えになっているかどうかわかりませんが、「教える」ということについては、そうしたことを考えております。

Behnia 委員：

My first question is about the implementation of the Double-Degree Program. Considering the length of GCOE and that a PhD takes three to four years, we must accelerate the process.

The second question is on, how to evaluate the outcomes and the success of GCOE. Is it possible to have a set of key performance indicators? For example, number of publications, or, number of internships etc.

圓山：

About the Double-Degree Program, Professor Takagi will comment later.

As for evaluation of outcomes of our GCOE, we may need to generate a certain methodology. It would not be adequate to compare the performance of each GCOE directly, by just numbers of publications and citations.

But we need to show up our achievement in some way. We will keep studying on that.

高木：

Thank you very much for your suggestion, Professor Behnia. In short, what I would like to comment on the Double-Degree Program is, that I think we shall start from with some, limited numbers of students, a few numbers of excellent students. And now we are thinking to reach some kind of agreements with a few institutions.

井上委員：

こうした「流動ダイナミクス知の融合領域」のような分野は、今後 10 年以上にわたって「Hot な状態が続く領域」であり続けられるのでしょうか？「一過性」に終わらないためにどうしたらいいのでしょうか？

圓山：

この分野で学理を構築して、永続的なものに出来るかどうかについては、「21COE」の時も考えトライしたのですが、まだ私どもにはわかりません。また全ての「流動ダイナミクスの融合分野」が、それぞれ教科書となって、ずっと学部とか大学院で教えられる科目になる

か、というところには疑問があります。ある「流動融合分野」が、今後永続的になっていくかどうかは、結局、個々の先生方の「努力・エネルギー」にかかっているとも思います。

教育に関しては、結局「すごく頑張っている先生のところで、学生が猛烈に努力して、いろいろなことを見につけていく。」といったことが教育だろうと思っています。あまり体系立てて、「学生を新しい領域のなかに入れて、流れの中に入れていく。」というのも無理がある、と思っています。結局、完全な答えではないのですが、そうした形で、「先生方それぞれの教育と研究におけるポテンシャルにディペンデしながら、我々がサポートする、」という形を考えております。

圓山 重直 拠点リーダー 謝辞

笠木先生をはじめ評価委員の先生方、今日は、有益なコメントを大変多くいただきました。それから最後には笠木委員長から総括的なまとめ、そしてわれわれの足りないところをクリアにさせていただきました。

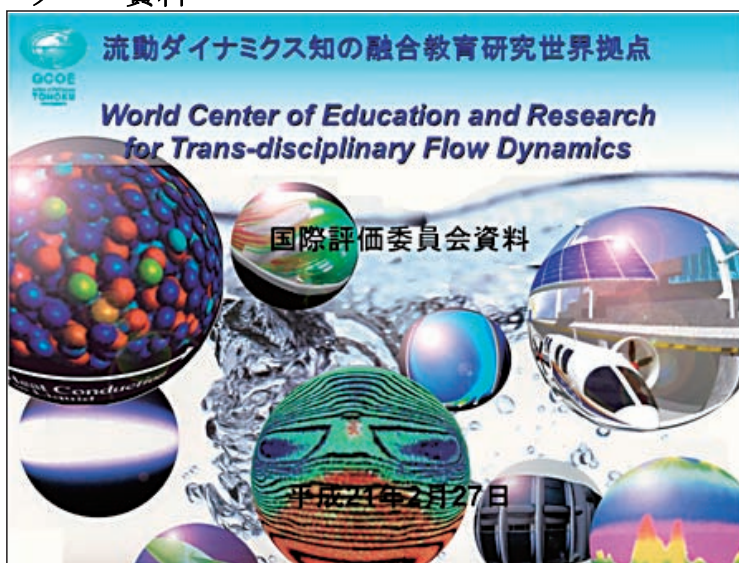
このGCOEは、国から拠点形成のために、かなり高額なお金をいただいておりますので、これを有効に使って人材と育成し、そして先生方の研究レベルの発展があって、さらなる拠点化・組織化がきちっとおこなわれ、後世につながるようなものになるよう、次年度2年目に挑戦いたしたいと思っております。

日本の科学技術の次世代を担う科学者・研究者、そして各界のリーダーを養成し、羽ばたかせていくために、今日の先生方のコメントを有効に使わせていきたいと思っております。今後ともご支援ご指導をよろしくお願いいたします。

簡単ではございますがお礼の言葉に代えさせていただきます。どうもありがとうございました。

4. 評価委員会説明資料

4.1 圓山拠点リーダー 資料



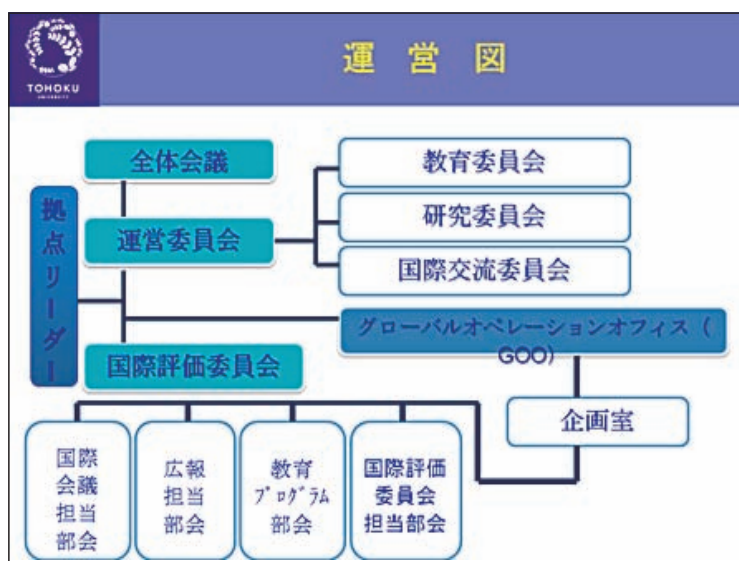
出席者	
1. 外部評価委員	
Behnia, Masud	シドニー大学工学部 教授
藤井 孝蔵	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 研究総主幹
井上 孝太郎	独立行政法人科学技術振興機構 上席フェロー
笠木 信英	東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻 教授
Shin, Hyun Dong	韓国科学技術院機械工学科 教授 燃焼技術研究センター長
戸田 三朗	東北放射線科学センター理事
Zhang, Xing	清華大学工程熱物理研究所 教授
2. 事業推進担当者・研究協力者 外	

AGENDA	
国際評価委員会	
日時	平成21年2月27日 15:00-18:00
場所	COE棟3階セミナー室
次第	
15:00-15:05	(1) 流体科学研究所所長あいさつ 早瀬敏幸所長
15:05-15:40	(2) GCOEプログラム全体に関する報告 圓山重直拠点リーダー
15:40-16:20	(3) 研究活動報告
15:40-15:50	1) 情報流動融合分野 藤代一成分野長
15:50-16:00	2) 反応流動融合分野 丸田薫分野長
16:00-16:10	3) ナノ流動融合分野 小原拓分野長
16:10-16:20	4) 極限流動融合分野 大林茂分野長
16:20-16:30	(4) 国際交流に関する報告 高木敏行国際交流担当
16:30-16:45	休 憩
16:45-17:15	(5) 質疑応答
17:15-18:00	(6) 評価委員による審議及び委員長報告 圓山重直拠点リーダー
	(7) 謝 辞



事業推進担当者名

拠点リーダー (特選流動融合分野)	栗山 重彦 Shigenao MARUYAMA	流体力学研究所・教授
サブリーダー (ナノ流動融合分野)	高木 敏行 Toshiyuki TAKAH	流体力学研究所・教授
情報流動融合分野	藤代 一成 Issai FUJISHIRO	流体力学研究所・教授
	中嶋 和博 Kazuhiko NAKAHASHI	工学研究科航空宇宙工学専攻・教授
	石本 博 Jun ISHIMOTO	流体力学研究所・准教授
	太田 信 Makoto OHTA	流体力学研究所・准教授
反応流動融合分野	丸山 薫 Kōru MARUTA	流体力学研究所・教授
	三浦 隆利 Takatoshi MIURA	工学研究科化学工学専攻・教授
	升谷 五郎 Goro MASUYA	工学研究科航空宇宙工学専攻・教授
	西山 秀哉 Hideo NISHIYAMA	流体力学研究所・教授
	小林 秀昭 Hideo KOBAYASHI	流体力学研究所・教授
ナノ流動融合分野	小栗 拓 Taku OHARA	流体力学研究所・教授
	水崎 純一郎 Junichiro MIZUSAKI	多元物質科学研究所・教授
	宮本 博 Akira MIYAMOTO	未来科学技術共同研究センター・教授
	嶋山 道央 Michio TOKUYAMA	原子分子材料科学高等研究機構・教授
	小玉 哲也 Tetsuya KODAMA	医工学研究科医工学専攻・教授
	徳増 崇 Takashi TOKUMASU	流体力学研究所・准教授
極限流動融合分野	大野 茂 Shigeo OHNO	流体力学研究所・教授
	堀西 浩 Yu FUKUNISHI	工学研究科機械システムデザイン工学専攻・教授
	澤田 恵介 Keisuke SAWADA	工学研究科航空宇宙工学専攻・教授
	浅井 圭介 Keisuke ASAI	工学研究科航空宇宙工学専攻・教授
	横井 秀利 Hideshi HASHIZUME	工学研究科量子エネルギー工学専攻・教授
	伊藤 英敏 Takatoshi ITO	流体力学研究所・准教授





平成20年度の主な活動

1. 国際会議の開催
2. 研究支援者の採用
3. 国際的人材育成

- 1) 国際若タケノコ発掘プログラム
- 2) 国際出る杭伸ばす教育プログラム
- 3) グローバル回遊教育プログラム
- 4) 国際高等研究教育院との連携
- 5) ジョイントラボ連携国際インターンシップ
- 6) 国際宇宙大学派遣
- 7) 学生企画/運営国際会議・シンポジウム
- 8) 学生交流研究発表会
- 9) ダブルディグリー共同教育
- 10) 高度技術経営人材キャリアセンターと連携
- 11) 若手研究者国際会議派遣
- 12) 流体科学分野横断セミナー
- 13) 客員教授による実践教育



国際会議の開催

平成20年度

日時	会議名	場所
H20.9.1~3	Japanese-German Joint Seminar on Molecular Imaging Technology	東北大学流体科学研究所 COE棟
H20.10.27~28	GCOE, IFS-Tsinghua University Joint Workshop	清华大学(中国・北京)
H.20.11.17~19	Fifth International Conference on Flow Dynamics	仙台エクセルホテル東急
H21.1.17~18	International Symposium of Experiment-Integrated Computational Chemistry on Multiscale Fluidics (ECCMF)	仙台国際センター
H21.1.20~21	The Asian Workshop on Maintenance Technology for Nuclear Power Plant	東北大学流体科学研究所 COE棟、女川原子力発電所
H21.3.19(予定)	International Workshop on Multi-Objective Design Exploration for Aerospace Engineering	東北大学流体科学研究所



Japanese-German Joint Seminar on Molecular Imaging Technology



参加者 47名、内外国人12名

 **GCOE, IFS – Tsinghua Workshop**




参加者 58名、内外国人29名

 **5th International Conference on Flow Dynamics
Nov. 17-19, 2008**




参加者 346名、内外国人108名(17カ国)

 **Other: Symposium/Seminar/Workshop**



**International Symposium of
Experiment-Integrated
Computational Chemistry on
Multiscale Fluids (ECCMF)**

←

参加者 44名、内外国人21名(13カ国)

**The Asian Workshop on
Maintenance Technology for
Nuclear Power Plant**

→



参加者 46名、内外国人10名(3カ国)



その他

日時	名称	会場
H20.10.1～5	国際航空宇宙展2008	パシフィコ横浜
H20.11.15～21	Super Computing 2008	Austin Convention Center
H21.1.13	大学教育改革プログラム 合同フォーラム	パシフィコ横浜



平成20年度研究支援者の採用

平成20年度

◆ポスドク

1名採用

畠田典子氏(東北大学医工学研究科技術補佐員)

研究テーマ: 力学的および生理化学的応答を付与した血管バイオモデルの開発
受入教員: 太田信雄教授

◆国際出る杭特別研究生 2名採用(5名応募)

◆研究支援リサーチ・アシスタント 10名採用(18名応募)

◆基本支援リサーチ・アシスタント 27名採用

◆国際若タケノコ発掘プログラム 学内 11名採択(23名応募)

内訳: M1 7名 M2 4名

海外 1名採択(2名応募)

Xie, Shejuan氏(西安交通大学、中国)



ジョイントラボ連携国際インターンシップ

平成20年度派遣学生

米国	スタンフォード大学	1名
オーストラリア	シドニー大学	2名(1名予定)
フランス	INSA de Lyon	1名
フランス	ECL	1名(予定)

平成20年度受入学生

オーストラリア	シドニー大学	2名
インド	インド工科大学グワハティ校	1名(予定)
韓国	成均館大学校	1名(予定)



國際的人材育成



國際宇宙大學派遣

東北大学グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」



第12回 国際宇宙大学講演会



国際宇宙大学 (ISU: International Space University) Space Studies Program (SSP)は、将来の宇宙開発とその平和利用における中核人物を育成することを目的とした実践的教育プログラムであり、毎年夏に9週間開催されています。世界20カ国以上から約100名が集まり、共同生活を通してプログラムを受講します。本講演会では、ISU SSP参加者が自身の体験内容と、宇宙の平和・文化的利用へのISUの貢献について講演します。

日時： 2009年2月19日(木)
16時30分(小浜泰昭教授最終講義終了後)
～ 17時30分

場所： 東北大学 流体科学研究所2号館5階大講義室

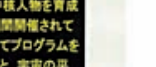
講演内容

1. 大木 智久 氏 (東北大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻)
「ISU Space Studies Program 2007 (SSP07)への参加報告」
2. 高橋 美奈 氏 (東北大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻)
「国際宇宙大学入選経路の紹介」

主催 東北大学グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

実行委員会 JAXA、ISU

連絡先 高橋 美奈 TEL: 022-756-7009



学生企画/運営国際会議・シンポジウム

H20年度

日 時	名 称	場 所
H20.8.7～9	航空宇宙流体科学サマースクール	フラワーガーデンホテル (三重県鈴鹿市)
H20.9.25～26	Tohoku University –Seoul National University Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicles	東北大学流体科学研究所COE棟
H20.11.17～19	The Fourth International Students/Young Birds Seminar on Multi-scale Flow Dynamics	仙台エクセルホテル東急
H20.11.20～22	第9回日韓学生シンポジウム	ソウル国立大学(韓国)
H21.2.26～27	International Seminar of Frontier of Energy Flow Dynamics in Atomistic and Electronic Scales	東北大学青葉メモリアル ホール



学生企画/運営国際会議・シンポジウム



航空宇宙流体科学サマースクール



学生企画/運営国際会議・シンポジウム

The Fourth International Students/Young Birds Seminar on Multi-scale Flow Dynamics



学生企画/運営国際会議・シンポジウム

第9回日韓学生シンポジウム





学生交流研究発表会

第1回流動ダイナミクス国際若手研究発表会

JAN. 14, 2009

東北大学流体科学研究所COE棟

20件の発表があり、上位3名が研究交流会にて発表を行った。半年に一度開催する予定である。



ショートオーラルプレゼンテーションの様子



ポスターセッションの様子

上位3名への授賞式



若手研究者国際会議派遣

平成20年度若手研究者国際会議派遣 11名



IUTAM Symposium 150 Years of Vortex Dynamics,
Lyngby, Denmark



ICAS2008にて発表する
米澤誠仁氏(D3)



流体科学分野横断セミナー

若手教員・博士課程学生が集まって、議論と情報交換を行い、流体科学/流動ダイナミクスに関する幅広い知識と考え方を養うため、流体科学分野横断セミナー(GCOEセミナー)を企画開催した。

平成20年度幹事 菊川豪太助教

- 第42回 高松洋教授(九州大学・東北大学流体科学研究所客員教授)、Subhash C. Mishra教授(IIT)、Sangmin Choi教授(KAIST)
11月 7日
- 第43回 Joël Courbon教授(INSa de Lyon)
12月15日
- 第44回 Joon Hyun Lee教授(Pusan National University)
1月19日
- 第45回 高松洋教授(九州大学・東北大学流体科学研究所客員教授)
1月23日
- 第46回 Patrick Shamberger氏(ワシントン大学博士課程後期学生)、Vladimir V. Khovailo上席研究員(ロシア科学アカデミー)、伊東航氏(東北大学博士課程後期学生)
2月25日



平成21年度の予定

◆Sixth International Conference on Flow Dynamics

2009年11月4日(水)～6日(金) 仙台で開催

◆平成21年度各種プログラム採択

・ポスドク 4名 平成21年度4月採用予定(5名応募)

・Zahrul, Fuadi 氏(東北大学大学院工学研究科機械システムデザイン工学専攻D3)

研究テーマ: Control of frictional sound by introducing surface texture to contact interface

受入教員: 高木敏行教授

・Abdel Kareem, Waleed Sayed Mohamed 講師 (Suez Canal University,

研究テーマ: Investigation of the Characteristics of the multi-scaled vortices in homogeneous isotropic turbulence 講師, エジプト)

受入教員: 福西祐教授

・山下博氏(東北大学情報科学研究科システム情報科学専攻D3)

研究テーマ: Experimental and Computational Analysis of the Supersonic Biplane for the realization of the MISORA

受入教員: 大林茂教授

・冨田典子氏(継続) 受入教員: 太田信准教授

・国際高等融合領域研究所「特別研究員(GCOE連携)」1名審査中

・その他 各種プログラム採択、国際宇宙大学派遣 予定

4.2 高木サブリーダー 資料

2009.2.27 国際評価委員会
高木敏行

国際連携活動プログラム

1. マルチステージネットワーク
2. 日仏ジョイントラボラトリー (ELyT) の支援
3. 流動ダイナミクス国際融合ジョイントラボラトリー (FLOWJOY)
4. リエゾンオフィス活動
5. ジョイントラボ連携国際インターンシップ
6. ダブルディグリー共同教育
7. 流動ダイナミクス国際会議の開催

1

1. マルチステージネットワーク



2

ICFDでのマルチステージネットワークセッション

1. 協定校の紹介
 - ・流体研が世話部局をつとめる大学間学術交流協定締結機関、および流体研との部局間学術交流協定締結機関のうち、30機関の代表者が集結。
 - ・各機関/部局の紹介、現在進行中の共同研究および将来可能性のある共同研究テーマについて紹介した。
 - ・今後マルチステージネットワークを形成する上で貴重な資料となる発表資料をGCOEのホームページにて公開している。
2. Parallel Academic Session
 - ・流動ダイナミクスが重要な役割を担う4分野を取り上げた。
 - ・本GCOEを通し、この4分野がどのような連携が可能か議論した。
 - ・若手研究者の視点から将来を展望してもらう為、セッションの進行は若手教員が担当した。

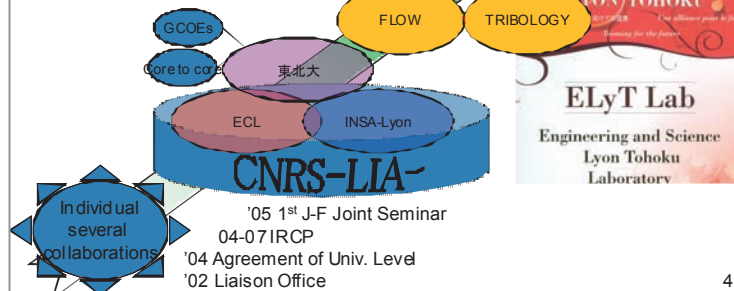


3

2. 日仏ジョイントラボラトリー (ELyT) の支援

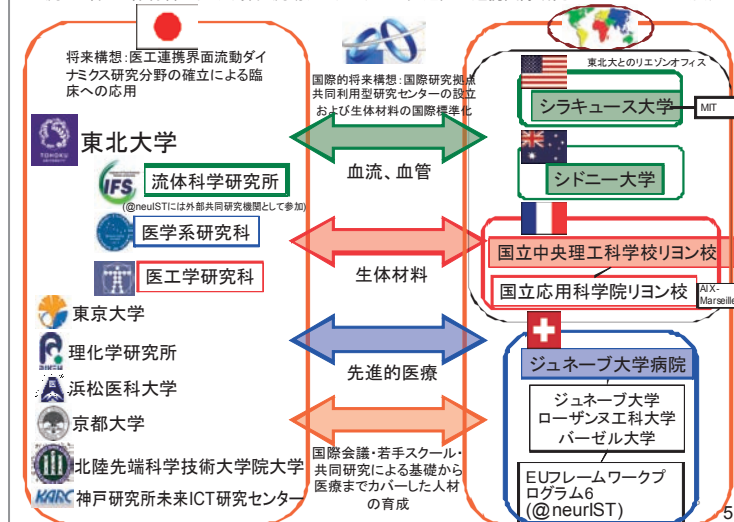
東北大学, INSA-Lyon, ECL, CNRSの
Associated International Laboratory (LIA)
(国際連携ラボラトリー)

'08 4th J-F Joint Seminar
'07 3rd J-F Joint Seminar
'06 2nd J-F Joint Seminar



4

血流・血管・生体材料における界面流動ダイナミクスの先進医工連携国際研究コンソーシアムの形成



5

3. 流動ダイナミクス国際融合ジョイント ラボラトリー (FLOWJOY)

目的:

流体科学に関する国際拠点研究機関として、流動ダイナミクスに関する融合的な世界的な人材育成のため、海外リエゾンオフィス等を通じたマルチネットワークによる国際共同研究・国際教育プログラムを推進することを目的とする。

プロジェクト: 平成20年度採択 3件:

1. The Design of Conductivity and Contact Surface: DECO laboratory (代表: 高木敏行)
2. Development of Design Exploration Method for Real-World Design Problem by International Collaborations (代表: 大林茂)
3. Measurement of Radiative Properties in Micro-Nano Structure (代表: 圓山重直)



6

4.リエゾンオフィス活動

(1) ニューサウスウェールズ大学・シドニー大学

- ・ インターンシップで2名の学生を受け入れ、2名の学生を派遣した。core to coreプロジェクトとして2名の学生及び1名の講師が訪問、core to coreセミナー及び会議に出席する為、2名の教員が訪問、ICFD2008に教授3名、学生2名が参加し、講演及び討論を行った。共同研究を行う為の教員の交流が6件あった。
- ・ ダブルディグリーの打ち合わせをシドニー大学のMasud Behnia教授と行った。

(2) モスクワ大学

- ・ ICFD2008に教授1名、学生2名が参加し、講演及び討論を行った。共同研究を行う為の教員の交流が2件あった。

(3) スウェーデン王立工科大学 (KTH)

- ・ ICFD2008に教授1名、学生1名が参加し、講演及び討論を行った。
- ・ KTHおよびシラキウス大学、流体研でバルブに関する共同研究を立ち上げることとなった。



7

(4) シラキウス大学

- ・ 流体研助教1名が樋口教授主催のセミナーにて発表を行った。ICFD2008に教授1名が参加し、講演及び討論を行った。共同研究を行う為の教員の交流が2件あった。
- ・ 2008年11月19日東北大学とシラキウス大学の大学間学術交流協定書の調印式を執り行い、大学間学術交流協定を締結した。

(5) 韓国科学技術院 (KAIST)

- ・ 分野横断セミナー (GCOEセミナー) にて招待講演及び研究討論を行った。ICFD2008に教授2名が出席し、講演及び討論を行った。教授1名が、GCOE主催会議において招待講演を行った。
- ・ Chul Park教授が、ICFD2008においてPlenary Lectureを行った。



8

(6) INSA-Lyon・ECL

- ・ インターンシップで、今月1名の学生を派遣し、来月1名の学生を派遣する予定である。客員教授として2名の教員が訪問し、共同研究を行う為の教員・学生の交流が7件あった。core to coreプロジェクトとして3名の学生及び9名の教員の交流があり、core to coreセミナーでは2名の学生及び4名の教員が発表を行った。また、分野横断セミナー (GCOEセミナー) にて招待講演及び研究討論を行った。ICFD2008に教授1名と学生3名が出席し、講演及び討論を行った。
- ・ 2008年12月2日に東北大学、ECL、INSA-LyonのジョイントラボラトリーであるScience and Engineering Lyon-Tohoku Joint Laboratory設置の調印が3者に加え、CNRS、仏国Region Rhone-Alpesを含めて行われた。



9

5.ジョイントラボ連携国際インターンシップ

目的:

派遣: 国際的な視野を持ち、将来、国際プロジェクトマネージャーとして活躍できる人材を育成する。

受入: 本学学生と受入学生に国際性豊かな研究者に育つ場と機会を提供する。

国内外の大学院学生の国際性への啓蒙及び契機とすること。
本学と海外との研究者間における共同研究を促し、研究者のネットワークを形成する。

内容:

国際ジョイントラボを推進している研究プロジェクトを中心として博士課程の学生を海外の共同研究先に派遣する。また、相手先の学生を受け入れて共同研究を推進する。



10

実績:

平成20年度派遣 5名(含、予定2名)

派遣先:

米国	スタンフォード大学	1名
オーストラリア	シドニー大学	2名(1名予定)
フランス	INSA de Lyon	1名
フランス	ECL	1名(予定)



シドニー大学

機械システムデザイン
工学専攻D3 堀切文正

シドニー大学にて
ICFD2008招聘学生
S. Nagarathinam氏と



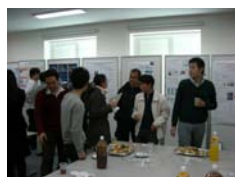
11

実績:

平成20年度受入 4名(含、予定2名)

インターンシップ学生所属

オーストラリア	シドニー大学	2名
インド	インド工科大学グワハティ校	1名(予定)
韓国	成均館大学校	1名(予定)



Mr. Luthfi
シドニー大学

第1回流動ダイナミクス国際若
手研究発表会にて



12

6.ダブルディグリー共同教育

目的:

流体科学研究所が実質的な世話部屋となっている海外相互エゾンオフィスを置く研究機関との間で、相互の学生が学位を取得しあうダブルディグリー制度を充実させる。

準備状況:

1. シドニー大学と協定内容について検討
2. 2009年10月より開始するために、公募活動の準備に入る



13

7.流動ダイナミクス国際会議の開催

Fifth International Conference on Flow Dynamics

日時:平成20年11月17日(月)～19日(水)

場所:仙台エクセルホテル東急

参加者:346名(うち外国人 17カ国108名)

- Trans-disciplinary Flow Division Sessions
- Frontier Project Sessions
- Student Session
- Multi-Stage Network Session
- General Flow Dynamics Session

大学間協定締結機関/部局協定締結
30機関の代表者が集結



Newsletter 01
Post Conference Report



14

4.3 藤代分野長（情報流動融合分野） 資料



国際評価委員会

流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点
研究活動報告: 情報流動融合分野

藤代 一成
流体科学研究所／大学院情報科学研究科

2009年2月27日

情報流動融合分野: 目的と構成

■目的
流動ダイナミクス学理の **情報科学的** 再構成

■組織

- 藤代 一成(分野長, 流体研)
- 中橋 和博(事業推進担当者, 工学研究科)
- 石本 淳(事業推進担当者, 流体研)
- 太田 信(事業推進担当者, 流体研)
- 竹島 由里子(研究協力者, 流体研)

2009/2/27 情報流動融合分野 2

情報流動融合分野: 研究テーマ

■流動解析ツール

- 流体融合研究アーカイブシステムの開発(藤代)
- テクスチャベースのベクトル場・テンソル場の並列可視化(藤代)
- 次世代CFDとしてのBuilding-Cube Methodの研究(中橋)

■流動解析問題

- マイクロラッシュ利用型超高熱流束混相冷却システムの開発(石本)
- 液体水素ピンホール漏えいジェット流の乱流微粒化過程に関する融合数値予測(石本)
- 環境適合型次世代旅客機形状の研究(中橋)
- 個人用航空機の安全性向上のための主翼提案(中橋)

■適用事例

- 血管内医療デバイス周りの可視化による流れ情報の直感的取得(太田)

2009/2/27 情報流動融合分野 3

知の記録・追跡・再利用

"If it ain't recordable, it ain't science."
記録できなければ、科学ではない。



Thomas A. DeFanti (Univ. Illinois at Chicago)
ACM SIGGRAPH '88 Panel on Hardware Manufactures
to Produce "legit NTSC video" output.
✓VISCLレポート執筆(ACM SIGGRAPH+NSF, 1987)
✓CAVE開発

2009/2/27

情報流動融合分野

4

流体融合研究アーカイブシステム

大量のデータから有用な情報を抽出するための
流動ダイナミクスオントロジーとビジュアルアナリ
ティックス(視覚分析論)の確立

- 拠点横断型サイエンスワークフローの実現
 - ✓血統(pedigree)管理
正当な数理モデル, 計算・計測・可視化資源の
蓄積と公開
 - ✓出自(provenance)管理
学理の自己組織化? 定着(教育) & 飛躍(研究)

TFI-AS/V(Transdisciplinary Fluid Integration-
Archive System/Visualization)

2009/2/27

情報流動融合分野

5

TFI-AS/Vライフサイクル



2009/2/27

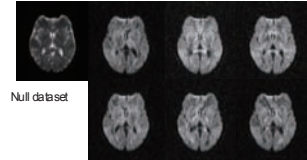
情報流動融合分野

6

DT-MRI (Diffusion Tensor MRI)

- A technique to measure the anisotropic diffusion properties of biological tissues
- The anisotropic diffusion of water within the white matter of human brain follows the direction of a nerve axon

DiffusionWeighted Imaging (DWI)



MPG (Motion-Probing-Gradient) applied datasets

Diffusion tensor

$$T = \begin{pmatrix} T_{xx} & T_{xy} & T_{xz} \\ T_{xy} & T_{yy} & T_{yz} \\ T_{xz} & T_{yz} & T_{zz} \end{pmatrix}$$

Symmetric 3x3
second order matrix

2009/2/27

情報流動融合分野

7

Contraction mapping

Diagonalization

$$T = \begin{pmatrix} T_{xx} & T_{xy} & T_{xz} \\ T_{xy} & T_{yy} & T_{yz} \\ T_{xz} & T_{yz} & T_{zz} \end{pmatrix} = V D V^T = V \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{pmatrix} V^T$$

Eigenvalue: λ_n
Eigenvector: v_n
 $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$
 $V = [v_1 \ v_2 \ v_3]$

Metrics for anisotropy

$$* \quad FA = \frac{\sqrt{\frac{2}{3} \left((\lambda_1 - A)^2 + (\lambda_2 - A)^2 + (\lambda_3 - A)^2 \right)}}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2}}$$

FA: Fractional Anisotropy

where

$$A = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}{3}$$



$$* \quad c_l = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} \quad c_p = \frac{2(\lambda_1 - \lambda_3)}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} \quad c_s = \frac{3\lambda_3}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}$$

Linear anisotropy Planar anisotropy Isotropy



2009/2/27

情報流動融合分野

8

DBT: Diffusion process (CPU)

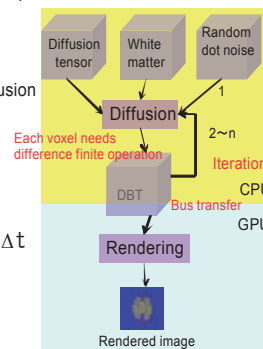
DBT = Diffusion-Based Tractography (2006)

1. Acquire diffusion tensors from DWI
2. Specify region of white matter from DWI with high FAs
3. Place random dot noise on the region
4. Smear the noise texture by numerically solving the diffusion equation:

$$\frac{\partial u_T(x, y, z)}{\partial t} = \nabla \cdot T(x, y, z) \nabla u_T(x, y, z)$$

Finite difference

$$u_{T+1}(x, y, z) = u_T(x, y, z) + \frac{\partial u_T(x, y, z)}{\partial t} \Delta t$$



2009/2/27

情報流動融合分野

9

DBT: Volume rendering

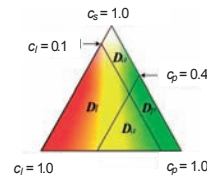
- Realtime rendering of 3D textures on GPU
 - Image superimposition
 - $\alpha(n^3) \rightarrow \alpha(n)$



Side view

* Barycentric transfer function

- * Color: c_l, c_p, c_s
- * Opacity: FA

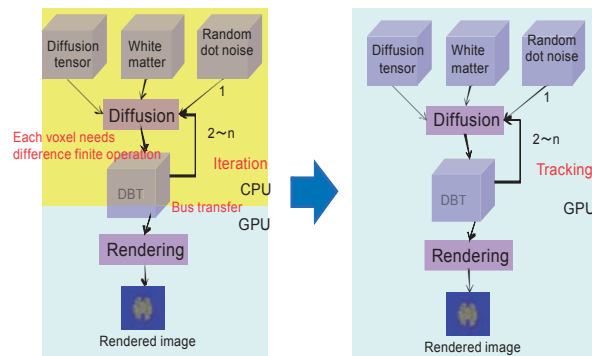


2009/2/27

情報流動融合分野

10

GPGPU (General Purpose computation on GPU)



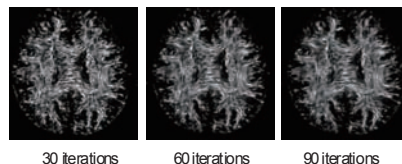
2009/2/27

情報流動融合分野

11

Empirical evaluation

- Input data
 - DT-MRI volume dataset
 - Data size: $256 \times 256 \times 30$
- Environment
 - Dell XPS M1710
 - OS: Windows Vista Business
 - CPU: Intel Core2 2.0GHz
 - RAM: 2GB
 - GPU: NVIDIA GeForce Go 7950 GTX
 - Language: C++, OpenGL, Cg



30 iterations

60 iterations

90 iterations

iterations	30	60	90
Diffusion(CPU)	9.73s	19.5s	27.8s
Diffusion(GPU)	1.23s	1.68s	1.72s
Diffusion(CPU)+Rendering(GPU)	10.3s	20.4s	28.6s
Diffusion(GPU)+Rendering(GPU)	1.47s	1.88s	2.05s

The GPU version is **ten times faster** than the CPU version

2009/2/27

情報流動融合分野

12

Realtime tensor exploration with haptization



DBT Texture: local connection of fiber tracts
3D force/torques: fiber direction + diffusion status

(RWS@AFIRC)

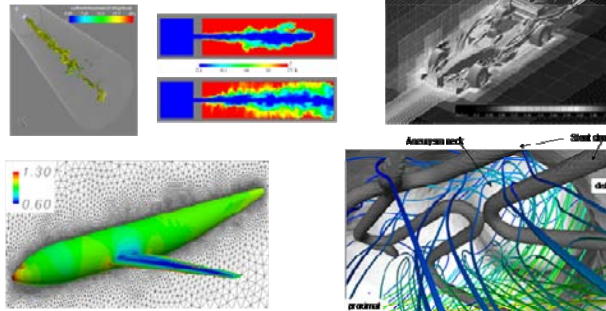
2009/2/27

情報流動融合分野

13

次年度への展開

- 開発ツールを利用した流動解析事例の高度化
- 事例解析を通じた開発ツールの運用評価

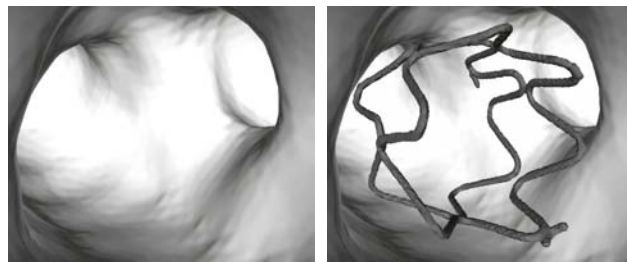


2009/2/27

情報流動融合分野

14

血管内医療デバイス周りの可視化による 流れ情報の直感的取得



2009/2/27

情報流動融合分野

15

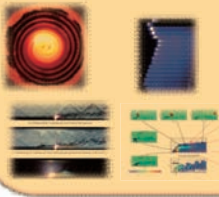
4.3 丸田分野長（反応流動融合分野） 資料

反応流動融合分野
Trans-disciplinary Reactive Flow Division

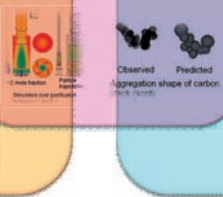
グループリーダー：丸田 薫
メンバー：
事業推進担当者：三浦 隆利、升谷 五郎、西山 秀哉、小林 秀昭
研究協力者：青木 秀之、佐藤 岳彦

World Center of Education and Research for
Trans-disciplinary Flow Dynamics
Tohoku University Global COE Program

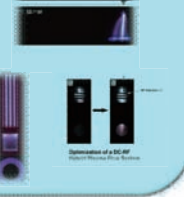
• New Concept Combustion Technologies
• Supersonic Combustion Flow with Shockwave Interaction



• Plasma Ignition
• Micro-Nano Particle Synthesis
• High Efficiency Gasification Process (Biomass, Coal)



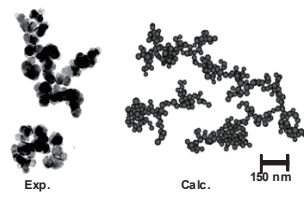
• Reactive Plasma Flow for Environment Processes
• Advanced Plasma Medicine

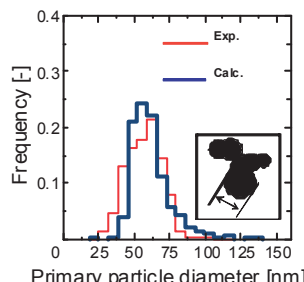


反応流動融合分野
Trans-disciplinary Reactive Flow Division

World Center of Education and Research for
Trans-disciplinary Flow Dynamics
Tohoku University Global COE Program

(1) 燃料過濃反応場におけるカーボンブラック凝集体生成機構の解明
分担：三浦、青木





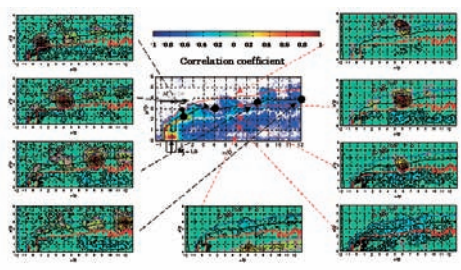
カーボンブラック：タイヤの原料
凝集体形状の発現機構未解明。カーボンナノ粒子の高温乱流中での合成反応（観察困難）。シミュレーションによる形状予測：一次粒子成長をディスクリート・セクションモデルで、凝集体成長をクラスター・クラスター・アグリゲーションモデルで計算。一次粒子同士の融合に焼結理論を適用。粒径分布や画像パラメータを予測。

反応流動融合分野
Trans-disciplinary Reactive Flow Division

World Center of Education and Research for
Trans-disciplinary Flow Dynamics
Tohoku University Global COE Program

(2) 超音速燃焼器内に噴射した気体燃料と空気の乱流混合現象の解明
分担：升谷

- 粒子画像速度計測法(PIV)による速度測定結果の高次補正
- 擬似衝撃波内の噴射流れ場のPIV及びMie散乱計測
- 噴射気体濃度場の大規模乱流構造の定量的可視化



超音速流中への壁面垂直噴射で形成される流れ場における噴射気体濃度変動の空間2点相関係数分布

反応流動融合分野

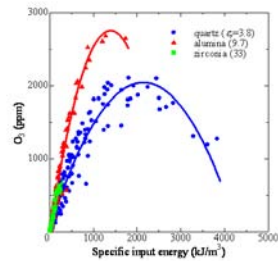
Trans-disciplinary Reactive Flow Division



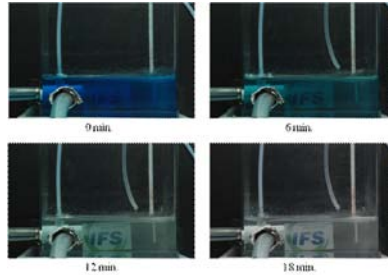
World Center of Education and Research for
Trans-disciplinary Flow Dynamics

Tohoku University Global COE Program

(3) 反応性混相プラズマ流動システムの構築と最適化
分担：西山、高奈



省電力型誘電体バリア放電による
高活性空気流の生成と最適化



高活性空気マイクロバブルジェットによる
メチレンブルー溶液の脱色効果

反応流動融合分野

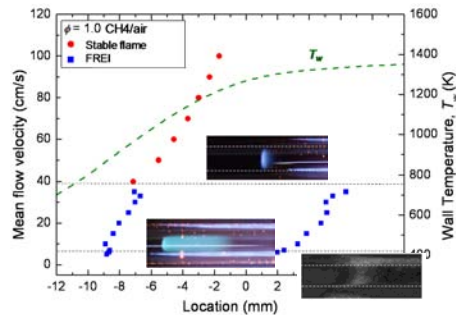
Trans-disciplinary Reactive Flow Division



World Center of Education and Research for
Trans-disciplinary Flow Dynamics

Tohoku University Global COE Program

(4) 燃料多様化に向けた大規模炭化水素燃料の燃焼化学反応機構構築と検証
担当：丸田



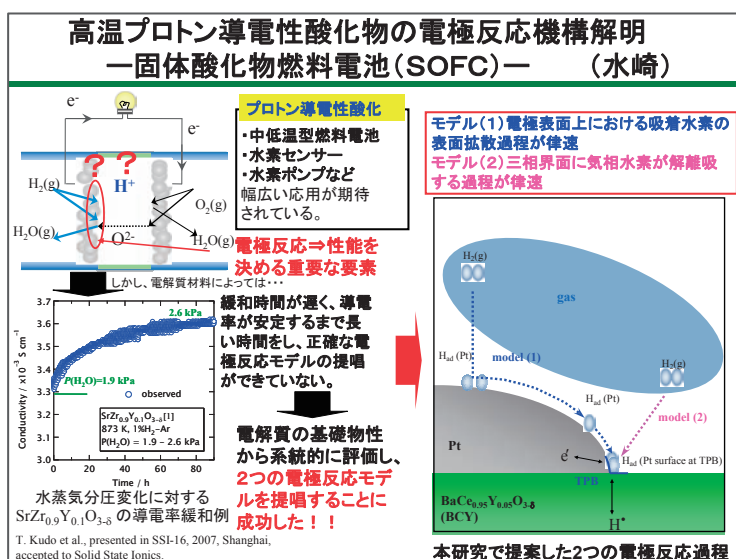
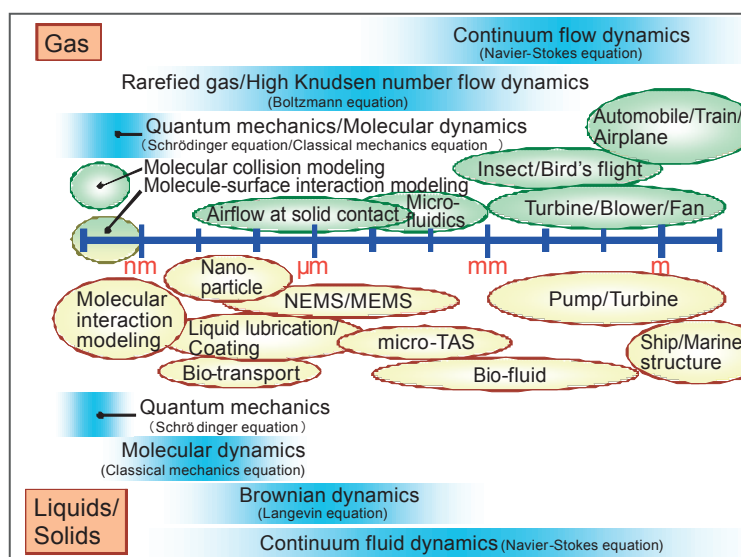
温度分布制御マイクロアクタによる火炎応答線図;燃料固有の火炎伝播・着火特性、最低着火温度が特定可能。

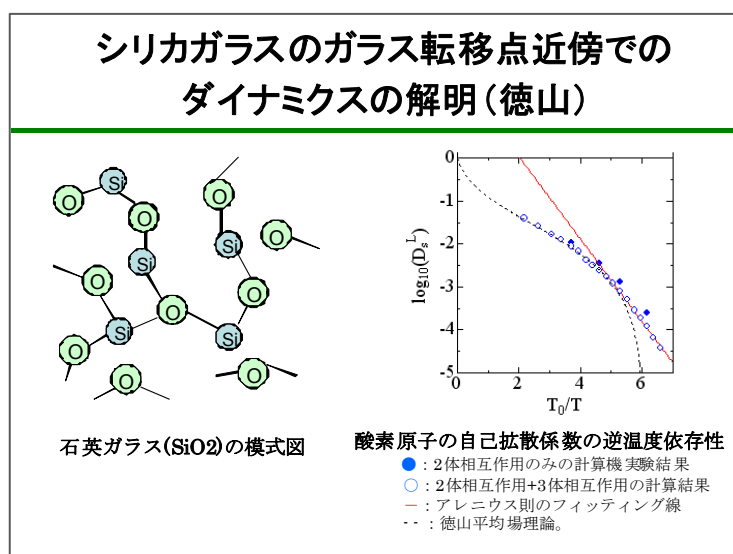
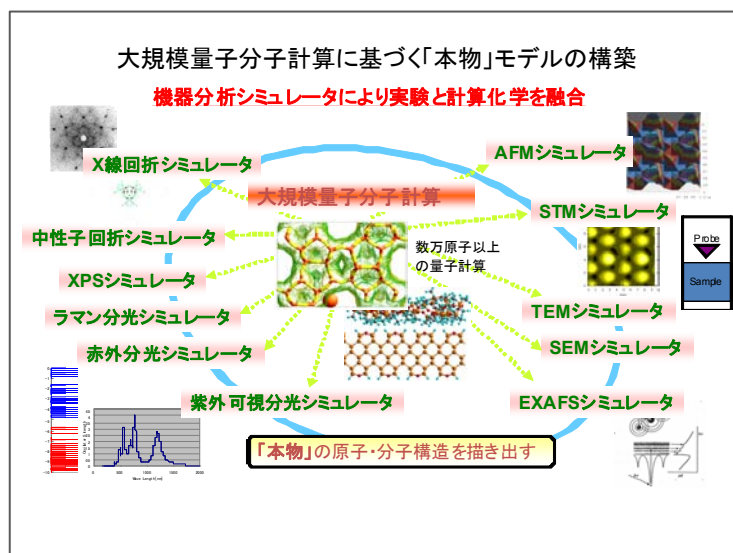
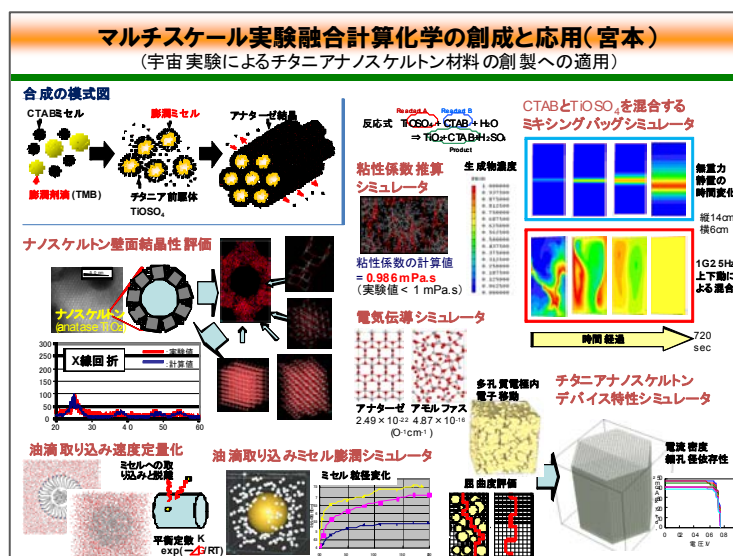
4.4 小原分野長（ナノ流動融合分野） 資料

流動ダイナミクスGCOE ナノ流動融合分野

事業推進担当者：水崎 純一郎、宮本 明、徳山 道夫、
高木 敏行、小玉 哲也、徳増 崇、
小原 拓

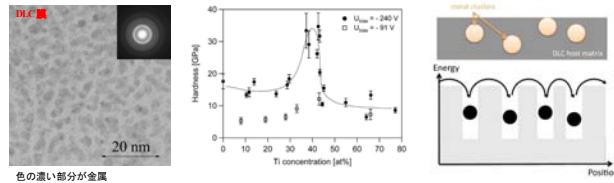
研究協力者：中野 政身、三浦 英生、寒川 誠二、
湯上 浩雄、米村 茂、畠山 望、三木 寛之、
佐藤 一永





ナノクラスタ金属を含む非晶質炭素コーティングにおける導電性と接触の制御(高木・三木)

- 金属を分散した非晶質水素化炭素膜 (Metal-containing DLC ; Me-DLC)
 - ・ DLC 膜中に金属クラスターが分散したナノコンポジット膜
 - ・ 金属を分散することにより、導電性が発現する
 - ・ DLC 膜に比べ、硬さなどの機械的特性が向上することが報告されている。

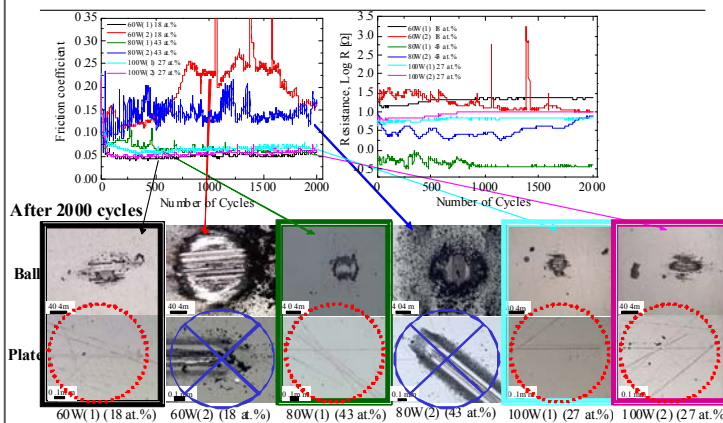


色の濃い部分が金属

Me-DLC膜は薄膜形成による表面改質であり、基板を変えることなく表面に膜を被覆し、様々な面での材料の機械的、電気的性質を向上させることができる

T. Zehnder and J. Patscheider, *Surface and Coatings Technology*, Vol.133, pp.138-144, 2000

Ir-DLC膜の摩擦試験結果



細胞へのドラッグデリバリーに関する流動ダイナミクス(小玉)

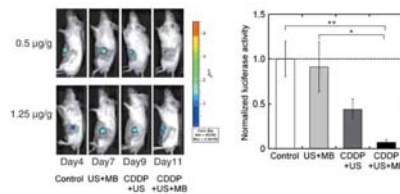


図1. HT-29Lucヒト結腸癌ルシフェラーゼ発現性細胞で作製した固形腫瘍の治療効果。生体発光イメージング法による解析。US:超音波, MB:マイクロバブル。
図2. 細胞移植後11日目での抗腫瘍効果。縦軸をコントロール群で無次元化表記。

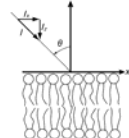
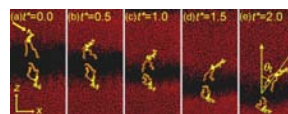


図3. 脂質二重膜としてモデル化された細胞膜。
図4. 斜め衝撃波の作用にともなう脂質分子の構造変化。二重膜を構成する上流側の一つの分子を黄色で描写、赤は脂質二重膜構造の外側に配置された水分子を示す。

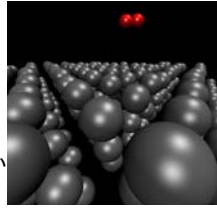


国際会議企画
2009 International Dental Bioengineering Symposium
主催: 東北大学大学院医学研究科
共催: 東北大学大学院歯学研究科インターフェイス口腔健康科学フォーラム
共催: 東北大学流体科学研究所「流動ダイナミクス」の融合教育研究世界拠点プログラム
日時: 平成21年3月6日 午前10時
場所: 歯学部A1セミナー室

白金表面における水素分子の解離吸着現象の分子動力学解析(徳増)

白金表面での水素の解離現象を分子動力学法を用いて計算(右図)

原子・分子の運動が解離確率に与える影響について解析

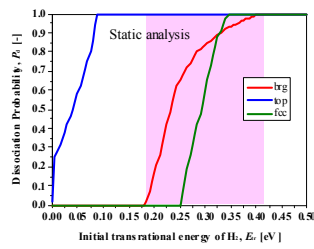
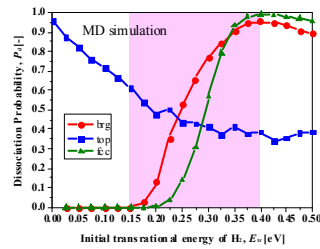


• brg および fcc site :

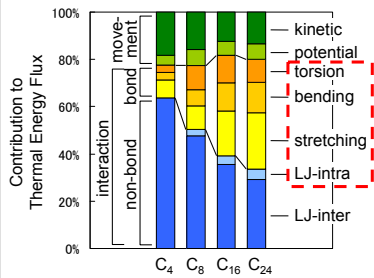
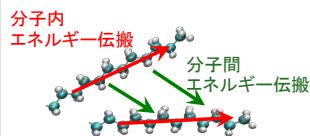
- Pt原子の熱運動による変位によって解離確率が上昇する
初期並進エネルギーの範囲の幅が広がる

• top site :

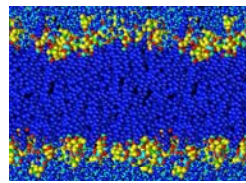
- **Steering Effect**によって初期並進エネルギーが非常に小さいときの解離確率が上昇する
- 初期並進エネルギーが上昇すると解離確率が低下する



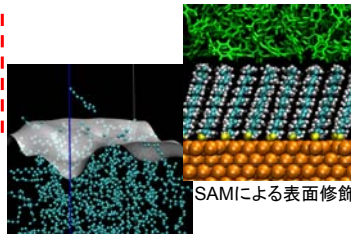
ポリマー液体・膜の構造と熱輸送特性(小原)



アルカン飽和液中における熱流束の「成分」



脂質二重膜の異方性熱輸送



アルカン気液界面

4.5 大林分野長（極限流動融合分野） 資料

極限流動融合分野

- **グループリーダー：大林 茂**
 - 事業推進担当者：圓山 重直（拠点リーダー）、福西 祐、澤田 恵介、浅井 圭介、橋爪 秀利、伊藤 高敏
 - 研究協力者：小濱 泰昭、大平 勝秀、小宮 敦樹、伊賀 由佳
- **活動目標：地球環境の改善を目指して輸送とエネルギーに関する革新的研究を行う**
 - エアロスペース、超音速、流体計測・制御、他
 - エネルギー、原子力、地熱、メタンハイドレート、他

1. 研究テーマ：永久塩泉による海洋深層水湧昇と海洋表層緑化に関する研究
 ・担当者：圓山、小宮
 ・主な活動資金：科学研究費補助金（科研費基盤(A)海外）、受託研究費

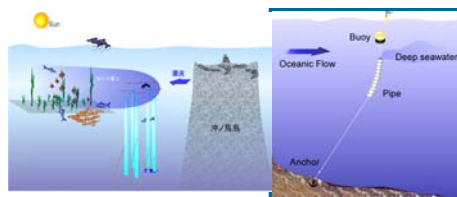


図1 沖の島ラベータ計画とパイプ配置

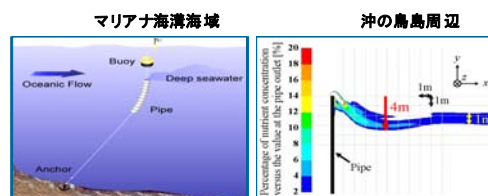
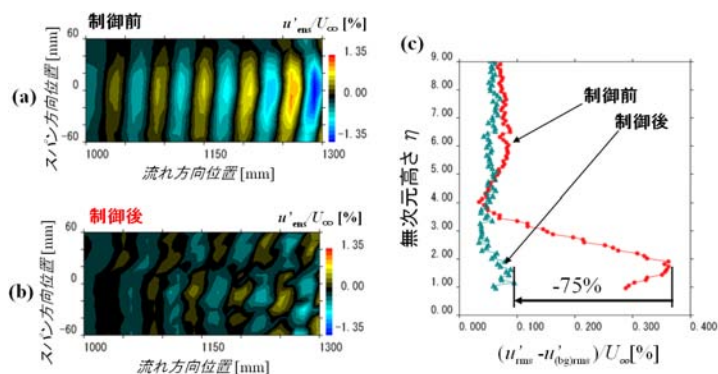
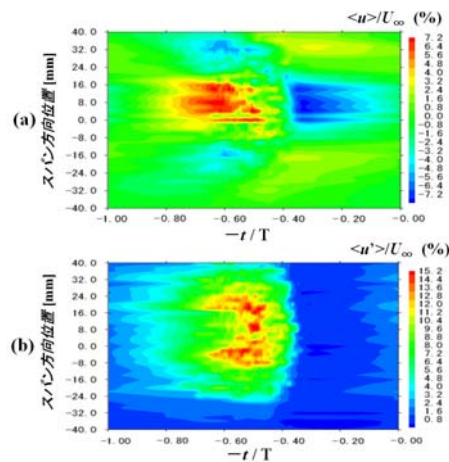


図2 くみ上げた海洋深層水の拡散をLES数値解析で行った結果

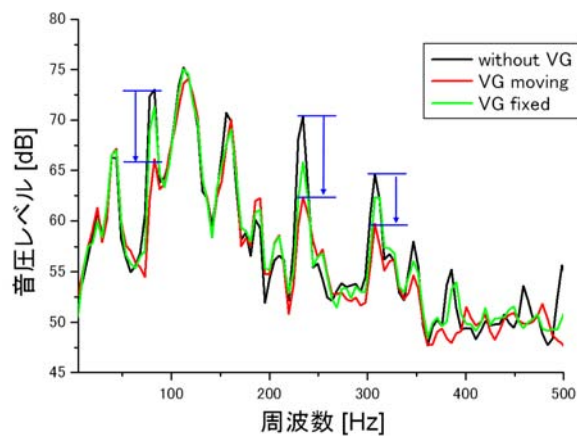
2. 研究テーマ：遷移極限における境界層中の不安定波のフィードフォワード制御
 ・担当者：福西祐
 ・主な活動資金：GCOE研究費



3. 研究テーマ: 平板境界層遷移における外部局所擾乱による極限状態の生成
 ・担当者: 福西 祐
 ・主な活動資金: GCOE研究費



4. 研究テーマ: 振動バルテックスジェネレータによる極限流動場の音の制御
 ・担当者: 福西祐
 ・主な活動資金: GCOE研究費



5. 研究テーマ: CFD採用による風試模型変形効果分離技術に関する研究
 ・担当者: 澤田恵介、保江かな子(D3、航空宇宙工学専攻)
 ・主な活動資金: GCOE研究費、校費、科学研究費補助金(申請中)



図1 CADデータ

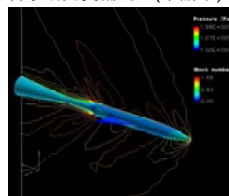


図2 表面圧力分布と等マッハ線図

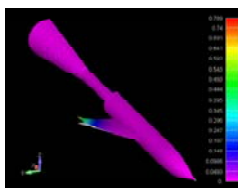


図3 空力荷重による模型変形

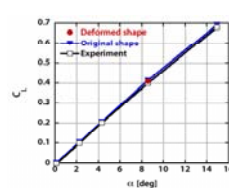
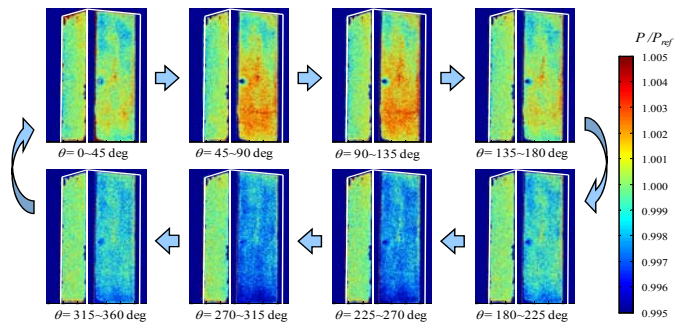


図4 揚力係数の変化

6. 研究テーマ: 極限流動計測のための分子イメージング技術

・担当者: 浅井圭介、永井大樹

・主な活動資金: GCOE研究費、科学研究費補助金、日本学術振興会
「二国間交流事業: ドイツDFGとの共同セミナー」

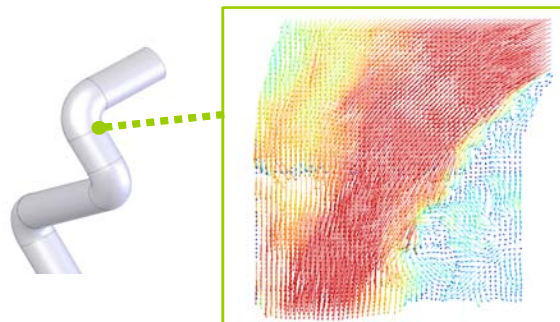


カルマン渦を放出する角柱まわりの非定常圧力場のイメージング

7. 研究テーマ: 配管系流力振動に影響するマクロ流動構造の解明と制御

・担当者: 橋爪秀利、結城和久

・主な活動資金: GCOE研究費、先行基礎工学研究費

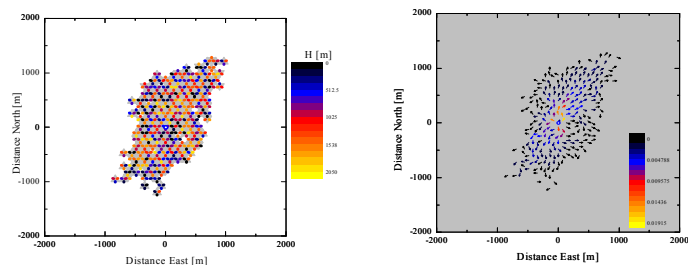


低曲率半径比エルボにおける剥離現象の可視化

8. 研究テーマ: 微小地震を利用した地熱貯留層の流路構造評価

・担当者: 伊藤高敏

・主な活動資金: GCOE研究費



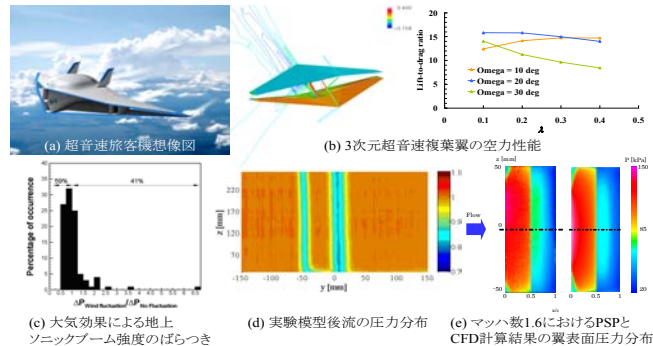
流路構造の評価結果 (黒→黄: 透水性大)

流路に沿った流れの評価結果 (黒→黄: 流量大)

9. 研究テーマ: 超音速複葉翼理論の研究

・担当者: 大林、浅井、中橋

・主な活動資金: GCOE研究費、科研費基盤A



超音速複葉翼に関する計算・実験融合研究成果

10. ジョイントラボラトリー: 国際連携研究による実用化設計探索手法の開発

・担当者: 大林、中橋、鄭、佐々木

・主な活動資金: GCOE研究費

International Workshop on Multi-Objective Design Exploration for Aerospace Engineering
March 19, 2009

Invited Speakers

On the Update Strategies for Multiobjective Optimization with Surrogates

Dr. Ivan Voutchkov (University of Southampton, UK)

Machine Learning Methods for Aerospace Data Mining

Dr. David R. Hardoon (University College London, UK)

Design with uncertainties: a Multi Objective Approach

Dr. Lucia Parussini (University of Trieste, Italy)

An Overview of Aerodynamic Optimization Activities at ONERA

Dr. Gerald Carrier (ONERA, France)

Decomposition-based Design Optimization of engineering Systems

Dr. Michael Kokkolaras (University of Michigan, USA)

POD-based Data Mining for Multi-Objective Design Exploration

Dr. Akira Oyama (Institute of Space and Astronautical Science, JAXA, Japan)

Spatio-Temporal Data Mining for Satellite Imagery

Dr. Rie Honda (Kochi University, Japan)

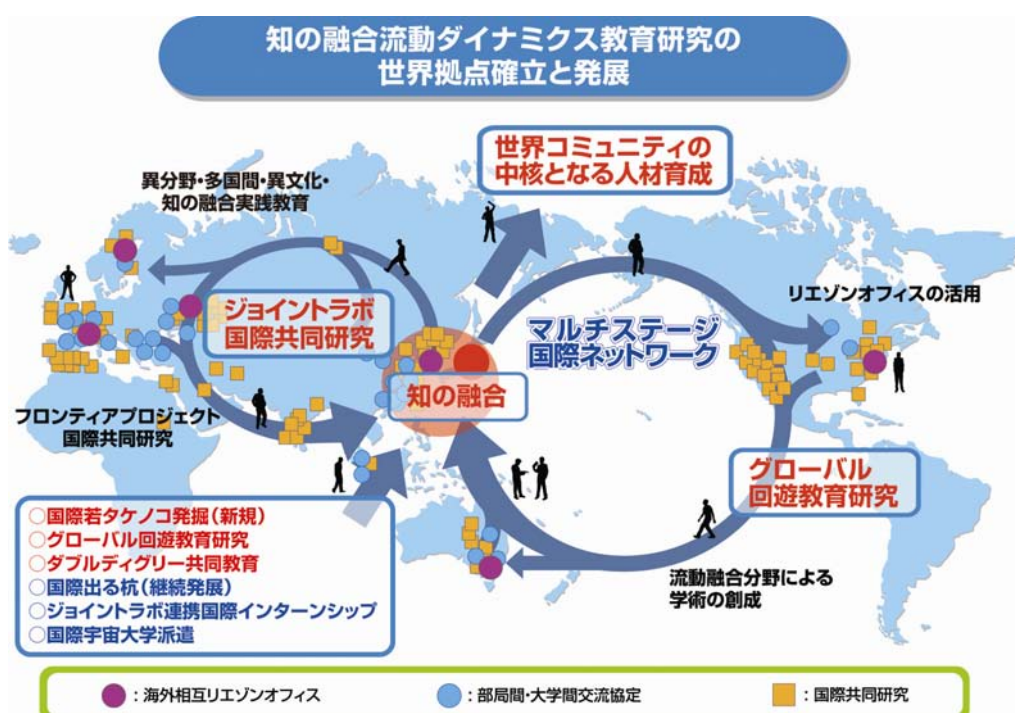
5. 東北大学グローバル COE「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」拠点の概要

5.1 目標

流動ダイナミクスは、エネルギー、地球環境、ライフサイエンスなど、人類が直面する諸問題に密接に関連する総合学術領域である。本グローバルCOE は、21世紀COEプログラム「流動ダイナミクス国際研究教育拠点」で築いた実績を基礎にして、それを大幅に拡大・充実させて、流動ダイナミクス教育研究の世界拠点として確立・発展させるものである。

つまり、流動ダイナミクスを基軸に置き、情報科学、化学工学、医工学との異分野融合、これまで形成してきた国際ネットワークを活用した多国間研究融合、多面的な価値観を理解できる国際的な異文化融合などの知の融合によって、流動融合分野の基礎学理を構築すると共に、国際連携フロンティアプロジェクト研究推進によりイノベーション科学技術領域を創成し、総合学術領域としての流動ダイナミクスの研究教育世界拠点を確立することを目的とする。

また、これまで構築した国際ネットワークをマルチステージ国際ネットワークに昇華させ、国内外から優秀な人材を募集する国際若タケノコ発掘プログラム等により、博士課程人材を集める。国際出る杭教育等の教育プログラムと、国際ジョイントラボやフロンティアプロジェクトの研究活動を通じて、世界標準を凌駕する学問的能力とグローバルな広い視点を涵養し、独創的な成果を持続的に生み出してゆく将来の流動ダイナミクス世界コミュニティの中核を形成する人材を育成する。



5.2 拠点形成計画の概要

既に前21 COEでは、本学のリエゾンオフィス11ヶ所のうち、6ヶ所の運営と設立に主体的に関わってきた。この世界6ヶ所の先導的研究機関との間で相互設置したリエゾンオフィスのうちフランスとの間では国際ジョイントラボを開設するなど、共同研究を実施する枠組みを整えている。

本拠点では、リエゾンオフィスを設置した基幹交流機関と、その他の交流実績のある研究機関を加えたマルチステージ国際ネットワークを構築する。これらの研究機関を拠点とし、研究者間の研究交流を基本にした国際ジョイントラボの枠組みを戦略的に展開・活用して高いレベルの実質的な国際共同研究を充実させる。この国際ネットワークの国際共同研究を通じて、流動ダイナミクスと異分野学術領域との融合、多国間研究融合による新しい流動融合分野を創成し、国際連携フロンティアプロジェクト研究を推進する。

そこに若手の人材交流や、国際インターンシップ学生が加わって研究を担うことにより世界最高水準の研究成果の創造と人材の育成を促す。ジョイントラボ連携国際インターンシップを経験することで、異分野・多国間・異文化の知の融合実践教育を学生および若手研究者に実施し、世界水準のリーダーを育成するグローバル回遊教育研究を推進する。具体的には、若手研究者が複数の世界の研究機関を調査・研究し新領域創成を醸成する若手回遊研修を設ける。

本拠点の多様な教育プログラムに参加する人材を世界から集めるために、上記の国際ネットワークを中心として、修士の段階から国内外に学生を公募し、博士入学1年前に人材育成プログラムに採択する国際若タケノコ発掘プログラムによって、博士課程学生の国際誘致を積極的に行う。前21COEの「出る杭伸ばす教育」プログラムを発展させ、融合領域の学術創成にかなう国際的若手人材を育成する国際出る杭伸ばす教育プログラムを実践する。これら教育プログラムに参加する学生は、修士博士一環コースの選択と早期修了を奨励し、博士修了後のポストク期間に複数国際インターンシップを経験させるグローバル回遊教育研究に参加させるなど、多文化融合の価値観を理解できる国際的なエリート育成を進める。

学生の海外派遣や海外学生の受け入れは、本学「井上プラン 2007」による海外インターンシップ制度とも連携し、相互補完的に濃厚な交流の機会を用意する。既に前 21 世紀 COE の成果として教育的効果が明らかになっている、国際宇宙大学や国際会議運営への主体的な参加の機会を設けて国際的なビジネス感覚を身に付けさせる。また、本学国際高等研究教育院に積極的に関与することにより複眼的視野を有する学生を育成する。

5.3 事業推進担当者

2009 年 1 月現在

拠点リーダー（極限流動融合分野）

圓山 重直 Shigenao MARUYAMA 流体科学研究所・教授

サブリーダー（ナノ流動融合分野）

高木 敏行 Toshiyuki TAKAGI 流体科学研究所・教授

情報流動融合分野

藤代 一成 Issei FUJISHIRO 流体科学研究所・教授
 中橋 和博 Kazuhiro NAKAHASHI 工学研究科航空宇宙工学専攻・教授
 石本 淳 Jun ISHIMOTO 流体科学研究所・准教授
 太田 信 Makoto OHTA 流体科学研究所・准教授

反応流動融合分野

丸田 薫 Kaoru MARUTA 流体科学研究所・教授
 三浦 隆利 Takatoshi MIURA 工学研究科化学工学専攻・教授
 升谷 五郎 Goro MASUYA 工学研究科航空宇宙工学専攻・教授
 西山 秀哉 Hideya NISHIYAMA 流体科学研究所・教授
 小林 秀昭 Hideaki KOBAYASHI 流体科学研究所・教授

ナノ流動融合分野

小原 拓 Taku OHARA 流体科学研究所・教授
 水崎 純一郎 Junichiro MIZUSAKI 多元物質科学研究所・教授
 宮本 明 Akira MIYAMOTO 未来科学技術共同研究センター・教授
 徳山 道夫 Michio TOKUYAMA 原子分子材料科学高等研究機構・教授
 小玉 哲也 Tetsuya KODAMA 医工学研究科医工学専攻・教授
 徳増 崇 Takashi TOKUMASU 流体科学研究所・准教授

極限流動融合分野

大林 茂 Shigeru OBAYASHI 流体科学研究所・教授
 福西 祐 Yu FUKUNISHI 工学研究科機械システムデザイン工学専攻・教授
 澤田 恵介 Keisuke SAWADA 工学研究科航空宇宙工学専攻・教授
 浅井 圭介 Keisuke ASAI 工学研究科航空宇宙工学専攻・教授
 橋爪 秀利 Hidetoshi HASHIZUME 工学研究科量子エネルギー工学専攻・教授
 伊藤 高敏 Takatoshi ITO 流体科学研究所・准教授

研究協力者

情報流動融合分野

竹島 由里子 Yuriko TAKESHIMA 流体科学研究所・助教

反応流動融合分野

青木 秀之 Hideyuki AOKI 工学研究科化学工学専攻・准教授
 佐藤 岳彦 Takehiko SATO 流体科学研究所・准教授

ナノ流動融合分野

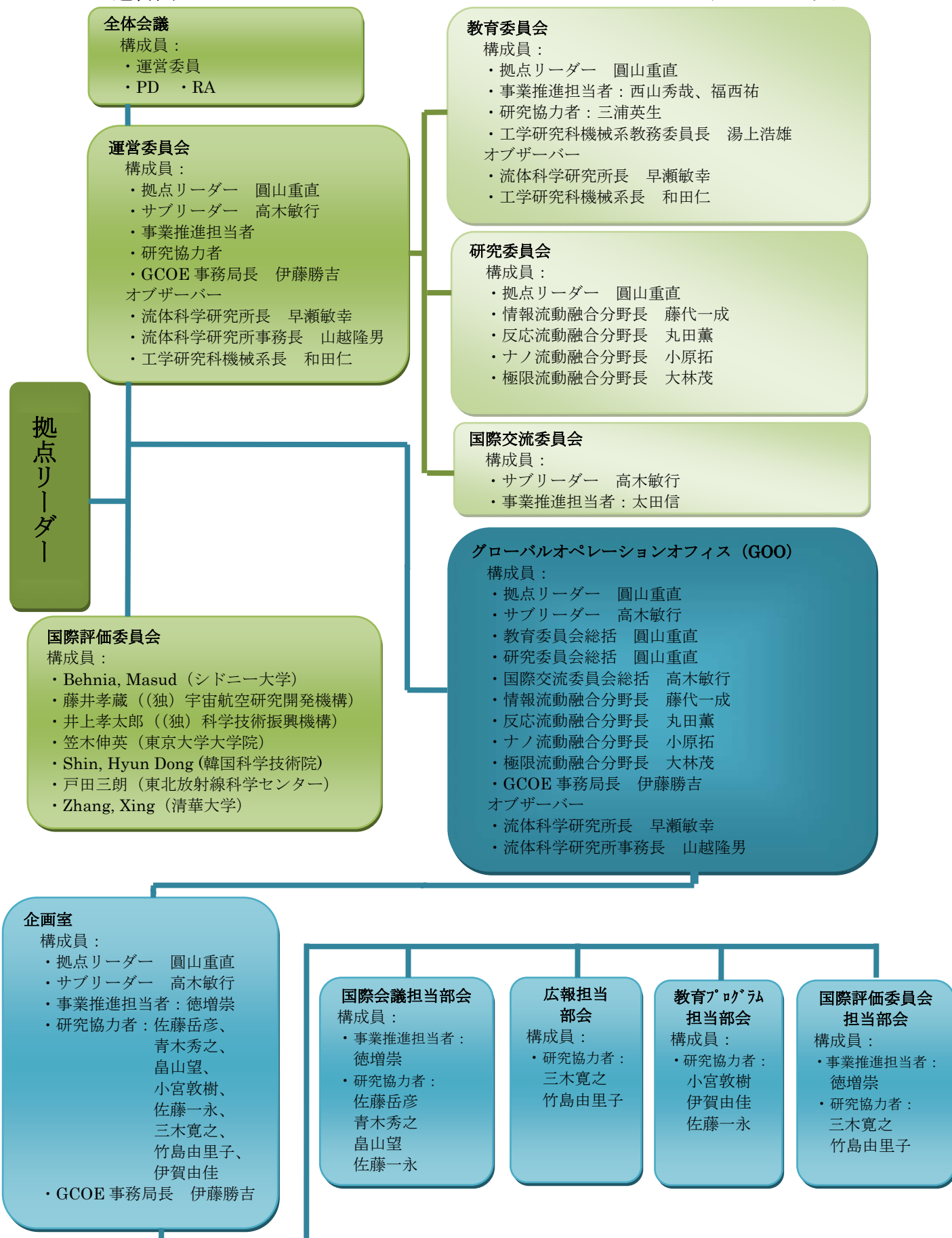
中野 政身 Masami NAKANO 流体科学研究所・教授
 三浦 英生 Hideo MIURA 工学研究科付属エネルギー安全科学国際研究センター・教授
 寒川 誠二 Seiji SAMUKAWA 流体科学研究所・教授
 湯上 浩雄 Hiroo YUGAMI 工学研究科機械システムデザイン工学専攻・教授
 米村 茂 Shigeru YONEMURA 流体科学研究所・准教授
 畠山 望 Nozomu HATAKEYAMA 工学研究科応用化学専攻・准教授
 三木 寛之 Hiroyuki MIKI 流体科学研究所・助教
 佐藤 一永 Kazuhisa SATO 多元物質科学研究所・助教

極限流動融合分野

小濱 泰昭 Yasuaki KOHAMA 流体科学研究所・教授
 大平 勝秀 Katsuhide OHIRA 流体科学研究所・教授
 小宮 敦樹 Atsuki KOMIYA 流体科学研究所・講師
 伊賀 由佳 Yuka IGA 流体科学研究所・助教

5.4 運営図

2009年2月27日現在



6. 主な活動

6.1 拠点形成プログラム

6.1.1 運営委員会

設置目的：人事、予算、その他運営に関する重要事項を審議決定するため、全体会議終了後、隔月開催を原則とし定期的に開催する。

開催日	審議事項
平成20年 7月 1日	実行計画アウトライン、第5回流動ダイナミクス国際会議、平成20年度各種募集、外部評価委員会に関する審議外
平成20年10月 3日	平成20年度事業計画（案）及び実行予算（案）に関する審議外
平成20年11月11日	平成20年度GCOEPD選考及び平成21年度GCOEPD募集、平成20・21年度国際高等融合領域研究所特別研究員の推薦に関する審議外
平成21年 1月14日	国際評価委員会の設置及び第5回流動ダイナミクス国際会議収支決算報告に関する審議外
平成21年 3月 5日	平成21年度各種プログラム採択に関する審議外

6.1.2 グローバルオペレーションオフィス（GOO）会議

設置目的：GCOE 運営に関わる実質的な審議機関とし、意思決定する。必要の都度、随時開催する。

開催日	議題事項
平成20年 7月17日	GCOE申請、JSPS特別研究員推薦者の選考に関する審議外
平成20年 8月 7日	企画室会議報告、平成20年度実行予算（案）各種募集要項（案）第5回流動ダイナミクス国際会議予算（案）に関する審議外
平成20年 9月26日	教育委員会報告、平成20年度実行予算（案）各種募集要項（案）に関する継続審議外
平成20年11月11日	平成20年度GCOEPD選考、国際高等融合領域研究所「特別研究員」の推薦に関する審議外
平成21年 1月 7日	平成21年度予算執行状況に関する報告、平成20・21年度 GCOEPD選考、国際高等融合領域研究所「特別研究員」の選考に関する審議外
平成21年 3月 5日	平成21年度各種プログラム採択に関する審議外

6.1.3 教育委員会

設置目的：各種プログラム採択（注1）等に関する審議決定する。必要の都度、随時開催する。

○教育委員会

開催日	審議事項
平成20年 9月11日	若手研究者国際会議派遣3名採択及び各種プログラム採択（注1）に係る募集要項について
平成20年 9月26日	出る杭伸ばす特別研究生、研究支援RA、基本RAの採択に係る書類審査及び採択
平成20年 9月30日	国際出る杭伸ばす特別研究生ヒアリング及び採択
平成21年 1月 7日	GCOE学生交流研究発表会についての報告及び国際若タケノコ発掘プログラム選考並びに採択
平成21年 2月 5日	RA給与及び21年度各種募集要項、21年度国際出る杭伸ばす特別研究生（若タケノコ）採択
平成21年 3月 9日	平成21年度各種プログラム採択に関する審議外

○教育委員会（メール会議）

開 催 日	審 議 事 項
平成20年 9月26日	若手研究者国際会議派遣2名採択
	国際インターンシップ受入1名採択
平成20年10月31日	若手研究者国際会議派遣1名採択
平成20年11月27日	国際インターンシップ受入1名採択
平成20年12月 4日	若手研究者国際会議派遣2名採択
平成20年12月10日	国際インターンシップ派遣1名採択
平成20年12月24日	国際インターンシップ派遣1名採択
	若手研究者国際会議派遣1名採択
	国際インターンシップ受入1名 日程変更採択
平成20年12月25日	国際インターンシップ派遣1名採択
平成20年12月26日	若手研究者国際会議派遣2名採択
平成21年 1月16日	国際若タケノコ発掘1名追加採択
平成21年 2月13日	国際インターンシップ派遣1名採択
	国際インターンシップ受入1名採択
平成21年 2月20日	国際インターンシップ受入1名採択
平成21年 2月25日	国際インターンシップ派遣1名採択
平成21年 3月17日	国際インターンシップ派遣1名採択
平成21年 3月25日	国際インターンシップ受入1名採択

（注1）基本 RA、研究支援 RA、国際出る杭伸ばす特別研究生、国際インターンシップ（派遣・受入）、若手研究者国際会議派遣、国際高等教育院連携 GCOE 特別研究生、国際若タケノコ発掘プログラム

6.1.4 研究委員会

GOO 会議と合同開催した。

6.1.5 国際交流委員会

設置目的：GCOE の拠点形成計画の 1 つである世界拠点確立のため、マルチステージ国際ネットワークを活かした①流動ダイナミクスと異分野学術領域との融合、②多国間研究融合による新しい流動融合分野の創成、③国際連携フロンティアプロジェクト研究の推進を柱とした、国際ジョイントラボ共同研究、国際交流関係の業務を支援する。

○国際交流委員会

開 催 日	審 議 事 項
平成20年 4月 1日	国際交流推進室の役割分担について
平成20年 7月18日	流体科学研究所及びGCOEの関わる国際交流活動について、それぞれの活動の業務内容、及び担当者について

○国際交流委員会（メール・現地会議・活動報告）

開 催 日	審 議 事 項
平成20年 6月23日 （於：仏）	ElyT Labおよびcore to coreについて
	第5回ICFDにおけるマルチステージネットワークセッションの進め方について
平成20年7月22日	第5回ICFDにおけるマルチステージネットワークセッションの進め方について
平成20年8月25日	加トロント大学航空宇宙研究所との部局間学術交流協定更新について
	米ケンタッキー大学との部局間学術交流協定の締結について

平成20年9月1日	「東北大学の中国との交流活動推進に関する懇談会」に参加
平成20年10月3日	タイのチュラロンコン大学経済学部と部局間協定についての話し合い
平成20年11月19日	協定校関係者との懇談
平成20年11月27日	国際研究協議会開催
平成20年11月27日	協定校へのグリーティングカード送付
平成20年12月01日	学術交流協定締結一覧の更新について教授会で報告
平成20年12月18日	第4回流体科学研究所協議会における国際連携活動についての紹介
平成21年 1月16日	東北大学の中国政府派遣留学生制度への対応の通知
平成21年 2月16日～17日	環太平洋地域の大学における学生国際交流のミーティングへ参加(圓山、太田)

6.1.6 企画室会議

設置目的：ワーキンググループ的な位置づけとし、タスク毎に企画・実行を行う。

開催日	議題事項
平成20年 7月18日	企画室担当部会及び委員、企画室運営について外
平成21年 2月 5日	GCOE評価委員会ワーキンググループの開催について外

6.1.7 国際評価委員会

国内外の大学・民間の有識者 7 名による外部評価委員会を設置し、毎年本拠点の運営体制、教育活動、研究活動、国際協力活動に関する評価を受ける。なお、評価結果については、国際評価報告書として平成 21 年度 6 月に発行。

平成 20 年度開催

日時 平成 21 年 2 月 27 日（金） 15：00～

場所 COE 棟 3F セミナー室

委員 Behnia, Masud	シドニー大学工学部 教授
井上 孝太郎	(独)科学技術振興機構 上席フェロー
笠木 伸英	東京大学大学院工学系研究科 機械工学専攻 教授
Shin, Hyun Dong	韓国科学技術院機械工学科 教授
	燃焼技術研究センター長
戸田 三朗	東北放射線科学センター 理事
Zhang, Xing	清華大学 工程熱物理研究所 教授

6.1.8 全体会議（研究交流会）

設置目的：全員参加の研究交流会とする。原則 2 か月に 1 回開催する。

- (1) 平成20年11月11日
研究グループ毎の研究発表、国際出る杭伸ばす特別研究生1名の研究発表およびリサーチ・アシスタント1名の研究発表並びに国際インターンシップ受入学生1名の研究発表。
- (2) 平成21年1月14日
研究グループ毎の研究発表、「第1回流動ダイナミクス国際若手研究発表会」上位3名による研究発表。
- (3) 平成21年3月5日
研究グループ毎の研究発表およびリサーチ・アシスタント3名の研究発表。

6.1.9 国際会議の開催

GCOE 主催国際シンポジウム/国際ワークショップを 6 件開催した。

- (1) **Japanese-German Joint Seminar on Molecular Imaging Technology**
日独合同セミナー「学際領域における分子イメージング技術の新展開」

日 時 平成20年9月1日～3日

場 所 東北大学流体科学研究所COE棟

参加者 47名（うち外国人 12名）



- (2) **GCOE, IFS-Tsinghua University Joint Workshop**

日 時 平成 20 年 10 月 27 日～28 日

場 所 清華大学（中国・北京）

参加者 58 名（うち外国人 29 名）



セッション

Session A-1	Fluid / Biofluid / Advanced / Systems&others
Session B-1	Heat transfer / Combustion Systems Evaluation&Others

- (3) **第 5 回流動ダイナミクスに関する国際会議**
Fifth International Conference on Flow Dynamics

日 時 平成 20 年 11 月 17 日～19 日

場 所 仙台エクセルホテル東急

参加者 346 名（うち外国人 17 カ国 108 名）



基 調 講 演

Chul Park (Korea Advanced Institute of Science and Technology), “Energy and Environment: An Aerospace Solution”

John P. Sullivan (Purdue University),
“Molecular Sensors and Particle Image Velocimetry
- Trans-Disciplinary Flow Dynamics Techniques -”

Andrew J. Meade (Rice University),
“A Method of Weighted Residuals Approach to
Data Fusion with Aerospace Applications”



Newsletter 01 Special Issue
Post Conference Report

オーガナイズドセッション：

<i>Trans-disciplinary Flow Division Sessions</i>		オーガナイザー
OS1	Trans-disciplinary Informatics Flow Division Session	藤代 一成
OS2	Trans-disciplinary Reactive Flow Division Session	西山 秀哉、丸田 薫
OS3	Trans-disciplinary Nano-flow Division Session	小原 拓、徳増 崇
OS4	Trans-disciplinary Advanced Flow Division Session	大林 茂、伊藤 高敏
<i>Frontier Project Sessions</i>		
OS5	Prediction and Mitigation of Sonic Boom	大林 茂、中 右介
OS6	Super Visualization: Concepts and Challenges	藤代 一成
OS7	Nano-micro Flow Dynamics of Carbon Related Coatings	高木 敏行、三木 寛之
<i>Student Session</i>		
OS8	The Fourth International Students/Young Birds Seminar on Multi-scale Flow Dynamics	高橋 英美、堀切 文正、 佐藤 一永、小林 秀昭、 水崎 純一郎
<i>Multi-Stage Network Session</i>		
OS9	Session1 Introduction of Universitites with Collaborative Agreement Session2 Parallel Academic Discussion Session3 Liaison Office Activities	内一 哲哉、白井 敦
<i>General Flow Dynamics Session</i>		
OS10	Flow Dynamics Session	圓山 重直、佐藤 岳彦



- (4) International Symposium of Experiment
–Integrated Computational Chemistry on
Multiscale Fluidics (ECCMF)
日 時 平成 21 年 1 月 17 日～18 日
場 所 仙台国際センター
参加者 44 名 (うち外国人 13 カ国 21 名)



基 調 講 演

Ki-Woong Whang (Seoul National University), “3-D Computer Simulation Study of Plasma Chemistry in PDP”

Xiao-Lin Wang (Tsinghua University),
“Hydraulic pressure-driven membrane
processes: mechanism and application”

Fumio S. Ohuchi (University of
Washington), “Intrinsic Vacancy Mediated
Materials”: As a Model to Develop a
Bidirectional Design methodology
between Experiments and Computations”



Toshiyuki Hayase (Tohoku University), “Reproduction of Complex Real Flows by
measurement-Integrated Simulation”

セッション

Application of Plasma, Defect&Vacancy Engineering, Electronic Structures, Colloid Science&Catalysis

Membrane Theory&Engineering, Fluid Dynamics, Energy&Petroleum Engineering

- (5) アジア原子力保全ワークショップ
 The Asian Workshop on Maintenance
 Technology for Nuclear Power Plant
 日 時 平成 21 年 1 月 20 日～21 日
 場 所 東北大学流体科学研究所 及び
 COE 棟、女川原子力発電所
 参加者 46 名（うち外国人 3 カ国 10 名）



基 調 講 演

Fumio Inada (Central Research Institute of Electric Power Industry), “The Trend of Studies on Effect of LWR Coolant Flow on Structural Integrity in Japan”

Zhenmao Chen (Xi'an Jiaotong University), “Status of Nuclear Power Industry and Related Maintenance Technologies in China”

Joon-Hyun Lee (Pusan National University), “Current Status of Proactive Management of Materials Degradation (PMMD) Program in Korea”

B. Venkataraman (Indira Gandhi Centre for Atomic Research), “Reliable and Enhanced ISI in Nuclear Power Plants through Conventional and Advanced NDE – Indian Experiences and Perspectives”

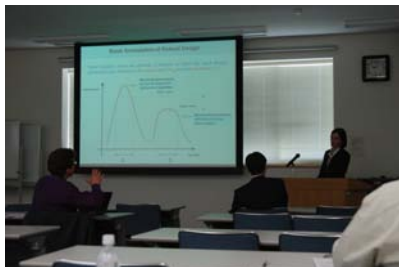
オーガナイズドセッション

OS1	On-site Advanced Maintenance Activities
OS2	Advanced Inspection and Monitoring Techniques
OS3	Mechanism Study for Degradations of Structural materials in NPPs



(6) International Workshop on Multi-Objective Design Exploration for Aerospace Engineering

日 時 平成 21 年 3 月 19 日
場 所 東北大学流体科学研究所
参加者 42 名（うち外国人 5 カ国 5 名）



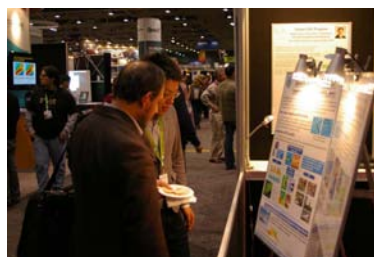
(7) その他

1) 国際航空宇宙展 2008

日 時 平成 20 年 10 月 1 日～5 日
場 所 パシフィコ横浜

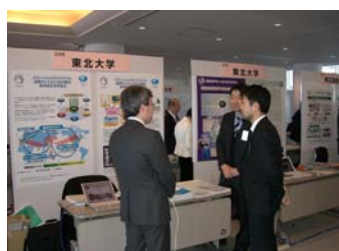
2) Super Computing 2008

日 時 平成 20 年 11 月 15 日～21 日
場 所 Austin Convention Center



3) 大学教育改革プログラム合同フォーラム

日 時 平成 21 年 1 月 13 日
場 所 パシフィコ横浜



6.1.10 研究支援者の採用

1) GCOE ポストドクトラルフェロー 平成 20 年度 1 名採用

本 GCOE に関連する研究テーマを遂行する若手研究者をホームページにより、国際公募し、競争的環境で研究を自発的に行うことを体験させ本 GCOE での研究成果をベースに世界で活躍できる研究者を育成している。

氏 名	研究課題	受入教員
富田 典子	力学的および生理化学的反応を付与した血管バイオモデルの開発	太田信准教授

2) 国際出る杭伸ばす特別研究生 平成 20 年度 2 名採用 (5 名応募)

学生が主導的に研究を実施する機会を与えることにより、将来世界最先端の研究成果をあげることのできる先導的人材やプロジェクトマネージャーとして活躍する人材を育成することを目的とする。

氏 名	所属・学年	研究課題	指導教員
武田 洋樹	工学研究科機械システムデザイン工学専攻D2	局所伝熱制御機器を用いた高精度低温医療の開発に関する研究	圓山重直
陣内 佛霖	工学研究科ナノメカニクス専攻D1	プラズマエッチングプロセス表面反応解析に関する研究	寒川誠二

3) 研究支援リサーチ・アシスタント 平成 20 年度 10 名採用 (18 名応募)

優秀な研究教育者となるための経験と実績の場を提供するため、研究補助業務に専念する博士課程後期学生を公募により採用している。

氏 名	所属・学年	指導教員
莊司 泰弘	工学研究科航空宇宙工学専攻D3	吉田和哉
河 宗秀	工学研究科航空宇宙工学専攻D2	小濱泰昭
松本 剛明	工学研究科航空宇宙工学専攻D2	近野敦
石田 崇	工学研究科航空宇宙工学専攻D1	中橋和博
野呂 秀太	工学研究科機械システムデザイン工学専攻D1	福西祐
古林 敬顕	工学研究科ナノメカニクス専攻D3	徳山道夫
中野 雄大	工学研究科ナノメカニクス専攻D2	小原拓
齊藤 泰洋	工学研究科化学工学専攻D1	三浦隆利
山下 博	情報科学研究科システム情報科学専攻D3	大林茂
柳 昌晃	医工学研究科医工学専攻D1	太田信

4) 基本支援リサーチ・アシスタント 平成 20 年度 27 名採用

優秀な研究教育者となるための経験と実績の場を提供するため、研究補助業務に専念する博士課程後期学生を公募により採用している。

氏 名	所属・学年	指導教員	副指導教員
高橋 俊	工学研究科航空宇宙工学専攻D3	中橋和博	
崔 柄一	工学研究科航空宇宙工学専攻D3	升谷五郎	
芳賀 臣紀	工学研究科航空宇宙工学専攻D3	澤田恵介	
松本 祐子	工学研究科航空宇宙工学専攻D3	上野和之	

保江 かな子	工学研究科航空宇宙工学専攻D3	澤田恵介	
大木 智久	工学研究科航空宇宙工学専攻D2	吉田和哉	
柴崎 陽介	工学研究科航空宇宙工学専攻D2	上野和之	
船川 幸寛	工学研究科航空宇宙工学専攻D2	近野敦	
頼 晨光	工学研究科航空宇宙工学専攻D2	小濱泰昭	
仁木 隆裕	工学研究科機械システムデザイン工学専攻D3	小川和洋	西山秀哉
丹羽 栄貴	工学研究科機械システムデザイン工学専攻D3	水崎純一郎	
落合 直哉	工学研究科機械システムデザイン工学専攻D1	井小萩敏明	
何 佳	工学研究科機械システムデザイン工学専攻D1	圓山重直	
山本 元貴	工学研究科機械システムデザイン工学専攻D1	井小萩利明	
蔣 永剛	工学研究科ナノメカニクス専攻D3	江刺正喜	升谷五郎
大見 敏仁	工学研究科ナノメカニクス専攻D2	横堀壽光	福西祐
邵 川煜	工学研究科ナノメカニクス専攻D2	江刺正喜	升谷五郎
李 栄敏	工学研究科ナノメカニクス専攻D1	小野崇人	澤田恵介
木村 祐人	工学研究科ナノメカニクス専攻D1	徳山道夫	
張 志宇	工学研究科ナノメカニクス専攻D1	閻紀旺	西山秀哉
ファン アン チュアン	工学研究科ナノメカニクス専攻D1	桑野博喜	升谷五郎
水谷 公一	工学研究科ナノメカニクス専攻D1	厨川常元	西山秀哉
豊田 篤	情報科学研究科システム情報科学専攻D3	大林茂	
米澤 誠仁	情報科学研究科システム情報科学専攻D3	大林茂	
候 蕾	情報科学研究科システム情報科学専攻D1	鏡慎吾	藤代一成
鈴木 靖子	情報科学研究科応用情報科学専攻D3	藤代一成	
井上 大輔	情報科学研究科応用情報科学専攻D2	田所諭	藤代一成

6.2 研究活動

6.2.1 総括

「流動ダイナミクス」は、環境・エネルギー・食糧・ライフサイエンス・医療 等、人類が直面する諸問題に密接に関連する総合学術領域であり、空間的には、太陽光輻射、台風・気流、海流、火山といった巨大スケールから、原子、分子の挙動など、ナノスケールまでをカバーする。また時間的にも、原子や分子の挙動の様な数ピコ秒以内の時間で起きる流動から、転移するガラス内での物質流動の様に、1,000 年単位の時間がかかる流動まで、幅広い分野をカバーする「総合学術領域」である。「流動ダイナミクス」はまた、「基礎的物理現象の解明」という立場にとどまらず、その広い応用範囲と実戦的突破力を応用して、人類が直面する困難な諸問題を解決し、また、文明の進化と高い福祉の実現のために、研究成果を活用していくべき段階にある。

以上のことを踏まえて、本GCOEは、21COEプログラム「流動ダイナミクス国際研究教育拠点」で築いた実績を基礎に、それを大幅に拡大・充実させて、「異分野との融合による新たな流動ダイナミクスの展開と学理の構築」を目指している。

本プログラムでは、事業推進担当者を4つのグループに分け、上述のような多岐にわたる流動現象を包括的に解明するとともに、それぞれの分野が連携を取って弾力的、横断的な運営がなされるべく組織されている。

具体的に、これら4つのグループは、流動データのビジュアルアナリティクスを確立する **情報流動融合分野**、エネルギーや流動の新しい利用形態を創出する **反応流動融合分野**、革新的ナノ流動デバイス・技術の開発を目指す **ナノ流動融合分野**、そして、流動のマクロ発現機構の解明とシステム化を目指す **極限流動融合分野**である。各分野の平成20年度における具体的な研究の実績は次の通りである。

情報流動融合分野では、「流体融合研究アーカイブシステムの開発」、「新型混相電子冷却システムの開発」、「血管内に配置したステント周りの血流解析」、「次世代 CFD としての Building-Cube Method の研究」、「環境適合型次世代旅客機形状の研究」等を行い成果をあげている。

反応流動融合分野では、「カーボンブラック凝集体生成機構の解明」、「高音速燃焼器内に噴射した気体燃料と空気の乱流混合現象の解明」、「反応性混相プラズマ流動システムの構築と最適化」、「大規模炭化水素燃料の燃焼化学反応機構の解明」等を行い成果をあげている。

ナノ流動融合分野では、「個体酸化物燃料電池の研究」、「マルチスケール実験融合計算化学の創生と応用」、「シリカガラスのガラス点移点近傍でのダイナミクス」、「ナノクラスタ金属を含む非晶質炭素コーティングにおける、導電性と接触の制御」、「細胞へのドラッグデリバリーに関する流動ダイナミクス」、「ポリマー液体・ポリマー膜の構造と熱輸送特性」等の研究を行い、成果をあげている。

極限流動融合分野では、「永久塩泉による海洋深層水湧昇と海洋表層緑化に関する研究」、「遷移極限における境界層中の不安定波のフィードフォワード制御」、「CFD 援用による風試模型変形効果分離技術」、「極限流動計測のための分子イメージング技術」、「配管系流力振動に影響するマクロ流動構造の解明と制御」、「微小地震を利用した地熱貯留層の流路構造評価」、「超音速複葉翼理論の研究」等を行い、成果をあげている。

6.2.2 情報流動融合分野

グループリーダー：藤代 一成

メンバー：

事業推進担当者：中橋 和博、石本 淳、太田 信

研究協力者：竹島 由里子

平成 20 年度は以下に示す 8 件のテーマに関して研究を実施した。

(1) 流体融合研究アーカイブシステムの開発（藤代 一成、竹島 由里子）

さまざまな流動解応用において、計測や数値シミュレーションから得られるデータの解析に可視化が広く用いられている。しかし一般に、可視化によって得られた知見は、元データや結果の画像・アニメーションとは別に管理されており、研究の進展具合の把握や研究計画の立案の面からみて効率的であるとは言い難い。そこで、実験および大規模数値シミュレーションによるデータ獲得、融合可視化、知見抽出の一連のサイクルを、知識ベース・データベース管理システムの援用により統合的に管理・支援する流体融合研究アーカイブシステム (TFI-AS) の開発を進めている。現プロトタイプシステムでは、流動可視化オントロジーに基づく目的指向型可視化支援機能（図 1）、事例に基づく可視化設計、可視化解析の版管理（図 2）、プロジェクトの階層管理と並置化などの主要機能を実現しており、次年度以降、本 GCOE での本格的利用評価が待たれている。

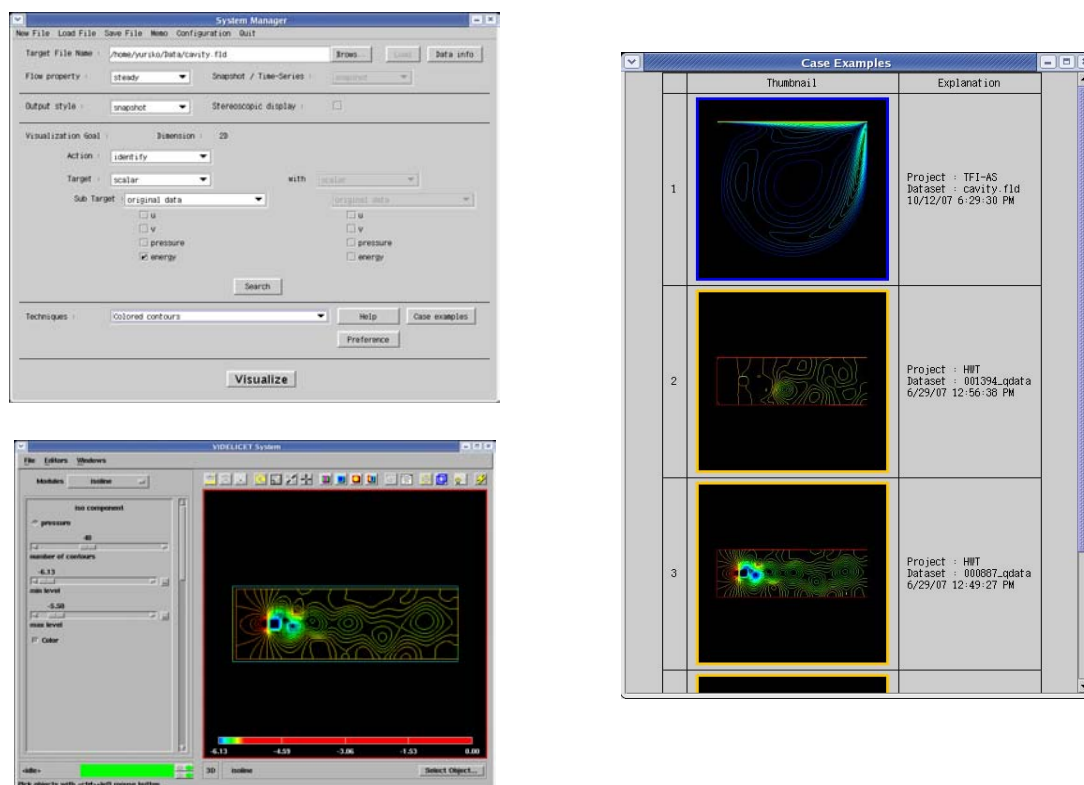


図 1：目的指向型可視化支援機能。

ユーザの可視化設計要求（左上）に対し、リポジトリから推奨技法が選択され（右）、対応ワークフローの再利用により可視化が自動実行される（左下）。

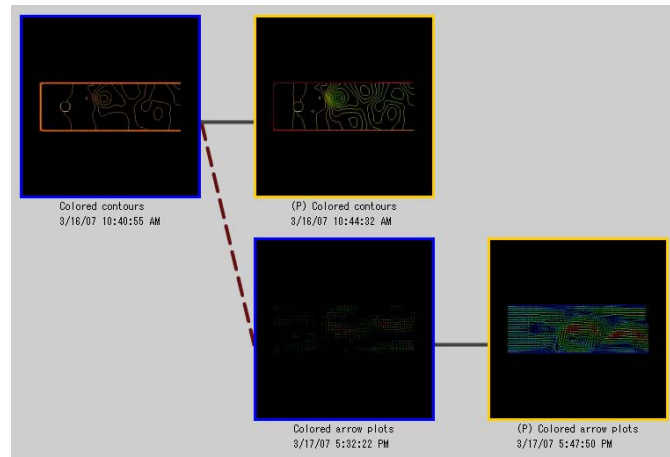


図 1：可視化解析の版管理

なお、本件に関連して、国内会議の招待講演が 1 件ある[1]。

- [1] 藤代 一成：「可視化と知のレコーダビリティとトレーサビリティ」、第 2 回横幹連合総合シンポジウム予稿集、pp. 59－60、東京、2008 年 12 月

（2） テクスチャベースのベクトル場・テンソル場の並列可視化

拡散テンソルは、MRI (Magnetic Resonance Imaging: 核磁気共鳴撮影法) により計測される水分子の不等方性拡散を表す物理量である。特に、ヒトの脳内白質における不等方性拡散は、神経軸索の方向に対応することが知られており、拡散の主方向を辿ることによって神経線維の走行状態を抽出し、脳神経疾患の診断に役立てる研究が進められている。われわれはこの神経路を抽出する可視化法として、拡散トラクトグラフィ (Diffusion-Based Tractography: DBT) 法を提案してきた。DBT 法は、拡散方程式に従ってランダムドットテクスチャを拡散方向に滲ませていくテクスチャベースの可視化法で、拡散テンソル場を密に表現することができる(図 3)。

今年度は、対話的利用に向けてこの DBT 法を高速化した。近年普及してきた GPGPU (General Purpose computation on GPUs) の概念に基づき、多数の画素に対する拡散計算を GPU 上で並列実行する。これにより CPU-GPU 間のバス転送なしに、ボリュームレンダリングを GPU 上で実行することも可能になる。実験により、CPU に比べ GPU 上での拡散計算は 10～20 倍の速度で実行できることが分かった。またレンダリング処理を含めても、CPU 拡散計算の場合にはトータルで約 1 秒を要していたのに対し、GPU 拡散計算ではバス転送が発生しないために 0.2～0.3 秒で実行できた。

本手法は、拡散テンソル場の力覚化環境にも併用されて、対話的な解析環境を実現している[2]。また、本法を効果的に利用していく上で、撮像の制約により解像度が低い拡散テンソル場データに対して、異方性特徴を保存する新たな補間法の開発にも着手している[3]。



図 3 : 3 次元 DBT テクスチャの
ボリュームレンダリング

表 1: DBT 法の計算時間 (単位 : 秒)

反復数	30	60	90
CPU 拡散	9.73	19.5	27.8
GPU 拡散	1.23	1.69	1.72
CPU 拡散 GPU レンダリング	10.3	20.4	28.6
GPU 拡散 GPU レンダリング	1.47	1.88	2.05

- [2] Y. Ogawa, I. Fujishiro, Y. Suzuki, Y. Takeshima: “Designing 6DOF haptic transfer functions for effective exploration of 3D diffusion tensor fields, ”To appear in *Proceedings of Third Joint Eurohaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems*, IEEE Press, Salt Lake City, March 2009.

- [3] 石田 明久、高橋 成雄、小川 雄太、藤代 一成：「異方性特徴の適切な回転変換による 3 次元テンソル場の補間手法」、情報処理学会研究報告 2008－CG－134(13)、pp. 67－72、東京、2009 年 2 月

(3) マイクロスラッシュ利用型超高熱流束混相冷却システムの開発 (石本 淳)

次世代の半導体部品やコンピュータチップに発生する局所熱流束は 10^6 W/m^2 を越え、総パワーは 300W に達し、原子炉炉心の発熱密度をも超えようとしている。本研究は、以上の困難を打破しうる $10^6 - 10^7$ レベルの超高熱流束の冷却性能を有する新型混相電子冷却システムを開発することを主目的とする。超高熱流束混相冷却を可能にする冷媒として新たに微小固体窒素粒子からなるマイクロスラッシュの高速噴霧流と、マイクロスラッシュー液体窒素固液二相流を用いる。今年度は、マイクロスラッシュ噴霧による超高冷却熱流束の非定常計測が可能な試験装置を設計・製作した。その後、超高熱流束噴霧熱伝達特性に関する基礎実験を行い、噴霧流の 1) 直接接触による壁面熱伝達量、2) 高速衝突による強制対流熱伝達、3) 粒子融解潜熱に基づく熱伝達量に関する検討を行った。

受賞

- [1] (本人の受賞) 石本 淳・大平 勝秀
受賞名：2007 年度 日本混相流学会賞「技術賞」
受賞題目：「極低温スラッシュ流体を利用した混相冷却法の開発」
受賞年月日：2008 年 8 月 9 日
- [2] (指導学生の受賞) 向井 康晃 (M2)
受賞名：日本混相流学会年会講演会 2008 学生優秀講演賞受賞
受賞題目：「スラッシュ窒素固液二相流動特性に関する数値解析」
受賞年月日：2008 年 8 月 9 日

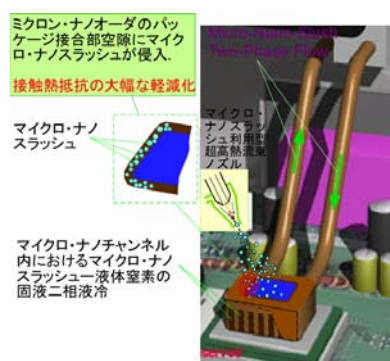


図 4 : マイクロスラッシュ超高熱流束冷却の模式図

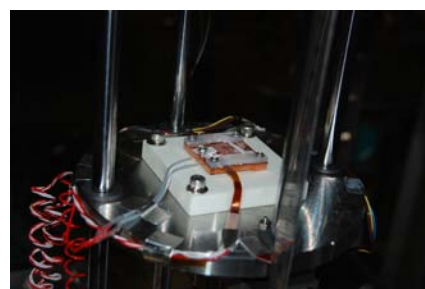


図 5 : マイクロスラッシュ噴霧流
超高熱流束計測用センサー

特許

[1] 特許出願名称： 極低温マイクロスラッシュ超高熱流束冷却システム

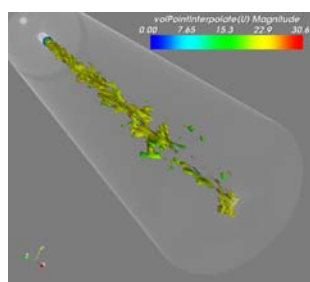
発明者： 石本 淳

出願番号： 特願 2008-154898

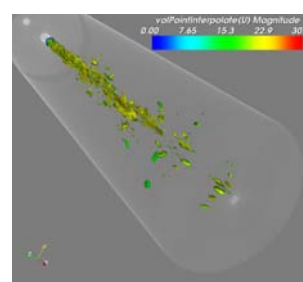
出願日： 2008 年 6 月 13 日

(4) 液体水素ピンホール漏えいジェット流の乱流微粒化過程に関する融合数値予測 (石本 淳)

液体水素高压タンクピンホール漏えいの形態として、液体状態で漏えいし蒸発した水素ガスの拡散が挙げられるが、蒸発水素ガスの挙動の最も重要な支配因子となるのが、蒸発の前段階で生じる液体水素ジェット噴霧流の挙動である。以上の状況を踏まえ特に水素ピンホール漏えいを対象とした解析モデルを構築し、液体水素微粒化特性と噴霧熱流動特性に関する数値予測を行い、極低温高速温度拡散効果に関する融合解析を可能にした。

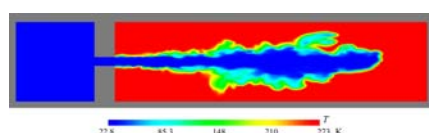


(a) $t = 1.62e-3$ s

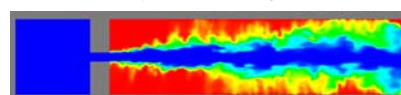


(a) $t = 3.12e-3$ s

図 6 : 液体水素ジェットの乱流微粒化挙動。図は気液界面 ($F = 0.5$) の等値面を表し、カラーグラデーションは流速の絶対値である。



(a) $t = 1.62e-3$ s



(b) $t = 3.12e-3$ s

図 7 : 液体水素ジェットの冷却温度分布。微粒化が開始されると、極低温噴霧流に特有の高速温度拡散特性が顕著に表れる。

(5) 血管内医療デバイス周りの可視化による流れ情報の直感的取得（太田 信）

血管内医療デバイスであるステント周りの血流数値解析を、流体科学研究所未来流体情報創造センターのリアライゼーションワークスペースにて、3D 可視化したところ、デバイスの血流への影響が直感的に理解でき、改良点を容易に発見し、ステントの改良へと道筋を付けることができた。このことは、流動現象と可視化の融合による成果であると考えられる。そして、本研究テーマが所属する情報流動融合分野のアウトプットの適用例の一つといえる。

図 8 にステント周りの血流数値流体解析結果の可視化の例を示す。瘤内への流入場所が鮮明に特定できていることが分かる。

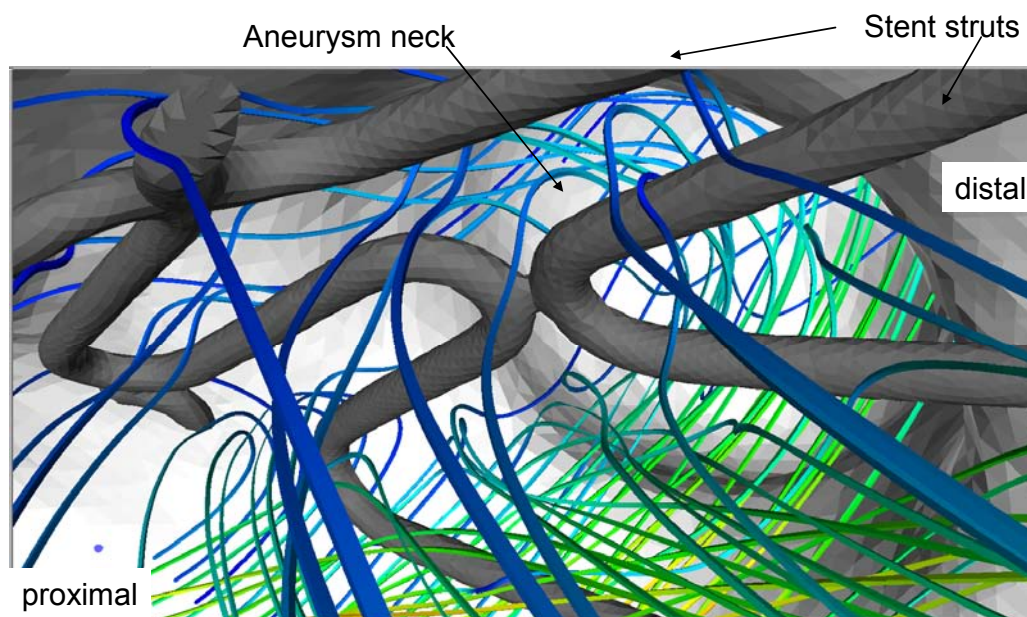


図 8：ステント周りの血流数値流体解析結果の可視化

(6) 次世代 CFD としての Building-Cube Method の研究（中橋 和博）

計算機性能の向上を見越した次世代 CFD として提案している Building-Cube Method (BCM)について、非圧縮ソルバーを開発して大規模計算での有効性を実証した。また、移動物体問題や壁面境界の精度向上法等の研究開発を進めた。

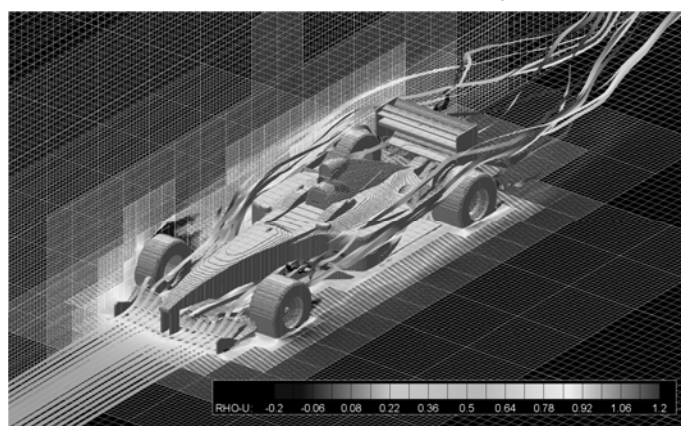


図 9：BCM による 2 億の格子点で表現される F1 モデル周りの解析結果。
(可視化のために粗化して物体形状を表現)

(7) 環境適合型次世代旅客機形状の研究（中橋 和博）

近隣路線用の中型旅客機の燃料効率と離着陸騒音低減のための形状提案に関する研究を進めた。後退角の小さな主翼形状を最適化することで巡航と離着陸性能の向上に有効であることを示した。また、より低騒音化を目指した over-the-wing nacelle 形態の最適化も進めた。

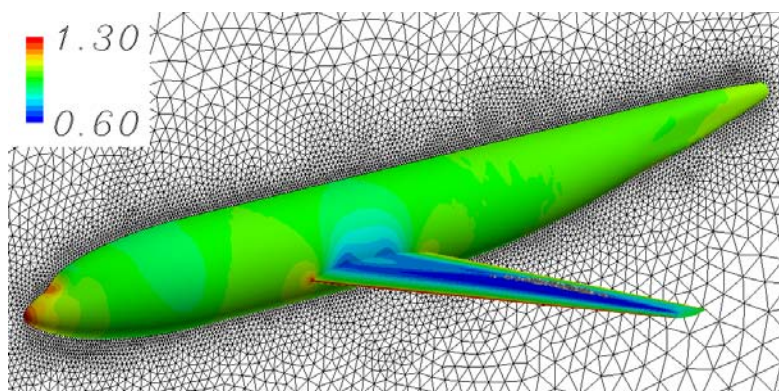


図 10：後退角の小さい主翼形状の巡航時の圧力分布．主翼上面の衝撃波発生抑制により揚抗比が改善している．

(8) 個人用航空機の安全性向上のための主翼提案

個人用航空機の失速特性はスピン回避や離着陸時の安全性に重要である。ここでは固定スラットを用いた主翼の形状提案と CFD 最適化を行い、その有用性を示した。

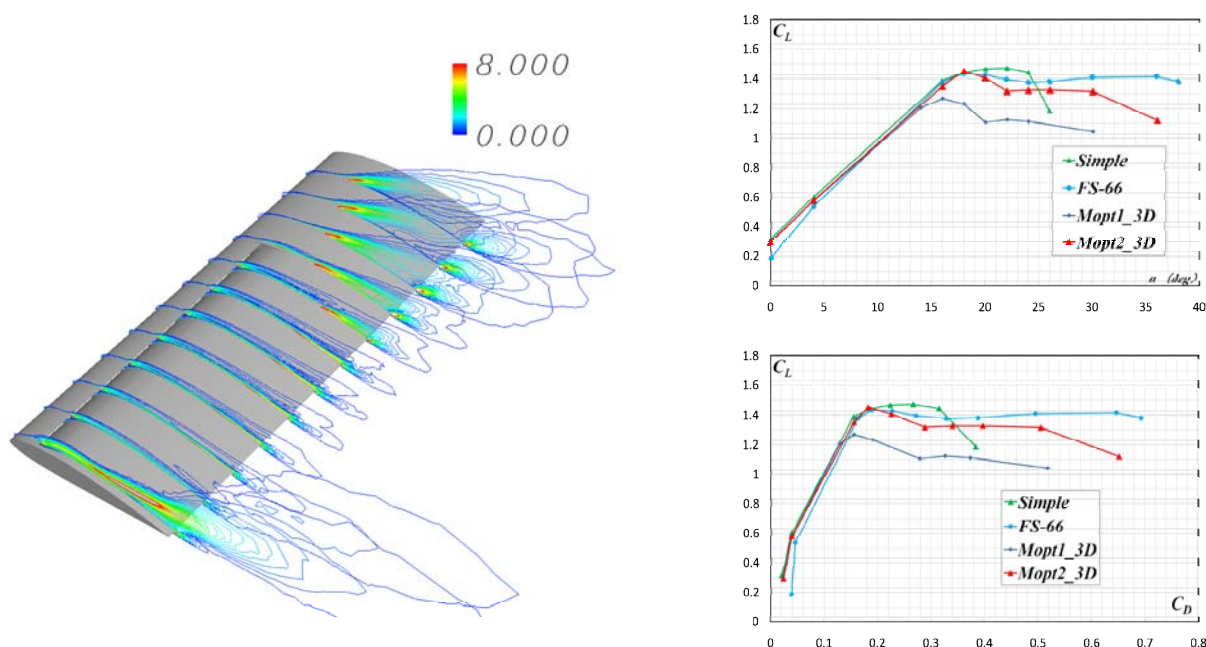


図 11：固定スラット付き翼型を用いた穏やかな失速特性をもつ PAV 主翼形状 (Mopt2_3D) と揚力線図および drag-polar 曲線．設計翼 (Mopt2_3D) は高迎角でも揚力分布の急激な落ち込みは見られず、優れた揚抗特性を有していることが分かる。

6.2.3 反応流動融合分野

グループリーダー：丸田 薫

メンバー：

事業推進担当者：三浦 隆利、升谷 五郎、西山 秀哉、小林 秀昭

研究協力者：青木 秀之、佐藤 岳彦

(1) 燃料過濃反応場におけるカーボンブラック凝集体生成機構の解明

分担：三浦、青木

カーボンブラックはタイヤの原料として大量合成されているが、その凝集体形状の発現機構は未解明である。カーボンナノ粒子の高温乱流中での合成反応であり観察が困難なため、シミュレーションによる形状予測を試みた。一次粒子成長をディスクリット・セクショナルモデルにより、凝集体成長をクラスター・クラスター・アグリゲーションモデルで計算し、一次粒子同士の融合に焼結理論を適用することで粒径分布や画像パラメータの妥当な一致を得た(図1, 2)。

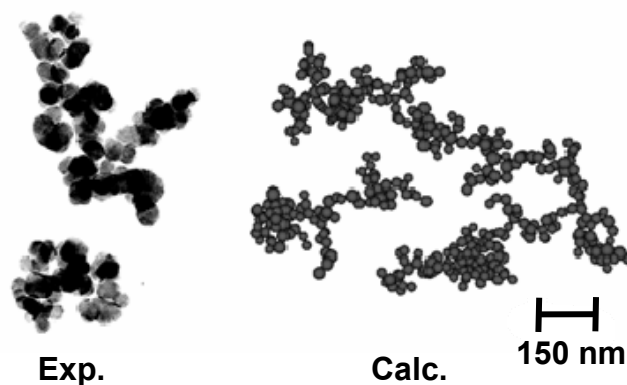


図1 一次粒子同士の融合を考慮しない場合のすす凝集体形状の比較

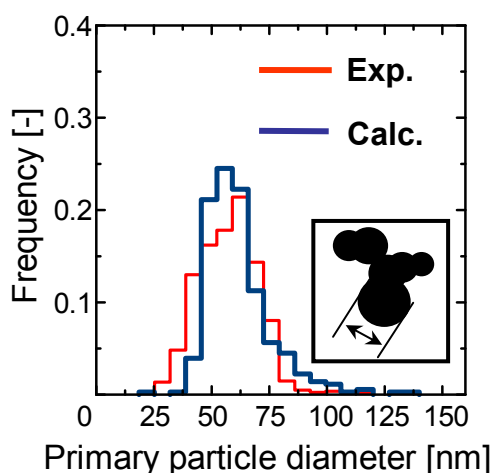


図2 反応器出口でのすす一次粒子径分布の実験値と融合を考慮した計算値の比較

(2) 超音速燃焼器内に噴射した気体燃料と空気の乱流混合現象の解明

分担：升谷

- ・ 粒子画像速度計則法(PIV)による速度測定結果の高次補正
平面レーザー誘起蛍光法(PLIF)の平均画像を、一般化蛍光比法により処理して求めた密度分布を用いて、広範囲で適用できる Henderson 抗力則に基づく PIV 速度測定結果を補正し、Stokes 抗力則に基づく補正と比較した。
- ・ 擬似衝撃波内の噴射流れ場の PIV 及び Mie 散乱計測
擬似衝撃波が存在する流れ場で噴射を行い、その貫通促進効果が主流動圧の変化に依存していることを示した。
- ・ 噴射気体濃度場の大規模乱流構造の定量的可視化
多数の瞬時 PLIF 画像から濃度変動の空間 2 点相関係数の分布（下図）を算出し、噴流の主流側境界に大規模乱流構造が存在すること、その構造の間隔や形状変化を定量的に明らかにした。

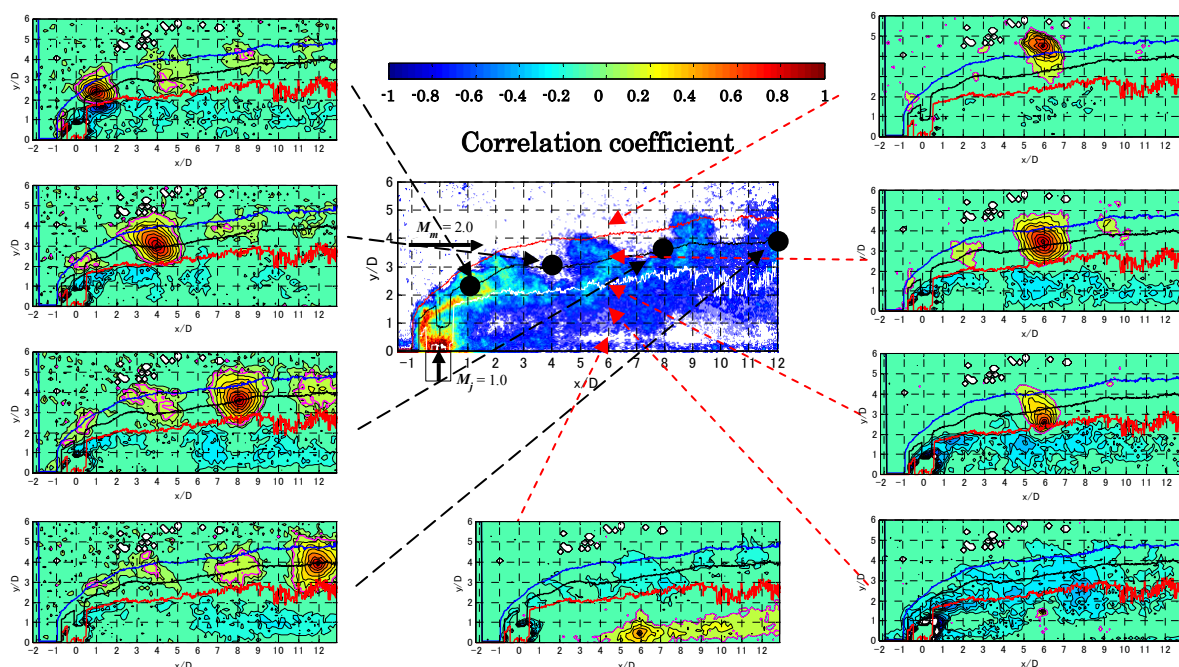


図 3 超音速流中への壁面垂直噴射で形成される流れ場における噴射気体濃度変動の空間 2 点相関係数分布

(3) 反応性混相プラズマ流動システムの構築と最適化

分担：西山、高奈

反応性混相プラズマ流動システムの構築と最適化として、省電力型誘電体バリア放電による高活性空気ジェットの生成実験を行い、誘電体材料や電極構造、作動条件によるオゾン生成特性を明らかにした上で最適化を行った。また、誘電体バリア放電トーチをマイクロバブル発生装置に取り付け、メチレンブルー溶液中に生成した高活性空気をバブリングすることにより、脱色効果を検証し、水質浄化応用のための基礎資料を提供した。

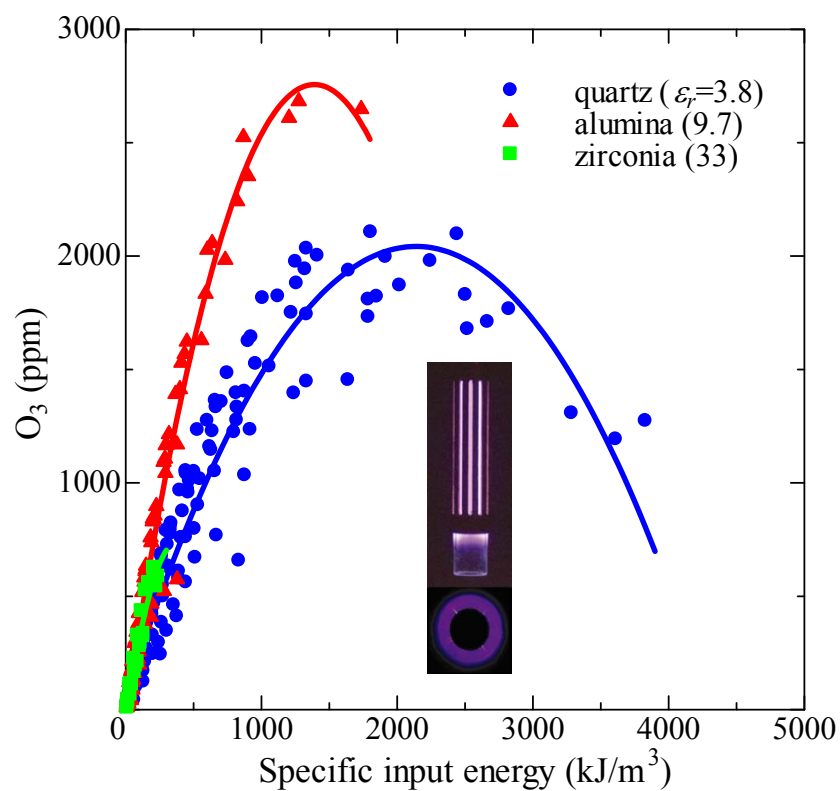


図 4 省電力型誘電体バリア放電による高活性空気流の生成と最適化

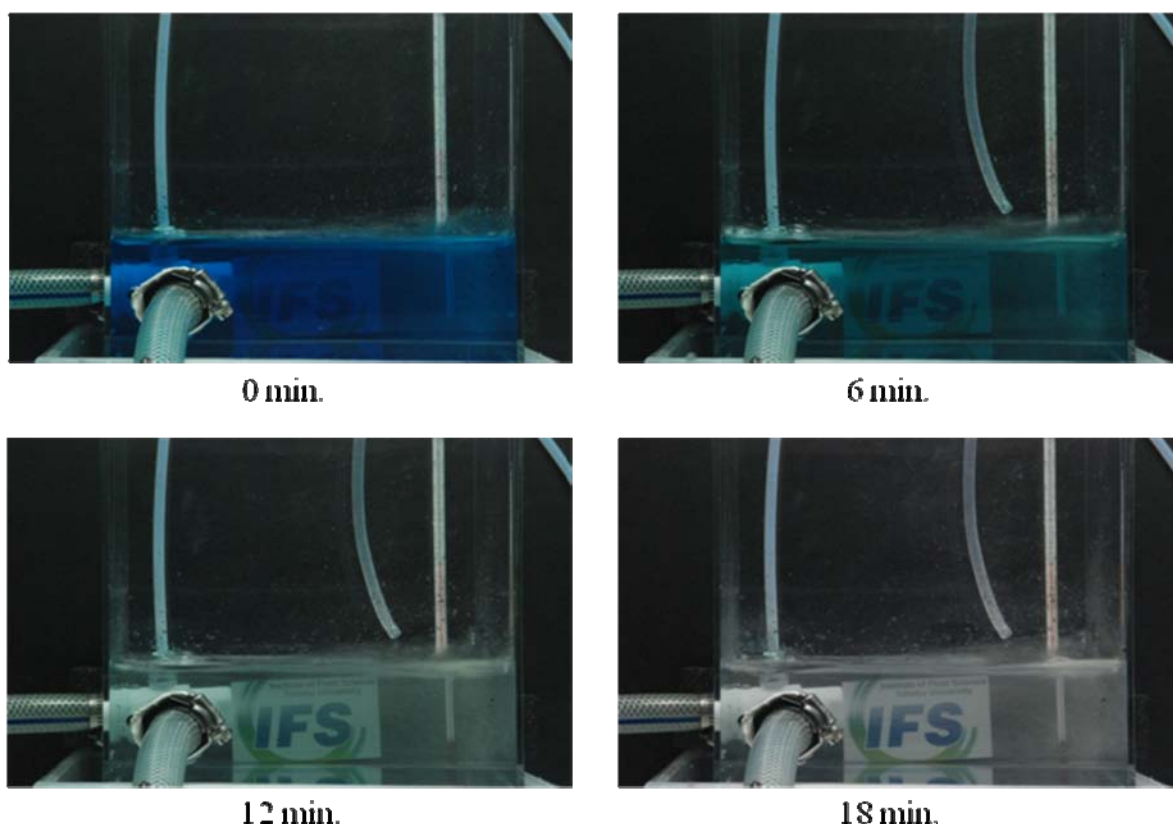


図 5 高活性空気マイクロバブルジェットによるメチレンブルー溶液の脱色効果

(4) 燃料多様化に向けた大規模炭化水素燃料の燃焼化学反応機構構築と検証
担当：丸田

化石燃料から、合成燃料やバイオ燃料へのシフトが世界的規模で進むことが予想されている。火花点火機関・圧縮自着火機関などの自動車用機関、ガスタービン、航空用ジェットエンジンなど、現代の高度燃焼器は、燃料毎に異なる着火・燃焼特性に非常に敏感である。世界的には繰り返し使用型ロケットまでもが、炭化水素燃料使用に移行しつつあり、高精度な高度燃焼化学反応モデリングが求められている。燃料多様化に備え、高度燃焼器の設計に資するため、独自に開発した温度分布制御マイクロリアクタによる反応機構解析実験と大規模化学反応に関するスーパーコンピューティングを併用し、大規模炭化水素燃料の燃焼化学反応機構構築および検証を進めている。

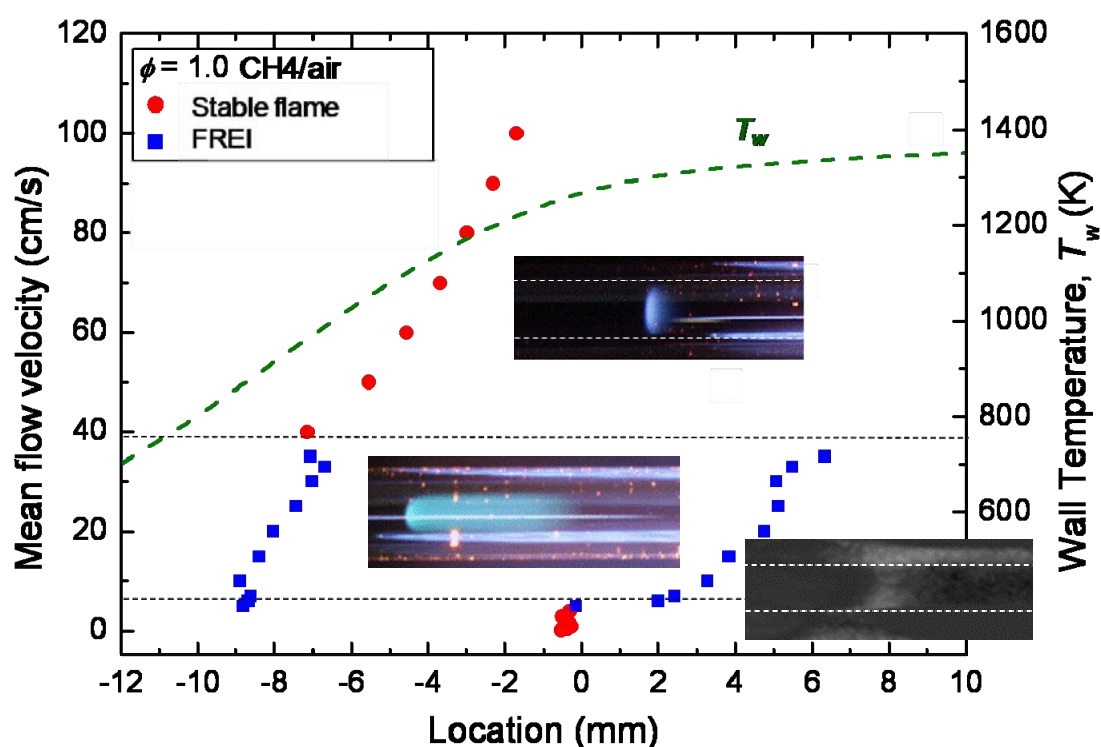


図6 温度分布制御マイクロリアクタによる火炎応答線図（メタン・空気混合気の場合）；燃料固有の火炎伝播・自着火特性、最低着火温度が特定可能である。

6.2.4 ナノ流動融合分野

グループリーダー：小原 拓

メンバー：

事業推進担当者：水崎 純一郎、宮本 明、徳山 道夫、高木 敏行、小玉 哲也、徳増 崇

研究協力者：中野 政身、三浦 英生、寒川 誠二、湯上 浩雄、米村 茂、畠山 望、三木 寛之、佐藤 一永

(1) 固体酸化物燃料電池に関する研究

分担： 水崎

研究費： 特定領域研究、豊田中央研究所包括共同研究他

(1-1) 高温プロトン導電性酸化物の電極反応機構解明

中低温領域でも作動する燃料電池や各種センサー用材料として期待されているプロトン導電体が実用上使用できるようになるためには、電極反応機構の解明が最も重要である。この問題に対して、代表的なプロトン導電体である $\text{BaCe}_{0.95}\text{Y}_{0.05}\text{O}_{3-\delta}$ および $\text{SrZr}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$ に対して基礎物性から系統的に評価を行い、最終的に電極表面上における吸着水素の表面拡散過程が律速になるモデルと三相界面に気相水素が解離吸着する過程が律速となるモデルの2つの電極反応モデルを提案することに成功した。本モデルは、プロトン導電体の種類が異なる場合でも適用できると考えられる。本成果に対する学会での反響は大きく、今後、多くの研究者および開発者が本モデルを適用することになると考えられる。

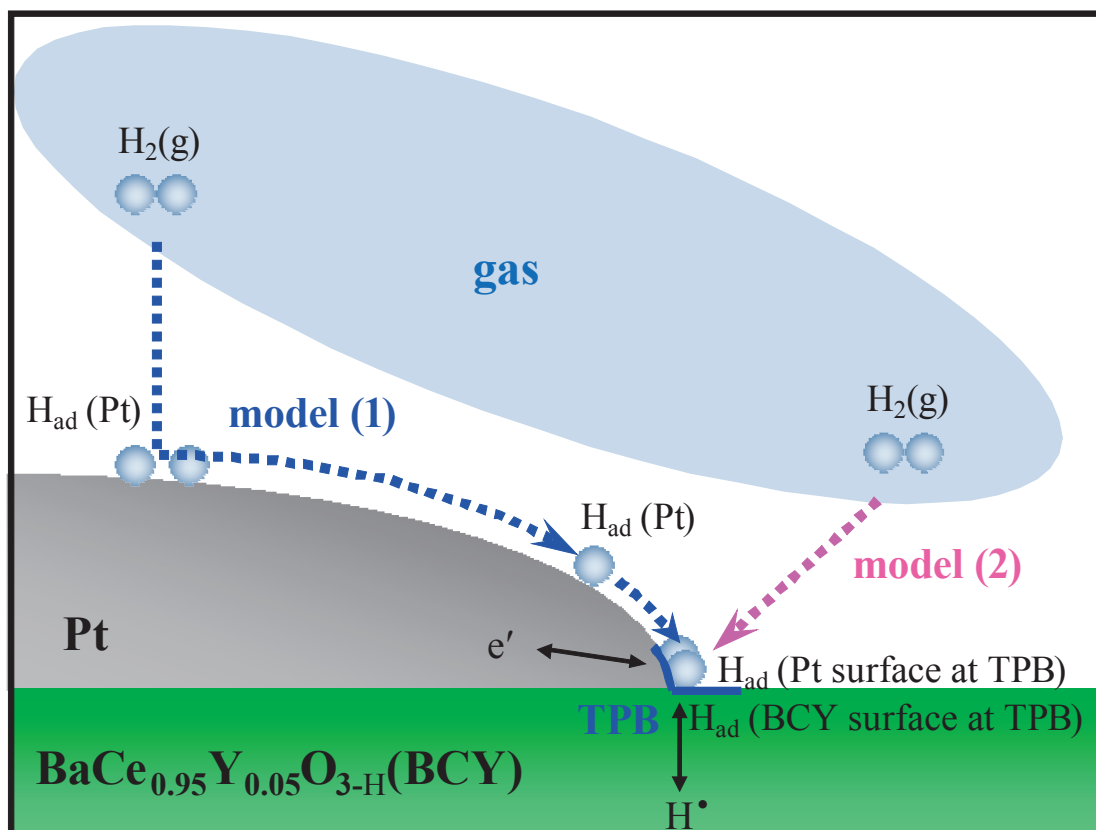


図1 本研究で提案した2つの電極反応過程

(1-2) 固体酸化物燃料電池のその場微細構造観察法の開発と微細構造変化機構解明

次世代燃料電池として期待されている固体酸化物燃料電池を実現するための大きな障壁の一つである電極材の微細構造変化の問題に対して、燃料電池発電中におけるその場観察法の開発に成功し、微細構造変化機構の解明を進めている。代表的な燃料極材料として用いられる Ni/YSZ の変化挙動を酸化・還元サイクルだけでなく、分極状態を考慮した様々な条件でのその場微細構造観察を行い、電解質/燃料極界面での電極材のはく離が起こる条件と起こらない条件を見出すことに世界に先駆けて成功した。本成果に対する反響は大きく、本研究を国際会議で発表した修士課程の学生がゴードンコンファレンスに招待され、講演を行った。

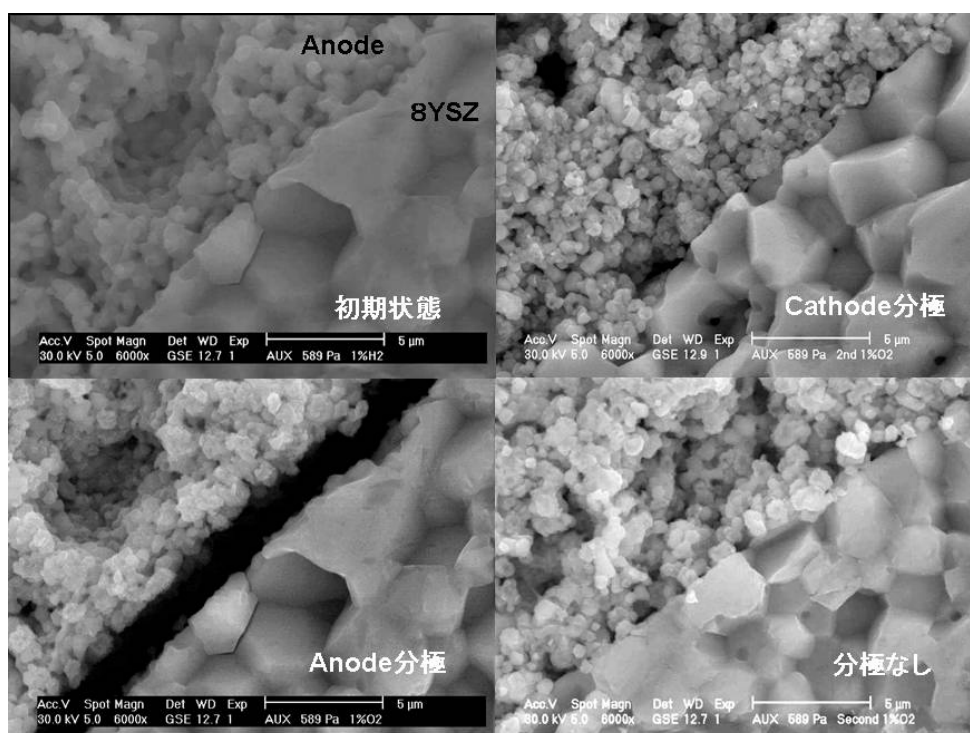


図 2 様々な条件での電極材の微細構造変化の比較

(2) マルチスケール実験融合計算化学の創成と応用

分担： 宮本

研究費： グローバル COE 研究費、科学研究費基盤研究 S、宇宙航空研究開発機構 他

貴金属触媒、トライボロジー、各種電池、半導体、二酸化炭素吸蔵技術、生体分子など、さまざまな材料や現象を対象として、ホールやエレクトロン、原子、分子、そしてマクロな連続体レベルと階層的に流動現象を解析することのできる、マルチスケール実験融合計算化学手法の開発を行っている。独自に開発した機器計測シミュレータを用いて、実験計測に則した「本物」の原子分子レベルの構造を描き出し、これに大規模計算可能な超高速化量子分子動力学法を適用することにより、実験計測と理論的計算化学を融合する（図 3）。

JAXA、東京理科大学、資生堂との共同プロジェクトで、国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」にて来年度実験予定の、「チタニアナノスケルトン材料の創製」に本手法を応用した成果を図4に示す。微小重力下では、大きな細孔を持ち高活性な触媒結晶であるチタニアナノスケルトンが創製可能であること、また地上でもそれに準じた材料を創製する条件をシミュレーションにより見出すことが目的となる。実験によるTEM像およびX線回折を非常によく再現する分子構造を計算化学手法により構築し、量子論に基づき推算されるミクロレベルの電気伝導度や触媒活性を、デバイス特性を評価するマクロレベルのシミュレーションにまで繋げた。合成過程についても、マクロの化学反応混合流体計算、メソのミセル膨張計算、ミクロの平衡定数推算と、マルチスケール計算を実現している。

また、1月17、18日には、世界各国から第一線の研究者を招いて、国際会議「Experiment-Integrated Computation Chemistry of Multiscale Fluidics」を開催し、マルチスケール実験融合計算化学に関して活発な議論を行った。

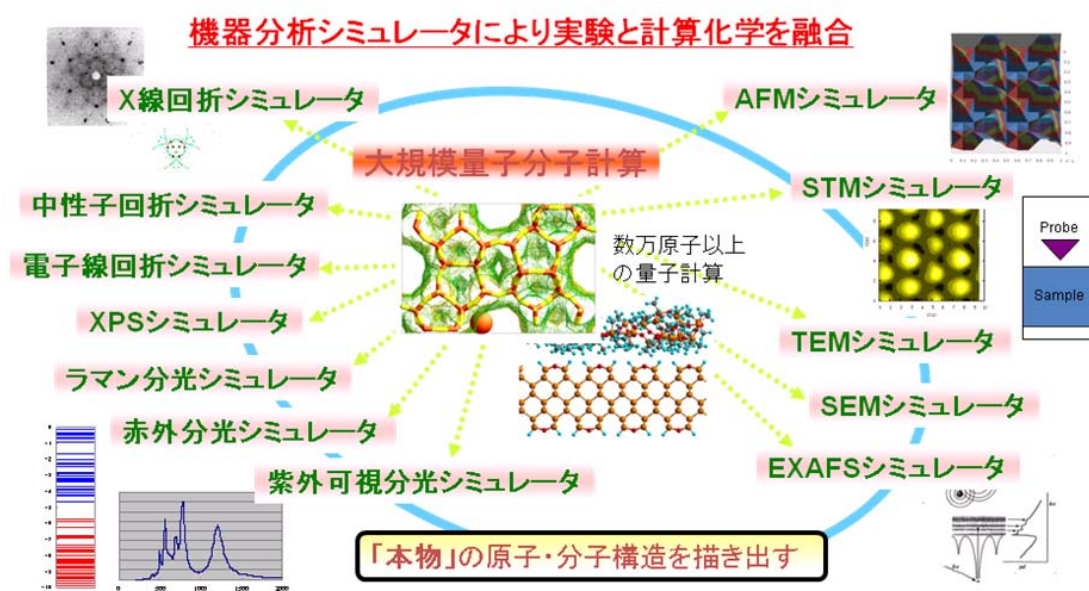


図3 大規模量子分子計算に基づく「本物」モデルの構築

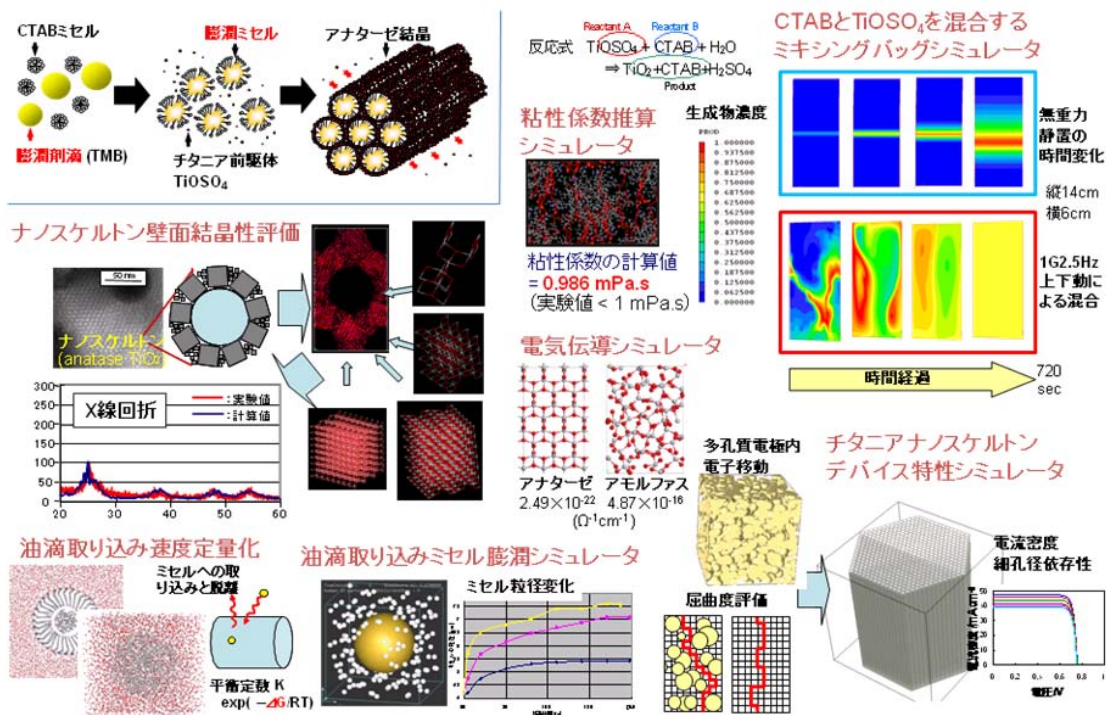


図 4 宇宙微小重力下における高性能光触媒「チタニアナノスケルトン」創製への適用

(3) シリカガラスのガラス転移点近傍でのダイナミクス の 解 明

分担 徳山

研究費 GCOE 研究費他

石英ガラス(SiO_2)は工業的に幅広く利用されているが、その形成過程は経験的な規則を基に制御されている。そこで、より高度の制御を行うために、実験で詳しく調べられていないガラス転移点近傍でのダイナミクスの特徴を解明する必要がある。そのため、本グループでは、Vashishta らの提案したモデルを用いて SiO_2 の数値値実験を行った。特に、ネットワークガラスの特徴であるガラス転移点近傍における長時間自己拡散係数の逆温度依存性に見られるアレニウス則 $D_s^L = \exp(-E/k_B T)$ の解析を行ったところ、Si と O の間の分極で生じる Si と O の間の強い引力相互作用に起因する

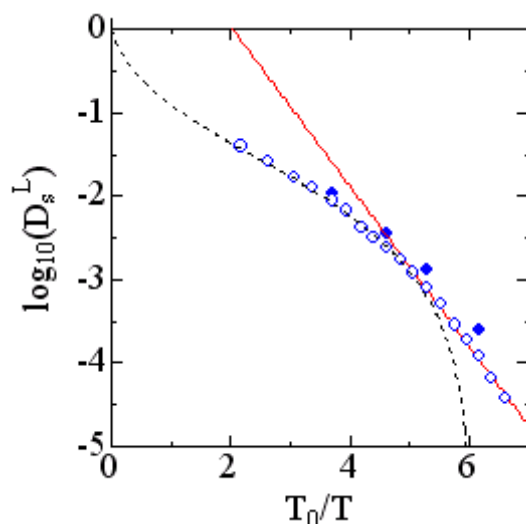


図 5 SiO_2 系の酸素原子の自己拡散係数の逆温度依存性。●：2 体相互作用のみの計算機実験結果。○：2 体相互作用、および、3 体相互作用を取り入れた計算結果。実線： $D_s^L = \exp(-E/k_B T)$ のフィッティング線。破線：徳山理論。

2 体相互作用だけでなく、フラジャイルガラスなどにはない Si と O の間の共有結合に起因する原子配置に安定角が存在する 3 体相互作用により、アレニウス則がより顕著に見られることを明らかにした。

(4) ナノクラスタ金属を含む非晶質炭素コーティングにおける導電性と接触の制御 分担 高木、三木

省資源と省エネルギーに貢献し、信頼性と耐久性に優れたより高性能な機械の設計のために導電性摺動要素を開発する。本研究では、大気中での酸化量や酸化物の物性を適性化することにより、動的な接触による固体潤滑あるいは境界潤滑の領域において生成する厚さがナノオーダーの「摩擦反応膜」を制御し、接触における過度の凝着を抑制して電気伝導性を確保しつつ低摩擦、低摩耗を実現することを目指している。

今年度は種々の金属を添加した場合の摩擦・導電性に関する挙動を大気中で測定し定量的な評価を実施した。以下にその代表的な結果を示す。イリジウム(Ir)を添加した非晶質炭素コーティングにおいて、添加する金属量を制御することにより、動的導電性に優れ、かつ摩擦係数が 0.05 程度の安定した低摩擦状態を実現できることが明らかになった。

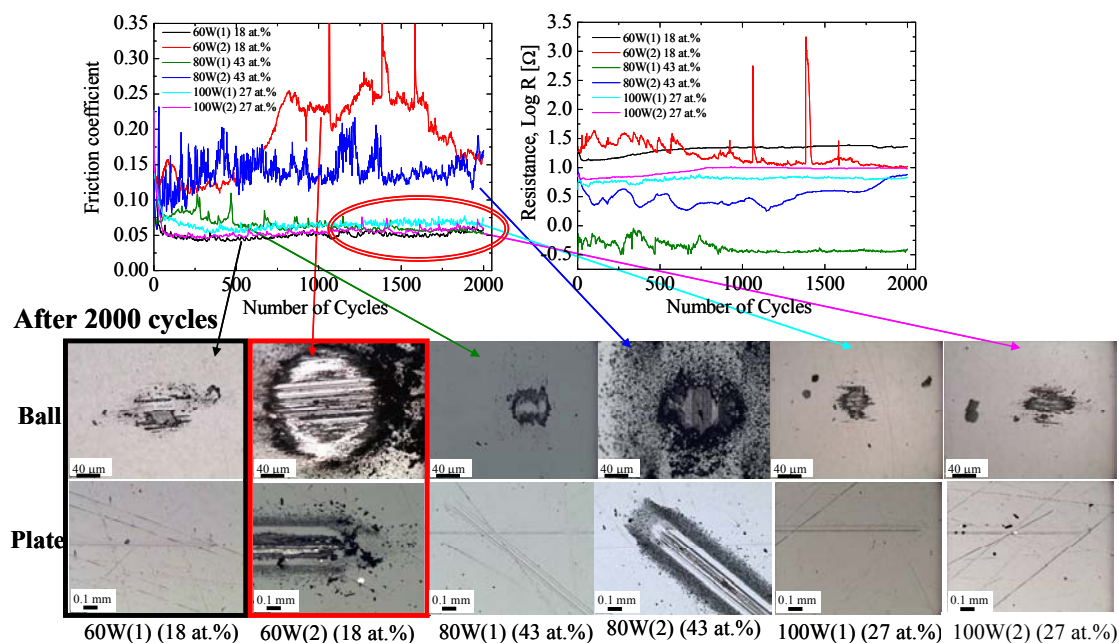


図 6 Optical microscope images and tribo-test results of Ir-DLC

(5) 細胞へのドラッグデリバリーに関する流動ダイナミクス

分担 小玉

研究費 GCOE 流体融合・プロジェクト研究推進費、厚生労働科学研究費、
科学研究費補助金（基盤 B）、特定領域研究他

(5-1) 低出力超音波とマイクロバブルを使用したシスプラチンの抗腫瘍効果の検討 (Watanabe, Aoi 2008)

低出力超音波 (US) とマイクロバブル (MB) を使用した分子導入法は外来分子の導入に有効である。本研究では、抗腫瘍分子であるシスプラチン (CDDP) を使用し、低出力超音波場での MB にともなう抗腫瘍効果を検討した。図 7 は HT-29Luc ヒト結腸癌ルシフェラーゼ発現性細胞で作製したマウス固形腫瘍の治療効果を生体発光イメージング法で解析した結果である。図 8 は、細胞移植後 11 日目での抗腫瘍効果を、コントロール群で無次元化したものである。US と MB を組合せることで、外来分子を効率よく腫瘍細胞内に導入し、抗腫瘍効果を得ることができる。将来的には局所療法として有効な膀胱がん、肝がん、卵巣がんに応用可能であると考えられる。

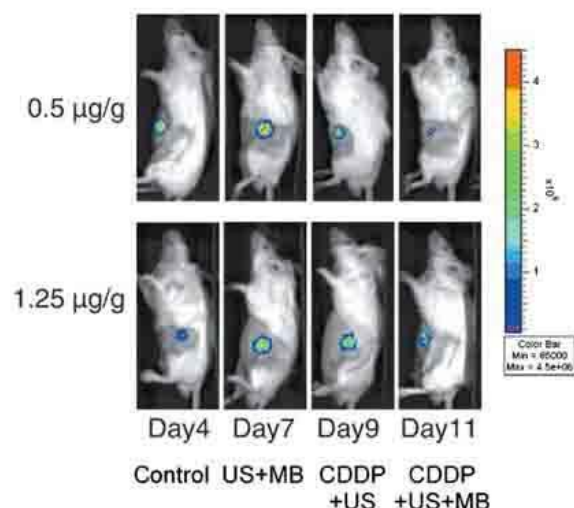


図 7. HT-29Luc ヒト結腸癌ルシフェラーゼ発現性細胞で作製した固形腫瘍の治療効果。生体発光イメージング法による解析。US：超音波、MB：マイクロバブル

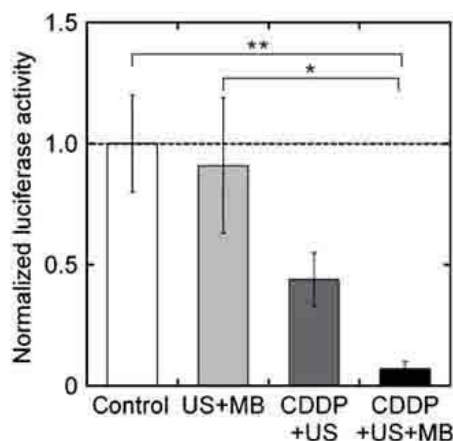


図 8. 細胞移植後 11 日目での抗腫瘍効果。縦軸をコントロール群で無次元化表記。

(5-2) 斜め衝撃波で誘導される脂質二重膜の構造変化に関する分子動力学シミュレーション (Koshiyama, Kodama 2008)

超音波とナノ・マイクロバブル (NMB) を併用した分子導入法では、超音波の作用で崩壊するキャビテーション気泡からの衝撃波が、細胞膜の構造変化を誘導し、外来分子が細胞内に導入されるものと考えられる。本研究では、細胞膜を脂質二重膜としてモデル化し、この膜に対する衝撃波の入射角度が脂質二重膜の構造変化に

与える影響を調べた (図 9)。脂質の頭部と尾部の横変位は、衝撃波が入射する二重層の上流層側内で観察され、下流層側には観察されないこと、この結果、斜め衝撃波の脂質に対する運動量の垂直成分のみが、下流層側の脂質の構造変化に関与することが示された (図 10)。

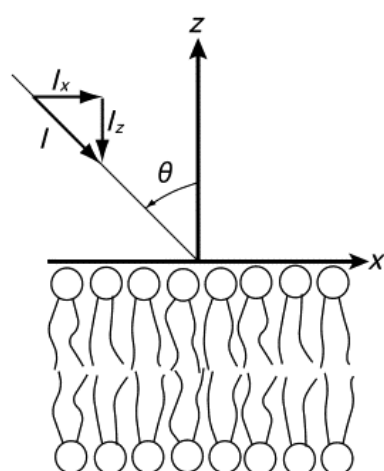


図 9. 脂質二重膜としてモデル化された細胞膜.

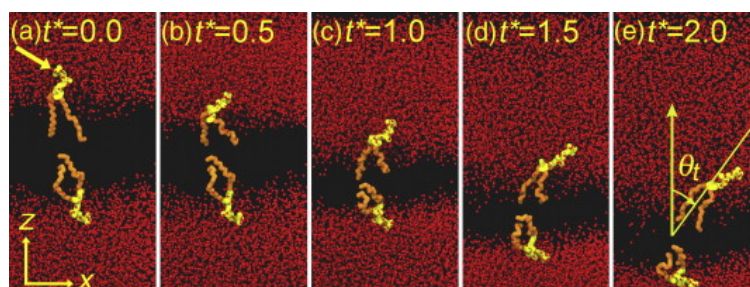


図 10. 斜め衝撃波の作用にともなう脂質分子の構造変化。二重膜を構成する上流側の一つの分子を黄色で描写。赤は脂質二重膜構造の外側に配置された水分子を示す。

参考文献

Koshiyama K, Kodama T, Yano T, Fujikawa S, Molecular dynamics simulation of structural changes of lipid bilayers induced by shock waves: Effects of incident angles. *Biochim Biophys Acta* 2008;1778:1423-8.

Watanabe Y, Aoi A, Horie S, Tomita N, Mori S, Morikawa H, Matsumura Y, Vassaux G, Kodama T, Low-intensity ultrasound and microbubbles enhance the antitumor effect of cisplatin. *Cancer Sci* 2008;99:2525-31.

国際会議企画

2009 International Dental Bioengineering Symposium

主催：東北大学大学院医工学研究科、共催：東北大学大学院歯学研究科インターフェイス口腔健康科学フォーラム・東北大学「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」プログラム

日時：平成 21 年 3 月 6 日 午前 10 時

場所：歯学部 A1 セミナー室

(6) 白金表面における水素分子の解離吸着現象の分子動力的解析

分担 徳増

研究費 GCOE 研究費、NEDO、本田技研共同研究費他

金属表面における気体分子の解離現象を、全ての分子の運動を考慮して分子動力

学法により解析し、その解離確率について、解離障壁の値のみから求められた解離確率との比較を行った。金属表面—気体分子のポテンシャルには原子挿入法(EAM)を用い、そのパラメータは密度汎関数法の計算結果から決定した。これにより得られたポテンシャルは、Pt(111)-H₂系の各サイトの解離障壁をよく再現していることが確認された。このポテンシャルを用いて図 11 のような Pt(111)-H₂系の衝突計算を多数回行い、解離確率を求めた。分子動力学法による解離確率を図 12 左に、EAM ポテンシャルの解離障壁から得られた解離確率を図 12 右に

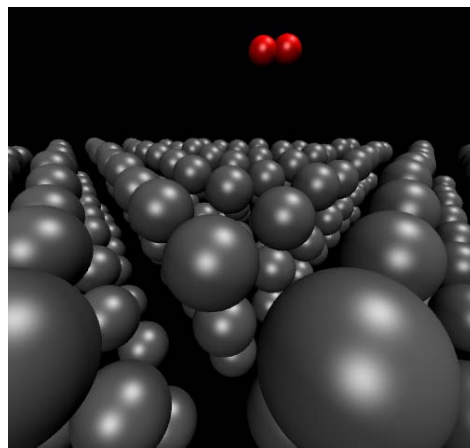


図 11 白金表面に衝突する水素分子

示す。これらの結果から、表面原子の挙動の影響により、解離確率が変化する入射エネルギーの範囲の幅が広がることが明らかとなった。また top サイトでは解離障壁を乗り越える確率(静的な解析における解離確率)と実際に分子が解離する確率の

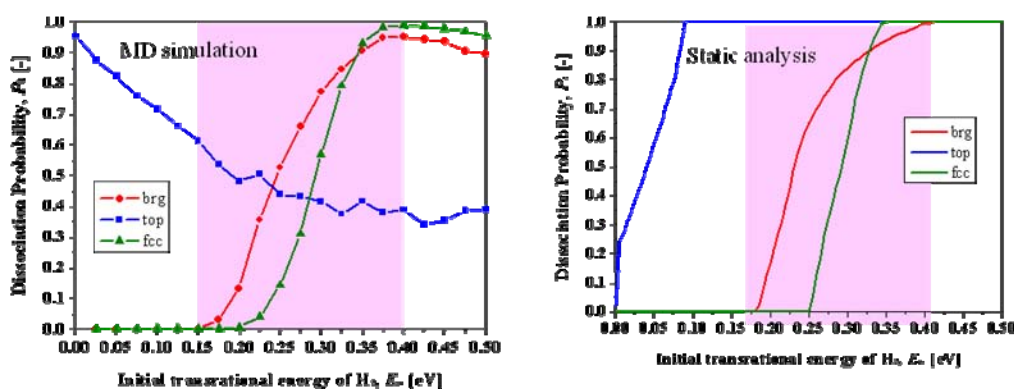


図 12 入射エネルギーに対する解離確率(左：動的解析, 右：静的解析)

変化が全く異なる傾向を示すことが明らかとなった。

(7) ポリマー液体・ポリマー膜の構造と熱輸送特性 分担 小原

高密度の物質における熱伝導は一般的には分子間の相互作用による力学的エネルギーの伝搬がマクロに認識されたものであるが、分子が無視できない大きさをもつとき、分子内の変形自由度が熱的に励起されることによる熱エネルギーの伝搬が空間中の熱エネルギーの移動において無視できなくなる。ここで、無視できない分子の大きさとは、問題となっている現象の空間スケールとの比較で決定されるのではなく、分子間の間隔に対する相対的な大きさが重要であることに注意が必要であ

る。一般に分子内の変形振動は液体・固体中における分子の振動的熱運動よりはるかに大きな振動数をもつから、熱エネルギーの移動速度は大きくなる。

この分子内のエネルギー伝搬がマクロな液体中の熱流束に成す寄与を調べるため、様々な分子量の直鎖状アルカン (C_nH_{2n+2}) 分子がつくる飽和液体中における熱流束を分子動力学シミュレーションにより解析した。得られた各相互作用の寄与を図 13 に示す。 C_4H_{10} から $C_{24}H_{50}$ までのバルク状アルカン飽和液についてマクロな熱伝導流束の分子動力学的成分を表しているが、分子内のねじれ (torsion)、曲げ (bending)、伸縮 (stretching)、van der Waals 相互作用 (LJ-intra) が全体に占める割合は分子が長くなるほど大きくなっており、 $C_{24}H_{50}$ に至っては過半を占めている。

バルク液体中では、分子がランダムな配向をもっているため、この分子内エネルギー伝搬の寄与も等方的であるが、分子の配向が一定の方向をもつとき、熱伝導率には非等方性が現れるものと考えられる。このような例としては分子膜や固液・気液界面近傍の液体などが挙げられるが、その一つとして水中で脂質が作る二重膜 (図 14) について熱伝導率を計測したところ、膜面垂直方向の熱伝導率は平行方向のそれより 5 倍程度大きいことが明らかとなった。液体について固体材料に匹敵する熱伝導特性の設計を実現することにつながる成果である。

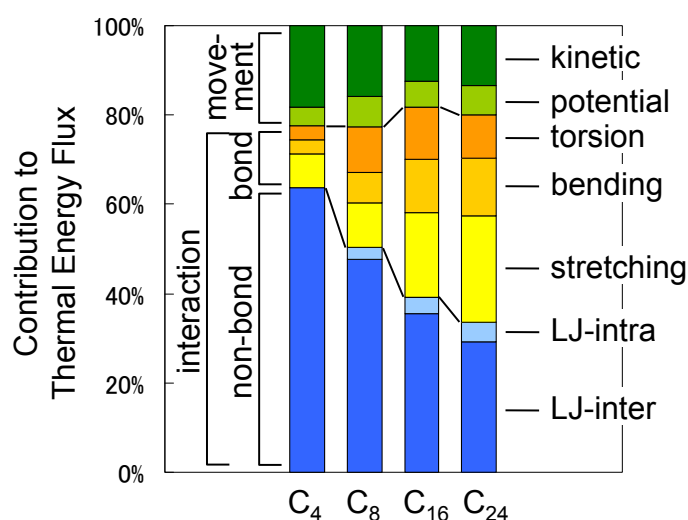


図 13 n-アルカン液体中の熱伝導流束に対する分子間・分子内相互作用の寄与

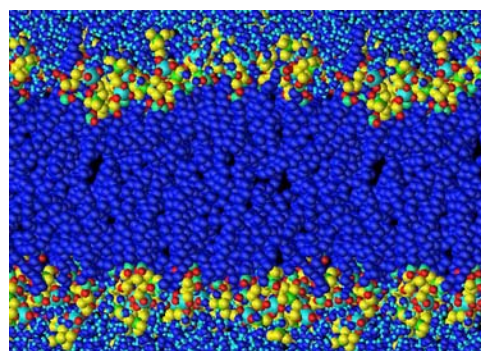


図 14 水中の脂質二重膜 (生体膜のモデル)

6.2.5 極限流動融合分野

グループリーダー：大林 茂

メンバー：

事業推進担当者：圓山 重直（拠点リーダー）、福西 祐、澤田 恵介、浅井 圭介、
橋爪 秀利、伊藤 高敏

研究協力者：小濱 泰昭、大平 勝秀、小宮 敦樹、伊賀 由佳

1. 研究テーマ：永久塩泉による海洋深層水湧昇と海洋表層緑化に関する研究

- ・担当者：圓山、小宮
- ・主な活動資金：科学研究費補助金（科研費基盤(A)海外）、受託研究費
- ・主な成果をあわす図

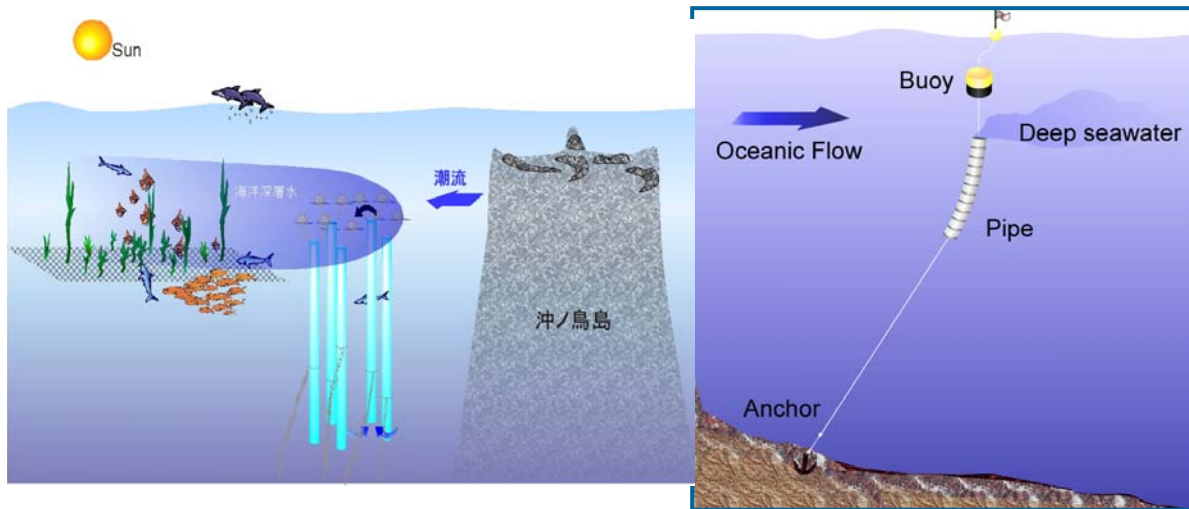


図1 沖の鳥島ラピュタ計画とパイプ配置

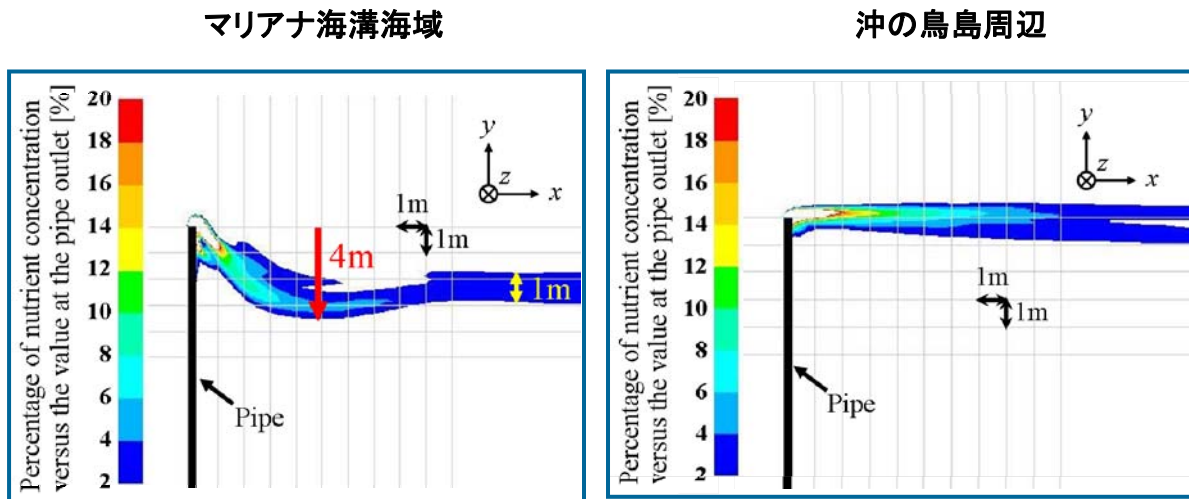


図2 くみ上げた海洋深層水の拡散をLES数値解析で行った結果

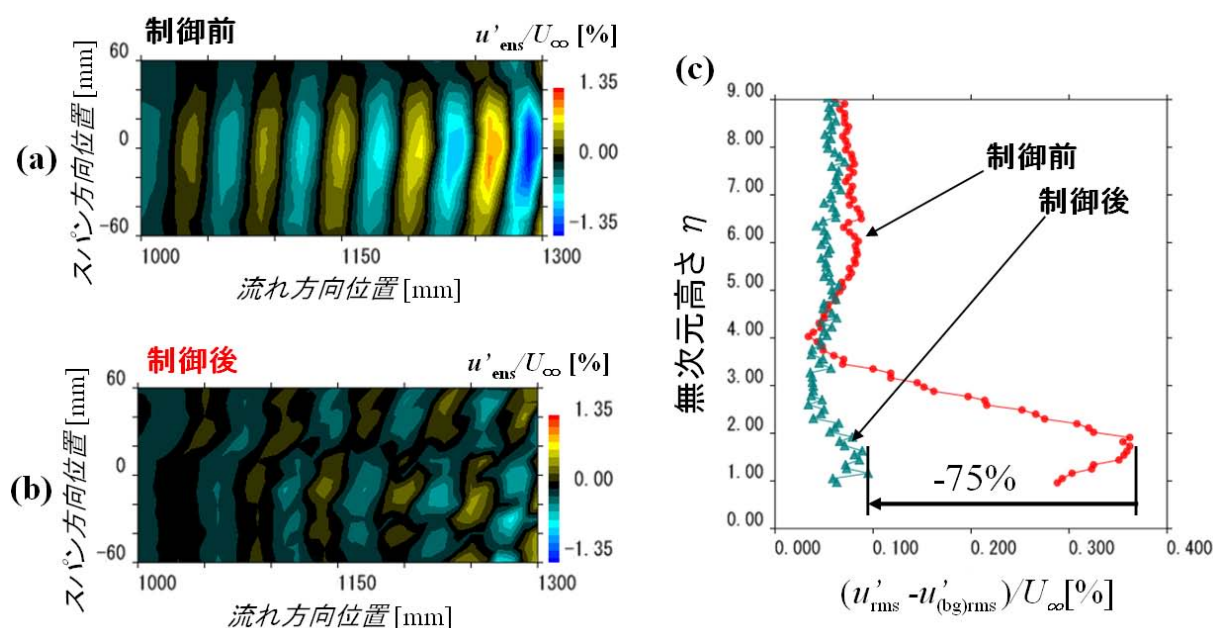
- ・主な活動

海洋砂漠と言われる海洋の栄養塩が少ない海域に栄養分に富む海洋深層水を大規模に汲み上げ、その海域を局所的に富栄養化し、この海域に海洋の森を作る可能

性を検討する。また、この大規模海洋深層水汲み上げが、環境にどのような影響を与えるかを検討する。図は、LES(Large Eddy Simulation)による湧昇した海洋深層水の表層拡散を示している。図1は沖の鳥島海域におけるラピュタ計画の実施予想図、図2は沖の鳥島海域とマリアナ海域における海洋深層水の表層拡散を示している。

2. 研究テーマ：遷移極限における境界層中の不安定波のフィードフォワード制御

- ・担当者：福西祐
- ・主な活動資金：GCOE 研究費
- ・主な成果をあわす図：

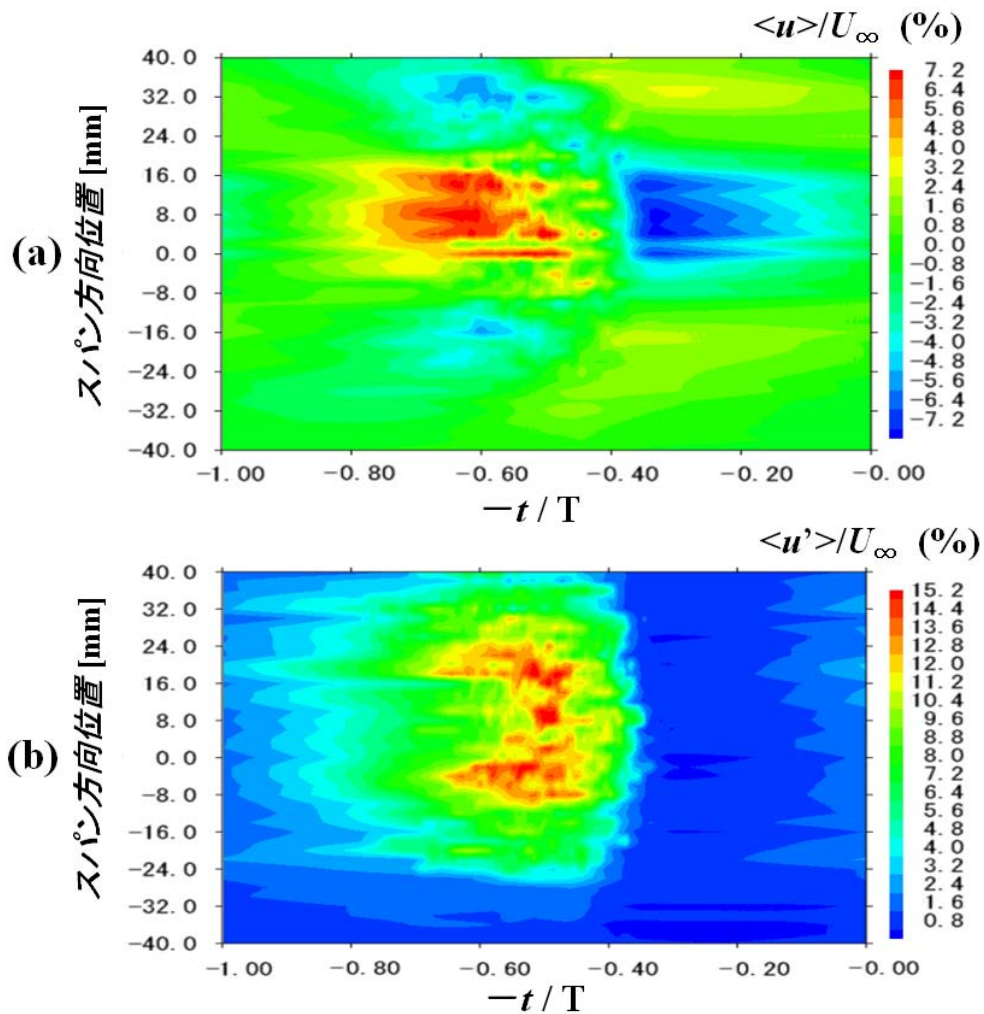


- ・主な活動

境界層が層流から乱流に遷移する極限状態に発生する初期不安定波をフィードフォワード制御により抑制することで、遷移を遅延させることが目的である。図(a)、図(b)はそれぞれ制御前、制御後の速度変動の分布である。図(c)は制御前後における速度変動の高さ方向分布である。これらの図から不安定波が本制御により抑制されていることがわかる。

3. 研究テーマ：平板境界層遷移における外部局所攪乱による極限状態の生成

- ・担当者：福西祐
- ・主な活動資金：GCOE 研究費
- ・主な成果をあわす図：

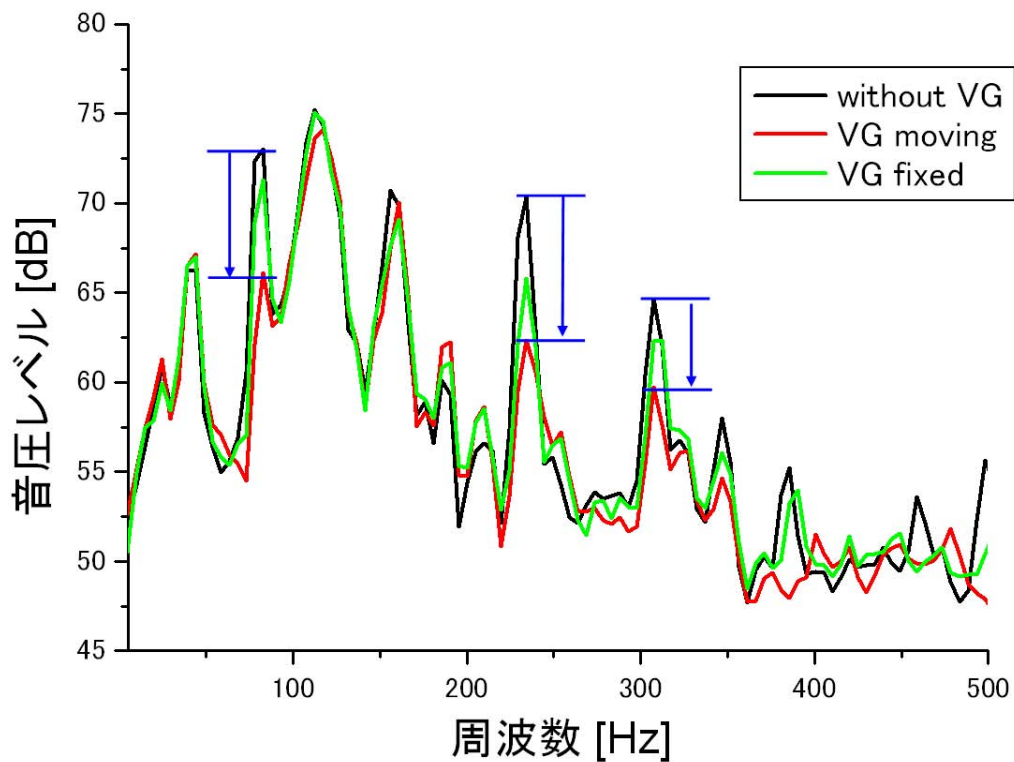


5. 主な活動

境界層外部の主流中に導入した局所的かつ間欠的な乱れが、平板境界層の遷移に与える影響について調べた。その結果攪乱として導入された渦輪対によって、境界層内には流れ方向に一組の高速域と低速域が生じ (図(a))、上流側の高速域において乱れ成分が生成され成長してその極限状態として乱流に遷移することがわかった (図(b))。

4. 研究テーマ：振動ボルテックスジェネレータによる極限流動場の音の制御

- ・担当者：福西祐
- ・主な活動資金：GCOE 研究費
- ・主な成果をあわす図：



・主な活動

キャビティ音は代表的な空力騒音のひとつである。本実験では、キャビティの前方に取り付けたボルテックスジェネレータを周期的に振動させ、キャビティ部における渦構造を制御することで効率的に騒音を抑制することを試みた。その結果、図に示すように騒音を 5.2dB 抑制することに成功した。

5. 研究テーマ：CFD 援用による風試模型変形効果分離技術に関する研究

- ・担当者：澤田恵介、保江かな子(D3、航空宇宙工学専攻)
- ・主な活動資金：GCOE 研究費、校費、科学研究費補助金(申請中)
- ・主な成果をあわす図：

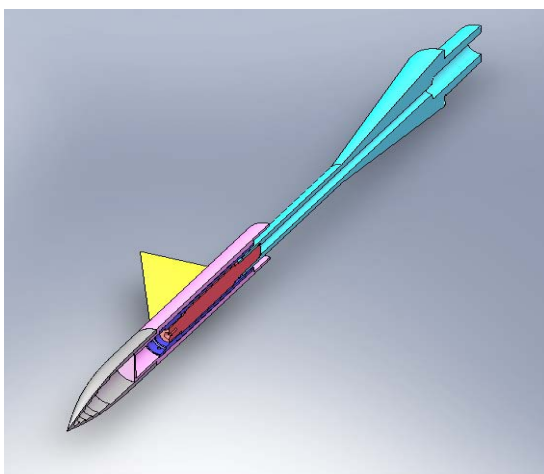


図 1 CAD データ

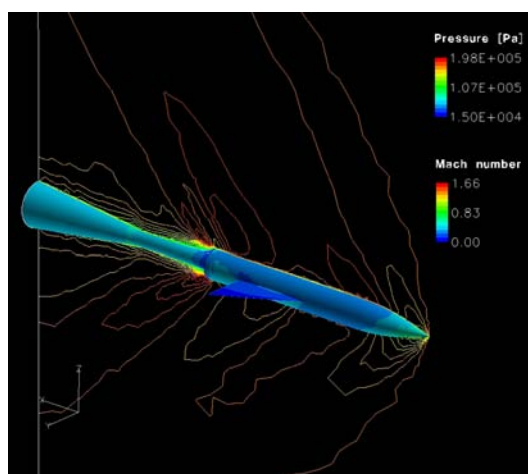


図 2 表面圧力分布と等マッハ線図

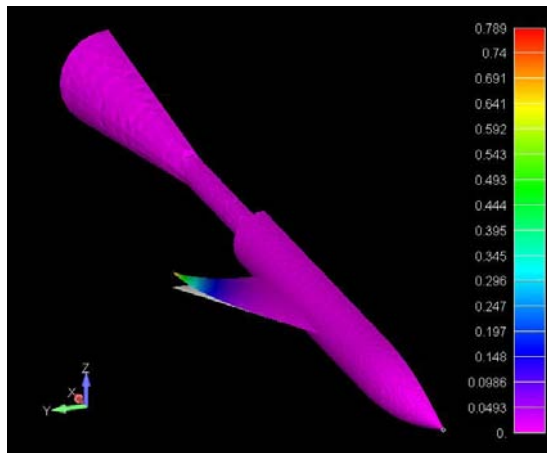


図 3 空力荷重による模型変形

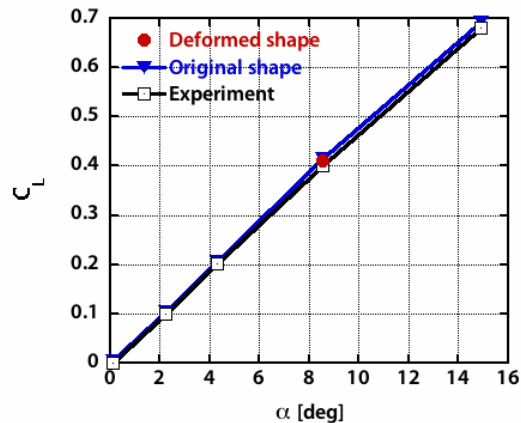


図 4 揚力係数の変化

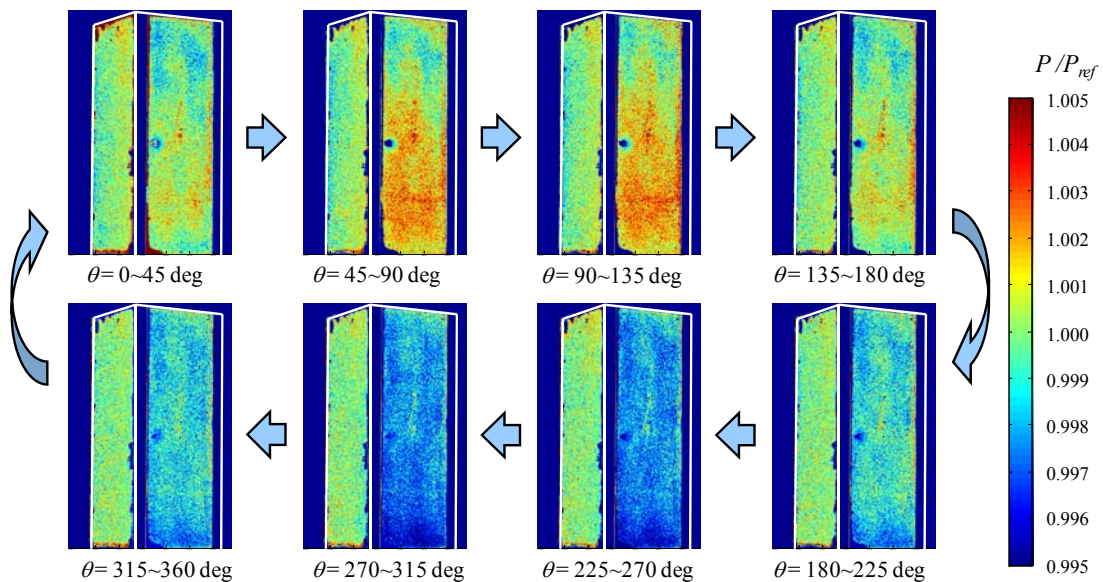
・主な活動

高レイノルズ数風洞を用いた空力特性の予測は、経済性の高い航空機の設計に欠かすことが出来ない。しかし、高いレイノルズ数の確保には気流の加圧が必須であり、結果として風洞模型に加わる動圧が高まり模型変形効果が現れる。この模型変形効果は、レイノルズ数効果を相殺することが知られている。本研究では、CFD 援用による風洞試験模型変形効果の分離技術の確立を目指す。風洞試験時の模型変形効果が正しく考慮されると、風洞試験データの精度が向上するだけでなく、実機の内部構造を反映させた飛行特性も予め予測することが可能となり、航空機開発におけるリスクの低減、開発費の低下、ならびに開発された航空機の経済性向上が期待される。

図 1 は AGARD-B 風洞検定標準模型ならびに支持装置(スティング)ならびに天秤の CAD データを示す。図 2 は、マッハ数 1.4、迎え角 8 度、レイノルズ数 2.8×10^7 /m における計算結果を示す。計算には 2 次精度の Discontinuous Galerkin 法を用いた。図 3 には、計算で得られた空力荷重を模型に加えたときの模型変形量を示す。反復的に解くことによって、空力荷重と形状変化が釣り合った状態を求めた。図 4 は揚力係数の変化を示す。風洞試験データに比べて模型変形を考慮しない計算結果は揚力傾斜が大きくなるが、模型変形効果を考慮すると揚力は迎え角 8 度において 0.0053 減少する妥当な結果が得られている。

6. 研究テーマ：極限流動計測のための分子イメージング技術

- ・担当者：浅井圭介、永井大樹
- ・主な活動資金：GCOE 研究費、科学研究費補助金、日本学術振興会「二国間交流事業：ドイツ DFG との共同セミナー」
- ・主な成果をあわす図：



- ・主な活動

「カルマン渦を放出する角柱周りの非定常圧力場のイメージング」

低速流中におかれた角柱周りに生じる、最大振幅 0.25kPa の非定常圧力場を分子センサーを用いて可視化したもの。航空機や高速列車の効率を悪化させる剥離流れの構造を調べる手段として、信号処理を用いた **Phase-Lock** 計測法の有効性が示された。

- ・その他

平成 20 年 9 月 1 日から 3 日にかけて東北大学で、日独合同セミナー「学際領域における分子イメージング技術の新展開」を開催し、両国の分子イメージング技術の現状を総括するとともに、環境問題やエネルギー問題への適用を学際的見地から議論した。

7. 研究テーマ：配管系流力振動に影響するマクロ流動構造の解明と制御

- ・担当者：橋爪秀利、結城和久
- ・主な活動資金：GCOE 研究費、先行基礎工学研究費
- ・主な成果をあわす図：

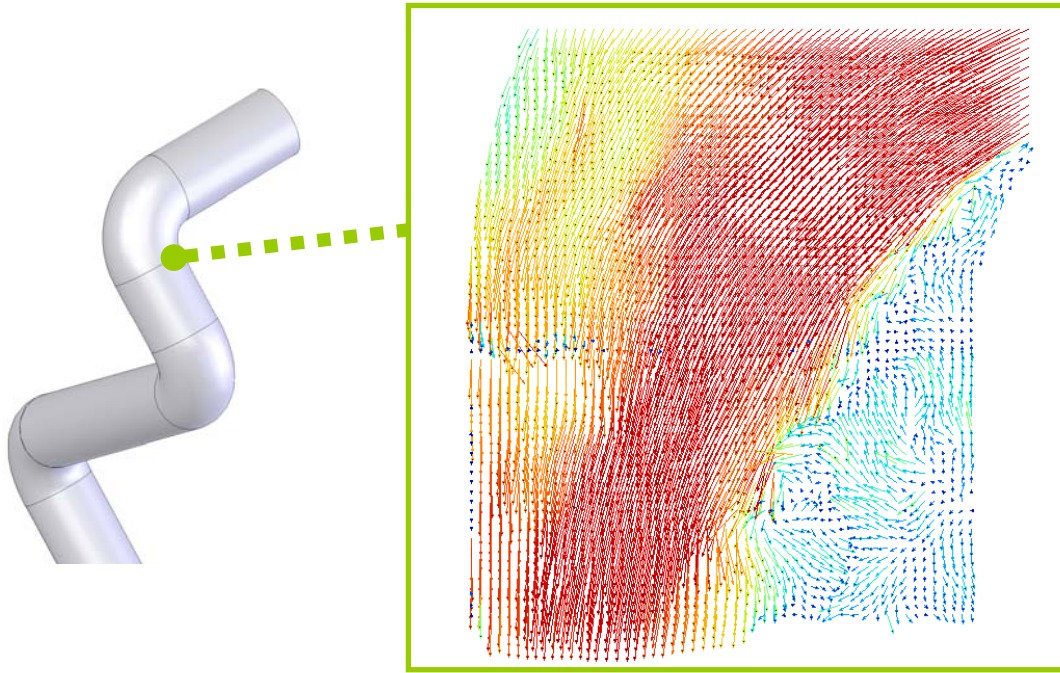


図 低曲率半径比エルボにおける剥離現象の可視化

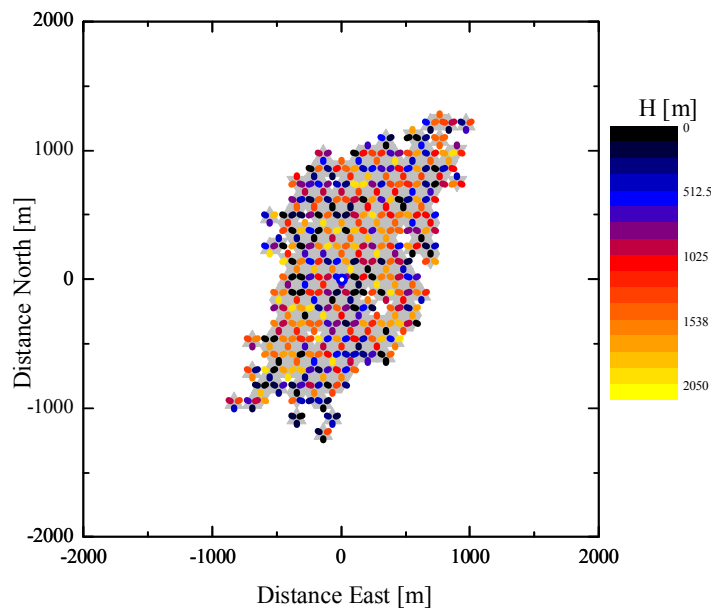
・主な活動

原子力プラントの配管系では、物量削減の観点から低曲率半径比のエルボが使用される場合が多く、非定常性の強い局所的な偏流や剥離渦の発生によって流力振動が発生する。本研究は、屈折率調合 PIV 計測によりエルボ内の剥離現象を可視化し、圧力変動に対する流体力学的主要因子を明らかにすることを目的としている。

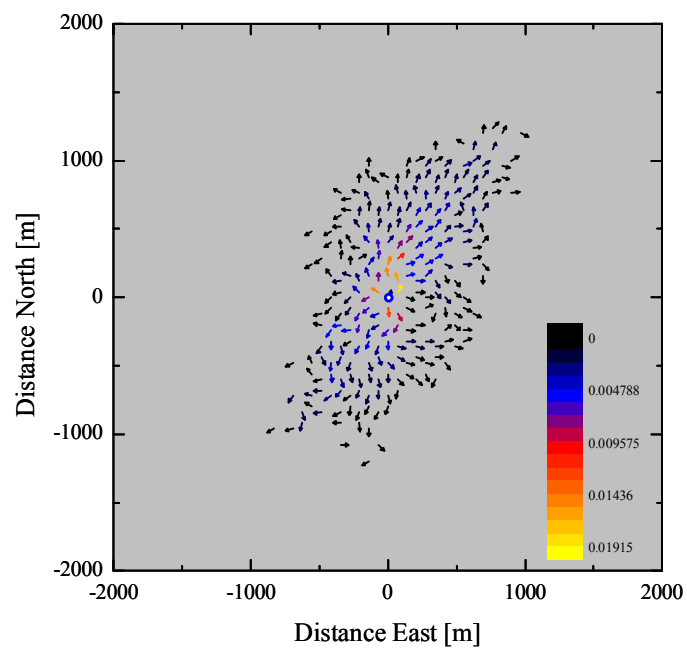
図は、曲率半径比が 1.0 のエルボ内で発生する剥離の様子を据えたベクトル図である。曲がり角 60 度付近で剥離した流れが 2 次流れを駆動力として縦渦構造へと遷移し、下流側へ振動を伴って放出されることを本年度において明らかにしている。現在までに圧力変動に影響する主要な流動構造についても明らかにしており、今後、流力振動と流動振動の相関について評価する予定である。

8. 研究テーマ：微小地震を利用した地熱貯留層の流路構造評価

- ・担当者：伊藤高敏
- ・主な活動資金：GCOE 研究費
- ・主な成果をあわす図：



流路構造の評価結果（黒→黄：透水性大）



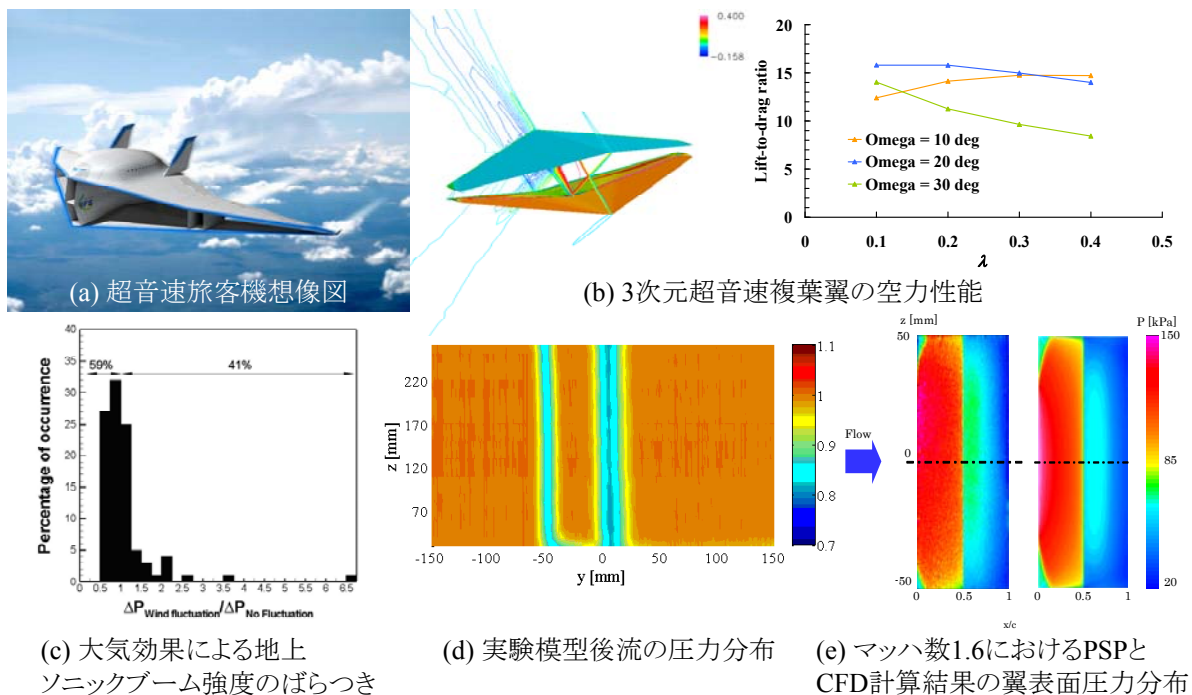
流路に沿った流れの評価結果（黒→黄：流量大）

・主な活動

オーストラリアの地熱開発フィールドで実施された水圧破砕（高水圧を負荷して流路を形成する作業）に伴って発生する微小地震を解析して評価した深度約4千メートルの流路構造（左：黒から黄で透水性が大きくなる）と、それから求めた水の流れ分布（右：黒から黄で流路が大きくなる）。同種の方法は他になく、世界最先端の成果。（電力中央研究所との共同研究）

9. 研究テーマ：超音速複葉翼理論の研究

- ・担当者：大林、浅井、中橋
- ・主な活動資金：GCOE 研究費、科研費基盤 A
- ・主な成果をあわす図



超音速複葉翼に関する計算・実験融合研究成果

・主な活動

次世代超音速機開発における最大の壁では航空機が音速を超えて飛行する際に発生するソニックブーム問題である。この問題を解決するために、複葉翼を利用した新たなコンセプトを持つ超音速機に関する研究を行っている。図2(a)のような超音速複葉翼機の成立性を検討するために今年度は次のような研究を行った。図2(b)は形状パラメータによって定義される3次元超音速複葉翼設計法を用いて3次元翼の空力性能を評価して得られた空力特性である。図2(c)は大気効果によるソニックブーム低減効果を検証するためのソニックブーム推定法を開発し、実際に適用した事例である。図2(d)は複葉翼における低速域の抵抗要素に関する検討をするために実験による後流解析技術を確認し、得られた翼後流の圧力分布である。図2(e)は3次元翼形状における超音速加速時の履歴現象を実験と計算の両面から解明するために取得した翼表面圧力分布を可視化した比較図である。これらの得られた基礎的な空力性能を踏まえた上で、超音速複葉翼実験機の飛行実証計画の具体化を図っている。

10. ジョイントラボラトリー：国際連携研究による実用化設計探索手法の開発

- ・担当者： 大林、中橋、鄭、佐々木
- ・主な活動資金：GCOE 研究費
- ・主な活動

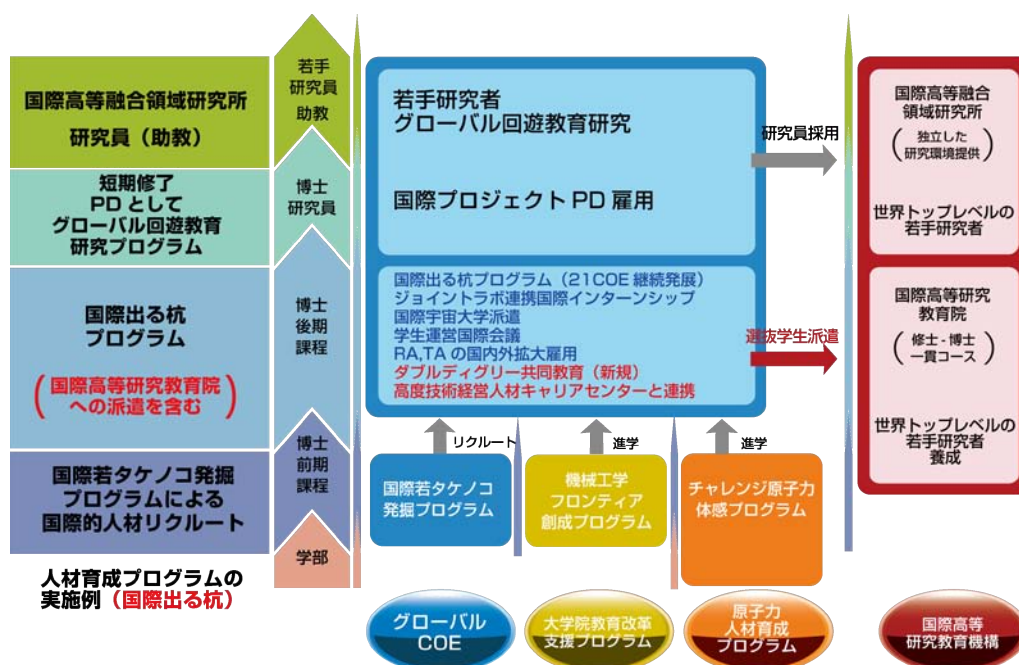
今年度は東北大学で開発した設計探索システムの GUI 化を行い、これから国際共同研究を行う上でツールの整備を行った。さらに、3 月に行うワークショップではこれまでの共同研究参加者からのこれまで各自行ってきた研究成果の紹介及び報告を行い、来年度以後の研究内容を論議する予定である。

6.3 教育活動

6.3.1 国際的人材育成プログラム

流動ダイナミクスを基軸とした異分野との融合、多国間研究融合、異文化融合の教育研究活動を通じて、下記の人材を育成する。

- (1) 流動ダイナミクスと異分野との融合により、イノベーション科学技術フロンティアを創成できる独創的人材。
- (2) 複数の国に開設する国際ジョイントラボでの研究、博士ダブルディグリープログラム、国際インターンシップにより世界を回遊し、多面的な価値観を身に付けた国際的な異文化融合人材。
- (3) 世界標準を凌駕する学問的能力に加えて、複数の学術領域や多国籍の幅広い視点と人的ネットワークを涵養した、将来の流動ダイナミクス世界コミュニティの中核となる人材。



1) 国際若タケノコ発掘プログラム

国内外の優秀な博士課程後期学生を早期に大規模に獲得するためのインセンティブプログラムを創設した。本 GCOE の教育プログラムに対して、博士課程後期課程入学の 1 年以上前に入学後の権利を約束し、入学試験はその後各専攻で実施して、合格した学生に対して支援を行うものである。この対象者は東北大学の学生だけでなく、国内外の他大学からも募集する。特に、リエゾンオフィス等の拠点を通じての募集に加え、シンガポール、インド、ロシア、中国等の優秀な修士課程の学生に対して旅費等を支給して招聘、または担当教員が海外に出向き面接等の試験を実施する。フランス ECL、INSA-Lyon やモスクワ大学、インド IIT の学生を対象として修士学生に積極的に働きかける。本 GCOE 内に選考委員会を設けて、筆答試験を含めた厳正な選考を行う。本年度は、学内 23 名の応募に対し、11 名採択 (M1 7 名、M2 4 名)。海外からの 2 名応募に対し、1 名採択を行った。

2) 国際出る杭伸ばす教育プログラム

前 21COE の出る杭伸ばす教育を発展させたもので、上記国際若タケノコ発掘プログラム国際公募で厳選し、自立性を持った学生に対して、RA としての支援に加えて研究費を与えて、さらに能力を向上させることを目的としている。また、国際インターンシップに積極的に派遣させ、博士終了後 PD としてグローバル回遊教育研究に参加させる。

3) グローバル回遊教育プログラム

ポスドク等の若手研究者が文化が異なる複数の国に数ヶ月から 1 年程度滞在し、研究のみならず人の交流や文化の習得を目指し、異文化融合の機会を与えることにより、国際的に広い視点と心を持った学生を養成する。特に、早期博士号取得を促し PD として 2 ヶ所以上の国際拠点等の研究機関に 1 年程度滞在するよう推奨する。このプログラムを PD 等の若手研究者にも適用することによって、プログラム終了後に国外の研究機関にも就職できる、国際的にリーダーシップを取れる人材を育成する。

4) 国際高等研究教育院との連携

東北大学で設置した国際高等研究教育院に、本 GCOE 枠を設定し、所属する学生の中で優秀なものを 5 名程度選抜した上で、国際高等研究教育院と同等の支援を行って、その正規学生としてグローバルな視点と学際融合領域の研究ができる複眼的視野で多角的にみる見方や創造的な人材を育成する。このプログラムも、国際若タケノコ発掘プログラムで公募する。

5) ジョイントラボ連携国際インターンシップ

国際ジョイントラボを推進している研究プロジェクトを中心として、博士課程学生を海外の共同研究先に派遣する。また、相手先の学生を受け入れて共同研究を推進する。国際交流コーディネータを中心とした GOO で強力に支援することで研究者の負担を軽減する。

本プログラムとの関連性、研究計画、国際共同研究性の状況により審査を行った。派遣、受入ともインターンシップ開始前後に 2 回インタビューを実施し、趣旨の理解、安全、報告の方法についてガイダンスを行っている。また、派遣学生には、派遣先から週報を送信させ、研究の進捗状況、生活面での安全の確認などにも配慮している。全学生にインターンシップ終了後、成果報告書と終了レポートの提出を義務づけている。レポートは本ホームページに掲載予定である。

また、定期的開催している全体会議（研究交流会）において滞在中の成果を報告することを義務付け、国際会議において派遣先での成果を報告もしくは、博士論文の一部として活用することを求めている。

○平成 20 年度派遣学生一覧

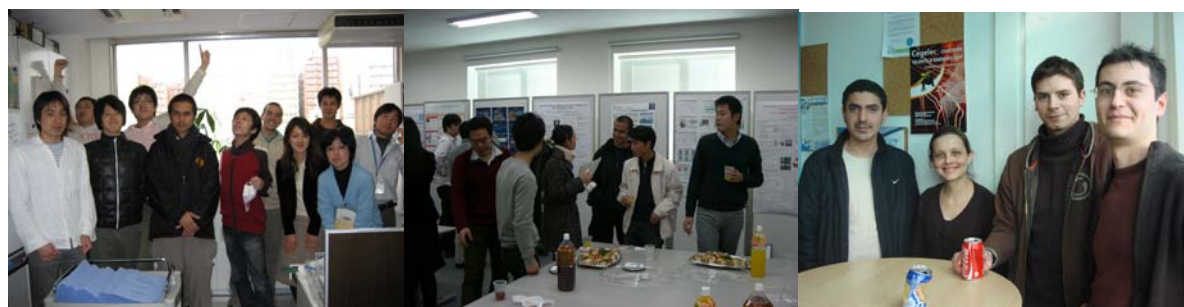
学生氏名	学年	派遣先	研究課題	期間	指導教員
石田 崇 工学研究科航空 宇宙工学専攻	D1	スタンフォード 大学 アメリカ	Building-Cube法における 高次精度スキームの構築	12月29日～ 3月28日	中橋和博 (航空宇宙)
堀切 文正 機械システムデ ザイン工学専攻	D3	シドニー大学 オーストラリア	Cooling of data centres	2月1日～ 3月24日	水崎純一郎 (多元研)

BANESHI, Mehdi 機械システムデザイン工学専攻	D2	INSA de Lyon フランス	Radiative properties of complex materials	2月2日～ 3月26日	圓山重直 (流体研)
山下 博 システム情報科学専攻	D3	Ecole Centrale de Lyon フランス	ソニックブーム伝播における大気乱流効果に関する研究	2月28日～ 3月23日	大林茂 (流体研)
石向 桂一 工学研究科航空宇宙工学専攻	D3	シドニー大学 オーストラリア	LES of jet impingement	3月1日～ 3月21日	澤田恵介 (航空宇宙)



○平成 20 年度受入学生一覧

学生氏名	大学名・国名	研究課題	期間	受入教員
Lee, Dongseop (Mr.)	シドニー大学 オーストラリア	Uncertainty based High level Mission Planner and Unmanned Aerial Systems (UAS) Design using Evolutionary Algorithms (EA)	10月3日～ 11月15日	大林 茂 (流体研)
Luthfi (Mr.)	シドニー大学 オーストラリア	Experimental Setup and Numerical Validation of Impinging Fountain	1月4日～ 2月20日	圓山重直 (流体研)
Kim, Dong-Yeol (Mr.)	成均館大学校 韓国	Nondestructive Material Characterization using Ultrasound	3月4日～ 7月31日	高木敏行 (流体研)



6) 国際宇宙大学派遣

国際宇宙大学に毎年1名派遣する。本年度、派遣はなかったが、平成21年2月19日に過去派遣された学生が主体的となり第12回国際宇宙大学講演会が流体科学研究所2号館大講義室にて行われた。

自身の体験内容と宇宙の平和・文化的利用へのISUの貢献について講演を行った。



7) 学生企画/運営国際会議・シンポジウム

学生が企画・運営する国際会議を開催し、英語での発表討議能力を養成しながら研究組織運営とリーダーシップの訓練を行う。

○グローバル COE 航空宇宙流体科学サマースクール 2008

平成20年8月7日～9日フラワーガーデンホテル (三重県鈴鹿市)

東北大のGCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」が主催となり、JAXAおよび東北大、名古屋大、鳥取大教員・院生の研究交流を目的としたサマースクールが開催された。東北大内のみならず、他の研究機関、大学から講師をお招きし、特別講演及び学生による発表とディスカッションを行った。



今回のサマースクールでは、まず始めにJAXA 研究開発本部 数値解析グループの中村氏よりJAXA 研究開発本部での数値シミュレーションの概要に話していただき、続いて同グループの松尾氏、大川氏、阿部氏、橋本氏から数値シミュレーションの課題や高度数値シミュレーションの技術等の詳細についてご講演いただいた。また、JAXA



研究開発本部 風洞技術開発センターの口石氏、上野氏、中北氏からEFD(Experimental Fluid Dynamics)/CFD(Computational Fluid Dynamics)融合やJAXAにおける風洞試験や計測技術についてご講演いただいた。その他にも、JAXA 航空プログラムグループ 国産旅客機チームの山本氏より空力騒音に関するご講演やJAXA 研究開発本部 数値解析グループの相曽氏から数値シミュレーションに顔を出す数学という題目でご講演いただいた。その上、名古屋大学の佐宗先生よりありそうであまりない衝撃波反射の解析解についてご講演いただいた。

最新の研究成果、技術をご説明いただいたので非常によい励みになった。また学生の発表では、多くの専門家による異なる視点からの鋭い質問やアドバイスをいただけたので、学生達にとってとてもよい刺激になった。

○The 3rd Tohoku University – Seoul National University Joint Workshop
on Next Generation Aero Vehicles

平成 20 年 9 月 25 日～26 日東北大学流体科学研究所 COE 棟

東北大学 GCOE とソウル大学 BK21 が主催となり、Tohoku University-Seoul National University Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicles が開催された。今回ソウル国立大学からは Prof. DongHo Lee, Prof. Inseuck Jeung, Prof. Chongam Kim, Prof. KyuHong Kim の 4 名の先生と学生 8 名が参加した。東北大からは流体研と機械系の航空宇宙専攻の先生と学生が多数参加した。空力設計、数値計算スキーム、燃焼など多くテーマに関する講演が行われ、活発な議論が行われた。講演会後に行われた懇親会でも先生方はもちろん、学生の間でも研究に関する積極的な議論や交流が行われた。



○第 5 回流動ダイナミクス国際会議における学生セッション

The Fourth International Students / Young Birds Seminar on Multi-scale
Flow Dynamics

平成 20 年 11 月 17 日～19 日仙台エクセルホテル東急

第 5 回流動ダイナミクスに関する国際会議では、10 のオーガナイズドセッションによって学術講演が行われたが、中でも OS8 は、学生がオーガナイザーを務め自主的に企画運営するという特徴を持つもので、第 4 回目の開催となる今回は ICFD の中でも中心的なセッションにまで成長した。今回は、博士課程の高橋英美、堀切文正の 2 名がオーガナイザーを務めた。開催決定から開催まで短期間だったにもかかわらず、日本、韓国、ロシア、フランス、英国、チェコ、オーストラリア、イタリア、中国、シンガポール、カナダ、ギリシャ、ハンガリー、スウェーデンから 68 件もの発表があり、朝早くから夕方まで 2 日間に渡り発表が行われた。発表者は学生、院生、ポスドクなどの若手研究者に限定し、4 分間のショートオーラルプレゼンテーションと 30 分間のポスターセッションを組み合わせで行った。

今回の開催が 4 回目ということもあり、東北大学内での事前の発表練習や研究内容の議論が研究室を越えて学生・若手研究者間で盛んに行われ、発表および内容のレベルは前回までに比べても飛躍的に向上し、一流の国際会議にも引けをとらないレベルにまで成長した。また、Students/Young Birds Friendship Night と称して、本国際会議に出席した全学生を対象としたビアパーティーを開催した。



Students/Young Birds Friendship Night でのひとこま

21COE プログラムで海外インターンシップを経験した先輩 5 名（海外大学 2 名も含む）も参加して、当時およびその後の活動についてパワーポイントで紹介があり、大いに盛り上がった。運営経費については、学生自ら財団に申請し、その範囲内で運営された。これも昨年度まで行われていた 21COE プログラムによる国際・先導的人材育成への効果の表れであると考えられる。

これまでも 優秀な学生発表に対して学生賞を授与していたが、今回は、教員による審査に加えて、学生同士で審査を行い表彰する制度も導入した。これにより、学生同士の議論の中身が一段と深くなった。教員による審査で決定した優秀な研究発表者1名については、第2日目のバンケットにおいて表彰した。バンケット参加者全員の前で圓山代表から表彰状が授与され祝福されたことは、受賞者にとって大きな励みとなった。GCOE プログラムにおいて国際経験と広い視野を持った人材育成は重要な柱の一つである。本 GCOE 国際会議において、運営、発表、表彰、交流を通して、その一旦を担うことができた。

学生賞 8 名（うち外国人 3 名）

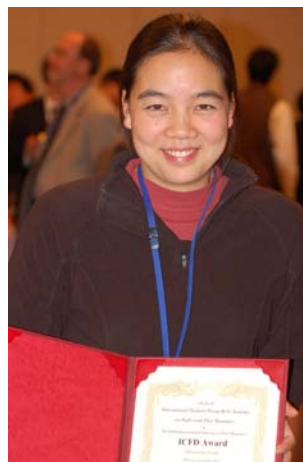
アンダーラインは外国人受賞者

【OUTSTANDING AWARD】 教員審査（バンケットにおいて表彰）

OS8-6

Jenny Faucheu(Institut National des Sciences
Appliquees de Lyon, France)

Water Transport in Novel Nanostructured
Coatings Obtained from Latex Technology



【PARTICIPANT AWARD】 学生審査

OS8-22

Yasuhiro Saito(Tohoku University, Japan)

Comparison of Solution Algorithms of Pressure-velocity Coupling for
Unsteady-state Fluid Flow Calculations

OS8-65

Kazumi Serizawa(Tohoku University, Japan)

Multi-physics Electron Emission from MgO Surface Induced by Ion Impact
Studied by Ultra Accelerated Quantum Chemical Molecular Dynamics

OS8-1

Fumimasa Horikiri(Tohoku University, Japan)

The Design Concept for High-Temperature Photo-Electronic Devices using
SrTiO₃

OS8-40

Takuji Harada(Tohoku University, Japan)

A Numerical Investigation of Heat Transfer and Fluid Flow in a Single Droplet
of Fuel

OS8-47

Mehdi Baneshi(Tohoku University, Japan)

Comparison between Optimized Iron Oxide and Titanium Dioxide Pigmented
Coatings both Thermally and Aesthetically

OS8-41

Sunho Jung(Tohoku University, Japan)

A Computational Study of CO Oxidation Reaction on Precious Metal Catalyst Based on Ultra Accelerated Quantum Chemical Molecular Dynamics Method

OS8-68

Kotoe Mizuki (Tohoku University, Japan)

Flow Control of MR Fluid Channel Flow by Using MRF Plugging Effect

○第9回日韓学生シンポジウム

平成20年11月20日～22日ソウル国立大学（韓国）

日韓学生シンポジウムは、2000年から東北大学の水崎研究室とソウル大学のYoo研究室で行われているもので、今回で9回目である。開催国は毎年交互に持ちまわりで、今年は韓国のソウル大学で行われた。シンポジウムの運営をはじめ、プロシーディングの作成、開催するための資金獲得、そして旅行の手配に至るまで、全て学生が自主的に企画運営するという特徴を持つ。今回は、東北大学の中村崇、ソウル大学のTaewon Leeの2名がオーガナイザーを務めた。回数を重ねる毎に参加研究室と発表人数も増加し、日本側は5研究室31人、韓国側もソウル大学とKAISTで5研究室36人、計67人の大規模開催となった。より深い議論が実現できるように、今年からは口頭発表とポスター発表に分けて行われた。口頭発表者は15分の発表と5分の議論、ポスター発表者は3分間のショートオーラルプレゼンテーションと1時間20分のポスターセッションを組み合わせた。参加者の増加に伴い、発表および質疑応答のレベルにばらつきが見られたところもあるが、ある学生が質問に窮した際には学生同士でフォローし、お互いに納得するまで深く議論する様子が見られた。これは、本シンポジウムの初期には見られなかった光景であり、学生が本シンポジウムを毎年経験することで、高い英語能力だけでなく、高い専門性、広い視野そして高い人間性を持った人材育成の一旦を担うことができた。



○International Seminar of Frontier of Energy Flow Dynamics in Atomistic and Electronic Scales

平成 21 年 2 月 26 日～27 日東北大学青葉メモリアルホール

本セミナーでは、近年盛んに研究されているディスプレイ、半導体やトライボロジーにおける電子・原子スケールでのエネルギー流れに注目した。当該分野の第一線で活躍する国内外の研究者に講演を行っていただき、電子・原子スケールでのエネルギー流れの将来像について幅広く議論した。大学教授、企業からの研究者、学部生・大学院生を含む計48人が参加した。日本は元より、その国籍は幅広く、アメリカ、フランス、韓国などから数多くの研究者が集結した。

第一日目の 2 月 26 日、座長・大沼宏彰による開会の挨拶からはじまった。第一日目は「*Light emitting materials*」と題して 3 人の先生に講演を行っていただいた。まず、静岡大学の小南裕子先生、産総研の山田浩志先生による招待講演が行われ、その後、韓国 KAIST の Duk Young Jeon 先生による基調講演が行われた。また、夜には懇親会が催された。

第二日目の 2 月 27 日には、「*Tribology*」と題して 3 人の先生に講演を行っていただいた。はじめにフランス Ecole Centrale de Lyon の Jean-Michel Martin 先生に基調講演を行っていただき、その後、東北大学の足立幸志先生、資生堂の柿澤みのり先生に招待講演を行っていただいた。この日は、昼食会が催された。

両日ともに教授だけでなく多くの学生からも活発な議論が行われた。27 日には、学生セッションも併せて開催された。4 人の招待学生を含む計 24 人の学生がこのセッションに参加した。学生セッションは 3 分間の口頭発表と 45 分間のポスター発表から構成され、活発な質疑応答がなされた。また、参加した教授の厳正な審査により「*Outstanding Student Paper Award*」の受賞者が決定し、招待講演者である Ecole Centrale de Lyon の Caroline Mary さん、東北大学の芹沢和実君に贈られた。

最後に、座長・小野寺 拓による閉会の挨拶が行われ FEFDAES は成功裏に終了した。FEFDAES は全ての参加者にとって電子・原子スケールでのエネルギー流れの最前線を学び、また議論する良い機会となった。



8) 学生交流研究発表会

○第1回流動ダイナミクス国際若手研究発表会

平成21年1月14日東北大学流体科学研究所 COE 棟

本プログラムでの初めての試みとして、研究 RA を対象とした研究発表会を開催した。学生が主体的に運営し、学生同士で発表に対するピアレビューを行い、表彰する特徴を持っている。半期毎に自分の研究をまとめ、他の学生や教員から評価を受けることにより自分の研究を見つめ直し、今後の研究に生かすことを目的としている。また、ピアレビューを経験することで、異分野の研究内容を深く理解することにつながり複眼的な人材を育てることとなる。



年末の開催決定から開催まで短期間でかつ自由参加だったにも関わらず、20 件もの発表があり、本 GCOE の RA 学生の志の高さを伺わせた。午前中に 4 分間のショートオーラルプレゼンテーションと 1 時間のポスターセッションを行った。上位 3 名は午後に行われた RA、教員が参加する COE 全体会議で発表し、教員からのアドバイスを受けることができる。初めての試みであったにも関わらず、4 分間の短いプレゼンテーションの中で研究背景から研究内容まで異分野の研究者にもわかりやすい発表が多く行われた。また、ポスターセッションもポスターセッション後に審査の集計を行い、上位 3 名を掲示した。全員、緊張した面持ちで審査結果を待っており、結果掲示後は歓声とため息があちこちで聞かれた。発表後のアンケートでもほとんどの学生が発表会の継続を希望しており、今後、学生のモチベーション向上に向けた取り組みとして継続していく。

今後は学生が主体となりピアレビューに関するガイドラインの策定を行う。また、本発表会は半年に 1 回程度開催し、本 GCOE の RA に関わらず機械系の協力分野からの学生参加も受け入れ、新しい研究交流と研究の芽を育てる予定である。



第1回流動ダイナミクス国際若手研究発表会

平成21年1月14日(水)

<前半の部> ショーとプレゼンテーションおよびポスター発表 発表者計20名

No.	発表者	題 目
P1	河 宗秀	Drag Reduction of a bluff-Body Using Design of Experiment
P2	堀切 文正	The Design Concept for High-Temperature Photo-Electronic Devices using SrTiO ₃
P3	落合 直哉	The Study if Numerical Prediction of Cavitation Erosion
P4	張 志宇	反応焼結 SiC の切削特性及び材料の塑性流動
P5	柳 昌昊	Development for Catheter Motion Tracking System using Poly (vinyl alcohol) Hydro-gel Biomodel
P6	仁木 隆裕	コールドスプレー法によるガスタービン高温部材の損傷補修とその耐久性評価に関する研究
P7	中野 雄大	Mechanism of Control of Heat Transfer in Nanoscale Membranes ナノスケール膜構造における熱・物質輸送構造とその制御
P8	水谷 公一	パウダージェットデポジションの成膜メカニズムに関する研究
P9	豊田 篤	ソニックブームレス超音速複葉旅客機設計
P10	松原 慶典	Ignition Characteristics of N ₂ /O ₂ Plasma Jet in a Subsonic Flow
P11	松本 剛明	ヒューマノイドロボットのインパクト動作の実現
P12	野呂 秀太	マイクロスケール下での流体の高速混合に関する研究
P13	崔 柄一	Mechanism of Mixing Enhanced by Pseudo-Shock Wave
P14	武田 洋樹	動物実験による凍結手術用ペルチェクライオプローブを用いた皮膚凍結手術法の検討
P15	丹羽 栄貴	SrCO ₃ と TiO ₂ から SrTiO ₃ が生成する固相反応の速度論と熱力学的解析
P16	大見 敏仁	水素脆化に対する工学的制御手法に関する研究
P17	何 佳	大規模環境におけるふく射電熱解析 (Numerical Simulation of Radiative heat Transfer for Large-scale Environment)
P18	柴崎 陽介	Effect of an External Magnetic Field on a Rising Air Bubble in s Liquid Metal
P19	鳴海 孝之	分子動力学法における過冷却液体の研究ー動的空間アプローチ
P20	斉藤 泰洋	An Investigation of a Time Step in SIMPLE and SIMPLER Algorithms for Unsteady-state Cavity Flow Calculations

<後半の部> 優秀発表者上位3名 GCOE 全体会議発表

発表順	発表者	題 目
1	水谷 公一	パウダージェットデポジションの成膜メカニズムに関する研究
2	柴崎 陽介	Effect of an External Magnetic Field on a Rising Air Bubble in s Liquid Metal
3	鳴海 孝之	分子動力学法における過冷却液体の研究ー動的空間アプローチ



9) ダブルディグリー共同教育

ダブルディグリー共同教育に積極的に参加し、ダブルディグリー取得の支援を行う。

10) 高度技術経営人材キャリアセンターと連携

センターの高度技術経営塾の聴講を協力に推奨することによって、国際感覚と経営感覚を兼ね備えた高度人材育成を推進し、博士課程後期終了後に、民間企業等にでも活躍できる人材を育成する。

11) 若手研究者国際会議派遣 平成 20 年度 11 名 (平成 20 年 2 月現在)

若手研究者が自らの研究成果を海外で開催される国際会議において発表し、海外の多くの研究者と意見を交換し学ぶ機会を与え、将来、国際プロジェクトマネージャーとして活躍する人材育成を目的とする。



平成 20 年度若手研究者国際会議派遣リスト

派遣者名	職名 学年	学会名	学会開催地	開催期間
米澤 誠仁	D3	The 26 th Congress of International Council of the Aeronautical Science (ICAS2008)	Anchorage, USA	2008年 9/14 - 9/19
永井 大樹	助教	The 26 th Congress of International Council of the Aeronautical Science (ICAS2008)	Anchorage, USA	9/14 - 9/19
熊野 孝保	D3	The 26 th Congress of International Council of the Aeronautical Science (ICAS2008)	Anchorage, USA	9/14 - 9/19
河 宗秀	D2	2008 SAE Commercial Vehicle Engineering Congress & Exhibition	Illinois, Denmark	10/7 - 10/9
松本 祐子	D3	IUTAM Symposium 150 Years of Vortex Dynamics	Lyngby, Denmark	10/12 - 10/16
古舘 美智子	助教	2008 KSAS-JSASS Joint Symposium	Jeju, Korea	11/19 - 11/21
佐々木 大輔	助教	47 th AIAA Aerospace Sciences Meeting	Florida, USA	2009年 1/5 - 1/8
高橋 俊	D3	47 th AIAA Aerospace Sciences Meeting	Florida, USA	1/5 - 1/8
保江 かな子	D3	47 th AIAA Aerospace Sciences Meeting	Florida, USA	1/5 - 1/8
芳賀 臣紀	D3	47 th AIAA Aerospace Sciences Meeting	Florida, USA	1/5 - 1/8
堀切 正文	D3	Solid State Chemistry Conference 2009	Puerto Morelos, Mexico	2/28 - 2/28



IUTAM Symposium 150 Years of Vortex Dynamics



ICAS2008

12) 流体科学分野横断セミナー

若手教員・博士課程学生が集まって、時間の制約等に捕われず自由なムードで分野を横断した議論と情報交換を行い、流体科学/流動ダイナミクスに関する幅広い知識と考え方を養うため、流体科学分野横断セミナーを企画開催した。

平成 20 年度担当： 菊川 豪太 流体科学研究所 助教

第 42 回/平成 20 年 11 月 7 日

発表者：高松 洋教授（九州大学・東北大学流体科学研究所客員教授）

題 目：生体の凍結 -その 1 冷凍の医療応用と細胞の凍結-

発表者：Subhash C. Mishra 教授（IIT, Guwahati）

題 目：Lattice Boltzmann Method Applied to the Solution of Heat Transfer Problems Involving Thermal Radiation

発表者：Sangmin Choi 教授（KAIST）

題 目：Conceptual Design of Oxy-coal Power Generation for Carbon Capture and Storage: A Proposed Lecture Series



第 43 回/平成 20 年 12 月 15 日

発表者：Joël Courbon 教授（INSA-Lyon）

題 目：An insider view of the education methods in French universities

第 44 回/平成 21 年 1 月 19 日

発表者：Joon Hyun Lee 教授

（Pusan National University）

題 目：Challenge for Innovative and Global Education and Research through Brain Korea 21 Program at Pusan National University

第 45 回/平成 21 年 1 月 23 日

発表者：高松 洋教授（九州大学・東北大学流体科学研究所客員教授）

題 目：生体の凍結 -その 2 緩慢凍結による細胞の損傷-



第 46 回/平成 21 年 2 月 25 日

発表者：Patrick Shamberger 氏（ワシントン大学博士課程後期学生）

題 目：Engineering the Field-induced Martensitic Transformation in
Ni-Mn-Sn Magnetocaloric Effect Heusler Alloys

発表者：Vladimir V. Khovailo 上席研究員（ロシア科学アカデミー）

題 目：How giant is "giant" magnetic entropy change in Ni-Mn-Ga alloys?

発表者：伊東 航氏（東北大学工学部博士課程後期学生）

題 目：Kinetic arrest behaviour in NiMnIn based metamagnetic shape
memory alloys

13) 客員教授による実践教育

流体科学研究所の客員教授ポストを本 GCOE 事業推進に充て、若手研究者、
学生の実践的研究・教育指導を行う。平成 20 年度は、国内 3 名、外国人 4 名の
客員教授から教育を受けた。

平成 20 年度

国内客員教授

高松 洋（九州大学 大学院工学研究院 教授）

平成 20 年 10 月 1 日 ～ 平成 21 年 3 月 31 日

二見常夫（日本ユーティリティサブウェイ株式会社 代表取締役副社長）

平成 20 年 4 月 1 日 ～ 平成 20 年 9 月 30 日

永田雅人（京都大学大学院工学研究科 教授）

平成 20 年 10 月 1 日 ～ 平成 21 年 3 月 31 日

外国人客員教授

PROULX, Pierre（アルキャン社客員研究員）

平成 20 年 6 月 15 日 ～ 平成 20 年 7 月 31 日

Minaev Sergey Sergeevich（ロシア科学アカデミー・シベリア支部
理論及び応用力学研究所 主任研究員）

平成 20 年 7 月 20 日 ～ 平成 20 年 10 月 20 日

Xu, Tianfu（ローレンスバークレー国立研究所 Staff Scientist）

平成 20 年 6 月 24 日 ～ 平成 20 年 7 月 23 日

Yigang Ju（プリンストン大学航空宇宙工学科 准教授）

平成 20 年 11 月 4 日 ～ 平成 20 年 12 月 29 日

7. 国際連携活動プログラム

7.1 国際連携拠点の活用

国際的地位の向上と維持を目指して国際共同教育、国際共同研究の推進を行う国際交流拠点であるリエゾンオフィスを中心とした国際連携活動を進めている。ネットワークの構築のみに限らず、実質的な共同研究や人材交流の中核となっている。前 21COE プログラムから継承している「流動ダイナミクスに関する国際会議」において、リエゾンオフィスの特別セッションを開催し、世界各国のリエゾンオフィス代表者を招いて、世界ネットワークの実質的な枠組みの構築や、運用について議論している。その成果として、本 GCOE を中心としたハブだけではなく、海外リエゾンオフィス相互ネットワークとしての共同研究に発展している。また、流体科学研究所にリエゾンオフィス設置機関の研究内容を相互に交換できるデータベースを構築し、実質的な国際共同研究支援を行ってきた。

さらに、この取り組みは国際ジョイントラボラトリー活動も含む組織的な共同研究ネットワークに発展している。つまり、INSA-Lyon や ECL と東北大学がジョイントラボラトリー(ELyT ラボラトリー)を構築し、フランス CNRS の援助をうけて共同研究を行うまでに発展した共同研究の中心的役割を前 21COE が担った。また、流体科学研究所とフランス、イタリア、ギリシャ、アメリカ、オーストラリア、カナダ、イギリス、韓国、インドの間にジョイントラボラトリー (FLOWJOY) を設立し、共同研究プロジェクトを推進している。

7.1.1 マルチステージネットワーク

1) 協定校の紹介

流体科学研究所が世話部局を務める大学間学術交流協定締結機関、および流体科学研究所との部局間学術交流協定締結機関のうち、下記の 30 機関の代表者が「第 5 回流動ダイナミクスに関する国際会議」に参加し、各機関／部局を紹介した。さらに、現在進行中の共同研究についての紹介とともに、将来可能性のある共同研究テーマについても紹介した。これらの発表資料は、今後マルチステージネットワークを形成するうえで貴重な資料であり、連携機関で共有すべきものである。当日の発表資料は、本 GCOE のホームページにおいて公開されている。

Tohoku University, Japan

University of New South Wales, Australia

The University of Sydney, Australia

KTH, Royal Institute of Technology, Sweden

Moscow Lomonosov State University, Russia

INSA-Lyon, France

KAIST, Korea

Syracuse University, USA

Russian Academy of Sciences, Russia

RWTH Aachen University, Germany

Nanjing University, China

National University of Singapore, Singapore

Pohang University of Science and Technology, Korea

Toshiyuki Takagi

Gary Rozengarden

Masud Behnia

Fredrik Lundell

Alexander N. Vasiliev

Joël Courbon

Jae-Hung Han

Hiroshi Higuchi

Oleg P. Solonenko

Herbert Olivier

Jianxian Qiu

Liu Gui-Rong

Abdel-Aleam H Mohamed

National Taiwan University, Taiwan	Jaw-Yen Yang
University of Nottingham, UK	Kwing-So Choi
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, China	Jinhao Qiu
Xi'an Jiaotong University, China	Zhenmao Chen
Pusan National University, Korea	Yoon-Hwae Hwang
Hungarian Academy of Sciences, Hungary	Gabor Vértessy
Cranfield University, UK	Kevin Knowles
University of Toronto, Canada	David Zingg
Academy of Sciences of the Czech Republic, Czech Republic	Milan Hrabovsky
Nanyang Technological University, Singapore	Sam Zhang Shanyong
Chinese Academy of Sciences	Guangheng Wu
Budapest University of Technology and Economics, Hungary	Miklós Zrínyi
University of Trieste, Italy	Carlo Poloni
National Technical University of Athens, Greece	Kyriakos C. Giannakoglou
University of Karlsruhe, Germany	Stefan Höttges
Sungkyunkwan University, Korea	Sun-Jin Song
University of Kentucky, USA	Kozo Saito

2) Parallel Academic Discussion

本セッションにおいては、流動ダイナミクスが重要な役割を担う 4 分野を取り上げ、各セッションにおいて、本 GCOE を通して、どのような連携が可能であるかを議論した。特に、若手研究者の視点から将来を展望してもらうために、4 セッションの進行は流体科学研究所の若手教員が務めた。以下に各セッションの総括を記す。

a) Integrated CFD with Visual Informatics

Chair: Jun Ishimoto and Yuriko Takeshima (Tohoku University, Japan)

東京大学工学研究科の桑名一徳 准教授に、協定校である University of Kentucky との共同研究である、アルミインゴットダイレクトチルキャスティングの融合 CFD 可視化に関する話題を提供していただき、将来の国際共同研究について議論を行った。その結果、流体研と University of Kentucky のジョイントラボを通じ、人材交流を含めたマルチステージネットワーク型共同研究の形成が提案された。これにより、ジョイントラボを用いた遠隔地融合可視化システムや CFD 融合型冶金モニタリングシステムの開発が期待される。

b) Nuclear Engineering

Chair: Tetsuya Uchimoto (Tohoku University, Japan)

これまでに、原子力分野において流体科学研究所と国際共同研究を進めてきた、韓国、フランス、中国、ハンガリーの研究者より、既に実施した共同研究の概要、将来の共同研究・共同教育についての提案、を中心に発表・討論した。まず、韓国・成均館大学校の Song 教授より、原子力構造物の先進的な非破壊評価について、特に超音波探傷法に関して、活動の紹介と、今後の共同研究・教育について提案がな

された。特に、先進的非破壊評価技術については、社会人を対象とした講習会が提案された。続いて、フランスの応用科学院リヨン校(INSA-Lyon)の Joël Courbon 教授より、リヨンにおける原子力工学に関する国際教育プログラムについて紹介がなされた。今後、原子力工学における材料科学分野の拠点がリヨンに形成されつつあるとのことであった。この拠点と本 GCOE との連携が提案された。また、韓国－フランス－日本による非破壊評価のジョイント講習会についても、前向きに検討したいとのコメントがなされた。中国・西安交通大学の陳振茂教授より、中国における原子力産業と、これに関わる教育等の現状について紹介がなされた。中国においては、環境保全とエネルギーセキュリティの観点から、原子力の重要性が高まりつつある。これを受けて、原子力工学の大学教育も重要になっている。かつ、優秀な学生が原子力工学を志望している。これらの原子力教育体制との連携が提案された。続いて、ハンガリー科学アカデミーの Gabor Vértessy 博士より、磁気非破壊評価に関する国際ネットワークについて紹介がなされた。現在、磁気的手法を用いた圧力容器中性子照射脆化評価に関するラウンドロビンテストがなされており、世界の研究機関が参加している。こちらのネットワークとの連携が提案された。

これまで、流体科学研究所と各機関で個別に実施されていた原子力工学に関する共同研究について紹介がなされた。今後、複数の研究機関が参加するマルチネットワーク型共同研究とこれに伴う教育システムの形成が期待される。

c) Plasma / Nano Flow Dynamics

Chair: Takehiko Sato and Takashi Tokumasu (Tohoku University, Japan)

燃焼分野で著名な Princeton 大学の Ju 教授に、”Synthesis of lanthanide doped nanophosphors for energy and biological applications: The role of chemistry and transport” というタイトルで講演頂き、その後、この研究を軸に、共同研究への発展性について議論を行った。発表内容はナノスケールの蛍光体を調合した希土類元素の合成法において、化学反応と輸送現象が担う役割を述べたもので、バイオ関連の分野や燃焼・工学分野の研究者が一同に共同研究に関する議論に参画できる内容であった。その後の共同研究や関連研究に関する議論も大に行われ、今後、これらの議論の中から、革新的・分野横断的な共同研究が行われることが期待される。

d) Biofluid Dynamics

Chair: Makoto Ohta and Atsushi Shirai (Tohoku University, Japan)

これまでに流体科学研究所との密接なつながりを持ってきたシラキユース大学の樋口教授およびシドニー大学の Srinivas 教授の基調講演および話題提供が行われた。その後、将来の共同教育を含んだ共同研究のあり方について議論を行った。その中で、シラキユース大学においてもバイオマテリアル部門が設立されて生体関係の研究者および学生が増えており、全体的に、環境や生体など新分野への流体科学の応用が進んでいるとの紹介があった。また、とくに、最適化など新手法の医療デバイス開発への応用や、実際の生体反応とシミュレーションとの融合についての提案がなされた。そして、今後の研究の発展のためには各専門分野を繋ぐ横断的な研究体制が非常に重要であり、現在の連携に加えて、医学、生理学など、より多方面の研究者の参加が不可欠であるとの結論に達した。

e) Transport Phenomena

Chair: Atsuki Komiya and Gota Kikugawa (Tohoku University, Japan)

これまで数年間にわたり、流体科学研究所と共同研究を推し進めてきたシドニー

大学の Masud Behnia 教授より熱・物質移動に関する話題を提供していただき、今後の二国間及び多国間での共同研究発足に向けた議論を行った。提供された話題は、「Transport Phenomena in high power electric system -A case study in high power amplifier design-」という題目で、現在 Masud Behnia 教授が研究を行っている高出力電気システムに関するものであり、熱・物質移動現象における様々な応用機器の一例として、パワーアンプの熱設計についての事例紹介があった。長距離型のレーダー設計における現在の熱問題についても紹介があり、如何に伝熱問題をモデル化するのかの重要性の説明があった。

本パラレルセッションには比較的若手の研究者が参加し、キーノート講演者は参加者に敢えて、これまでの数多くの“失敗例”を紹介し、それらのデータ・知見を今後のデザインにどう活用していくかの説明があった。また、様々な熱物質移動現象を“機器”として応用する際のデザインを行う上で、どこに焦点を当てるべきか議論した。工学的な応用としては、コストの問題も並行して解決していかなければならないことも紹介され、CFD の有効的な利用についても議論した。セッション終盤には、実験を得意とする研究者、シミュレーションを主とする研究者の両者が諸問題を共有化することによって、最短に問題解決が可能となるデザインを提示し得ることが議論された。また、共同研究に向けては、GCOE のマルチネットワークを介した各機関の情報共有が最重要となることが確認された。

3) リエゾンオフィスセッションの概要及び今後の方針

平成 20 年 11 月 18 日（火）13：30—18：45 まで行われたマルチステージネットワークセッションは、これまで行われてきた 3 回のリエゾンオフィスセッションの拡大版であると言える。国際共同研究は、リエゾンオフィスを中心として非常に活発に行われてきた。その活動は、部局間協定、大学間協定を結んだ世界的な共同研究活動へと大きな広がりを見せている。本年度のリエゾンオフィス活動は、この大きな広がりに対して、情報窓口 (HP) をオープンしリスト化 (データベース化) を行うことで、サポートを行った。今後は、各リエゾンオフィスの体制を強化し、複数の共同研究を束ねるような活動を通して、通年で滞在する研究者、研究員、学生に対してサポートを行っていく。

7.2 日仏ジョイントエリートラボの支援

ElyT Lab は、Engineering and Science Lyon Tohoku Laboratory の略で、5 分野 24 のグループから構成され、活動を行っている。東北大学と国立中央理工学校リヨン校 (ECL) および国立応用科学院リヨン校 (INSA-Lyon) との共同研究・共同教育がフランスの CNRS の LIA 事業に本年度採択され、2008 年 12 月 1 日に調印式を行った。流体科学研究所からは 6 グループが参加し、高木教授はリサーチコーディネータとして参加している。6 グループの内訳は以下のとおりである。

B1 (T)	Bio Tribology of Catheters <i>BioCath</i>	Vincent Fridici, Makoto Ohta
R1	Non Destructive Evaluation & Mitigation <i>NDE & Mitigation</i>	Joël Courbon, Tetsuya Uchimoto
F1	Heat and Mass Transfer Properties of Biological Surface Morphologies <i>BioHeatMassTransf</i>	Benoit Pier, Atsushi Shirai

F2	Radiative properties of complex materials for design and control of engineering systems <i>RadiativMat</i>	Rodolphe Vaillon, Shigenao Maruyama
T2 (F)	Nano-Scale Modeling of Tribological Interfaces <i>NaSMoTI</i>	Philippe Vergne, Takashi Tokumasu
T4	Tribologically-based Design Strategies for Advanced Carbon Coatings <i>CarbonCoat</i>	Julien Fontaine, Hiroyuki Miki

流体科学研究所と INSA-Lyon は 15 年以上前からスマートマテリアルの分野で国際共同研究を行ってきた。そして ECL を含め、これまでも IRCP(International Research Corporation)、世界拠点形成、core to core 等が流体研を中心に採択され、研究が進められてきた。また、産学連携も視野に入れた日仏ジョイントセミナーは流体研や本学を中心として毎年行われ、本年度は 4 回目(2008 年 12 月 1、2 日)を行った。ElyT Lab は、バイオ、安全、ナノ・マイクロ技術、フロー、トライボロジーの分野において現在と将来起こりうる社会的必要性に対処することを目的としている。

GCOE では、この日仏の関係をさらに強固にするため、支援を行っている。

7.3 多国間共同研究の支援

世界に誇る先導的研究設備をコアに海外の相互リエゾンオフィスを活用した国際共同研究を重点的に展開することにより、流体科学における世界レベルでの戦略的研究を推進し、世界の流体科学における学術研究の進展に寄与し、そしてグローバルな視点から流体科学に関する国際交流と人材育成を積極的に展開し、流体科学研究所における国際研究拠点を確立することを目的としてリエゾンオフィスを通じた公募による国際共同研究プロジェクトを進めている。

本 GCOE では、リエゾンオフィスを通じた共同研究・教育を中心的な方策としてあげてある相互リエゾンオフィスを管理運営する立場からプロジェクトを支援している。

平成 20 年度 特別教育研究経費－世界拠点形成事業－申請一覧
流体科学研究所 国際共同研究プロジェクト
リエゾンオフィスを通じた多国間共同研究プロジェクト

整理番号	新規継続	研究課題	事業計画期間	申請者	学内共同研究者		相手側研究機関
1	継続 3	バイオマスガス化用水安定化アーク最適化シミュレーション	H20.9.10～ H20.12.9	西山秀哉	高奈秀匡	流体研	チェコ科学アカデミープラズマ物理研究所
2	隔年継続	実験・理論・数値計算の協調によるマイクロ燃焼の機構解明とその応用に関する日米韓露印－五ヶ国国際共同研究	H17.8.1～ H18.3.31 H19.7.10～ H20.3.31 H20.6.25～ H21.3.31	丸田薫	中村寿	流体研	Princeton 大学他

3	継続 2	流動ダイナミクス国際 融合ジョイントラボラ トリー	H19.9.1～ H20.3.31 H20.7.1～ H21.3.31	早瀬敏幸	高木敏行 圓山重直 小林秀昭 大林茂 丸田薫 伊藤高敏 太田信 山越隆男	流体研 流体研 流体研 流体研 流体研 流体研 流体研	ECL(フラ ンス)他
4	新規	生体流動コンソーシア ムの形成	H20.7.1～ H22.3.31	太田信	中山敏男	医工学 研究科	ジュネーブ 大学(スイ ス)他
5	新規	原子力構造材料の先進 的非破壊評価に関する 研究	H20.7.1～ H22.6.30	内一哲哉	高木敏行 渡辺豊 小川和洋 山本敏弘	流体研 工学部 工学部 流体研	フランス国 立応用科学 院リヨン校 他
6	新規	高クヌッセン数流れの 高速数値解法の開発及 びその応用 -マイクロ気体流の3次 元大規模計算と実験に よる革新的マイクロ流 体システムの提案-	H20.7.1～ H22.3.31	米村茂	高木敏行 徳増崇 三木寛之 竹野貴法	流体研 流体研 流体研 国際高 等融合 領域研 究所	ロシア科学 アカデミー 他
7	新規	次世代多機能コーティ ング技術及び機能性表 面の設計法の研究開発	H20.7.1～ H22.3.31	三木寛之	高木敏行 足立幸志 大塚誠 竹野貴法	流体研 工学部 多元研 国際高 等融合 領域研 究所	ECL(フラ ンス)他
8	新規	2成分磁性コロイド一層 膜における結晶相図に ついてのH. Löwen教授 グループとの共同研究	H20.7.1～ H22.3.31	寺田弥生	徳山道夫	WPI	ハイネリッ ヒ・ハイネ 大学(ドイ ツ)
9		AFI/TFI2008開催経費	H20.12.19 ～ H20.12.20	寒川誠二	流体研 全体		

7.4 流動ダイナミクス国際融合ジョイントラボラトリー (FLOWJOY)

平成19年度、流動ダイナミクス国際融合ジョイントラボラトリー (FLOWJOY) が流体科学研究所に設置された。その目的は、流体科学に関する国際拠点研究機関として、流動ダイナミクスに関する融合的な世界的人材育成のため、海外リエゾンオフィス等を通じたマルチネットワークによる国際共同研究・国際教育プログラムを推進することである。委員会は、早瀬敏幸所長を委員長とし、プロジェクトリーダーと国際交流推進室員である圓山重直教授、高木敏行教授、大林茂教授、丸田薫教授、太田信准教授、佐藤義幸特任教授、山越隆男事務長の計8名で構成されている。FLOWJOYの事務は、流体科学研究所国際交流推進室で行い、本GCOEでは必要なサポートを行っている。

平成20年度は、以下の3件のプロジェクトが採択された。

プロジェクト名：ナノクラスタ金属を含む非晶質炭素コーティングにおける導電性と接触の制御

The Design of Conductivity and Contact Surface: DECO Laboratory

	氏 名	所 属	職 名
研究組織	高木 敏行 三木 寛之 竹野 貴法	東北大学 流体科学研究所 東北大学 流体科学研究所 東北大学国際高等研究教育機構 国際高等融合領域研究所	教授 助教 助教
	足立 幸志	東北大学 工学研究科	准教授
	Julien Fontaine Michel Belin 伊藤 耕祐	国立中央理工科学学校リヨン校 国立中央理工科学学校リヨン校 国立中央理工科学学校リヨン校	准研究員 研究技師 博士研究員
プロジェクト研究の概要	省資源と省エネルギーに貢献し、信頼性と耐久性に優れた、より高性能な機械の設計のために、従来の「形と材料の設計」に加え「導電性と接触面の設計」に必要な技術を開発する。その設計に適した硬質炭素膜による表面技術の開発と低摩擦・低摩擦現象の定量評価を実施し、硬質炭素膜を基盤とした多様な用途に適用可能な先進的コーティング技術を確立する。		
プロジェクト経費	研究費の概算額（物件費、旅費、その他） 物件費 GCOE 流体融合プロジェクト研究推進費、運営交付金、科研費 旅費 GCOE 流体融合プロジェクト研究推進費、運営交付金 科研費、その他 適宜協議して支弁する		
使用する主な研究設備	硬質炭素膜成膜装置（流体研） 原子間力顕微鏡（流体研） 薄膜強度評価装置（流体研） 導電性同時評価摩擦摩耗試験機（Ecole Centrale de Lyon）		
研究期間	平成 21 年 1 月 5 日～21 年 3 月 31 日		

プロジェクト名：国際連携研究による実用化設計探索手法の開発

Development of Design Exploration Method for Real-World Design Problem by International Collaborations

	氏 名	所 属	職 名
研究組織	大林 茂 (PL) 中橋 和博 鄭 信圭 佐々木 大輔	流体科学研究所 工学研究科 流体科学研究所 工学研究科	教授 教授 准教授 助教
	C. Poloni V. Pediroda K. Giannakoglou A. Meade K. Srinivas D. Zingg K. Knowles E. Naylor J. Han	University of Trieste University of Trieste National Technical Univ. of Athens Rice University University of Sydney University of Toronto Cranfield University Cambridge University KAIST	教授 准教授 教授 教授 教授 教授 教授 研究員 副教授

	K. Lee D. Hardoon	Pusan National University University College London	准教授 研究員
プロジェクト研究の概要	輸送は経済の基本であると同時に、地球温暖化の主要因になっている。これらの問題点を解決するためには、輸送機関の最適設計による効率改善が不可欠である。このジョイントラボは、最適化、データマイニング、データ融合および融合計算技術の国際連携研究を推進し、ターボ機械と航空宇宙を主な適用分野として効率改善を図り、経済成長・地球温暖化問題の解決を図る。さらに、開発された技術の適用分野としては、医療応用などその他の流体分野も視野に入れる 研究実施計画（研究目的を達成するための研究計画・方法等） 1. 最適化ツールの GUI 化 今年度はこれまで開発した最適化ツールに GUI 機能を追加し、プロジェクト組織内のツール共有化を行う 2. データマイニング データマイニング手法を評価するためのベンチマークデータベースの作成を行う。 3. キックオフミーティング開催 キックオフミーティングを実施し、今年度の研究成果報告及び来年度以後の研究計画に関する協議を行う。		
プロジェクト経費	研究費の概算額（物件費、旅費、その他） ①物件費 事業推進担当者外部資金、運営交付金を充てる ②旅 費 派遣、招聘等旅費 GCOE 補助金を充てる。 ③その他 必要に応じて措置する。負担区分はその都度協議する。		
使用する主な研究設備	・スーパーコンピュータ		
研究期間	平成 21 年 1 月 4 日～平成 21 年 3 月 31 日		

プロジェクト名：Measurement of Radiative Properties in Micro-Nano Structure

	氏 名	所 属	職 名
研究組織	圓 山 重 直 小 宮 敦 樹 櫻 井 篤	東北大学流体科学研究所 東北大学流体科学研究所 新潟大学工学部	教授 講師 助教
	Vaillon Rodolphe Masud Behnia Mishra Subhash Chandra	INSA de Lyon The University of Sydney Indian Institute of Technology	教授 教授 教授
プロジェクト研究の概要	表面にマイクロ・ナノ構造およびナノ粒子群を有した機能性反射板のふく射特性を解明する。ナノ粒子群の数密度や粒径分布をパラメータとした数値解析を行い、可視から近赤外における波長領域での反射特性を選択的に制御する構造を検討する。反射板の特性は数値解析で評価し、あわせて実験的にもデータを取得する。そのために可視光から近赤外領域の分光光度が計測可能な光度計を使用する。		

プロジェクト経費	研究費の概算額（物件費、旅費、その他） 物件費：GCOE 補助金を充てる。 旅 費：GCOE 補助金・派遣旅費等を充てる。 その他：必要に応じて措置する。
使用する主な研究設備	フーリエ変換赤外分光光度計（流体研） 紫外・可視分光光度計（流体研）
研究期間	H21.1.5－H21.3.31

7.5 リエゾンオフィスを通じた主な国際交流実績

○ニューサウスウェールズ大学・シドニー大学との交流実績

- ・ 2008 年 6 月 25 日から 7 月 1 日まで、シドニー大学の M. Behnia 教授が、ダブルディグリーの打合せのために流体研を訪れた。
- ・ 2008 年 9 月 10 日から 9 月 18 日まで、流体研太田研究室の学生奥野健二郎氏(M2)が core to core プロジェクトでシドニー大学へ滞在した。
- ・ 2008 年 9 月 11 日から 9 月 14 日まで、流体研の高木敏行教授と太田信准教授がシドニー大学を訪問し、core to core セミナーおよび東北大学とシドニー大学との共同教育・協議に関する会議に出席した。
- ・ 2008 年 10 月 2 日から 11 月 16 日まで、シドニー大学の学生 D. S. Lee 氏が、GCOE のインターンシップ学生として流体研に滞在した。
- ・ 2008 年 11 月 9 日から 11 月 20 日まで、シドニー大学の K. Srinivas 教授が流体研の太田信准教授との共同研究のため共同研究員として流体研に滞在した。
- ・ 2008 年 11 月 17 日から 19 日に仙台エクセルホテル東急にて開催された「第 5 回流動ダイナミクスに関する国際会議」(The 5th International Conference on Flow Dynamics) に、シドニー大学の M. Behnia 教授および K. Srinivas 教授、が OS9 マルチステージネットワークセッションに出席・講演した。また、S. Nagarathinam 氏が OS8 学生セッションに招待され発表した。UNSW からは、G. Rosengarden 教授が OS9 マルチステージネットワークセッションに出席・講演し、A. Sinclair 氏が OS8 学生セッションに参加した。
- ・ 2009 年 1 月 10 日から 2 月 20 日の期間、シドニー大学の学生 Luthfi 氏が、GCOE インターンシップ受入学生として流体研に滞在した。
- ・ 2009 年 1 月 17 日から 21 日まで、流体研小宮講師と圓山研究室の学生武田洋樹氏(D2)がニューサウスウェールズ大学を訪問し、core to core プロジェクト、およびマイクロチャネル内における物質拡散場の高精度計測に関する共同研究に向けた議論を行った。

- 2009年1月31日から3月24日の期間、多元研水崎研究室の学生堀切文正(D3)が、GCOE インターンシップ派遣学生としてシドニー大学に滞在した。
- 2009年2月1日から2月20日の期間、シドニー大学の M. Behnia 教授が流体研を訪問し、圓山重直教授とラピュタ計画に関する共同研究を行った。また、2月27日には、GCOE 国際評価委員会に出席した。
- 2009年2月25日より流体研の小宮敦樹講師がシドニー大学を訪問し、シドニー大学の学生 S. Nagarathinam 氏と共同研究の数値計算に係る打ち合わせを行った。
- 2009年3月1日から3月21日の期間、工学部澤田研究室の学生石向桂一(D3)が、GCOE インターンシップ派遣学生としてシドニー大学に滞在する予定である。
- 2009年3月23日から26日まで、太田信准教授と冨田典子 GCOE ポスドクが共同研究立ち上げのためにシドニー大学へ滞在する予定である。
- 2009年3月に、K. Srinivas教授が流体研太田信准教授との脳動脈瘤ステントに関する共同研究のため流体研に滞在する予定である。

○モスクワ国立大学との交流実績

- 2008年11月17日から19日に仙台エクセルホテル東急にて開催された「第5回流動ダイナミクスに関する国際会議」(The 5th International Conference on Flow Dynamics) に、モスクワ国立大学の A. N. Vasiliev 教授が OS9 マルチステージネットワークセッションに出席・講演した。また、T. Vasilchikova 氏と K. Klimov 氏が、OS8 学生セッションに参加し発表した。
- 2008年11月20日から21日に、モスクワ国立大学の A. N. Vasiliev 教授 T.Vasilchikova 氏、及び K. Klimov 氏が流体研に滞在し、流体研高木敏行教授と磁性形状記憶合金に関する共同研究打合せを行った。
- 2008年12月2日から12日及び2009年2月18日から25日に、ロシア科学アカデミーの V. Khovaylo 博士が、流体研高木敏行教授、三木寛之助教との共同研究のため流体研に滞在した。具体的には「次世代多機能コーティング技術及び機能性表面の設計法の研究開発」の枠組みにおいて磁場応答性を有する新しいマイクロアクチュエータ・センサ材料 (NiMnGa 系) について、試料作製ならびに物性評価を行った。

○スウェーデン王立工科大学 (KTH) との交流実績

- 2008年11月17日から19日に仙台エクセルホテル東急にて開催された「第5回流動ダイナミクスに関する国際会議」(The 5th International Conference on Flow Dynamics) に、スウェーデン王立工科大学の F. Lundell 教授が OS9 マルチステージネットワークセッションに出席・講演した。また、O. Tammisola 氏が OS8 学生セッションに参加し、発表を行った。将来の航空機の摩擦抵抗低減に関する情報交換等打ち合わせを実施した。なお、流体研小濱泰昭教授は平成

21 年 3 月末にて定年退職となるために、KTH との共同研究窓口は内一哲哉准教授に交代することになった。

- ・ スウェーデン王立工科大学 F. Lundell 教授、シラキウス大学樋口博教授、および流体研の早瀬敏幸教授でパルプに関する共同研究を立ち上げるようになった。

○シラキウス大学との交流実績

- ・ 流体研の高奈秀匡助教が2008年10月30日から11月1日までシラキウス大学へ滞在し、シラキウス大学の樋口博教授主催でセミナーを行い、プラズマの医療応用、特に歯科治療への応用とMR流体を用いた血流の制御に関する発表および討論を行った。
- ・ 2008 年 11 月 5 日から 11 月 6 日に流体研の早瀬敏幸教授・山越隆男事務長がシラキウス大学を訪問し、東北大学とシラキウス大学の大学間協定のシラキウス大学における調印式を執り行った。
- ・ 2008 年 11 月 17 日から 19 日に仙台エクセルホテル東急にて開催された「第 5 回流動ダイナミクスに関する国際会議」(The 5th International Conference on Flow Dynamics) に、シラキウス大学樋口博教授が OS9 マルチステージネットワークセッションに出席・講演した。
- ・ 2008年11月19日、東北大学井上明久総長、植木俊哉理事、工学研究科内田龍男工学研究科長、澤田恵介教授、流体研早瀬敏幸教授、山越隆男事務長、シラキウス大学樋口博教授が出席のうえ、東北大学とシラキウス大学の大学間交流協定書の調印式を執り行い、大学間学術交流協定を締結した。
- ・ 2008年11月20日、シラキウス大学樋口博教授が流体科学研究所の国際研究協議会協議員として同協議会に出席した。
- ・ シラキウス大学の樋口博教授が、2009年1月13日より3月3日までGCOEで招聘、流体研へ滞在し、太田信准教授と脳動脈瘤内の流れに関して、また早瀬敏幸教授がパルプの流動の研究および曲がり管の動きに関する共同研究を行なっている。

○韓国科学技術院 (KAIST) との交流実績

- ・ 2008 年 11 月 7 日に開催された第 42 回分野横断セミナー (GCOE セミナー) に、KAIST の S. Choi 教授が出席し、招待講演及び研究討論を行った。
- ・ 2008 年 11 月 17 日から 19 日に仙台エクセルホテル東急にて開催された「第 5 回流動ダイナミクスに関する国際会議」(The 5th International Conference on Flow Dynamics) に、KAIST の J. H. HAN 教授が OS9 マルチステージネットワークセッションに出席・講演した。また、C. Park 教授が、Plenary Lecture を行った。
- ・ 2009 年 2 月 26 日から 3 月 1 日の期間、KAIST の D. Y. Jeon 教授がグローバル

COE “Frontier of Energy Flow Dynamics in Atomistic and Electronic Scales”
に出席し、招待講演を行う。

- ・ 2009 年 2 月 27 日に開催される GCOE 国際評価委員会に、KAIST の H. D. Shin 教授が評価委員として出席する。

○フランス国立応用科学院（INSA-Lyon）とフランス中央理工科学学校リヨン校（ECL）の交流実績

- ・ 2008 年 5 月 11 日から 7 月 14 日まで、及び 9 月 13 日から 11 月 17 日まで流体研の徳増崇准教授が、客員教授として INSA-Lyon へ滞在した。また、6 月 23 日に、“Nano-Scale Modeling of Tribological Interfaces”と題する講演を行った。
- ・ 2008 年 5 月 23 日から 6 月 28 日に、流体研の太田信准教授が客員教授として、ECL へ滞在した。また、6 月 23 日に“Bio tribology of catheters”と題する講演を行った。
- ・ 2008 年 5 月 25 日から 2008 年 7 月 2 日まで、流体研の三木寛之助教が ECL に滞在し、導電性硬質非晶質炭素の摩擦挙動と導電性との関係性評価（core to core プロジェクト）を行った。また、6 月 23 日に“Tribologically-based design strategies for advanced carbon coatings”と題する講演を行った。
- ・ 2008 年 6 月 19 日から 6 月 26 日まで、流体研高木研究室の学生菅原敏文氏（M2）が ECL へ core to core プロジェクトのために滞在し、導電性硬質非晶質炭素の摩擦挙動と導電性との関係性評価を行った。
- ・ 2008 年 6 月 22 日から 6 月 26 日まで、流体研の高木敏行教授が INSA-Lyon および ECL を訪問し、先端拠点形成事業（core to core プロジェクト）の 2008 年度の研究計画について打合せを行った。
- ・ 2008 年 6 月 22 日から 8 月 4 日まで、流体研の内一哲哉准教授が INSA - Lyon へ滞在し電磁非破壊評価に関する共同研究の打合せを行った。また、6 月 23 日に“Non Destructive Evaluation & Mitigation”と題する講演を行った。
- ・ 2008 年 6 月 23 日に、ElyT lab および core to core セミナーを ECL で開催した。
- ・ 2008 年 6 月 26 日から 7 月 6 日まで日本学術振興会特別研究員の山本剛氏（流体研高木研究室）が INSA-Lyon および ECL を訪問し、カーボンナノチューブの摩擦摩耗特性の評価に関する共同研究の打合せを行った。
- ・ 2008 年 6 月 29 日から 7 月 8 日まで、流体研の小宮敦樹講師が INSA-Lyon に滞在し、マイクロ・ナノ構造体のふく射特性計測に関する共同研究に関する議論をした。
- ・ 2008 年 8 月 28 日から 9 月 2 日まで、流体研の太田信准教授がまた、流体研太田研究室の学生間々田圭祐氏（M1）が 2008 年 8 月 28 日から 9 月 29 日まで core to

core プロジェクト の PVA に関する共同研究のため INSA-Lyon に滞在した。

- 大学院教育改革プログラム「機械工学フロンティア」の一環として、2008 年 9 月 14 日から 9 月 28 日まで、流体研高木研究室の学生塩田裕之氏 (M1) と及川諒太氏 (M1) が INSA-Lyon に滞在し、カーボンナノチューブの TEM 観察、音響、特性評価、電磁特性評価のモデリングに関する共同研究を実施した。
- 2008 年 9 月 18 日に、流体研太田研究室の学生間々田圭祐氏 (M1) が core to core セミナーで講演した。
- 2008 年 9 月 19 日から 10 月 21 日まで、流体研太田研究室の学生小助川博之氏 (D1) が core to core プロジェクトの PVA に関する共同研究のために滞在した。
- 2008 年 10 月 2 日から 10 月 20 日まで、流体研高木研究室の学生菅原敏文氏 (M2) が ECL へ滞在し core to core プロジェクトの共同研究である導電性硬質非晶質炭素の摩擦挙動と導電性との関係性評価を行った。
- 2008 年 10 月 12 日から 19 日まで、流体研の三木寛之助教が、ECL へ滞在し導電性硬質非晶質炭素の摩擦挙動と導電性との関係性評価を行った。
- 2008 年 10 月 15 日に、流体研太田研究室の学生小助川博之氏 (D1) が core to core セミナーで講演した。
- 2008 年 10 月 19 日から 12 月 21 日まで INSA-Lyon の J. Courbon 教授が流体研高木敏行教授、内一哲哉准教授との共同研究のため、流体研に滞在した。具体的には、原子力発電設備における極限流動誘起による損傷評価に関する共同研究を実施した。また、ジョイントラボラトリーを通じて、原子力極限融合流動に関する日仏 (INSA-Lyon-東北大学-フランス電力公社) の共同教育・共同研究の枠組みについて議論を行った。また、第 5 回流動ダイナミクスに関する国際会議に出席し、ジョイントラボラトリーを通じたこれまでの取り組みを紹介すると共に、多国間への展開について議論をした。
- 2008 年 11 月 17 日から 19 日に仙台エクセルホテル東急にて開催された「第 5 回流動ダイナミクスに関する国際会議」(The 4th International Conference on Flow Dynamics) に、INSA-Lyon の J. Courbon 教授が OS9 マルチステージネットワークセッションに出席・講演した。また、G. Diguët 氏と J. Faucheu 氏 及び、ECL の M. Ruet 氏が OS8 学生セッションに参加し、発表を行った。
- 2008 年 11 月 29 日から 12 月 7 日まで V. Fridrici 助教が仙台に日仏ジョイントラボワークショップの参加と、core to core プロジェクトの PVA に関する共同研究のために滞在した。
- 2008 年 12 月 2 日に、東北大学、ECL、INSA-Lyon のジョイントラボラトリーである Science and Engineering Lyon-Tohoku Joint Laboratory 設置の調印が、3 者に加え、CNRS, Region Rhone-Alpes を含めて行われた。これに伴い、12 月 1 から 2 日にワークショップが開催され、フランス側より 45 名、東北大学側

より 59 名の参加者を得た。ジョイントラボラトリーで取り組む 5 項目の研究テーマ（バイオ、ナノ・マイクロ、信頼性、流動、トライボロジー）について、現在実施している共同研究の概要と将来展望がなされた。少なくとも 16 の共同研究が既に進行中であることが確認された。

- 2008 年 12 月 15 日に開催された第 43 回分野横断セミナー（GCOE セミナー）に、INSA-Lyon の J. Courbon 教授が出席し、招待講演及び研究討論を行った。
- 2009 年 1 月 3 日から 20 日まで流体研太田研究室の学生小助川博之氏（D1）が core to core プロジェクトの PVA 共同研究のため、滞在した。
- 2009 年 1 月 17 日から 21 日まで流体研の白井敦准教授が、core to core プロジェクトのため ECL を訪問し、白血球と血管内皮細胞との粘着・摩擦特性計測およびモデリングに関する共同研究の打合せを行った。
- 2009 年 2 月 9 日から 16 日まで ECL の Sandrin Bec 博士が流体研高木敏行教授、三木寛之助教との共同研究のため流体研に滞在した。具体的にはナノインデンテーションと材料の評価について議論を行った。また、2 月 12 日には特別講演会「Rheological properties of thin films measured by nanoindentation temperature and time effects」を開催した。
- 2009 年 2 月 11 日から 3 月 1 日まで流体研太田研究室の学生間々田圭祐氏（M1）が core to core プロジェクトの PVA 共同研究のため、滞在している。
- 2009 年 2 月 18 日から 2 月 26 日まで三木寛之助教が core to core プロジェクトのため、滞在した。
- 2009 年 3 月 15 日から 3 月 23 日まで白井敦准教授が共同研究推進のため、滞在する予定である。
- 2009 年 3 月 26 日から 3 月 31 日まで、高木敏行教授と内一哲哉准教授、小川和洋准教授（工学研究科）が国際拠点形成事業を通じた共同研究打ち合わせのため INSA-Lyon、ECL を訪問し、共同研究における役割分担の確認、共同教育に関する意見交換を行う予定である。

8. 事業推進担当者の取り組みと実績

氏名 圓山 重直



所属 流体科学研究所・教授（工学博士）
専門 伝熱工学
研究課題
マイクロ・メガスケール熱流動現象の解明
E-mail: maruyama@ifs.tohoku.ac.jp
Tel: 022(217)5243

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

事業推進担当者の研究分野では、熱流動に関するマイクロスケールからメガスケールの現象の解明とその応用について取り組んできた。生体細胞におけるマイクロスケールでの高精度伝熱制御可能なクライオプローブの開発および温熱治療器の製作・検討を行ってきた。またマイクロ・ナノ構造におけるふく射輸送方程式を解き、波長選択性を有した機能性膜の開発も行っている。海洋緑化計画（ラピュタ計画）では、メガスケールの流動現象の解明のためにマリアナ海域及び沖ノ鳥島での海洋実験を模擬した大規模数値シミュレーション等を、種々の乱流モデルを用いて行い、深層水汲み上げメカニズムの解明を行っている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際会議>

名 称：GCOE, IFS – Tsinghua University Joint Workshop

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開 催 国：中 国

開催期間：2008.10.27 ～ 2008.10.28

役 割：オーガナイザー

名 称：5th International Conference on Flow Dynamics

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開 催 国：日 本

開催期間：2008.11.17 ～ 2008.11.19

役 割：議長

<招待講演>

講 演 先：第35回日本低温医学会総会

講演題目：Heat-transfer control of biological tissue utilizing non-equilibrium thermo-electric device for precise cryosurgery

講 演 日：2008.11.21

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. LAPUTA計画（海洋緑化計画）

海洋深層水を海面付近に湧昇させるメガスケール海洋実験を模擬した数値計算を行った。種々の乱流モデルを用いた計算を行い、栄養分が豊富に含まれる深層水は表層海流により十分に表層展開・散布され、海洋牧場の実現が大いに期待できることが分かった。また、パイプ形状の検討を行い、波浪潮流によるパイプ抵抗の測定実験を行った。これにより、実際の海域でのパイプ傾きに関する定量的な評価を行った。

2. 熱電素子を用いた伝熱制御と医療機器への展開

ペルチェ素子を用いることで精密温度制御を実現し、医療機器への展開を図っている。冷却／温熱治療機器を開発し、臨床試験を通して機器の性能評価を行うとともに、種々の手術（施術）に対してどのよ

うな温度特性を有する機器が適当であるかの検討を行っている。また、高精度温度制御によるクライオプローブ、および生体深部の局所脳冷却器の実用化に向けた温度制御の実験的研究も行っている。

3. 複雑形状システムの複合伝熱解析

数値解析を用いて液相中の気泡群／大気中の液滴群を通過するふく射伝播を計算し、ふく射伝熱制御の解析を行っている。粒子群による散乱を紫外域から近赤外域の広範囲で計算することにより、伝熱制御の他に景観の制御（色彩制御）についても評価している。また、ふく射伝熱および対流伝熱を考慮した計算コードの開発を行い、炉などの高温場での伝熱形態を評価している。

4. 波長選択性を有した機能性膜の開発

ふく射エネルギー伝播の観点から、可視領域の太陽光反射を低減し、かつ近赤外領域の反射を増加させる機能を有する機能性膜の開発を行っている。数値解析により膜に混入するナノ粒子群の最適粒径分布・粒子密度を求め、また膜厚の評価をしている。併せて、機能性膜を独自に製作し、そのふく射特性を計測することで実験的に評価を行っている。

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 知崎 正純
「海洋深層水と海洋メタンハイドレートの有効利用に関する研究」
2. 機械システムデザイン工学専攻 高島 茂
「温熱治療における高精度伝熱制御に関する研究」

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 平尾 洋
「競技用電気自動車の空気抵抗低減に関する研究」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. S. Maruyama, H. Nakai, A. Sakurai and A. Komiya
Evaluation Method for Radiative Heat Transfer in Polydisperse Water Droplets
Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, Vol.109, (2008), pp. 1-15.
2. R. Ibuki, S. Maruyama, A. Komiya, and T. Yambe
Design of Plate-type Actuator using SMA Wire for Assistant Artificial Heart Muscle
Journal of Intelligent Material Systems and Structures, Vol.19, (2008), pp. 359-365.
3. S. Maruyama, J. Okajima, A. Komiya, and H. Takeda
Estimation of Temperature Distribution in Biological Tissue by Using Solutions of Bioheat Transfer Equation
Heat Transfer-Asian Research, Vol.37, (2008), pp. 374-386.
4. S. Maruyama, J. Okajima, A. Komiya, and H. Takeda
Estimation of Temperature Distribution in Biological Tissue by Using Solutions of Bioheat Transfer Equation
Heat Transfer-Asian Research, Vol.37, (2008), pp. 374-386.
5. A. Sakurai, S. Maruyama, A. Komiya and K. Miyazaki
Three-Dimensional Phonon Transport Simulation for Nano/Microstructured Materials International Journal of NANOSCIENCE, Vol.17, No.2,3, (2008), pp.103-112.
6. 山田昇、長谷川豊、円山重直
都市キャニオン空間のふく射伝熱におけるふく射性ガスの影響
日本機械学会論文集（B編）, Vol.74, No.748, (2008), pp.2615-2620.
7. S. Maruyama, A. Komiya, H. Takeda, and S. Aiba
Development of Precise-temperature controlled Cooling Apparatus for Medical Application by Using Peltier Effect
2008 International Conference on BioMedical Engineering and Informatics. (2008)
8. H. Takeda, S. Maruyama, J. Okajima, S. Aiba, A. Komiya
Precise Control of Cooling and Heating Rate Utilizing Peltier Cryoprobe for Crosurgery
The 19th International Symposium on Transport Phenomena-ISTP-19. (2008).

9. A. Komiya, N. Williamson, N. Srinarayana, M. Behnia, S.W. Armfield, and S. Maruyama
Visualization of Upwelled Saline Flow and its Transition Behaviour from Steady to Oscillatory Regimes
The 19th International Symposium on Transport Phenomena-ISTP-19. (2008).
10. M. Chisaki, S. Maruyama, M. Perrette, A. Komiya and T. Yabuki
A Comparison for Diffusion Process of Artificial Upwelling of Nutrient-Rich Seawater Simulated by
- Model and Large Eddy Simulation
2nd International Forum on Heat Transfer-IFHT2008. (2008).
11. S. Takashima, N. Ogasawara, S. Maruyama, A. Komiya, T. Seki and T. Yambe
Development of Precise Heat Transfer Control Dvices for Thermal Therapy
2nd International Forum on Heat Transfer-IFHT2008. (2008).
12. M. Baneshi, S. Maruyama, A. Komiya
The Effect of Particle Size Distribution on Performance of a Pigmented Coating Considering both Thermal
and Aesthetic Effects
The 7th JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference. (2008).
13. S. Maruyama, H. Nakai, A. Sakurai and A. Komiya
Evaluation Method for Radiative Heat Transfer in Polydisperse Water Droplets
Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, Vol. 109, No. 1, (2008-1), pp. 1-15.
14. A. Safavinejad, S. Maruyama, S. H. Mansouri, A. Sakurai
Optimal Boundary Design of Radiant Enclosures Using Micro-Genetic Algorithm(Effects of Refractory
Properties and Aspect Ratio of Enclosure on Heaters Setting)
Journal of Thermal Science and Technology, Vol.3, No.2 (2008), pp.179-194

【書籍】

1. 日本機械学会論文集 (B編)
2. 2008 International Conference on BioMedical Engineering and Informatics
3. The 19th International Symposium on Transport Phenomena
4. 2nd International Forum on Heat Transfer
5. The 7th JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference
6. Journal of Thermal Science and Technology
7. Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer
8. Journal of Intelligent Material Systems and Structures
9. Heat Transfer-Asian Research
10. JSMEテキストシリーズ 演習 伝熱工学 (専門書)

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表 (査読なし)】

1. J. Okajima, H. Takeda, A. Komiya, and S. Maruyama
Possibility of Micro-Cryosurgery Utilizing Cooling Needle
16th International Conference on Mechanics in Medicine and Biology-ICMMB-16 2008. (2008).
2. M. Baneshi, S. Maruyama, A. Komiya
Optimization of Pigmented Coating Considering Thermal And Aesthetic Effects: Comparison between some
Common White Pigments
Proceedings of Mechanical Engineering Congress, 2008 Japan(MECJ-08), Vol.3, (2008), pp.25-26.
3. A. Komiya, J. Okajima, S. Maruyama and S. Moriya
Estimation of Concentration Dependency of Mass Diffusion Coefficient by Conjugate Gradient Method
Book of Abstracts of 18th European Conference on Thermophysical Properties, (2008), pp.154-155.
4. N. Ogasawara, S. Maruyama, A. Komiya, H. Takeda, T. Seki and T. Yambe
Simple yet Precise Calibration Method of Thermometers for Measuring the Temperature of Biological Tissue
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-5.
5. J. Okajima, A. Komiya and S. Maruyama
Determination Method of Concentration Dependency of Mass Diffusion Coefficient by Phase Shifting
Interferometer and Inverse Method
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-9.
6. H. Takeda, S. Aiba, J. Okajima, A. Komiya and S. Maruyama
Evaluation of the Peltier Cryoprobe Availability through Animal Experiments
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-14.

7. N. Srinarayana, A. Komiya, S.W. Armfield, M. Behnia and S. Maruyama
Laminar Plane Free-fountains in a Homogeneous Fluid
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-36.
8. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
Comparison between Optimized Iron Oxide and Titanium Dioxide Pigmented Coatings both Thermally and Aesthetically
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-47.
9. S. Maruyama, H. Takeda, and A. Komiya
Heat-transfer control of biological tissue utilizing non-equilibrium thermo-electric device for precise cryosurgery
The 35th Annual Meeting of the Japan Society For Low Temperature. (2008). p.53.
10. 円山重直、小宮敦樹
微小重力環境下での非定常拡散場高精度計測
日本航空宇宙学会西部支部講演会(2008). 165-166頁.
11. 岡島淳之介・小宮敦樹・円山重直
逆問題解析による濃度依存性を考慮した物質拡散係数導出法の検討
日本機械学会東北支部第43期総会・講演会講演論文集, (2008), 21-22 頁.
12. 高島茂・円山重直・小宮敦樹・小笠原直也・関隆志・山家智之
腹部温熱制御機器を用いた温熱療法の伝熱制御
日本機械学会東北支部第43期総会・講演会講演論文集, (2008), 31-32 頁.
13. 小笠原直也・円山重直・高島茂・小宮敦樹・関隆志・山家智之
温熱療法に向けたふく射加熱装置の伝熱制御による性能評価
第8回日本伝熱学会東北支部学生発表会講演論文集, (2008), 11-12 頁.
14. 岡島淳之介・武田洋樹・小宮敦樹・円山重直
微小凍結手術用冷却針による生体組織凍結現象の解析
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 259-260 頁.
15. 佐藤鉄哉・知崎正純・小宮敦樹・円山重直
永久塩泉による管内湧昇量の予測法の提案
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 743-744 頁.
16. 武田洋樹・円山重直・岡島淳之介・小宮敦樹・相場節也
ペルチェクライオプローブを用いた伝熱制御および凍結領域の制御に関する研究
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 819-820 頁.
17. 小笠原直也・円山重直・高島茂・小宮敦樹・関隆志・山家智之
ふく射加熱装置を用いた熱流束制御による温熱療法への応用
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 821-822 頁.
18. 岡島淳之介・小宮敦樹・円山重直
位相シフト干渉計を用いた濃度計測と逆問題解析による物質拡散係数の導出
第29回日本熱物性シンポジウム講演論文集, (2008), 278-280 頁.
19. 円山重直
流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点
青葉工業会報 第52号, (2008), pp.10-11.
20. 円山重直・青木和夫・石塚勝・佐藤勲・高田保之・高松洋・中山顕・花村克悟・山田雅彦・庄治正弘
JSMEテキストシリーズ 演習 伝熱工学
日本機械学会, (2008). pp.109-129.
21. S. Maruyama
Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Energy Systems
The 21st Century COE Program International COE of Flow Dynamics Lecture Series, (2008).
22. 円山重直
Heat-transfer control of biological tissue utilizing non-equilibrium thermo-electric device for precise cryosurgery
第35回日本低温医学会総会(2008). 査読なし

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. S. Maruyama, J. Okajima, A. Komiya, and H. Takeda
Estimation of Temperature Distribution in Biological Tissue by Using Solutions of Bioheat Transfer Equation
Heat Transfer-Asian Research, Vol.37, (2008), pp. 374-386.
2. S. Maruyama, K. Nakagawa, H. Takeda, S. Aiba and A. Komiya
The Flexible Cryoprobe Using Peltier Effect for Heat Transfer Control
Journal of Biomechanical Science and Engineering, Vol.3-2, (2008), pp.138-150.
3. S. Maruyama, A. Komiya, H. Takeda and S. Aiba
Development of Precise-temperature- controlled Cooling Apparatus for Medical Application by Using Peltier Effect
Proceedings of 2008 International Conference on BioMedical Engineering and Informatics, (2008), pp.610-614.
4. H. Takeda, S. Maruyama, J. Okajima, S. Aiba and A. Komiya
Precise Control of Cooling and Heating Rate Utilizing Peltier Cryoprobe for Cryosurgery
Proceedings of the 19th International Symposium on Transport Phenomena, (2008), CD-ROM 141.
5. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
The Effect of Particle Size Distribution on Performance of a Pigmented Coating Considering both Thermal and Aesthetic Effects
Proceedings of the Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, (2008), p.186, CD-ROM J-313.
6. A. Komiya, J. Okajima, S. Maruyama and S. Moriya
Estimation of Concentration Dependency of Mass Diffusion Coefficient by Conjugate Gradient Method
Book of Abstracts of 18th European Conference on Thermophysical Properties, (2008), pp.154-155.
7. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
The Effect of Particle Size Distribution on Performance of a Pigmented Coating Considering both Thermal and Aesthetic Effects
Proceedings of the Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, (2008), p.186, CD-ROM J-313.
8. N. Ogasawara, S. Maruyama, A. Komiya, H. Takeda, T. Seki and T. Yambe
Simple yet Precise Calibration Method of Thermometers for Measuring the Temperature of Biological Tissue
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-5.
9. J. Okajima, A. Komiya and S. Maruyama
Determination Method of Concentration Dependency of Mass Diffusion Coefficient by Phase Shifting Interferometer and Inverse Method
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-9.
10. H. Takeda, S. Aiba, J. Okajima, A. Komiya and S. Maruyama
Evaluation of the Peltier Cryoprobe Availability through Animal Experiments
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-14.
11. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
Comparison between Optimized Iron Oxide and Titanium Dioxide Pigmented Coatings both Thermally and Aesthetically
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-47.
12. 岡島淳之介・小宮敦樹・円山重直
逆問題解析による濃度依存性を考慮した物質拡散係数導出法の検討
日本機械学会東北支部第43期総会・講演会講演論文集, (2008), 21-22頁.
13. 岡島淳之介・武田洋樹・小宮敦樹・円山重直
微小凍結手術用冷却針による生体組織凍結現象の解析
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 259-260頁.
14. 武田洋樹・円山重直・岡島淳之介・小宮敦樹・相場節也
ペルチェクライオプローブを用いた伝熱制御および凍結領域の制御に関する研究
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 819-820頁.
15. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
Optimization of Pigmented Coating Considering Thermal and Aesthetic Effects: Comparison between Some Common White Pigments
Proceedings of Mechanical Engineering Congress, 2008 Japan(MECJ-08), Vol.3, (2008), pp.25-26.

16. 岡島淳之介・小宮敦樹・円山重直
位相シフト干渉計を用いた濃度計測と逆問題解析による物質拡散係数の導出
第29回日本熱物性シンポジウム講演論文集, (2008), 278-280頁.
17. S. Maruyama, H. Takeda and A. Komiya
Heat-transfer Control of Biological Tissue Utilizing Non-equilibrium Thermo-electric Device for Precise Cryosurgery
Proceedings of the 35th Annual Meeting of the Japan Society for Low Temperature Medicine, (2008), p. 53.

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：小笠原直也

受賞名：総長賞

受賞年：2008.3.25

獲得者名：小笠原直也

受賞名：総長賞

受賞年：2008.3.25

獲得者名：小笠原直也

受賞名：第8回日本伝熱学会東北支部学生発表会優秀プレゼンテーション賞

受賞年：2008.5.9

獲得者名：岡島淳之介

受賞名：日本熱物性学会学生ベストプレゼンテーション賞

受賞年：2008.10.10

獲得者名：バネシ・メディ

受賞名：5th International Conference on Flow Dynamics Organizer's Award

受賞年：2008.11.19

【学生の研究費の獲得】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：岡島淳之介

名称：特別研究員奨励費

期間：2008年度～2010年度

金額：60万（2008年度）

【本人のマスコミ発表等】

日経産業新聞コラム(2007.7.6, 7.24, 10.16, 11.9, 12.25, 2008.3.4, 4.15, 6.27, 8.12, 9.9, 12.19)



氏名 高木 敏行

所属 流体科学研究所・教授（工学博士）

専門 知的流動評価学

研究課題

ダイヤモンド系薄膜による機能性の発現と評価

E-mail: takagi@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5248

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

ナノ流動融合に関わる流動ダイナミクスに関して、ダイヤモンドやダイヤモンドライクカーボン膜と金属の間の摺動で低摩擦が発生する現象について、そのメカニズム、最適な表面の状態についてナノ・マイクロ流動ダイナミクスという観点で研究を進めている。

今年度については、GCOE主催の第5回ICFDにおいて、オーガナイズドセッション“Nano-micro flow dynamics of carbon related coatings”を企画するなどこの研究分野の先進的研究を展開している。

極限流動融合に係わる流動ダイナミクスに関して、原子力発電プラントにおける流動現象が引き起こす損傷についての電磁現象にもとづく非破壊評価法に関して研究を進めた。

さらに、2009年1月20日、21日にGCOE主催による“ Asian Workshop on Maintenance Technology for Nuclear Power Plant”を企画開催した。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際会議>

名 称：GCOE, IFS – Tsinghua University Joint Workshop

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開催国：中国

開催期間：2008.10.27 ～ 2008.10.28

役 割：講演

名 称：電磁現象応用非破壊評価ワークショップ

主催団体：成均館大学

開催国：韓国

開催期間：2008.6.10 ～ 2008.6.12

役 割：講演，国際組織委員会

名 称：Fifth International Conference on Flow Dynamics

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開催国：日本

開催期間：2008.11.17～2008.11.19

役 割：実行委員長

名 称：The Asian Workshop on Maintenance Technology for Nuclear Power Plant

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開催国：日本

開催期間：2009.1.20 ～ 2009.1.21

役 割：議長

<招待講演>

講演先：2008年台日科学技術フォーラム

講演題目：東北大学流体科学研究所における流動ダイナミクス研究の最先端と産学連携および国際共同研究の取り組み

講演日：2008.9.8 ～ 2008.9.9

講演先：平成20年度文部科学省「大学国際化推進プログラム」によるダブルディグリー制度に関する

シンポジウム, 慶応大学

講演題目 : Tohoku University, Double Degree/ Joint Education Programs

講演日 : 2008.9.18

講演先 : 国際シンポジウムISAG2008, 東京大学

講演題目 : Research Activities of Inspection & Repair Technique Review Session

講演日 : 2008.7.24 ~ 2008.7.25

平成20年度の研究業績

【研究内容】

「21世紀COEプロジェクト研究」では多結晶ダイヤモンド薄膜による機能性の発現と評価について研究を行ったが、そこでは金属面と平滑なダイヤモンド面を接触し、ある程度の相対速度を与えて運動させることによって、Nano-Micro Ground Effect によるゼロ摩擦係数が実現する現象について、実験的・理論的な現象解明を試みた。この現象には2面間に介在する気体（空気や雰囲気ガス）が重要な役割を持っており、シールや圧縮空気などを用いることなく極めて薄いエアフィلمによる潤滑効果が得られることを明らかにした。本グローバルCOEにおいてはこのような硬質炭素膜（面）による摺動について、さらに研究を進めることとした。

具体的には摩擦摺動面における無潤滑摺動と電気伝導性を両立する導電性ハードコーティング技術の開発であるが、目的達成によってメッキに代表される軟質導電性コーティングから耐荷重性に優れたハードコーティングに至るまでの広い範囲の従来コーティング技術を高機能化する技術を確認する。耐摩耗性に優れ、かつ良好な導電性を有したコーティング膜を形成し、稼動部の信号伝達用回路のコーティングやモーターのブラシ部など厳しい摺動環境へ本技術の展開を目指している。

本研究では、固体の接触と電気伝導の関係をナノスケールの動的な特性（ダイナミクス）分析によりモデル化し、人間の知覚可能なマクロスケールの事象とのマルチスケールな学問領域に展開し、新しい機械システムを提案する試みである。また、本研究は流動ダイナミクス国際融合ジョイントラボラトリー「ナノクラスタ金属を含む非晶質炭素コーティングにおける導電性と接触の制御(The design of conductivity and contact surface: DECO Laboratory)」として、国際共同研究の形式で進められている。

今年度は種々の金属を添加した場合の摩擦・導電性に関する挙動を大気中で測定し定量的な評価を実施した。特に、イリジウム(Ir)を添加した非晶質炭素コーティングにおいて、添加する金属量を制御することにより、動的導電性に優れ、かつ摩擦係数が0.05程度の安定した低摩擦状態を実現できることが明らかになった。

原子力発電プラントにおいて、流動現象や環境が助長する損傷の電磁現象にもとづく非破壊評価法について先進的な研究を進めた。さらに、GCOE主催による Asian Workshop on maintenance Technology for Nuclear Power Plant を企画開催した。

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. 菅原 敏文
「金属を分散した非晶質水素化炭素膜における潤滑機構の基礎研究」
2. 阪東 広太郎
「気相合成ダイヤモンド膜における摩擦特性に及ぼす表面形状の影響評価」
3. Sanaee Seyed Ali
「Modelling of Acoustic Properties for Graphite Dispersed Metals and Fundamental Investigation for Its Application to Nondestructive Characterization (黒鉛分散型金属材料の音響特性のモデリングと非破壊材質評価の基礎的検討)」
4. 上野 聡一
「非線形電磁応答に基づく高クロム鋼のクリープ損傷評価」

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 齋藤 達
「CVDダイヤモンド表面エネルギーバンドダイヤグラムの研究」
2. 山口 雅志

「マイクロ・ナノスケール微細構造を持つ摺動面における分子気体潤滑に関する研究」

3. 関根 裕一

「ピーニングを施した合金工具鋼の表面改質層の渦電流法による評価」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Katsuhiko Yamaguchi, Kenji Suzuki, Osamu Nittono, Toshiyuki Takagi, Koji Yamada
Angle-resolved analysis of magnetic hysteresis for micro-magnetic clusters with local deformations
Physica B-Condensed Matter, Vol.403, No.2-3, pp.354-359, (2008.2.1).
2. Vladimir Khovaylo, Ryosuke Kainuma, Kiyohito Ishida, Toshihiro Omori, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi, A. Datesman
New Aspects of Martensite Stabilization in Ni-Mn-Ga High-Temperature Shape Memory Alloy
Philosophical Magazine, Vol.88, No.6, pp.865-882, (2008.2.21).
3. Misung Son, Seo Jin Park, Sang Hym Park, Jisu Kim, Young H. kim, Toshihiko Abe, and Toshiyuki Takagi
Frequency Component Analysis of Back-Reflected Surface Acoustic Wave on Diamond-Coated Silicon
Japanese Journal of Applied Physics, Vol.47, No.3, pp.1767-1770, (2008.3).
4. Vladimir Khovaylo, Victor Koledov, Vladimir Shavrov, Makoto Ohtsuka, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi, V. Novosad
Influence of Cobalt on Phase Transitions in Ni₅₀Mn₃₇Sn₁₃
Materials Science and Engineering A, Vol.481-482, pp.322-325, (2008.3).
5. Makoto Ohtsuka, Hiroyuki Katsuyama, Minoru Matsumoto, Toshiyuki Takagi, Kimio Itagaki
Martensitic Transformation and Shape Memory Effect under Magnetic Field for Ni₂MnGa Sputtered Films Containing Iron
Materials Science and Engineering A, Vol.481-482, pp.275-278, (2008.3).
6. Sung-Duk Kwon, Hak-Joon Kim, Sung-Jin Song, Toshiyuki Takagi, Tetsuya Uchimoto, and Toshihiko Abe
Quantitative Evaluation of CVD Diamond Coating Layer Using Rayleigh-like Wave
Journal of Intelligent Material Systems and Structures, Vol.19, pp.367-371, (2008.3).
7. Takanori Takeno, Yuhtaro Hoshi, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi
Activation energy in metal-containing DLC films with various metals of various concentrations
Diamond and Related Materials, Vol.17, pp.1669-1673, (2008.4).
8. 内一哲哉、野崎俊彦、高木敏行、阿部利彦、佐藤武志
電磁特性に着目した片状黒鉛鋳鉄の黒鉛組織の非破壊評価
鋳造工学, Vol.80, No.4, pp.213-218, (2008.4).
9. Takanori Takeno, Hiroyuki Miki, Toshifumi Sugawara, Yuhtaro Hoshi, Toshiyuki Takagi
A DLC/W-DLC Multilayered Structure for Strain Sensing Applications
Diamond and Related Materials, Vol.17, pp.713-716, (2008.5).
10. Hiroyuki Miki, Naoki Yoshida, Kotaro Bando, Takanori Takeno, Toshihiko Abe, Toshiyuki Takagi
Atmosphere Dependence of the Frictional Wearing Properties of Partly-Polished Polycrystalline Diamonds
Diamond and Related Materials, Vol.17, pp.868-872, (2008.5).
11. Kunihiro Koike, Makoto Ohtsuka, Minoru Matsumoto, Yoshiya Adachi, Toshiyuki Takagi, Hiroaki Kato
Effects of Fe and Co Addition on the Magnetoresistance in Ni-Mi-Ga Films
The European Physical Journal Special Topics, Vol.158, pp.143-148, (2008.5).
12. Makoto Ohtsuka, Junpei Sekino, Keiichi Koyama, Toshiyuki Takagi, Kimio Itagaki
Magnetostuctural Phase Transformation and Shape Memory Effect of Fe-added Ni₂MnGa Films
The European Physical Journal Special Topics, Vol.158, pp.173-178, (2008.5).
13. Go Yamamoto, Toshiyuki Hashida, Koshi Adachi, and Toshiyuki Takagi
Tribological Properties of Single-Walled Carbon Nanotube Solids
Journal of Nanoscience and Nanotechnology, Vol.8, No.5, pp.2665-2670, (2008.5).
14. 阿部利彦、内一哲哉、高木敏行
球状黒鉛鋳鉄の渦電流による硬さ測定に影響する因子
鋳造工学, Vol.80, No.5, pp.278-283, (2008.5).
15. 西水亮、松井哲也、小池正浩、野中善夫、小島史男、小林太、高木敏行、内一哲哉、遠藤久、橋本光男、福岡克弘
複雑形状部検査のための渦電流探傷システムの開発
日本原子力学会和文論文誌, Vol.7, No.2, pp.142-151, (2008.6).

16. Hiroyuki Miki, Takanori Takeno, Toshiyuki Takagi
Tribological Properties of Multilayer DLC/W-DLC Films on Si
Thin Solid Films, Vol.516, No.16, pp.5414-5418, (2008.6.30).
17. Shigeru Yonemura, Masashi Yamaguchi, Takanori Takeno, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi
Effect of Micro Gas Flow on Low Friction Properties of Diamond Coating with Partly Polished Surface
RAREFIED GAS DYNAMICS: Proceedings of the 26th International Symposium on Rarefied Gas Dynamics,
Vol.1084, pp.1153-1157, (2008.7.22).
18. Vladimir V Khovaylo, K. P. Skokov, Yu. S. Kpshkid'ko, Victor V. Koledov, V G. Buchelnikov,
Sergey V. Taskaev, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi
Adiabatic Temperature Change at First-Order Magnetic Phase Transitions: Ni₂.19Mn_{0.81}Ga as a Case Study
Physical Review B, Vol.78, No.6, pp.060403-, (2008.8).
19. Takanori Takeno, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi
Strain Sensitivity in Tungsten-Containing Diamond-Like Carbon Films for Strain Sensor Applications
International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol.28, No.1-2, pp.211-217, (2008.9).

【書籍】

1. Medical Engineering & Physics
2. Journal of Intelligent Material Systems and Structures
3. Physica B-Condensed Matter
4. Japanese Journal of Applied Physics
5. Diamond and Related Materials
6. Physical Review B
7. International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. Yun Luo, Shintaro Amae, Ye Zhang, Tomoyuki Yambe, Yasuyuki Shiraishi, H. Liu,
Long-Term Implantation of Subcutaneously Implantable Artificial Sphincters
International Journal of Artificial Organs, Vol.31, No.7, pp.595-595, (2008.7).

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. Hiroyuki Miki, Naoki Yoshida, Kotaro Bando, Takanori Takeno, Toshihiko Abe, Toshiyuki Takagi
Atmosphere Dependence of the Frictional Wearing Properties of Partly-Polished Polycrystalline Diamonds
Diamond and Related Materials, Vol.17, pp.868-872 (2008.4-5)
2. Takanori Takeno, Hiroyuki Miki, Toshifumi Sugawara, Yuhtaro Hoshi, Toshiyuki Takagi
A DLC/W-DLC Multilayered Structure for Strain Sensing Applications
Diamond and Related Materials, Vol.17, pp.713-716 (2008.4-5)
3. Takanori Takeno, Yuhtaro Hoshi, Hiroyuki Miki, Toshiyuki Takagi
Activation energy in metal-containing DLC films with various metals of various concentrations
Diamond and Related Materials, Vol.17, pp.1669-1673 (2008.4)
4. 内一哲哉、野崎俊彦、高木敏行、阿部利彦、佐藤武志
電磁特性に着目した片状黒鉛鑄鉄の黒鉛組織の非破壊評価
鑄造工学、Vol.80, No.4, pp.213-218 (2008.4)

【本人の受賞・特許等】

日本原子力学会賞技術賞(2009. 3. 23)

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名： Sanaee Seyed Ali

受賞名：日本非破壊検査協会新進賞()

受賞年：2008.11.7

対象となった業績：平成20年度秋季講演大会「Evaluation of Graphite Forms in Flake Graphite Cast Irons by Acoustic Testing」の発表

【本人のマスコミ発表等】

東日本放送 東北大学の世紀（2008. 8. 11）



氏名 藤代 一成

所属 流体科学研究所・教授（理学博士）

専門 可視化情報学

研究課題 流動可視化ライフサイクル管理環境の構築

(平成 21 年 4 月現在)慶応義塾大学 教授

E-mail: fuji@ics.keio.ac.jp

TEL: 045(566)1752

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

事業推進担当者の研究分野では、流動ダイナミクス研究を推進する上できわめて重要な役割が期待されているコンピュータを援用したデータ可視化に関連する研究開発を進めている。特に、出自管理、微分位相幾何、マルチモダリティ等の可能性あるパラダイムに根ざした独自の情報流動研究アプローチを採用し、可視化ライフサイクル支援機能を含むスケーラブルな流体融合研究アーカイブシステムを開発、また複雑な構造をもつ高次数物理場の代表する3次元拡散テンソル場を対象としたテクスチャベース可視化手法のGPU高速化・力覚化手法との連動を実現した。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際会議>

1. 名 称：Pacific Visualization Symposium 2008
主催団体：IEEE Computer Society
開 催 国：日本
開催期間：2008.3.4 ～ 2008.3.7
役 割：Program Committee Chair, Steering Committee member
2. 名 称：First International Workshop on Super Visualization
主催団体：ACM（米国計算機学会）
開 催 国：ギリシャ
開催期間：2008.6.7 ～ 2008.6.7
役 割：Steering Committee member, Publication Chair

<招待講演>

1. 講 演 先：平成19年度宇宙科学情報解析センターシンポジウム
『データ解析技術の新展開』
講演題目：見せない可視化 ― 情報爆発を回避するための微分位相幾何学的アプローチ
講 演 日：2008.2.15
2. 講 演 先：EFD/CFD融合研究会，宇宙航空研究開発機構航空宇宙技術研究センター
講演題目：VIDELICETにおけるEFD/CFDデータの並置化
講 演 日：2008.2.26
3. 講 演 先：第33回CAVE研究会
講演題目：RWS：複雑流動現象のリアライゼーションを目指して
講 演 日：2008.8.8
4. 講 演 先：International Workshop on Information Visualization 2008
講演題目：Expanding the frontiers of information visualization ― Case studies from causality, music and time-varying data visualization ―
講 演 日：2008.9.24
5. 講 演 先：International Workshop on Information Visualization 2008

講演題目：Information visualization R&Ds in Japan
講演日：2008.9.25

6. 講演先：CHINAGRAPH2008
講演題目：Volume data exploration based on differential topology
講演日：2008.9.27
7. 講演先：第2回横断連合総合シンポジウム
講演題目：可視化と知のレコーダビリティとトレーサビリティ
講演日：2008.12.5

平成20年度の研究業績

【研究内容】

(1) 流体融合研究アーカイブシステムの開発

さまざまな流動解析応用において、計測・数値シミュレーションデータの可視化が広く用いられている。しかし一般に、可視化によって得られた知見は、元データや結果の画像・アニメーションとは別に管理されており、研究の進展具合の把握や研究計画の立案の面からみて効率的であるとは言い難い。そこで、実験および大規模数値シミュレーションによるデータ獲得、融合可視化、知見抽出の一連のサイクルを、知識ベース・データベース管理システムの援用により統合的に管理・支援する流体融合研究アーカイブシステム(TFI-AS)の開発を進めている。現プロトタイプシステムでは、流動可視化オントロジーに基づく目的指向型可視化支援機能、事例に基づく可視化設計、可視化解析の版管理、プロジェクトの階層管理と並置化などの主要機能を実現しており、次年度以降、本G-COEでの本格的利用評価が待たれている。

(2) テクスチャベースのベクトル場・テンソル場の並列可視化

拡散テンソルは、MRI (Magnetic Resonance Imaging: 核磁気共鳴撮影法)により計測される水分子の不等方性拡散を表す物理量である。特に、ヒトの脳内白質における不等方性拡散は、神経軸索の方向に対応することが知られており、拡散の主方向を辿ることによって神経線維の走行状態を抽出し、脳神経疾患の診断に役立てる研究が進められている。われわれはこの神経路を抽出する可視化法として、2006年に拡散トラクトグラフィ法(Diffusion-Based Tractography: DBT)を提案した。DBT法は、拡散方程式に従ってランダムドットテクスチャを拡散方向に滲ませていくテクスチャベースの可視化法で、拡散テンソル場を密に表現することができる。本年度は、対話的利用に向けてこのDBT法を高速化した。近年普及してきたGPGPU (General Purpose computation on GPUs)の概念に基づき、多数の画素に対する拡散計算をGPU上で並列実行する。これによりCPU-GPU間のバス転送なしに、ボリュームレンダリングをGPU上で実行することも可能になる。実験により、CPUに比べGPU上での拡散計算は10~20倍の速度で実行できることが分かった。またレンダリング処理を含めても、CPU拡散計算の場合にはトータルで約1秒を要していたのに対し、GPU拡散計算ではバス転送が発生しないために0.2~0.3秒で実行できた。本手法は、拡散テンソル場の力覚化環境にも併用されて、対話的な解析環境を実現している。また、本法を効果的に利用していく上で、撮像の制約により解像度が低い拡散テンソル場データに対して、異方性特徴を保存する新たな補間法の開発にも着手した。

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. 情報科学研究科応用情報科学専攻 小川 雄太
「6自由度の力覚化を用いた3次元拡散テンソルフィールドのリアライゼーション」
2. 情報科学研究科応用情報科学専攻 小田川 雅人
「GPUを用いた大規模粒子系可視化システムの構築とその応用」
3. 情報科学研究科応用情報科学専攻 末永 和史
「音楽演奏における論理構造と情緒構造の融合可視化」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 情報科学研究科システム情報科学専攻 熊野 孝保

“Multidisciplinary Analysis and Optimization for Regional Jet Design
(リージョナルジェット機設計のための多分野融合解析と最適化)”

2. 情報科学研究科システム情報科学専攻 杉村 和之
“Design Optimization and Knowledge Mining for Turbomachinery
(ターボ機械の最適化と設計知識マイニング)”
3. 工学研究科航空宇宙工学専攻 松本 祐子
“Study of Novel Lagrangian Numerical Method Using Dipoles for Incompressible Flows
(非圧縮性流れのための双極子を用いた新しいラグランジュ的数値解析手法の研究)”

修士論文

1. 情報科学研究科システム情報科学専攻 Fabio Nakabayashi
“Kalman Filter and Neural Network Based Methods for the Avoidance of Clear Air Turbulence
(カルマンフィルターとニューラルネットワークに基づく晴天乱気流回避法の研究)”

【査読論文（査読付き国際会議論文を含む）】

1. I. Fujishiro, R. Otsuka, S. Takahashi, and Y. Takeshima: T-Map: A topological approach to visual exploration of time-varying volume data, *Post Proceedings of ISHPC2005 (Springer Lecture Notes in Computer Science)*, Vol.4759, pp.176-190, 2008
2. 藤代一成, 茅 暁陽: ビジュアリゼーション, 画像電子情報ハンドブック, 画像電子学会編, 第II編, 第6章 (pp.252-264), 東京電機大学出版局, 2008
3. L. Chen, I. Fujishiro: Optimizing parallel performance of streamline visualization for large distributed flow datasets, *Proceedings of IEEE Pacific Visualization Symposium 2008*, pp. 87-94, 2008
4. 小川雄太, 鈴木靖子, 竹島由里子, 藤代一成: 3D 拡散テンソルフィールドの効果的な解析のための視覚化と力覚化の融合, 画像電子学会 Visual Computing 情報処理学会グラフィクスと CAD 合同シンポジウム DVD 予稿集, 2008
5. 小林 潤, 吉田謙一, 高橋成雄, 藤代一成: 「特徴駆動型ボリューム整形化」, 画像電子学会 Visual Computing 情報処理学会グラフィクスと CAD 合同シンポジウム DVD 予稿集, 2008
6. Y. Takeshima, I. Fujishiro, and T. Hayase: GADGET/FV: Ontology-supported design of visualization workflows in fluid science, *DVD Proceedings of the first International Workshop on Super Visualization*, 2008
7. L. Chen, I. Fujishiro: Optimization strategies using hybrid MPI+OpenMP parallelization for large-scale data visualization on Earth Simulator, *Post Proceedings of International Workshop on OpenMP 2007 (Springer Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4935)*, July 2008, pp.112-124, 2008
8. 吉田謙一, 高橋成雄, 藤代一成, 岡田真人: 2次元投影図上の見えの操作に基づいた非透視投影の設計, 画像電子学会誌, Vol.37, No.4, pp.412-418, 2008
9. H. Miyamura, I. Fujishiro, Y. Takeshima, S. Takahashi, T. Saito: Guidelines for LoD control in volume visualization, 画像電子学会誌, Vol.37, No.4, pp.461-468, 2008
10. 高野 豊, 藤代一成, 竹島由里子: 「2次元解析データの並置による3次元流れのビジュアルシミュレーション」, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会 研究報告 2008-CG-131(2), pp. 7-12, 2008
11. 三坂孝志, 大林 茂, 藤代一成, 竹島由里子, 山田 泉, 奥野善則: 仙台空港における後方乱気流の計測融合シミュレーション, 次世代スーパーコンピューティング・シンポジウム2008資料集, pp.63-64, 2008

【書籍】

1. IEEE Computer Graphics and Applications
2. Springer Lecture Notes in Computer Science
3. 画像電子学会誌
4. 画像電子情報ハンドブック (東京電機大学出版局)

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 末永和史, 藤代一成: 音楽演奏における情緒構造のフローテキストベース可視化, 第74回情報処理学会音楽情報科学研究会, 研究報告 08-MUS-74(20), pp.113-118, 2008
2. 藤代一成: 「VIDELICETにおけるEFD/CFDデータの並置化」, EFD/CFD 融合研究会, 宇宙航空研究開発機構航空宇宙技術研究センター, 2008 (招待講演)
3. 藤代一成, 高橋成雄, 竹島由里子: 見せない可視化 — 情報爆発を回避するための微分位相幾何学

的アプローチ, 平成 19 年度 宇宙科学情報解析センターシンポジウム『データ解析技術の新展開』資料集, pp.46-67, 2008 (招待講演)

4. I. Fujishiro, H. Li, and K.-L. Ma (eds.): *Proceedings of IEEE Pacific Visualization Symposium 2008*, IEEE Computer Society Press, 238 pages 2008 (国際会議録編集)
5. I. Fujishiro, H. Li, K.-L. Ma, H. Hiroki, Y. Watashiba (eds.): *Poster Proceedings of IEEE Pacific Visualization Symposium 2008*, 44 pages, 2008 (国際会議録編集)
6. 大林 茂, 三坂孝志, 小笠原 健, 藤代一成, 竹島由里子: 没入的仮想環境を用いた仙台空港における後方乱気流の視覚解析, 第 13 回計算工学講演会論文集, Vol.13, No.2, pp.953-954, 2008
7. 鈴木靖子, 竹島由里子, 藤代一成: GPU による拡散トラクトグラフィ法の高速度化, 第 36 回可視化情報シンポジウム講演論文集, Vol.28, No.1, pp.83-84, 2008
8. 千葉鉄也, 藤代一成, 竹島由里子: ハイブリッドボリューム, 第 36 回可視化情報シンポジウム講演論文集, Vol.28, No.1, (2008), pp.79-82
9. 小田川雅人, 竹島由里子, 藤代一成, 菊川豪太, 小原 拓: 数万オーダー粒子系のイメージベース可視化, 第 36 回可視化情報シンポジウム講演論文集, Vol.28, No.1, pp.73-74, 2008
10. 竹島由里子, 藤代一成: VIDELICET: 流動可視化オントロジーの基本設計, 日本機械学会 2008 年度年次大会講演論文集, Vol.6, pp.13-14, 2008
11. 藤代一成, 竹島由里子, 奈良岡亮太, 高橋成雄: 時系列ボリュームレンダリングに対する位相ベース照明設計, 日本機械学会 2008 年度年次大会講演論文集, Vol.6, pp.15-16, 2008
12. 藤代一成: RWS: 複雑流動現象のリアライゼーションを目指して, 第 33 回 CAVE 研究会, 東北大学流体科学研究所, 2008[<http://luna.sit.ac.jp/IDOLAB/caveken/cave-33.html>] (招待講演)
13. 小林 潤, 高橋成雄, 藤代一成, 岡田真人: 多様体学習を用いた近似 contour tree プロット, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会 研究報告 2008-CG-132(13), pp.67-72, 2008
14. I. Fujishiro: "Expanding the frontiers of information visualization — Case studies from causality, music and time-varying data visualization —," *Abstracts of International Workshop on Information Visualization*, National Taiwan University of Science and Technology, 2008, p.3 (招待講演)
15. I. Fujishiro: "Information visualization R&Ds in Japan," *Abstracts of International Workshop on Information Visualization*, National Taiwan University of Science and Technology, 2008, p.8 (招待講演)
16. I. Fujishiro: "Volume data exploration based on differential topology," Abstract available in *Program of CHINAGRAPH2008*, 2008, p.7 (招待講演)
17. K.-L. Ma, I. Fujishiro, H. Li: "Guest Editors' Introduction: Visualization research is growing and expanding" for Theme Articles — Advanced Visualization: Research and Practice — (Special section of *IEEE Pacific Visualization Symposium 2008*), *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.28, No.5, pp.22-23, 2008 (ゲスト編集前書き)
18. 藤代一成: 可視化と知のレコーダビリティとトレーサビリティ, 第 2 回横断連合総合シンポジウム予稿集, pp.59-60, 2008 (招待講演)
19. I. Fujishiro, Y. Takeshima: On the recordability and traceability of visualization-centered knowledge discovery, *Proceedings of Fifth International Conference on Fluid Dynamics*, p.OS-6-7, 2008
20. M. Odagawa, Y. Takeshima, I. Fujishiro, G. Kikugawa, T. Ohara, Y. Terada, M. Tokuyama: Point sprite-based visualization of large-scale particle systems, *Proceedings of the Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration*, pp.72-73, 2008

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年 (1月～12月)

1. 小川 雄太, 鈴木 靖子, 竹島 由里子, 藤代 一成
3D拡散テンソルフィールドの効果的な解析のための視覚化と力覚化の融合,
画像電子学会Visual Computing情報処理学会グラフィクスとCAD合同シンポジウムDVD予稿集,2008
2. 鈴木 靖子, 竹島 由里子, 藤代 一成
GPUによる拡散トラクトグラフィ法の高速度化
第36回可視化情報シンポジウム講演論文集, pp.83-84, 2008.

【本人の受賞・特許等】

第13回計算工学講演会グラフィックアワード特別賞 (2008.5.19)

氏名 中橋 和博



所属 工学研究科航空宇宙工学専攻・教授（工学博士）
専門 数値流体力学
研究課題 航空機まわりの流れの数値計算法に関する研究数値流
体力学の航空機空力設計への応用
E-mail: naka@ad.mech.tohoku.ac.jp
TEL: 022(795)6978

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

数値流体力学に関するアルゴリズム研究、およびその応用として旅客機などの解析と最適化研究について行い、博士後期学生の育成を進めている。数値流体力学は航空機や自動車開発には不可欠なツールとなり、その手法の高度化と設計応用を通じて若手育成を行っている。また、次世代の計算科学を担うための新規計算アルゴリズムの研究を鋭意進めている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際ワークショップ>

名称: Multi-Objective Design Exploration for Aerospace Engineering

主催団体: グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開催国: 日本

開催期間: 2009.3.19

役割: Organizer

<招待・基調講演>

講演先: ECCOMAS 2008

講演題目: APPLICATION OF PARSEC GEOMETRY REPRESENTATION TO HIGH-FIDELITY
RCRAFT DESIGN BY CFD

講演日: 2008.6.30-7.4

講演先: 5th International Congress on Flow Dynamics

講演題目: Building-Cube Method for Incompressible Flow Simulations of Complex Geometries

講演日: 2008.6.30-7.4

平成20年度の研究業績

【研究内容】

数値流体力学の航空機関係への応用では、音速機の空力最適化と可能性研究、旅客機の高揚力装置の最適化、あるいは失速特性を改善する翼型提案などを行った。また、将来の計算機の発達を念頭にした大規模計算のためのアルゴリズムの研究では、従来よりも10倍以上の大規模計算を行い、その有効性と効率改善のための研究を行った。また、その応用として脚からの空力音解析等に着手している。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 航空宇宙工学専攻 釜土 敏裕

「Study of Numerical Method for Turbulent Flow Simulation around Complex Geometries（複雑形状物体に対する乱流シミュレーションのための数値計算法に関する研究）」

2. 航空宇宙工学専攻 高橋 俊

「Study of Large Scale Simulation for Unsteady Flows（非定常流れの大規模数値計算法に関する研究）」

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 砂古 昌也

「短距離用旅客機の空力形状に対する多点最適化」

2. 航空宇宙工学専攻 坂下 翔士
「超音速旅客機主翼に対するCFD逆問題設計手法の研究」
3. 航空宇宙工学専攻 西村 信祐
「コンパクト高精度スキームによる翼空力特性解析の研究」
4. 航空宇宙工学専攻 伊東 篤志
「固定スラットを用いた穏やかな失速特性を持つ翼の研究」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 機械システムデザイン専攻 中島 吉隆
「Numerical Study of Sound Generation by Vortex Ring Collision（渦輪の衝突による音波発生に関する数値的研究）」
2. 航空宇宙工学専攻 石向 桂一
「Study of Implicit LES for Compressible Turbulent Flows Using Weighted Compact Nonlinear Scheme（重み付き非線形コンパクトスキームを用いた圧縮性乱流の陰的LESの研究）」
3. システム情報科学専攻 米澤 誠仁
「Aerodynamic Performance of the Three-Dimensional Supersonic Biplane Based on the CFD Simulation（CFDを用いた3次元超音速複葉翼の空力性能の研究）」
4. システム情報科学専攻専攻 杉村 和之
「Design Optimization and Knowledge Mining for Turbomachinery（ターボ機械の最適化と設計知識マイニング）」
5. 情報基礎科学専攻 撫佐 昭裕
「High Performance Memory Architecture for Vector Processors（ベクトルプロセッサのための高性能メモリアーキテクチャに関する研究）」
6. 航空宇宙工学専攻 芳賀 臣紀
「Study of High-Order Unstructured Grid Method for Aerodynamic Simulation Using Spectral Volume Discretization（スペクトラルボリューム離散化に基づく高次精度非構造格子空力解析法の研究）」

修士論文

1. 機械システムデザイン専攻 関谷 剛
「一様流中に置かれた四正方角柱から発生する音波の直接数値計算」
2. 航空宇宙工学専攻 中家 正史
「機体形状の空力的最適化に関する研究」
3. 航空宇宙工学専攻 本木 裕一郎
「DSMC法を用いた高高度を飛行する宇宙機の空力解析」
4. 機械システムデザイン専攻 堀川 敏
「Prediction of Flow Instability Including a Nonlinear Effect(非線形性を考慮した流れの不安定性予測)」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. T. Watanabe, K. Matsushima, and K. Nakahashi
Aerodynamic shape optimization of a near-sonic passenger plane using computational fluid dynamics
Journal of Aerospace Engineering, Vol. 222 Part G, (2008), pp.1025-1035.
2. T. Ishida, S. Takahashi, and K. Nakahashi
Efficient and Robust Cartesian Mesh Generation for Building-Cube Method
Journal of Computational Science and Technology, Vol. 2, No. 4, (2008), pp.435-446.
3. K. Takenaka, K. Hatanaka, W. Yamazaki, K. Nakahashi
Multidisciplinary Design Exploration for a Winglet
Journal of Aircraft, Vol. 45, No. 5, (2008), pp.1601-16116.
4. S. Takahashi, I. Monjugawa, K. Nakahashi, “Unsteady Flow Computations around Moving Airfoils by

- Overset Unstructured Grid Method”, *Trans. Japan Soc. Aero. Space Sci.*, Vol.51, No.172, (2008) pp.78-85.
5. W. Yamazaki, K. Matsushima, K. Nakahashi, "Aerodynamic Design Optimization Using the Drag-Decomposition Method”, *AIAA Journal*, Vol.46, No.5 (2008) pp.1096-1106.
6. W. Yamazaki, K. Matsushima, K. Nakahashi, "Drag Prediction, Decomposition and Visualization in Unstructured Mesh CFD Solver of TAS-code”, *Int. J. Numer. Meth. Fluids*, Vol. 57 (2008) pp. 417-436.
7. Daigo MARUYAMA
Aerodynamic Design of Three-dimensional Biplane Wings for Low-wave Drag Supersonic Flight
Proceedings of ICAS 2008, (2008), CD-ROM:ICAS 2008-2.4.4.

【書籍】

1. Journal of Aerospace Engineering
2. Journal of Computational Science and Technology
3. Journal of Aircraft
4. Trans. Japan Soc. Aero. Space Sci.
5. AIAA Journal
6. Int. J. Numer. Meth. Fluids

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. Ishida, T., Takahashi, S., and Nakahashi, K.
Parallel Cartesian Mesh Generation for Moving Bodies
Proceedings of 20th International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics (2008), pp. 37-42.
2. Takahashi, S., Ishida, T., Nakahashi, K., Kobayashi, H., Okabe, K., Shimomura, Y., Soga T., and Musa, A.
Large Scaled Computation of Incompressible Flows on Cartesian Mesh Using a Vector-Parallel Supercomputer
Proceedings of 20th International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics (2008), pp. 68-71.
3. Takahashi, S., Ishida, T. and Nakahashi, K.
Building-Cube Method for Incompressible Flow Simulations of Complex Geometries Proceedings of the Fifth International Conference on Computational Fluid Dynamics, (2008), pp. 199-200.
4. 高橋俊, 石田崇, 中橋和博, 小林広明, 岡部公起, 下村陽一, 曾我隆, 撫佐昭裕
ベクトル-パラレル計算機を用いた Building-Cube 法による高密度数値計算
第 40 回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーションシンポジウム 2008 講演論文集, (2008), pp.433-434.
5. 石田崇, 高橋俊, 中橋和博
Building-Cube 法による移動物体周りの流れ場解析
第 40 回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーションシンポジウム 2008 講演論文集, (2008), pp.65-66.
6. 石田崇, 高橋俊, 中橋和博
直交格子積上げ法を用いた移動物体周りの流れ場計算
第 22 回数値流体力学シンポジウム講演論文集, (2008), pp.189.
7. 坂井玲太郎, 中橋和博
BCM 非圧縮流ソルバにおける Immersed Boundary 法の適用
第 22 回数値流体力学シンポジウム講演論文集, (2008), pp.196.
8. Daigo Maruyama, Kisa Matsushima, Kazuhiro Kusunose and Kazuhiro Nakahashi.
Aerodynamic Design of Supersonic Biplane Wing with Complicated Interference Using Inverse Problem Method
CD-ROM Proceedings of ECCOMAS 2008, (2008)
9. Kisa MATSUSHIMA, Takumi MATSUZAWA and Kazuhiro NAKAHASHI
APPLICATION OF PARSEC GEOMETRY REPRESENTATION TO HIGH-FIDELITY AIRCRAFT DESIGN BY CFD
CD-ROM Proceedings of ECCOMAS 2008, (2008)
10. Kisa MATSUSHIMA, Daigo MARUYAMA, Ryota NOGUCHI
Inverse Design and Analysis of Supersonic Biplane
Proceedings of KSAS-JSASS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, (2008)
11. 野口遼太, 丸山大悟, 松島紀佐, 中橋和博

超音速複葉翼の広マッハ数域における空力中心と空力特性に関する研究
第 22 回数値流体力学シンポジウム論文集, (2008), pp.25.

12. K. Nakahashi
Building-Cube Method: A CFD Approach for Near-Future PetaFlops Computers
CD-ROM Proceedings of ECCOMAS 2008, (2008)
13. K. Takenaka and K. Nakahashi
Aerodynamic Optimization of 2-D High-Lift Device under Kinematics Constraints
CD-ROM Proceedings of ECCOMAS 2008, (2008)
14. K. Nakahashi
Progress and Expectation of CFD for Near-future Peta Flops Computers
Proceedings of 5th International Congress on Flow Dynamics, (2008), OS4-1.
15. M. Sunago, D. Sasaki, K. Takenaka and K. Nakahashi
Multipoint Optimization of a Short-Range Quiet Passenger Aircraft
AIAA Paper 2008-5906, 12th AIAA/ISSMO Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference, (2008)
16. D. Sasaki, S. Takahashi, T. Ishida, K. Nakahashi, H. Kobayashi, K. Okabe, Y. Shimomura, T. Soga and A. Musa
Large-Scale Flow Computation of Complex Geometries by Building-Cube Method
Proceedings of 19th Teraflop Workshop, (2008), pp. 115-126.
17. 砂古昌也, 佐々木大輔, 中橋和博
短距離用旅客機形状の多点最適化
第 40 回流体力学講演会／航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム 2008 論文集, (2008), pp.1-2.
18. Atsushi Ito, Daisuke Sasaki, Kazuhiro Nakahashi
Study of Mild-Stall Wings with a Fixed Slat
Proceedings of KSAS-JSASS-2008 (Joint International Symposium on Aerospace Engineering), (2008)
19. 伊東篤志, 佐々木大輔, 中橋和博
固定スラットを用いた穏やかな失速特性を持つ翼の研究
第46回飛行機シンポジウムCD-ROM講演集, (2008)

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. Aerodynamic Design of Three-Dimensional Low Wave-Drag Biplanes Using Inverse Problem Method
Daigo Maruyama, Kisa Matsushima, Kazuhiro Kusunose, Kazuhiro Nakahashi
CD-ROM Proceedings of 46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, AIAA 2008-289, (2008)
2. Fast Cartesian Mesh Generation for Building-Cube Method Using Multi-Core PC
Takashi Ishida, Shun Takahashi, Kazuhiro Nakahashi
CD-ROM Proceedings of 46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, AIAA 2008-919, (2008)
3. Dynamic Load Balancing for Flow Simulation Using Adaptive Refinement
Shun Takahashi, Takashi Ishida, Kazuhiro Nakahashi
CD-ROM Proceedings of 46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, AIAA 2008-920, (2008)
4. Efficient and Robust Cartesian Mesh Generation for Building-Cube Method
T. Ishida, S. Takahashi, and K. Nakahashi
Journal of Computational Science and Technology, Vol. 2, No. 4, pp.435-446. (2008)
5. Multidisciplinary Design Exploration for a Winglet
K. Takenaka, K. Hatanaka, W. Yamazaki, K. Nakahashi
Journal of Aircraft, Vol. 45, No. 5, pp.1601-16116. (2008)
6. Parallel Cartesian Mesh Generation for Moving Bodies
Ishida, T., Takahashi, S., and Nakahashi, K.
Proceedings of 20th International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics, pp. 37-42. (2008)
7. Large Scaled Computation of Incompressible Flows on Cartesian Mesh Using a Vector-Parallel Supercomputer
Takahashi, S., Ishida, T., Nakahashi, K., Kobayashi, H., Okabe, K., Shimomura, Y., Soga T., and Musa, A.
Proceedings of 20th International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics, pp. 68-71. (2008)
8. Building-Cube Method for Incompressible Flow Simulations of Complex Geometries
Takahashi, S., Ishida, T. and Nakahashi, K.
Proceedings of the Fifth International Conference on Computational Fluid Dynamics, pp. 199-200. (2008)

9. ベクトル-パラレル計算機を用いた Building-Cube 法による高密度数値計算
高橋俊、石田崇、中橋和博、小林広明、岡部公起、下村陽一、曾我隆、撫佐昭裕
第 40 回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーションシンポジウム 2008 講演論文集、 pp.433-434.
(2008)
10. Building-Cube 法による移動物体周りの流れ場解析
石田崇、高橋俊、中橋和博
第 40 回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーションシンポジウム 2008 講演論文集、 pp.65-66.
(2008)
11. 直交格子積上げ法を用いた移動物体周りの流れ場計算
石田崇、高橋俊、中橋和博
第 22 回数値流体力学シンポジウム講演論文集、 pp.189. (2008)
12. Aerodynamic Design of Supersonic Biplane Wing with Complicated Interference Using Inverse Problem Method
Daigo Maruyama, Kisa Matsushima, Kazuhiro Kusunose and Kazuhiro Nakahashi.
CD-ROM Proceedings of ECCOMAS 2008, (2008)
13. Aerodynamic Design of Three-dimensional Biplane Wings for Low-wave Drag Supersonic Flight
Daigo MARUYAMA
CD-ROM Proceedings of ICAS 2008, ICAS 2008-2.4.4. (2008)
14. Inverse Design and Analysis of Supersonic Biplane
Kisa MATSUSHIMA, Daigo MARUYAMA, Ryota NOGUCHI
Proceedings of KSAS-JSASS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, (2008).
15. 超音速複葉翼の広マッハ数域における空力中心と空力特性に関する研究
野口遼太、丸山大悟、松島紀佐、中橋和博
第 22 回数値流体力学シンポジウム論文集, pp.25. (2008)
16. Aerodynamic Optimization of 2-D High-Lift Device under Kinematics Constraints
K. Takenaka and K. Nakahashi
CD-ROM Proceedings of ECCOMAS 2008, (2008)
17. Multipoint Optimization of a Short-Range Quiet Passenger Aircraft
M. Sunago, D. Sasaki, K. Takenaka and K. Nakahashi
Proceedings of 12th AIAA/ISSMO Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference, (2008)
18. Large-Scale Flow Computation of Complex Geometries by Building-Cube Method
D. Sasaki, S. Takahashi, T. Ishida, K. Nakahashi, H. Kobayashi, K. Okabe, Y. Shimomura, T. Soga and A. Musa
Proceedings of 19th Teraflop Workshop, pp. 115-126. (2008)
19. 高性能計算機を用いた大規模流体解析手法の研究
高橋俊、石田崇、中橋和博、小林広明、岡部公起、下村陽一、曾我隆、撫佐昭裕
次世代スーパーコンピューティングシンポジウム 2008 講演論文集、 pp. 23 (2008)

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：丸山 大悟

受賞名：Finalist of The ICAS McCarthy Award, 26th International Congress of the Aeronautical Sciences (ICAS 2008)

受賞年：2008年

獲得者名：伊東 篤

受賞名：日本航空宇宙学会 「第46回飛行機シンポジウム」 学生優秀講演賞

受賞年：2008年

【学生の研究費の獲得】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：高橋 俊

名称：GCOE基本支援RA

期間：2008年(平成20年) 10月～2009年（平成21年）3月

金額：28万円

獲得者名：丸山 大悟

名称：特別研究員奨励費

期間：平成20年4月1日～平成22年3月31日

金額：60万円

獲得者名：石田 崇

名称：GCOE研究支援RA

期間：2008年(平成20年) 10月～2009年（平成21年)3月

金額：42万円

氏名 石本 淳



所属 流体科学研究所・准教授（博士（工学））
専門 混相流体工学
研究課題 高機能性マイクロスラッシュ利用型混相流動エネルギー循環システムの創成
E-mail: ishimoto@fmail.ifs.tohoku.ac.jp
TEL: 022(217)5271

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

ナノテクノロジー、新エネルギー創成、エアロスペーステクノロジーなどの基幹研究分野においては、次世代水素利用技術開発や航空安全に関する高度情報集約技術が強く要求されている。特に、超高精細化・高度情報化が著しい近年の流体情報システムは異分野融合型の先進的解析手法・最適設計手法の実現が必要不可欠となっている。

本GCOEプログラムにおいてはでは、ナノ画像計測と超並列分散型コンピューテーションの革新的異分野融合型研究に基づく先端流体解析手法の開発・体系化と次世代エネルギーに直結した混相流体応用機器の創成を行うための高度な専門教育と研究を行い、国際拠点の形成と若手研究者の養成に尽力している。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

1. 第27回 混相流学会年会講演会 2008 オーガナイズドセッション（OS-4 機能性流体のマルチスケール流動とシステム化）を企画（オーガナイザー） [2008年6月22(金)-24日(日)、札幌コンベンションセンター（札幌市）]
2. 5th International Conference on Flow Dynamics, Nov. 17-19 (2009), Sendai, Miyagi, Japan, 組織委員.
3. Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, AFI/TFI-2008, Dec. 19-20 (2008), Sendai, Miyagi, Japan, 組織委員.
4. キャビテーションに関するシンポジウム（第14回）実行委員 [2009年3月19日(木)-20日(金)、東北大学さくらホール（仙台市）].

平成20年度の研究業績

【研究内容】

【マイクロスラッシュ利用型超高熱流束混相冷却システムの開発】

次世代の半導体部品やコンピュータチップに発生する局所熱流束は 10^6 W/m^2 を越え、総パワーは300Wに達し、原子炉炉心の発熱密度をも超えようとしている。さらに発熱密度は従来よりも高くなるため近い将来には核融合炉並の発熱密度に至るとさえ予測されている。

本研究は、以上の困難を打破しうる 10^6 – 10^7 レベルの超高熱流束の冷却性能を有する新型混相電子冷却システムを開発することを主目的とする。超高熱流束混相冷却を可能にする冷媒として新たに微小固体窒素粒子からなるマイクロスラッシュの高速噴霧流と、マイクロスラッシュー液体窒素固液二相流を用いる。

今年度は、マイクロスラッシュ噴霧による超高冷却熱流束の非定常計測が可能な試験装置を設計・製作した。その後、超高熱流束噴霧熱伝達特性に関する基礎実験を行い、噴霧流の1) 直接接触による壁面熱伝達量、2) 高速衝突による強制対流熱伝達、3) 粒子融解潜熱に基づく熱伝達量に関する検討を行った。

【液体水素ピンホール漏えいジェット流の微粒化過程に関する融合数値予測】

液体水素高圧タンクピンホール漏えいの形態として、液体状態で漏えいし蒸発した水素ガスの拡散が挙げられるが、蒸発水素ガスの挙動の最も重要な支配因子となるのが、蒸発の前段階で生じる液体水素微粒化特性と噴霧熱流動特性である。以上の状況を踏まえ本研究を行うに当たり特に水素ピンホール漏えいを対象とした解析モデルを構築し、液体水素微粒化特性と噴霧熱流動特性に関する数値予測を行った。

【高速現象を伴う高速液体噴霧微粒化に関する一体型シミュレーション技術の開発と各種ノズル融合設計手法の確立】

自動車用ガソリンエンジンインジェクターノズルあるいは液体燃料ロケットの液体酸素・水素ロケット噴射器（インジェクター）における極低温流体の液柱から液滴への分裂過程、キャビテーションを伴う噴孔上流の横方向流れを考慮した分裂過程、分裂を経て微粒化液滴形成に至るまで一連の気-液滴混相流動場に関し、LES-VOF法を用いた一体型非定常3次元混相乱流解析を行い、インジェクターノズル内液体微粒化メカニズムに関する詳細な数値予測を行っている。さらに微粒化ソルバーの改良を行い、自動車ガソリンあるいは液体ロケット用インジェクターノズルの複雑形状に適応しうるソルバーの開発をめざしている。実際の数値解析の実施に当たっては、大規模混相乱流を扱ったCFDであるのでスーパーコンピュータのスカラ並列コンピューティングと高速PCクラスターの融合並列計算による分散型コンピューティング手法を用い、さらに計測結果の分散型フィードバック処理を付加することにより融合解析結果の精度向上を図っている。

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 相変化を伴う超臨界流体の数値解法（古澤 卓）
2. スラッシュ窒素の管内軸方向熱伝達特性と流動構造に関する実験的研究（熊谷 典昭）
3. スラッシュ窒素固液二相流の管内流動特性に関する数値解析（向井 康晃）
4. スラッシュ窒素流動時に管路形状が及ぼす影響に関する実験的研究（若林 陽一）
5. 音楽演奏における論理構造と情緒構造の融合可視化（末永 和史）

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Jun Ishimoto,
Development of Production System of Cryogenic Micro-slush Particles Using a Two-fluid Nozzle,
International Communications in Heat and Mass Transfer, Vol. 35, Issue 10 (2008) pp.1235-1240.
2. Jun Ishimoto, Katsuhide Ohira, Kazuki Okabayashi and Keiko Chitose,
Integrated Numerical Prediction of Atomization Process of Liquid Hydrogen Jet,
Cryogenics, Vol. 48 (2008) pp. 238-247.
(Cryogenics, ScienceDirect TOP 25 Hottest Articles 16 位にランクイン)
3. Katsuhide Ohira, Masakazu Nozawa, Jun Ishimoto, Noriyasu Koizumi and Takanobu Kamiya,
Pressure Drop Reduction of Slush Nitrogen in Turbulent Pipe Flows,
Advances in Cryogenic Engineering, Vol. 53 (2008) pp. 67-74.
4. Katsuhide Ohira, Jun Ishimoto, Masakazu Nozawa, Toshio Kura and Norifumi Takahashi,
Heat Transfer Characteristics of Slush Nitrogen in Turbulent Pipe Flows,
Advances in Cryogenic Engineering, Vol. 53 (2008) pp. 1141-1148.
5. Jun Ishimoto, Fuminori Sato and Gaku Sato and Kozo Saito,
Integrated Parallel Computation of Spray Atomization with the Effect of Micro-Cavitation,
Proceedings of the 2008 Painting Technology Workshop (PTW2008) [in CD-ROM].
6. Jun Ishimoto, Takashi Kudo and Kozo Saito,
The Effect of Magnetic Field on a Microgravity Single Droplet Combustion,
Heat and Mass Transfer, Vol. 44, No. 6 (2008) pp.635-640.
7. Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Complex Systems (Edited by S. Maruyama and H. Nishiyama), The 21st Century COE Program International COE of Flow Dynamics Lecture Series Vol. 12. (共著, Chapter 4 担当), Tohoku University Press (2008).

【書籍】

1. *Cryogenics*
2. *International Communications in Heat and Mass Transfer*

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Complex Systems (Edited by S. Maruyama and H. Nishiyama), The 21st Century COE Program International COE of Flow Dynamics Lecture Series Vol. 12. (共著, Chapter 4 担当), Tohoku University Press (2008).
2. Jun Ishimoto, Daisuke Tan, Toshihiro Suzuki, and Katsuhide Ohira,
Integrated Parallel Computation of Atomization Process of Liquid Hydrogen Jet.,
AFI/TFI-2008, December 19-20, 2008, Sendai, Miyagi, JAPAN.

3. 石本 淳、佐藤史教、佐藤 岳（（株）ケーヒン）
マイクロキャビテーションを伴うインジェクター微粒化機構の融合可視化
第36回可視化情報シンポジウム、2008年7月23日、工学院大学（東京都新宿区）。
4. 石本淳、
極低温マイクロスラッシュの二流体微粒化噴霧熱流動に関する融合計算
第27回 混相流学会年会講演会 2008 オーガナイズドセッション(OS-6 機能性流体のマルチスケール流動とシステム化)．[2008年8月8(金)-10日(日)，会津大学（会津若松市）]
5. 石本淳、
液体水素ピンホール漏洩ジェットの微粒化に関する融合CFD予測、
平成19年度 第3回 電気・水素複合エネルギーシステム研究会（特別講演）（2008.1）,75-80.

【本人の受賞・特許等】

1. 石本淳・大平勝秀
受賞名： 2007年度 日本混相流学会賞「技術賞」
受賞題目： 「極低温スラッシュ流体を利用した混相冷却法の開発」
受賞年月日： 2008年8月9日
2. 特許出願名称： 極低温マイクロスラッシュ超高熱流束冷却システム
発明者： 石本淳
出願番号： 特願 2008-154898
出願日： 2008年6月13日

【学生の受賞・特許等】

- 平成20年（1月～12月）
- 獲得者名：向井康晃（M1）
受賞名：日本混相流学会年会講演会 2008 学生優秀講演賞受賞
受賞題目： 「スラッシュ室素固液二相流動特性に関する数値解析」
受賞年月日： 2008年8月9日



氏名 太田 信

所属 流体科学研究所・准教授（博士（工学））

専門 生体流動工学

研究課題

脳動脈瘤用ステントの血流情報

E-mail: ota@fmail.ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5309

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

事業推進担当者の研究分野では、血流等に関する、特に医療機器が血流等を与える影響について、現象の解明とその応用について取り組んできた。血管の疾患部位を3次元的に再構築することと、医療機器を高精度に3次元的に再構築し融合する技術を開発し、血流数値解析を行っている。また、物性の似ているハイドロゲルで疾患部位を再構築する技術開発を行っている。これらの技術を用いて、医療機器が生体に及ぼす影響について幅広く解明を試みている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

名称：Fourth International Conference on Flow Dynamics

主催団体：21世紀COEプログラム「流動ダイナミクス国際研究教育拠点」

開催国：日本

開催期間：2007.9.26 ～ 2007.9.29

役割：セッションオーガナイザー、座長、講演

<招待講演>

講演先：第6回 「医療・福祉・環境における形状記憶合金の高機能化および応用に関する分科会

講演題目：脳動脈ステントとの動向

講演日：2008.8.6

講演先：ヨンセイ大学

講演題目：Blood flow in cerebral aneurysm; Computational simulations and biomodels

講演日：2009.3.10

講演先：the 3rd Interantional Symposium on Biomechanics, Healthcare and Information Science

-The 5th B-J-K Symposium on Biomechanics-

講演題目：The effect of computational simulation on endovascular treatment of cerebral aneurysm

講演日：2009.2.19

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 軟組織の力学的構造的再構築を行ったバイオモデリングの開発

軟組織が力学的構造的再構築されたバイオモデリングは、生体外にて医療機器開発や開発支援、機器を用いた術予測や術前訓練、さらには新たな医療方針支援に役立てることができる。本年度は力学的検討を終え、その応用例として口腔モデルに適用した。その結果、市場化を果たすことができた。

2. 可視化情報を用いた脳動脈瘤用ステントの開発

脳動脈瘤付近では複雑な血流状態となっている。ステントなど医療機器にはその血流状態の把握が不可欠である。次世代のステントは血流を制御する機能を付加されたものを開発するのに、可視化情報を用いて行う手法を開発している。

3. コイル内の流れに関する研究

脳動脈瘤の治療としてコイルを留置する手法は低侵襲治療法として世界的には標準手法となっている。しかしながら、コイル内の流れは複雑で実験的にも捉えられているとは言えず、また過去の論文もほとんどない。本研究では、PIV手法にてはじめて流れを捉えることに成功した。

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. バイオロボティクス専攻 奥野健二郎
「脳動脈瘤ネックとステントストラット位置を考慮した瘤内流れに関する研究」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. バイオロボティクス専攻 劉 磊
「計測融合シミュレーションによる血流の流体・構造連成解析に関する基礎的研究」
2. バイオロボティクス専攻 下権谷 祐児
「脳動脈瘤の発生と成長に関する計算バイオメカニクス的研究」

修士論文

1. バイオロボティクス専攻 山下 治
「小動物血流の超音波計測融合シミュレーションに関する基礎的研究」
2. バイオロボティクス専攻 中西 勉
「脈波センサによる脈診の客観化に関する基礎的研究」
3. バイオロボティクス専攻 海本 隆志
「傾斜遠心顕微鏡を用いた好中球の摩擦特性計測」
4. バイオロボティクス専攻 丸田 俊行
「内皮細胞の流れ負荷応答性に対するアミロイド β タンパク質の影響に関する研究 ―アルツハイマー病因の基礎的検討として―」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Kazuto Takashima, Shinzo Ota, Makoto Ohta, Kiyoshi Yoshinaka, Toshiharu Mukai
Development of a catheter and guidewire simulator for interventional therapy
日本バイオレオロジー学会誌 (B&R), Vol.22, No.1, (2008), pp.1-7.
2. K. Srinivas, T. Nakayama, M. Ohta, S. Obayashi, T. Yamaguchi
Studies on Design Optimization of Coronary Stents
Journal of Medical Devices, Vol.2, (2008).
3. Makoto Ohta, Naoko Fujimura, Luca Augusburger, Krisztina Barath, Hasan Yilmaz, German Abdo, Karl-Olof Lovblad, Daniel A. Rüfenacht
Subtracted vortex centers path line method with cinematic angiography for measurement of flow speed in cerebral aneurysms
Neurological Research, Vol.30, No.3, (2008), pp.251-255.
4. Makoto Ohta, Chuan He, Toshio Nakayama, Akira Takahashi, Daniel A. Rüfenacht
Three-Dimensional Reconstruction of a Cerebral Stent using Micro-CT for Computational Simulation
Journal of Intelligent Material Systems and Structures, Vol.19, (2008), pp.313-318.
5. Hiroyuki Kosukegawa, Keisuke Mamada, Kanju Kuroki, Lei Liu, Kosuke Inoue, Toshiyuki Hayase, Makoto Ohta
Measurements of Dynamic Viscoelasticity of Poly(vinyl alcohol) Hydrogel for the Development of Blood Vessel Biomodeling
Journal of Fluid Science and Technology, Vol.3, No.4, (2008).
6. Toshio Nakayama, Hitoshi Hayase, Koji Tokunaga, Makoto Ohta
Parameter Study of Hemodynamics Simulation at Internal Carotid Stenosis
Journal of Fluid Science and Technology, Vol.3, No.4, (2008).
7. Makoto Suto, Hiroyuki Kosukegawa, Kaoru Maruta, Makoto Ohta, Kazuyuki Tohji, Balachandran Jeyadevan
Heat Diffusion Characteristics of Magnetite Nanoparticles Dispersed Hydro-gel in AC Magnetic Field
Proceedings of the 7th International Conference on the Scientific and Clinical Applications of Magnetic Carriers, No.19, (2008).
8. Makoto Suto, Hiroyuki Kosukegawa, Kaoru Maruta, Makoto Ohta, Kazuyuki Tohji, Balachandran Jeyadevan
Heat Diffusion Characteristics of Magnetite Nanoparticles Dispersed Hydro-gel in AC Magnetic Field
Proceedings of International Symposium on Nanotoxicology Assessment and Biomedical, Environmental Application of Fine Particles and Nanotubes, (2008), pp.2-004-2-004.

9. 太田信
脳動脈瘤用ステントの血流減少効果を解析するために
日本機械学会誌, Vol.111, No.1075, (2008), pp.538-538.

【書籍】

1. Journal of Intelligent Material Systems and Structures
2. 日本バイオレオロジー学会誌
3. Neurological Research
4. Journal of Medical Devices
5. Journal of Biomechanical Science and Engineering
6. Journal of Fluid Science and Technology
7. Transactions of the ASME

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 中山敏男、太田信、Daniel A. Rüfenacht、高橋明
脳動脈瘤ネックにおけるステントストラットパターンと瘤内の血行動態に関する研究
第20回バイオエンジニアリング講演会講演論文集, (2008), pp.33-34.
2. 間々田圭祐、小助川博之、山口晃史、及川直人、片倉裕司、柴田幸彦、黒木完樹、太田信
Poly (vinyl alcohol) gelを用いた口腔粘膜モデルの開発と一対比較法による物性評価
日本機械学会東北支部第43期総会・講演会講演論文集, No.2008-1, (2008), pp.57-58.
3. Futoshi Mori、Chuan He、Toshio Nakayama、Teruo Matsuzawa、Makoto Ohta
Three Dimensional Behavior of Balloon-Expandable Stent using Micro-CT
Proceedings of the 2nd International Symposium on Biomechanics, Healthcare and Information Science,
(2008), pp. I -53-I-54.
4. Toshio Nakayama、Hitoshi Hayase、Koji Tokunaga、Makoto Ohta
The Effect of Boundary Condition with Ultrasound Measurement on Blood Flow Simulation in Carotid Artery
Proceedings of the 2nd International Symposium on Biomechanics, Healthcare and Information Science,
(2008), pp. I -82-I-84.
5. 茅野伸吾、工藤正幸、佐藤宗邦、高橋明、太田信
64列MDCTのCine Dynamic Scanによる拍動囊状動脈瘤モデルの壁運動描出
日本放射線技術学会第64回総会学術大会予稿集, (2008), pp.241-241.
6. Hiroyuki Kosukegawa、Keisuke Mamada、Lei Liu、Kanju Kuroki、Osamu Yamashita、Toshiyuki Hayase、
Makoto Ohta
Observation of Motion of Blood Vessel Biomodeling Made of Poly (Vinyl Alcohol) Gel with Ultrasound
Proceedings of the 5th International Intracranial Stent Symposium, (2008), pp.6-6.
7. Keisuke Mamada、Hiroyuki Kosukegawa、Koji Yamaguchi、Naoto Oikawa、Yuji Katakura、Yukihiro Shibata、
Kanju Kuroki、Makoto Ohta
Sensory Evaluation of Poly (Vinyl Alcohol) Gel for Surgical Operation of Soft Tissue
Proceedings of the 5th International Intracranial Stent Symposium, (2008), pp.26-26.
8. Toshio Nakayama、Makoto Ohta
Several Stent Struts Increase Blood Flow Speed in Cerebral Aneurysm
Proceedings of the 5th International Intracranial Stent Symposium, (2008), pp.27-27.
9. Kenji Okuno、Toshio Nakayama、Daniel A. Rüfenacht、Makoto Ohta
The Effect of Neck Shape of Aneurysm on Inflow Zone at the Neck Using Computational Fluid Simulation
Proceedings of the 5th International Intracranial Stent Symposium, (2008), pp. 25-25.
10. 中山敏男、太田信、Daniel A. Rüfenacht、高橋明
各ステントストラットが瘤内の血行動態へ及ぼす影響
機械学会 2008年度年次大会, (2008), pp.17-18.
11. 太田 信
脳動脈ステントの動向
第6回 「医療・福祉・環境における形状記憶合金の高機能化および応用に関する分科会 (2008).
12. 太田 信
脳動脈瘤用ステントによる血流制御と治療アセスメント

第33回CG・可視化研究会, (2008).

13. 茅野伸吾、工藤正幸、佐藤宗邦、太田信、高橋明
64列MDCTのCine Dynamis Scan による拍動囊状動脈瘤モデルの壁運動描出
第24回日本脳神経血管内治療学会総会, Vol.12, No.4, (2008), pp.301-301.
14. 太田信
Introduction of JSPS Core to Core Program: Establishment of International Research Consortium for
Advanced Biommedical Engineering in Interface Flow Dynamics for Blood Flows, Blood Vessels, and
Biomaterials
Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008).
15. 奥野健二郎、中山敏男、Daniel A. Rüfenacht、太田信
The Effect of Neck Shape on Flow Pattern in Cerebral Aneurysm using Computational Fluid Simulation with
Idealized Models
Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), pp.OS8-17-OS8-17.
16. 高嶋一登、太田信、葭仲潔、向井利春、大田慎三
脳血管内カテーテル・ガイドワイヤシュミレータ
第24回日本脳神経血管内治療学会総会, Vol.12, No.4, (2008), pp.297-297.
17. Chang-ho Yu、Hiroyuki Kosukegawa、Keisuke Mamada、Kannju Kuroki、Kazuto Takashima、Kiyosi
Yoshinaka、Makoto Ohta
Development for Catheter Motion Tracking System Using Poly(vinyl alcohol) Hydro-gel Biomodel
Proceedings of The Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary
Fluid Integration, (2008), pp.92-93.
18. 太田信、Fridrici Vincent
Development of PVA-H as a biomodel
ELyT Lab Workshop, (2008).
19. H. Kosukegawa、K. Mamada、K. Kuroki、K. Inoue、L. Liu、T. Hayase、M.Ohta
Evaluation of Compliance of Poly(Vinyl Alcohol) Hydrogel for Development of Arterial Biomodeling
13th International Conference on Biomedical Engineering, (2008).
20. 太田信、企業とのwin-win共同研究によるPVAハイドロゲル外科手術練習用口腔粘膜模型の開発
歯科技工, Vol.36, No.3, (2008), pp.316-318.
21. 及川直人、片倉裕司、柴田幸彦、太田信
歯科技工技術と新材料の融合により生体の触感・質感・形状に近づく外科手術練習用口腔模型(口腔
粘膜&骨模型)の開発—医療分野における歯科技工技術応用の可能性拡大の模索から
歯科技工, Vol.36, No.3, (2008), pp.305-315.

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. Measurements of Dynamic Viscoelasticity of Poly(vinyl alcohol) Hydrogel for the Development of Blood
Vessel Biomodeling、Hiroyuki Kosukegawa、Keisuke Mamada、Kannju Kuroki、Lei Liu、Kosuke Inoue、
Toshiyuki Hayase、Makoto Ohta
Journal of Fluid Science and Technology Volume 3, No.4 Special Issue on Advanced Fluid Information
pp.533-543 2008

【本人の受賞・特許等】

BEST STUDIES PROJECT 2009(France)

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

ECL(BEST STUDIES PROJECT 2009)

【学生の研究費の獲得】

○平成20年（1月～12月）

小助川博之 国際高等教育院

【本人のマスコミ発表等】

朝日新聞、河北新報、東北大学学生新聞、日刊工業新聞、KHB、テレビ東京



氏名 丸田 薫

所属 流体科学研究所・教授（博士（工学））

専門 燃焼学 伝熱学

研究課題 熱物質再生燃焼・マイクロ燃焼・フロン代替冷媒システムにおける熱物質移動

E-mail: maruta@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5319

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

反応流動融合分野における事業推進担当者（および平成21年2月より同分野長）として、反応流動時のエネルギー変換におけるエクセルギー効率向上を目指し、マイクロ燃焼、およびマイクロリアクタ技術の研究開発に取り組んだ。

マイクロ燃焼に関する独自手法を応用した、温度分布マイクロリアクタによる低温酸化反応の温度別反応解析や、最低火炎温度特定、マイクロ燃焼器内のパターン形成メカニズム解明を行った。ロシア科学アカデミーおよびプリンストン大学からそれぞれ1名の客員教授を招へいし、合計4ヶ月間の共同研究を実施した。フロン代替冷媒による冷凍機内熱物質移動、炭化水素燃料の反応機構等に関する産学共同研究を進めた。高温空気燃焼技術の国際的普及に向けた国際標準(ISO)策定のための社会活動では、TC109に続き、日本が新たに議長国となったTC244国内対策委員長として活動を開始した。GCOE国際会議では、流体科学研究所の西山秀哉教授とともに反応及びプラズマに関するセッションを組織した。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際会議>

名 称：32nd International Symposium on Combustion

主催団体：The Combustion Institute

開催国：Canada

開催期間：2008.8.3 ～ 2008.8.6

役割：Colloquium Co-chair, 講演, 座長

名 称：6th International Seminar on Flame Structure

主催団体：the Institute of Chemical Kinetics and Combustion SB RAS, the Institute of Theoretical and Applied Mechanics SB RAS

開催期間：2008.9.14 ～ 2008.9.17

開催国：Belgium

役割：Member of Scientific Committee

名 称：Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference

主催団体：JSME KSME

開催国：日本

開催期間：2008.10.13 ～ 2008.10.16

役割：共著者

名 称：The Fifth International Conference on Flow Dynamics

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開催国：日本

開催期間：2008.11.17 ～ 2008.11.19

役割：セッションオーガナイザー

名 称：The eighth AFI symposium combined with the fifth TFI symposium, AFI/TFI-2008

主催団体：AFI/TFI

開催国：日本

開催期間：2008.12.19 ～ 2008.12.20

役割：共著者

<招待講演>

講演 先：14th International Conference on the Methods of Aerophysical Research

講演 題目：Dynamics and limit mechanism of combustion in a heated meso-scale channel

講演 日：2008.7.3

講演 先：日本燃焼学会 夏の学校2008

講演 題目：“超燃焼”エクセルギー効率と速度論

講演 日：2008.9.5

講演 先：電力中央研究所

講演 題目：高エクセルギー効率燃焼を目指して ―超燃焼・マイクロ燃焼から新概念燃焼技術へ―

講演 日：2009.2.20

平成20年度の研究業績

【研究内容】

マイクロ燃焼における極低速のweak flameについて、その下限界の存在を確認し、さらにそのメカニズムは物質拡散による活性種散逸であることを示した。

マイクロバスタービンモデルとよなる円盤型チャネル内のカオス様パターン形成について、着火核の分裂からパターン形成に至るメカニズムを解明し、現象を数値的に再現した。温度分布制御型マイクロリアクタによりDME燃料における多段酸化反応の定常化を行った。さらに同手法を液体燃料に適用する手法を開発し、液体モデル燃料における着火燃焼特性の取得、数値計算による評価、さらに反応機構評価の手法を構築した。フロン代替冷媒システムにおける熱物質移動促進について、システム総合効率向上のための基礎データ取得に成功した。

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 航空宇宙工学専攻 Mehdi Jangi

「Unsteady Behavior of Droplet Combustion in Forced Convection（強制対流場における液滴燃焼の非定常挙動に関する研究）」

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 奥山 昌紀
「高圧下の多孔質層における乱流燃焼メカニズムに関する研究」
2. 航空宇宙工学専攻 玉置 裕一
「高圧下における過熱水蒸気を含む酸素燃焼に関する研究」
3. 航空宇宙工学専攻 松原 慶典
「混合作動ガスを用いたPJの高亜音速流における着火特性」
4. 航空宇宙工学専攻 森永 啓大
「少量存在するNO_xが消炎限界に及ぼす影響」
5. 機械システムデザイン工学専攻 小松 遼
「温度勾配による管内進行波音波の増幅と減衰」
6. 機械システムデザイン工学専攻 前神 有里子
「波長選択性熱放射による化学反応促進」
7. 機械システムデザイン工学専攻 井川 純二
「省電力型DC-RFハイブリッドプラズマ流動システムの熱流動特性と微粒子動態制御」
8. 環境科学専攻 須藤 誠
「磁性流体温熱療法の実現を目指したマグネタイトナノ粒子の発熱・熱拡散に関する工学的検討」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Sudarshan Kumar, Kaoru Maruta, S. Minaev, and R. Fursenko
Appearance of target pattern and spiral flames in radial microchannels with CH₄-air mixtures
Physics of Fluids, Vol.20, pp.024101, (2008).
2. A.W. Fan, S. Minaev, S. Kumar, W. Liu and K. Maruta
Regime diagrams and characteristics of flame patterns in radial microchannels with temperature gradients

Combustion and Flame, Vol.153, Issue 3, pp.479-489, (2008).

3. Yosuke Tsuboi, Takeshi Yokomori and Kaoru Maruta
Extinction characteristics of premixed flame in heated microchannel at reduced pressures
Combustion Science and Technology, Volume 180, Issue 10 & 11, pp.2029 – 2045, (2008).

【書籍】

1. Combustion and Flame
2. Combustion Science and Technology
3. Physics of Fluids

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. Aiwu Fan, Sergey Minaev, Hisashi Nakamura, Wei Liu, Kaoru Maruta
Rotating pelton-like flame waves in a heated radial microchannel
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, Vol. I , pp.227-228, (2008).
2. Haolin Yang, Hisashi Nakamura, Kaoru Maruta
Split waves in filtration gas combustion in fibrous porous media
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, Vol. I , pp.231-232, (2008).
3. 押部 洋, 坪井 陽介, 中村 寿, 丸田 薫
温度制御されたマイクロフローリアクタ内におけるDMEの着火・燃焼特性
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, Vol. I , pp.199-200, (2008).
4. 中村 寿, 範 愛武, 南園 英明, 丸田 薫, 小林 秀昭
高温壁面近傍のCH₄/air予混合火炎の分岐に関する研究
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, Vol. I , pp.213-214, (2008).
5. Hisashi Nakamura, Aiwu Fan, Hideaki Minamizono, Kaoru Maruta, Hideaki Kobayashi and Takashi Niioka
Combustion Characteristics of Stretched Premixed Methane-Air Flame in Front of an Inert Hot Wall
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, pp.OS2-13- OS2-13, (2008).
6. Hiroshi Oshibe, Yosuke Tsuboi, Hisashi Nakamura, Susumu Hasegawa and Kaoru Maruta
Study on Ignition and Combustion Characteristics of DME-air Mixture in a Heated Channel
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, pp.OS8-42- OS8-42, (2008).
7. Hiroshi Oshibe, Yosuke Tsuboi, Hisashi Nakamura, Takuya Tezuka, Susumu Hasegawa, Kaoru Maruta
Study on low temperature oxidation and ignition using temperature profile controlled micro flowreactor
Proceeding of the eighth AFI symposium combined with the fifth TFI symposium, pp.54-55, (2008) .
8. Aiwu Fan , Hisashi Nakamura , Wei Liu, Kaoru Maruta
Experimental investigation on flame pattern formations of DME-air mixture in a heated radial microchannel
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp.538-539, (2008).
9. Yang Haolin, Nakamura Hisashi, Maruta Kaoru
Instabilities of premixed DME/air flames propagating in low speed mixture flows in a tube
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp.236-237, (2008).
10. 中村 寿, 押部 洋, 坪井 陽介, 丸田 薫
温度制御型マイクロフローリアクタにおける定常weck flameと自着火現象の関係
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp.14-15, (2008).
11. 押部 洋, 坪井 陽介, 中村 寿, 長谷川 進, 丸田 薫
温度制御型マイクロフローリアクタによるDME-空気予混合気の二段酸化反応
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp.16-17, (2008).

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：押部 洋

受賞名：「第45回日本伝熱シンポジウム優秀プレゼンテーション賞」

“温度制御されたマイクロフローリアクタ内におけるDMEの着火・燃焼特性”

受賞年：(2008)



氏名 三浦 隆利

所属 工学研究科化学工学専攻・教授（工学博士）

専門 プロセス工学

研究課題

液体の分裂及び流動反応プロセスの先導的研究

E-mail: miura@tranpo.che.tohoku.ac.jp

TEL: 022(795)7250

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

当反応流動融合分野では、粘性流体の流動から剪断力による分裂までのプロセス現象の解明について取り組んできた。粘性流体の固体壁面上の流動場を高精度観察し、流動パターンの分類を行い、その状態の具現化に向けて数値解析を行っている。また噴霧燃焼シミュレーションでは、エマルジョン滴内の水滴の自然対流による流動・凝集現象の解明のためにエマルジョン滴内流動数値解析を行うと共に、エマルジョン滴の再微粒化挙動をモデル化し噴霧燃焼特性を数値解析している。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜国際会議＞

名 称：Fifth International Conference on Flow Dynamics

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開 催 国：日 本

開催期間：2008.11.17～2008.11.19

役 割：Organizing Committee Member

平成20年度の研究業績

【研究内容】

微粒化プロセスでは、液膜の厚さを触針法で測定し、その結果をVOF法で解析した。今年度は二次元自由液面解析コードの開発であり、二次元ダムブレイクについて解析を行い、実験結果や理論解と比較して精度を確認した。また噴霧ノズル上の液膜表面流動状態を着色液体の濃淡を撮影し、二次元解析結果と比較し妥当な結果を得た。さらに回転ノズルの周端で発生する液糸に関しては開発中である。また静電場中の液滴の飛行プロセスに関しては、電荷が影響するか否かを検討中である。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 化学工学専攻 廣澤 寿幸

「水素吸蔵合金の劣化特性および膨張に伴う応力発生機構」

2. 化学工学専攻 渡部 弘達

「Numerical Simulation for Advanced Spray Combustion（噴霧燃焼の高度化を目的とした数値シミュレーション）」

修士論文

1. 化学工学専攻 梶山 真嗣

「乾式脱硫における移動現象に関する基礎的研究」

2. 化学工学専攻 原田 拓自

「単一燃料液滴の蒸発挙動に関する研究」

3. 化学工学専攻 林崎 秀幸

「コークス欠陥構造がコークス破壊挙動に及ぼす影響」

4. 化学工学専攻 吉田 恵子

「熱・物質移動を考慮した微粉炭粒子反応挙動に関する研究」

5. 化学工学専攻 渡邊 圭介

「CVD反応器内における粒子成長挙動に関する数値解析」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 応用化学専攻 千葉 拓
「実験・計算融合による磁気デバイス用研磨プロセスに関する研究」

修士論文

1. 化学工学専攻 安積 孝
「活性炭の再生を目的とした超臨界CO₂存在下のVOC吸着挙動の定量化」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. 原田拓自, 渡部弘達, 松下洋介, 丹野庄二, 青木秀之, 三浦隆利
水/n-ドデカンエマルジョン燃料液滴の温度および初期液滴径がパuffing発生に及ぼす影響
化学工学論文集, 34-(1), pp. 161-167 (2008)
2. Akinori Goto, Yoshio Morozumi, Hideo Hagiya, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
Numerical investigation of Waste Plastic Injection in a Blast Furnace
Journal of Chemical Engineering of Japan, 41-(3), pp. 182-193 (2008)
3. Hirotatsu Watanabe, Yoshikazu Suwa, Yohsuke Matsushita, Yoshio Morozumi, Hideyuki Aoki, Shoji Tanno and Takatoshi Miura
Numerical Investigation of Spray Combustion in Jet Mixing Type Combustor for Low NO_x emission
Energy Conversion and Management, 49, pp. 1530-1537 (2008)
4. 玉木章吾, 五十嵐誠, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 武幸一郎, 浜野秀光
CO₂冷凍サイクルにおいてエジェクタが成績係数および交換熱量に及ぼす影響
化学工学論文集, 35-(5), pp. 505-512 (2008)
5. 玉木章吾, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 武幸一郎, 浜野秀光
CO₂冷凍サイクルにおいて内部熱交換器が成績係数および交換熱量に及ぼす影響
化学工学論文集, 35-(5), pp. 513-521 (2008)
6. 五十嵐誠, 玉木章吾, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 武幸一郎, 浜野秀光
CO₂冷凍サイクルを対象とした冷房成績係数および蒸発器の交換熱量に関する実験的検討
化学工学論文集, 36-(6), pp. 566-570 (2008)
7. Hirotatsu Watanabe, Takuji Harada, Katsuyuki Hoshino, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
An Experimental Investigation of the Secondary Atomization and Spray Combustion for Emulsified Fuel
Journal of Chemical Engineering of Japan, 41-(12), pp. 1110-1118 (2008)

【書籍】

1. 化学工学論文集
2. Journal of Chemical Engineering of Japan
3. Energy Conversion and Management

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 五十嵐誠, 玉木章吾, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
二酸化炭素ヒートポンプにおける成績係数および交換熱量の実験的検討
第10回化学工学会学生発表会（群馬大会）講演要旨集, p14, 桐生, 3月1日 (2008)
2. 進藤朋之, 宍戸文彦, 渡部諒, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 西脇勝也, 山田浩, 福田興照
帯電したカーボンブラックの凝集シミュレーションおよびその三次元凝集体形状評価
第2回宮城化学工学懇話会先端研究発表会, A106, 仙台, 3月11日 (2008)
3. 玉木章吾, 五十嵐誠, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
エジェクタを設置したCO₂冷凍サイクルのサイクルシミュレーション
第2回宮城化学工学懇話会先端研究発表会, A107, 仙台, 3月11日 (2008)
4. 萩谷秀人, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
境界適合格子を用いた円柱群内における乱流特性の検討
第2回宮城化学工学懇話会先端研究発表会, A108, 仙台, 3月11日 (2008)

5. 呼和涛力, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 遠藤智, 佐伯康司
空調換気システムにおいて環気・給気が汚染物質の拡散に及ぼす影響の数値解析
第2回宮城化学工学懇話会先端研究発表会, A117, 仙台, 3月11日 (2008)
6. 進藤朋之, 宍戸文彦, 渡部諒, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 西脇勝也, 山田浩, 福田興照
カーボンブラック凝集シミュレーションと形状評価法の開発
化学工学会第73年会研究発表講演要旨集, K114, 浜松, 3月17-19日 (2008)
7. 萩谷秀人, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
境界適合格子を用いた円柱群内乱流場の数値解析
化学工学会第73年会研究発表講演要旨集, K115, 浜松, 3月17-19日 (2008)
8. 呼和涛力, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 遠藤智, 佐伯康司
遊技場空調換気システムに関する数値解析
化学工学会第73年会研究発表講演要旨集, K117, 浜松, 3月17-19日 (2008)
9. 玉木章吾, 五十嵐誠, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 武幸一郎, 浜野秀光
エジェクタがCO₂冷凍サイクルに及ぼす影響の数値解析的検討
化学工学会第73年会研究発表講演要旨集, K119, 浜松, 3月17-19日 (2008)
10. 星野雄将, 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
二流体ノズルを用いた噴霧燃焼におけるFuel NO_x生成特性
第8回日本伝熱学会学生発表会講演論文集, pp. 15-16, 仙台, 5月9日 (2008)
11. 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
Large Eddy Simulationによる環状噴流中における噴霧流解析
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, F212, つくば, 5月21-23日 (2008)
12. 星野雄将, 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
外部混合型低圧二流体ノズルを用いた噴霧燃焼における低NO_x化の実験的検討
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, D1508, つくば, 5月21-23日 (2008)
13. Hirotatsu Watanabe, Takuji Harada, Katsuyuki Hoshino, Haruyuki Kamata, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura
The characteristics of single droplet evaporation and spray combustion of kerosene/water emulsified fuel
Proceedings of the 21st International Conference on Efficiency, Costs, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems (ECOS2008), pp. 815-822, Krakow, Poland, June 24-27, (2008)
14. Hirotatsu Watanabe, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura
The effect of the number of computational grids on calculation results of co-axial jet flows by Large Eddy Simulation using dynamic SGS model
The Fifth International Conference on Computational Fluid Dynamics, pp. 320-321, Seoul, Korea, July 7-11 (2008)
15. Keisuke Watanabe, Tomonori Sato, Taku Shindoh, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura and Fuminori Munekane
An Investigation of Iron Nanoparticle Formation by Ferrocene Pyrolysis for CNTs Production
2008 International Conference on Carbon (CARBON'08), P0606, Nagano, Japan, July 13-18, (2008)
16. 渡部諒, 進藤朋之, 宍戸文彦, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 西脇勝也, 山田浩, 福田興照
種々の生成条件におけるカーボンブラック粒子の凝集に関する数値解析的検討
化学工学会新潟大会講演論文集, p. 20, 新潟, 8月21-22日 (2008)
17. 吉田恵子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
対流を考慮した酸化剤の物質移動速度が単一チャー粒子反応速度に及ぼす影響
第3回宮城化学工学懇話会先端研究発表会, A106, 仙台, 9月18日 (2008)
18. 三浦隆利
燃焼研究のあれこれ
化学工学会第40回秋季大会研究発表講演要旨集, Q107, 仙台, 9月24-26日 (2008)
19. 宍戸文彦, 橋口弘, 松下洋介, 両角仁夫, 青木秀之, 三浦隆利
粒子の焼結・融合を考慮したすす生成モデルを用いた一次粒子成長および凝集体形状機構の検討
化学工学会第40回秋季大会研究発表講演要旨集, R113, 仙台, 9月24-26日 (2008)
20. 吉田恵子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
チャー粒子表面への酸化剤の物質移動速度に関する数値解析的検討

化学工学会第40回秋季大会研究発表講演要旨集, E306, 仙台, 9月24-26日 (2008)

21. 原田拓自, 鈴木芳行, 星野雄将, 鎌田美志, 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
重質油を用いたエマルジョン燃料の噴霧燃焼における環境汚染物質生成特性に関する実験的検討
廃棄物学会東北支部第1回研究発表会講演要旨集, pp. 27-28, 仙台, 10月9日 (2008)
22. Hirotsu Watanabe, Takuji Harada, Katsuyuki Hoshino, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura
Experimental and Numerical Investigation of the Characteristics of Secondary Atomization and Spray Combustion of Emulsified Fuel
The Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, C226, Sapporo, Japan, October 13-16 (2008)
23. Hirotsu Watanabe, Katsuyuki Hoshino, Takuji Harada, Haruyuki Kamata, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
Numerical Investigation of Spray Combustion with Considering Secondary Atomization
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-7, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
24. Y. Matsushita, H. Aoki and T. Miura
One Aspect of Entrained Flow Coal Gasifier Simulation in Japan
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS2-12, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
25. Yasuhiro Saito, Kotaro Yasumura, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura, Shin Ogasawara, Masatoshi Daikoku and Takao Inamura
Comparison of Solution Algorithms of Pressure-velocity Coupling for Unsteady-state Fluid Flow Calculations
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-22, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
26. Haruyuki Kamata, Yoshiyuki Suzuki, Katsuyuki Hoshino, Takuji Harada, Hirotsu Watanabe, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
Experimental and Numerical Investigations of Spray Combustion Characteristic with Biodiesel Fuel
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-38, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
27. Katsuyuki Hoshino, Yoshiyuki Suzuki, Takuji Harada, Haruyuki Kamata, Hirotsu Watanabe, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
An Investigation for Lean-rich Spray Combustion using Twin-fluid Atomizer
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-39, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
28. Takuji Harada, Haruyuki Kamata, Hirotsu Watanabe, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura
A Numerical Investigation of Heat Transfer and Fluid Flow in a Single Droplet of Fuel
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-40, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
29. Ryo Watanabe, Tomoyuki Shindo, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura, Katsuya Nishiwaki, Hiroshi Yamada and Okiteru Fukuda
Numerical Investigations of the Mechanism of Aggregation of Carbon Black
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-52, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
30. 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
Large Eddy Simulationによる燃焼の数値解析における渦消散モデルの有効性
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 240-241, 京都, 12月3-5日 (2008)
31. 鎌田美志, 星野雄将, 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 渡邊浩一
バイオディーゼル燃料の噴霧燃焼におけるNOx排出特性
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 304-305, 京都, 12月3-5日 (2008)
32. 星野雄将, 渡部弘達, 鎌田美志, 鈴木芳行, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
環境汚染物質削減を目的とした超高压パルス噴霧燃焼法の提案
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 384-385, 京都, 12月3-5日 (2008)
33. 原田拓自, 鎌田美志, 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利,
熱電対で懸垂された単一燃料液滴蒸発現象の数値解析
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 552-553, 京都, 12月3-5日 (2008)
34. 小笠原慎, 大黒正敏, 稲村隆夫, 齋藤泰洋, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
超高速回転体による微粒化特性
第17回微粒化シンポジウム講演論文集, pp. 299-304, 東京, 12月17日-19日 (2008)

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年 (1月～12月)

1. 原田拓自, 渡部弘達, 松下洋介, 丹野庄二, 青木秀之, 三浦隆利
水/n-ドデカンエマルジョン燃料液滴の温度および初期液滴径がパuffing発生に及ぼす影響
化学工学論文集, 34-(1), pp. 161-167 (2008)
2. Hirotsu Watanabe, Yoshikazu Suwa, Yohsuke Matsushita, Yoshio Morozumi, Hideyuki Aoki, Shoji Tanno and Takatoshi Miura
Numerical Investigation of Spray Combustion in Jet Mixing Type Combustor for Low NOx emission
Energy Conversion and Management, 49, pp. 1530-1537 (2008)
3. Hirotsu Watanabe, Takuji Harada, Katsuyuki Hoshino, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
An Experimental Investigation of the Secondary Atomization and Spray Combustion for Emulsified Fuel
Journal of Chemical Engineering of Japan, 41-(12), pp. 1110-1118 (2008)

【本人の受賞・特許等】

1. 社団法人 化学工学会 2007年度 優秀論文賞 (2008.9.24)
2. 5th International Conference on Fluid Dynamics Participant Award for Most Fancy Poster (2008.11.19)
3. 5th International Conference on Fluid Dynamics Participant Award for Most Attractive Poster (2008.11.19)

【学生の受賞・特許等】

○平成20年 (1月～12月)

1. 宍戸文彦, 橋口弘, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, (社)化学工学会、化学工学会2007年度優秀論文賞 (2008)
2. Yasuhiro Saito, Kotaro Yasumura, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura, Shin Ogasawara, Masatoshi Daikoku and Takao Inamura, 5th International Conference on Fluid Dynamics, 5th International Conference on Fluid Dynamics Participant Award for Most Attractive Poster (2008)
3. Takuji Harada, Haruyuki Kamata, Hirotsu Watanabe, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura, 5th International Conference on Fluid Dynamics, 5th International Conference on Fluid Dynamics Participant Award for Most Fancy Poster (2008)

【学生の研究費の獲得】

○平成20年 (1月～12月)

獲得者名：渡部弘達

名称：科学研究費補助金特別研究員奨励費

期間：2007-2008年度

金学：90万円(2008)

獲得者名：松下洋介, 齋藤泰洋(研究分担者)

名称：(財) 谷川熱技術振興基金

期間：2008.10～2009.10

金学：165万円



氏名 升谷 五郎

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻・教授（工学博士）

専門 流体力学

研究課題

極超音速空気吸い込みエンジンの研究

E-mail: masuya@cc.mech.tohoku.ac.jp

TEL: 022(795)7006

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

事業担当者として、化学反応と融合した流れの代表例の一つである超音速気流中の燃焼とその先進的計測法に関する研究を進めた。特に超音速流中のトレーサー粒子の追従遅れの高次補正、PIVによる超音速乱流混合場の速度変動計測、PLIFの一般化した蛍光比法の拡張、PLIFを用いた超音速乱流混合場のスカラー構造解析、擬似衝撃波による混合促進機構解明、擬似衝撃波を伴う燃焼場の数値シミュレーションなどに重点を置いて研究を進めた。国際交流を促進するため、ソウル国立大学との共同研究を開始し、博士課程学生を受入れて共同研究に着手した。

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 超音速流中のトレーサー粒子の追従遅れの高次補正法の研究

トレーサー粒子を用いた超音速気流の速度計測では、衝撃波等による急激な速度変化に対するトレーサーの追従遅れが大きな問題となっている。我々は平成19年度までに、トレーサーと気流の速度差に基づく相対レイノルズ数及び相対マッハ数が小さい場合に適用できるStokesの抗力則を用いた補正法を定式化し、その有用性を実証してきた。平成20年度は同一流れ場で平面レーザー誘起蛍光法（PLIF）により計測した密度分布を用いることにより、相対レイノルズ数と相対マッハ数の範囲に制限のない一般的抗力則を適用できる補正法を提示し、その効果を検証した。対象とした流れ場では、一般的抗力則の使用による補正の改善は顕著ではなかった。

2. PIVによる超音速乱流混合場の速度変動計測

粒子画像速度計測（PIV）データを用いて超音速気流中への噴射により生じる流れ場の速度変動を計測するために、必要なデータセット数や誤ベクトルの除去法などについて検討を行った。また、噴流の上流側境界と離脱衝撃波にはさまれた領域で、特異なトリプルピークを持つ速度pdfが生じることを見出した。

3. PLIFの一般化した蛍光比法の拡張

平成19年度までに、超音速流に噴射した燃料模擬気体のモル分率および気流の平均密度を測定するために、従来から用いられてきたPLIFの蛍光比法について、主流と噴流への蛍光物質のシーディング比を考慮できる一般化を行った。平成20年度は主流と噴流の気体種が異なる場合及び複数の噴射孔から噴射した気流のモル分率を分離したい場合に対しても、同方法を拡張して適用できることを定式化して示し、2孔噴射について実証を行った。

4. PLIFを用いた超音速乱流混合場のスカラー構造の研究

室温及び大気圧以下の条件下では、アセトンPLIFで測定される蛍光輝度がアセトン濃度に比例することを利用して、噴射気体にのみアセトンを混入した場合に撮影した多数の瞬間PLIF画像を統計処理し、噴射気体濃度の空間2点相関分布及び各点における噴射気体濃度の確率密度関数(pdf)を求めた。これにより従来ほとんど知られていない噴射によって生じるスカラー場の乱流構造に関する重要な知見が得られた。これらのデータは、超音速燃焼器内の乱流燃焼モデル開発のためにも有用である。

5. 擬似衝撃波による混合促進機構の研究

超音速燃焼器内の燃焼による発熱に起因する圧縮波が、周囲の壁面境界層と干渉して形成される擬似衝撃波の混合促進機構を、PIVによる3次元速度分布計測、噴射気体トレーサー粒子のMie散乱

可視化，出口ガス分析によって調べた。噴射位置における主流動圧による噴流の貫通増加と，二次流れによる噴射気体の側壁方向への対流輸送増大が見出された。

6. 擬似衝撃波を伴う燃焼場の数値シミュレーション

プラズマトーチを保炎器とする超音速燃焼器内の燃焼状態の3次元数値シミュレーションを行い，燃焼による発熱に伴う擬似衝撃波の発生，プラズマジェットの凍結／非平衡化学反応の影響，擬似衝撃波発生時の混合状態などについて調べた。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 航空宇宙工学専攻 高橋英美

“Experimental Study of Scalar Structure in a Supersonic Turbulent Mixing Flowfield Using Acetone PLIF
（アセトンPLIFによる超音速乱流混合流れ場におけるスカラー構造に関する研究）”

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 細川淳一

「非定在エッジフレームの性質に関する研究」

2. 航空宇宙工学専攻 宋戸圭太

「メタンを作動ガスに含むPJの超音速流における着火特性」

3. 航空宇宙工学専攻 田村武

「超音速流れ場における粒子速度の高次補正と速度変動量の測定」

4. 航空宇宙工学専攻 松原慶典

「混合作動ガスを用いたPJの高亜音速流における着火特性」

5. 航空宇宙工学専攻 森永啓大

「少量存在するNO_xが消炎限界に及ぼす影響」

6. 航空宇宙工学専攻 山内英樹

「擬似衝撃波による混合促進機構の研究」

7. 航空宇宙工学専攻 渡部潤也

「超音速流におけるプラズマ着火の数値シミュレーション」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 航空宇宙工学専攻 岩上わかな

“Numerical Study of Standing Accretion Shock Instability in Core-Collapse Supernovae （重力崩壊型超新星における定在降着衝撃波不安定性の数値的研究）”

2. 航空宇宙工学専攻 荻野要介

“Numerical Study of Laser-Generated Unsteady Plasma in Propulsion and Flow Control Technique （レーザー生成非定常プラズマによる推進技術と流れ場制御に関する数値的研究）”

3. 航空宇宙工学専攻 Mehdi Jangi

“Unsteady Behavior of Droplet Combustion in Forced Convection （強制対流場における液滴燃焼の非定常挙動に関する研究）”

修士論文

1. 機械システムデザイン専攻 岩瀬貴志

「パルス管冷凍機における音響インピーダンスの計測」

2. 機械システムデザイン専攻 岩渕良彦

「高活性種を含む反応性プラズマ流の特性解析と高機能化」

3. 機械システムデザイン専攻 好永篤史

「タングステン波長選択エミッタを用いたTPV発電システム」

4. 航空宇宙工学専攻 大山創史

「超音速複素翼の始動過程に対する3次元性の影響」

5. 航空宇宙工学専攻 奥山昌紀
「高圧化の多孔質層における乱流燃焼メカニズムに関する研究」
6. 航空宇宙工学専攻 倉科大輔
「機能性分子センサーを用いたマイクロスラスター内部流れの研究」
7. 航空宇宙工学専攻 先光吉宗
「衝撃波と干渉する噴流場の三次元構造に関する研究」
8. 航空宇宙工学専攻 高垣雅彦
「プラズマアクチュエータの作動原理の解明と火星大気への適用」
9. 航空宇宙工学専攻 玉置裕一
「高圧化における過熱水蒸気を含む酸素燃焼に関する研究」
10. 量子エネルギー工学専攻 阿部祐子
「超高速二相流によりオリフィス下流域に発生するエロージョン現象の解明」
11. 量子エネルギー工学専攻 吉田和弘
「デュアルエルボにおける複雑流動構造の解明と減肉緩和技術への応用」

【査読論文（査読付き国際会議論文を含む）】

1. S. Tomioka, M. Izumikawa, T. Kouchi, G. Masuya, K. Hirano, A. Matsuo,
Matched Pressure Injections into a Supersonic Crossflow Through Diamond-Shaped Orifices, *Journal of Propulsion and Power*, Vol. 24, No. 3 (2008), pp. 471-478
2. H. Takahashi, S. Ikegami, H. Oso, G. Masuya, M. Hirota,
Quantitative Imaging of Injectant Mole Fraction and Density in Supersonic Mixing,
AIAA Journal, Vol. 46, No. 11 (2008), pp. 2935-2943

【書籍】

1. AIAA Journal
2. Journal of Propulsion and Power
3. COE Lecture Series Vol.11
4. Nano-Mega Scale Flow Dynamics for
5. Advanced Aerospace Technology

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 細川淳一, 滝田謙一, 升谷五郎,
非一様伸長場における非予混合エッジフレームの特性,
日本航空宇宙学会北部支部2008年講演会・第9回際使用型宇宙推進系シンポジウム・第5回HASTIC
学術講演会・第17回短時間無重力利用に関する講演会講演論文集, (2008), pp.115-118
2. 小池俊輔, 田村武, 升谷五郎,
PIV補正における抗力係数及び流速変動の影響,
日本航空宇宙学会北部支部2008年講演会, 第9回際使用型宇宙推進系シンポジウム, 第5回HASTIC
学術講演会, 第17回短時間無重力利用に関する講演会講演論文集, (2008), pp.187-192
3. 柴山博治, 河内俊憲, 升谷五郎,
超音速流中におけるパルス噴流の貫通特性,
第40回流体力学講演会／航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2008講演集, (2008),
pp.223-226
4. 河内俊憲, 柴山博治, 升谷五郎,
高速シュリーレン撮影を用いた超音速流中における垂直噴流の貫通の評価,
第40回流体力学講演会／航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2008講演集, (2008),
pp.227-230
5. 渡部潤也, 滝田謙一, 升谷五郎,
プラズマ着火における衝撃波形成過程の数値解析,
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, (2008), pp.272-273
6. 宍戸圭太, 山本貴正, 滝田謙一, 升谷五郎,
メタンを作動ガスに含むPJの超音速流における着火特性,

第46回燃焼シンポジウム講演論文集, (2008), pp.274-275

7. H. Takahashi, G. Masuya,
Spatial Correlations of Concentration Fluctuations in a Supersonic Mixing Flowfield,
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-24

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. H. Takahashi, S. Ikegami, H. Oso, G. Masuya, M. Hirota,
Quantitative Imaging of Injectant Mole Fraction and Density in Supersonic Mixing,
AIAA Journal, Vol. 46, No. 11 (2008), pp. 2935-2943
2. 小池俊輔, 田村武, 升谷五郎,
PIV補正における抗力係数及び流速変動の影響,
日本航空宇宙学会北部支部2008年講演会, 第9回際使用型宇宙推進系シンポジウム, 第5回HASTIC学
術講演会, 第17回短時間無重力利用に関する講演会講演論文集, (2008), pp.187-192
3. H. Takahashi, G. Masuya,
Spatial Correlations of Concentration Fluctuations in a Supersonic Mixing Flowfield,
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-24

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：小池俊輔

受賞名：東北大学工学研究科長賞

受賞年：平成20年3月

【学生の研究費の獲得】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：高橋英美

名称：科学研究費補助金 特別研究員奨励費

期間：平成20年4月～平成21年3月

金学：600千円



氏名 西山 秀哉

所属 流体科学研究所・教授（工学博士）

専門 電磁流体工学

研究課題

プラズマ反応流動システム

E-mail: nishiyama@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5260

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

電磁場に応答する機能性流体であるプラズマ流体に関して、ナノ・マイクロスケールで微粒子と衝撃波の干渉、あるいは、静電場によるナノ粒子の加速や輸送制御シミュレーションを行っており、ナノ・マイクロ粒子高速流動プロセスの高効率化に寄与している。また、磁気粘性流体では、管内壁粗さ構造、管断面形状、管弾性係数による磁場下でのMRプラグ性能解析を行っており、メカニカルデバイスや生体内流動制御の基礎資料を提供している。

反応流動融合分野に関しては、流体機能で、特にプラズマ化学反応性に着目し、省電力放電で空気からオゾンや酸素ラジカル等を含む高活性空気ジェットを生成し、実験と計算の統合解析デザインによる作動条件やプラズマトーチ形状の最適化を行っている。最終的には、省エネで環境負荷が小さく、プラズマの化学反応性を活用した内燃機関エンジンの燃焼促進、マイクロバブルジェットと融合した水質浄化を目指している。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

1. 日本混相流学会機能性流体のマルチスケール流動とシステム化に関する研究分科会主査として、平成20年5月16日に30名ほどの参加者を得て研究会を開催し、東京大学の若手教員からマイクロ・ナノプラズマ技術やカーボンナノチューブ合成プロセスのモデリングに関する話題の提供および討議を行った。
2. 平成20年8月8日に会津で開催された日本混相流学会年会講演会で「機能性流体のマルチスケール流動とシステム化」に関するオーガナイズドセッションを企画し、キーノート講演1件、一般講演8件の発表があった。
3. 流体科学研究所の客員教授としてカナダのシャールブルック大学からP. Proulx教授を平成20年6月15日～7月31日まで招へいし、省電力型DC-RFハイブリッドプラズマ流動システムによる微粒子プロセスに関する数値シミュレーションを行った。また7月9日には、凝集効果まで考慮したナノ粒子プロセスに関する特別講演も企画し、20名ほどの参加者と討議を行った。
4. 流体科学世界拠点形成事業の一環として、本研究所と学術交流協定を締結しているチェコ科学アカデミープラズマ物理研究所のDr. J. Jenistaを東北大学外国人研究員として平成20年9月17日～12月13日まで招へいし、バイオマスガス化用アークの最適化のための数値シミュレーションに関する共同研究を実施し、研究成果を6月にギリシアで開催されたHigh Technology Plasma Processに関する国際会議で発表した。
5. 平成20年11月17日～19日に開催されたThe 5th International Conference on Fluid DynamicsでOS2 “Trans-disciplinary Reactive Flow Division Session” を企画し、アメリカ、チェコ、ロシア等5ヶ国からプラズマ流動、燃焼流に関して2件のキーノート講演、7件の招待講演、4件の一般講演があり、プラズマと燃焼の研究者同士の活発な質疑応答があった。また、修士院生の水木琴絵が国際学生セッションでMRプラグ効果を活用した管内MR流体流動制御に関して、ドレスデン工科大学研究留学生との共同研究成果をポスター発表し、“Organizer Award” を受賞した。

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 超音速マイクロ・ナノ粒子流動加工プロセスの静電制御
コールドスプレイや歯科治療における超音速ジェットに注入したマイクロ・ナノ粒子の付着効率を向上させるために、コロナ放電による静電気力で粒子加速を活用したり、細管内でマイクロ・ナノ粒子を輸送するために数値シミュレーションと実験を行っている。
2. 省電力による空気プラズマジェットの高活性流動解析とエンジン燃焼促進

誘電体バリア放電を用いた省電力型空気活性化トーチを実験・計算の統合解析により最適デザインを行い、空気ジェットの作動条件によるラジカル濃度分布の経時変化を明らかにしている。

3. 放電を用いたマイクロバブルジェットの高活性化と水質浄化
強酸化作用のあるオゾンマイクロバブルジェットに封入し、作動条件と気泡径、気泡速度、ボイド率の基本的特性を明らかにし、マイクロバブルデザインとオゾンマイクロバブルジェットの高活性化を活用した水質分解浄化特性の検証実験も行っている。
4. 省電力型DC-RFハイブリッドプラズマ流動システムのマイクロ・ナノ粒子プロセスの最適化
上記プラズマ流動システムを用いたマイクロ粒子球状化プロセスにおいて、低電力で混合ガス成分やその注入位置およびDCジェットの流速等、入口流動条件のみを制御し、マイクロ粒子球状化効率を向上させるための最適化実験を行っている。
5. バイオマスガス化用アークシステムの最適化シミュレーション
木くずをアークにより加熱分解するプロセスにおいて、精密な放射モデルを導入したアーク流動解析を行い、超音速下での熱流動場およびエネルギー変換効率も求め、チェコ科学アカデミープラズマ物理研究所の実機の実験と比較検討をしている。
6. 壁面干渉効果を伴うMR流体プラグ特性と流動場制御
磁場下にある管内MR流体プラグによるメカニカルデバイスや生体内流動制御を目的として、壁面粗さ構造、管断面形状、管弾性係数や透磁率によるMR流体プラグ特性を実験的に明らかにしている。特に人工血管等、生体材料を活用した次世代MR流体流動システムの構築を目指している。

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 井川 純二
「省電力型DC-RFハイブリッドプラズマ流動システムの熱流動特性と微粒子動態制御」
2. 機械システムデザイン工学専攻 岩淵 良彦
「高活性種を含む反応性空気プラズマ流の特性解析と高機能化」
3. 機械システムデザイン工学専攻 古居 剛
「大気圧水蒸気プラズマ流の反応流動場解析と滅菌機構」
4. 機械システムデザイン工学専攻 水木 琴絵
「壁面相互作用を伴う管内MR流体流動の動的応答特性」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 仁木 隆裕
「コールドスプレー法によるガスタービン高温部材の損傷補修とその耐久性評価に関する研究」
2. ナノメカニクス専攻 古林 敬顕
「二成分荷電コロイド分散系のブラウン動力学シミュレーションによる研究」

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 青木 雄佑
「液滴衝撃エロージョンにおける流体／材料因子に関する連成数値解析」
2. 機械システムデザイン工学専攻 Sayar Mehdi
「コールドスプレー法を用いた金属基材上への耐高温酸化セラミックコーティングに関する基礎的検討」
3. 航空宇宙工学専攻 今 陽介
「ダウンフォース利用型高速列車の研究」
4. 航空宇宙工学専攻 向井 康晃
「スラッシュ室素固液二相流の管内流動特性に関する数値解析」
5. 航空宇宙工学専攻 若林 陽一
「スラッシュ室素流動時に管路形状が及ぼす影響に関する実験的研究」
6. ナノメカニクス専攻 佐々木 一誠
「SiO₂ における過冷却液体の分子動力学シミュレーションによる研究」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Hideya Nishiyama, Hidemasa Takana, Kotoe Mizuki, Tomoki Nakajima and Kazunari Katagiri
Evaluation of Sealing Characteristics in MR Fluid Channel Flow Relating to Magneto- Rheological Properties
AIP Conference Proceedings, Complex Systems, Eds. M. Tokuyama, I. Oppenheim and H. Nishiyama, Vol.982, pp.592-597, (2008)
2. Hidemasa Takana, Kazuhiro Ogawa, Tetsuo Shoji and Hideya Nishiyama
Computational Simulation of Cold Spray Process Assisted by Electrostatic Force
Powder Technology, Vol.185, No.2, pp.116-123, (2008)
3. Hidemasa Takana, Kazuhiro Ogawa, Tetsuo Shoji, and Hideya Nishiyama
Computational Simulation on Performance Enhancement of Cold Gas Dynamic Spray Processes With Electrostatic Assist
Journal of Fluids Engineering, Transactions of ASME, Vol.130, No.8, pp.081701-1-081701 -7, (2008)
4. Jiri Jenista, Hidemasa Takana, Milan Hrabovsky and Hideya Nishiyama
Numerical Investigation of Supersonic Hybrid Argon-Water Stabilized Arc for Biomass Gasification
IEEE Transactions on Plasma Science, Vol.36, No.4, pp.1060-1061, (2008)
5. Hideya Nishiyama, Hidemasa Takana, Shota Niikura, Hirofumi Shimizu, Dai Furukawa, Tomoki Nakajima, Kazunari Katagiri and Yoshikatsu Nakano
Characteristics of Ozone Jet Generated by Dielectric Barrier Discharge
IEEE Transactions on Plasma Science, Vol.36, No.4, pp.1328-1329, (2008)
6. Hidemasa Takana, Hong Yang Li, Kazuhiro Ogawa, Tsunemoto Kuriyagawa and Hideya Nishiyama
Computational and Experimental Studies on Cavity Filling Process by Cold Gas Dynamic Spray
Proceedings of 2008 ASME International Mechanical Engineering Congress & Exposition, CD-ROM, (2008)

【書籍】

1. Powder Technology
2. Journal of Fluids Engineering, Transactions of ASME
3. IEEE Transactions on Plasma Science
4. The 21st Century COE Program, International COE of Flow Dynamics, Lecture Series Vol.12, Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Complex Systems
5. AIP Conference Proceedings, Complex Systems, Vol.982

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. Hideya Nishiyama, Takehiko Sato, Michio Tokuyama, Toshiaki Ikohagi, Yasuaki Kohama and Jun Ishimoto
Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Complex Systems
The 21st Century COE Program, International COE of Flow Dynamics, Lecture Series Vol.12, Eds. S. Maruyama and H. Nishiyama, Tohoku University Press, pp.1-34, 44-68, (2008).
2. 高奈秀匡, 李紅岩, 小川和洋, 厨川常元, 西山秀哉
キャビティを有する基板への超音速微粒子ジェット加工の高性能化
平成19年度衝撃波シンポジウム講演論文集, 163-164頁, (2008).
3. 高奈秀匡, 李紅岩, 小川和洋, 厨川常元, 西山秀哉
ナノ・マイクロ粒子高速流動の衝突過程とキャビティ充填加工の高度化
日本機械学会2008年次大会講演論文集, Vol.8, 237-238頁, (2008).
4. 水木琴絵, ワイスベッカー・ハナ, オデンバッハ・ステファン, 高奈秀匡, 西山秀哉
壁面相互作用を伴う管内MR流体の複雑流動特性
日本混相流学会年会講演会2008講演論文集, 224-225頁, (2008).
5. 高奈秀匡, 李紅岩, 小川和洋, 厨川常元, 西山秀哉
超音速微粒子ジェット加工におけるナノ・マイクロ粒子流とキャビティ基板との衝突干渉制御
日本混相流学会年会講演会2008講演論文集, 226-227頁, (2008).
6. Hideya Nishiyama, Hidemasa Takana, Kotoe Mizuki, Hannah Weisbecker and Stefan Odenbach
Dynamic Response of Magneto-Rheological Fluid Seal with Fluid/Wall Interactions
Abstracts of the 11th Conference on Electrorheological Fluids and Magnetorheological Suspensions (ERMR2008), Dresden, Germany, p.101, (2008).

7. 高奈秀匡, 李紅岩, 小川和洋, 厨川常元, 西山秀哉
ナノ・マイクロ粒子ジェットとキャビティ基板との衝突干渉制御による超音速微粒子ジェット加工の高度化
日本流体力学会年会2008講演要旨集, 220頁, (2008).
8. Hidemasa Takana, Kazuhiro Ogawa, Tsunemoto Kuriyagawa and Hideya Nishiyama
Control of Charged Nano/Micro Particle Behavior in an Impinging Supersonic Jet
Abstracts of the 14th International Congress on Plasma Physics (ICPP2008), p.259, (2008).
9. Hideya Nishiyama, Hidemasa Takana, Yoshihiko Iwabuchi, Hirofumi Shimizu and Yoshikatsu Nakano
Characteristic Analysis of a Highly Reactive Air Jet Generated by Atmospheric Dielectric Barrier Discharge
Abstracts of the 14th International Congress on Plasma Physics (ICPP2008), p.383, (2008).
10. 岩渕良彦, 清水洋文, 高奈秀匡, 西山秀哉
燃焼促進のための誘電体バリア放電による高活性空気プラズマジェットの統合解析
日本機械学会東北支部第44期秋季講演会講演論文集, No.2008-2, 31-32頁, (2008).
11. 水木琴絵, 高奈秀匡, 西山秀哉
MR 流体流動システムの動的応答特性と壁面干渉効果
日本フルードパワーシステム学会機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステムに関する研究委員会公開シンポジウム講演論文集, 53-54頁, (2008).
12. Hidemasa Takana and Hideya Nishiyama
Optimization of Small Power Reactive Air Jet for Industrial Applications
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, p.OS2-8, (2008).
13. Kotoe Mizuki, Hannah Weisbecker, Stefan Odenbach, Hidemasa Takana and Hideya Nishiyama
Flow Control of MR Fluid Channel Flow by Using MRF Plugging Effect
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, p.OS8-68, (2008).
14. Yoshihiko Iwabuchi, Hirofumi Shimizu, Hidemasa Takana, Yoshikatsu Nakano and Hideya Nishiyama
Characteristics of Small Power Reactive Air Jet Generated by Dielectric Barrier Discharge for Combustion Enhancement
Proceedings of the Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration (AFI/TFI-2008), pp.84-85, (2008).

【本人の受賞・特許等】

(受賞)

日本機械学会流体工学部門賞 (平成20年10月15日)

(特許)

1. 堤崎高司, 石川友美, 岡部仁, 西山秀哉, 片桐一成, 高奈秀匡, 仲野是克, 中嶋智樹,
エンジン(内燃機関におけるプラズマ発生装置), 特願2008-13363 (平成20年1月24日)
2. 西山秀哉, 片桐一成, 高奈秀匡, 仲野是克,
プラズマ発生装置およびプラズマ発生方法, 特開2008-103141 (平成20年5月1日)
3. 西山秀哉, 佐藤岳彦, 片桐一成, 高奈秀匡, 中嶋智樹, 仲野是克, 堤崎高司,
プラズマ発生装置およびプラズマ発生方法, 特開2009-54359 (平成21年3月12日)

【学生の受賞・特許等】

○平成20年 (1月～12月)

獲得者名: 水木琴絵

受賞名: 日本フルードパワーシステム学会「機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステム」
に関する研究委員会公開シンポジウム優秀講演賞

受賞年: 平成20年11月7日

獲得者名: 水木琴絵

受賞名: ICFD2008, Tohoku University Global COE Program, ICFD2008 Award (Organizer Award)

受賞年: 平成20年11月19日



氏名 小林 秀昭

所属 流体科学研究所・教授（工学博士）

専門 燃焼工学

研究課題

高圧燃焼、超音速燃焼、微小重力燃焼に関する研究

E-mail: kobayashi@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5272

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

事業推進担当者の研究分野では、高温、高圧、超音速流、低酸素濃度等の多様な極限環境下における燃焼現象の解明、燃焼診断と予測、燃焼解析法の研究を行い、燃焼の高負荷特性や高温生成特性を生かした、航空・宇宙推進および環境適合型燃焼技術の高度化を目指している。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜国際会議＞

名 称：32nd International Symposium on Combustion

主催団体：The Combustion Institute

開 催 国：カナダ

開催期間：2007.8.3～2007.8.8

役 割：Program Co-chair

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 高圧環境における燃料液滴の燃焼に及ぼす流速変動効果
代表的な高負荷燃焼であるガスタービン燃焼器内の乱流噴霧燃焼要素過程として乱流を構成する渦管と液滴火炎との相互干渉をモデル化し、微小重力実験と数値解析により高圧下の液滴燃焼に及ぼす流速変動効果とそのメカニズムを明らかにした。
2. 高温高圧下におけるCOを主成分とする乱流予混合火炎の研究
IGCCなどの石炭改質燃料を用いるガスタービンエネルギープラントでは、COを主成分とする高温高温高圧下の乱流燃焼であるが、その数値解析を検証する実験データはほとんど存在しておらず、本研究では流体科学研究所の高圧燃焼試験装置を用いて、CO/H₂/N₂/air予混合気に対する0.5 MPaまでの乱流火炎を安定化させることに成功した。
3. 高温高圧下における充填層多孔体内乱流燃焼に関する研究
GTL燃料改質装置の設計ではペブル充填層が用いられることが多いが、高温高圧下のペブル充填層における乱流燃焼現象は知られていない。本研究では、1.0 MPaまでの高圧下において充填層内部が観察できる2次元充填層モデルを構築し、高圧下の特異な火炎伝播過程を明らかにした。
4. 入射衝撃波と干渉する水素噴流場の混合メカニズムに関する解明
超音速燃焼エンジン内では壁面から垂直に噴射させた水素噴流とエンジン内斜め衝撃波の干渉が保炎性能に影響を及ぼすと考えられる。本研究ではNO-PLIFおよび3次元数値解析により、水素噴流下流の形成される再循環流の構造と濃度場を明らかにし、保炎に支配的な流れの3次元構造を明らかにした。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 航空宇宙工学専攻 Mehdi Jangi

「Unsteady Behavior of Droplet Combustion in Forced Convection（強制対流場における液滴燃焼の非定常挙動に関する研究）」

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 奥山 昌紀

「高圧下の多孔質層における乱流燃焼メカニズムに関する研究」

2. 航空宇宙工学専攻 先光 吉宗

「衝撃波と干渉する噴流場の三次元構造に関する研究」

3. 航空宇宙工学専攻 玉置 裕一
「高圧下における過熱水蒸気を含む酸素燃焼に関する研究」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 航空宇宙工学専攻 高橋 英美
「Experimental Study of Scalar Structure in a Supersonic Turbulent Mixing Flowfield Using Acetone PLIF
(アセトンPLIFによる超音速乱流混合流れ場におけるスカラー構造に関する研究)」

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 田村 武
「超音速流れ場における粒子速度の高次補正と速度変動量の測定」
2. 航空宇宙工学専攻 山内 英樹
「擬似衝撃波による混合促進機構の研究」
3. 航空宇宙工学専攻 松原 慶典
「混合作動ガスを用いたPJの高亜音速流における着火特性」
4. 航空宇宙工学専攻 森永 啓大
「少量存在するNO_xが消炎限界に及ぼす影響」
5. 航空宇宙工学専攻 宍戸 圭太
「メタンを作動ガスに含むPJの超音速流における着火特性」
6. 航空宇宙工学専攻 渡部 潤也
「超音速流におけるプラズマ着火の数値シミュレーション」
7. 量子エネルギー工学専攻 松井 章
「高熱負荷機器の除熱における最適なヒートシンク構造の解明」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Y. Yoshinaga and H. Kobayashi
Numerical Study of Radiation Effects on Polypropylene Combustion Using High-temperature Oxidizer Diluted with H₂O and CO
Journal of Thermal Science and Technology, Vol.3, (2008), pp.167-177.
2. 加藤壮一郎, 藤森俊郎, 小林秀昭
予混合型ガスタービン燃焼器における燃焼振動の線形一次元解析に及ぼす音響インピーダンスの影響
日本燃焼学会誌, Vol.50, (2008), pp.72-80.
3. H. Nakamura, N. Sato, H. Kobayashi, and G. Masuya
Effect of the Location of an Incident Shock Wave on Combustion and Flow Field of Wall Fuel-Injection
Transactions of The Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol.51, No.173, (2008), pp.170-175.
4. M. Jangi and H. Kobayashi
Numerical Study on the Evaporation of a Fuel Droplet in Low-Reynolds Number Oscillatory Flow at High Pressure
Proceedings of the 7th JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, (2008). (CD-ROM)

【書籍】

1. Journal of Thermal Science and Technology
2. 日本燃焼学会誌
3. Transactions of The Japan Society for Aeronautical and Space Sciences

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 石田俊輔, 先光吉宗, 中村寿, 大上泰寛, 工藤琢, 小林秀昭
超音速流における噴流場の構造に及ぼす衝撃波入射位置の影響
流体科学研究所報告, Vol.19, (2008), pp.1-10.
2. 大上泰寛, 桜井 悟, 長谷川翔一, Mehdi Jangi, 中村 寿, 吉永健太郎, 小林秀昭
微小重力環境を利用した高圧下における液滴火炎の流速変動への応答に関する研究
第24回宇宙利用シンポジウム講演論文集, (2008), pp.116-169.

3. 石田俊輔, 先光吉宗, 中村 寿, 大上泰寛, 小林秀昭
衝撃波と干渉する噴流場の構造に関する実験および非定常数値解析
日本航空宇宙学会北部支部講演会講演論文集, (2008), pp.83-88.
4. H. Nakamura, A. Fan, H. Minamizono, K. Maruta, H. Kobayashi, and T. Niioka
Birurcations of Stretched Premixed Flame Stabilized by a Hot Wall
Abstracts of Accepted Papers, 32nd International Symposium on Combustion, (2008), pp.54-54.
5. H. Kobayashi, S. Yata, Y. Ichikawa, and Y. Ogami
Dilution Effects of Superheated Water Vapor on Turbulent Premixed Flames at High Pressure and High Temperature
Abstracts of Accepted Papers, 32nd International Symposium on Combustion, (2008), pp.142-142.
6. Y. Ogami, S. Sakurai, S. Hasegawa, M. Jangi, H. Nakamura, K. Yoshinaga, and H. Kobayashi
Microgravity Experiments of Single Droplet Combustion in Oscillatory Flow at Elevated Pressure
Abstracts of Accepted Papers, 32nd International Symposium on Combustion (), (2008), pp.138-138.
7. Y. Sakimitsu, S. Ishida, H. Nakamura, Y. Ogami, and H. Kobayashi
Characteristic Length of the Downstream Recirculation Zone of Wall Injection Interacting with Incident Shock Wave
5th International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-25.
8. Y. Sakimitsu, S. Ishida, H. Nakamura, Y. Ogami, and H. Kobayashi
Effect of an Incident Shock Wave on the Flow Field with Wall Injection Normal to the Supersonic Mainstream
Proceedings of the 3rd Tohoku-SNU Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicle, Vol.1, (2008), pp.78-81.
9. K. Yoshinaga, M. Mori, Y. Ogami, and H. Kobayashi
Pyrolysis and Combustion of Polymers in Stagnation-point Flow Diluted with H₂O and CO₂
Proceedings of the 9th Asia-Pacific International Symposium on Combustion and Energy Utilization, Vol.1, (2008), pp.91-101.
10. Y. Ogami, S. Sakurai, S. Hasegawa, M. Jangi, H. Nakamura, K. Yoshinaga, and H. Kobayashi
Unsteady Behavior of Single Droplet Combustion in Oscillatory Flow Field under Microgravity Condition
The Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, (2008), pp.88-89.
11. 橋本和典, 大上泰寛, 小林秀昭
PTVおよびPLIF同時計測によるしわ状層流火炎の挙動に関する研究
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, (2008), pp.488-489.
12. 矢田創一郎, 市川泰久, 大上泰寛, 小林秀昭
高温高圧下における水蒸気希釈乱流予混合火炎の構造と排出ガス特性
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, (2008), pp.436-437.
13. 石田俊輔, 先光吉宗, 中村 寿, 大上泰寛, 工藤 琢, 小林秀昭
超音速流における衝撃波と干渉する噴流場に関する実験および数値解析
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, (2008), pp.276-277.
14. 門脇 敏, 久保田博之, 小林秀昭
予混合火炎のダイナミクスに及ぼす放射の影響: 固有不安定性と放射の複合効果
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, (2008), pp.436-437.

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. M. Jangi and H. Kobayashi
Numerical Study on the Evaporation of a Fuel Droplet in Low-Reynolds Number Oscillatory Flow at High Pressure
Proceedings of the 7th JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, Sapporo, (2008). (CD-ROM).
2. Y. Yoshinaga and H. Kobayashi
Numerical Study of Radiation Effects on Polypropylene Combustion Using High-temperature Oxidizer Diluted with H₂O and CO
Journal of Thermal Science and Technology, Vol.3, (2008), pp.167-177.

3. 加藤壮一郎, 藤森俊郎, 小林秀昭
予混合型ガスタービン燃焼器における燃焼振動の線形一次元解析に及ぼす音響インピーダンスの影響
日本燃焼学会誌, Vol.50, (2008), pp.72-80.

【本人の受賞・特許等】

日本機械学会「熱工学部門業績賞」 （平成20年10月15日）



氏名 小原 拓

所属 流体科学研究所・教授（工学博士）

専門 熱流体工学

研究課題 分子スケール熱流体現象・界面現象の研究

ナノスケール輸送現象の研究

E-mail: ohara@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5277

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

分子スケールの構造をもつ流体やナノ構造物における液体・界面の輸送特性、あるいはバルク液体の熱流体物性を決定する分子スケールの輸送現象を、分子動力学シミュレーションを主な手法として解析した。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<招待講演>

講演 先：6th US-Japan Seminar on Nanoscale Transport Phenomena, Boston, July 13-17, 2008

講演題目：Thermal energy transfer in membranes and at liquid-solid interfaces

講演 日：2008年7月14日

講演 先：日本機械学会熱工学部門活性化のためのワークショップ

講演題目：熱工学におけるナノ

講演 日：2008年10月31日

講演 先：第22回流体工学シンポジウム

講演題目：膜・界面の分子熱流動

講演 日：2008年12月6日

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 固液界面の熱・運動量輸送
NEMSやナノフルイドなどナノスケール構造をもつ液体システムの熱輸送特性を支配する固液界面の熱抵抗を、アルカンなど様々なポリマー液体に対して解析し、液体分子の鎖長や固体表面の結晶構造が現象に及ぼす影響を明らかにした。
2. ポリマー液体中の熱伝導を支配する分子間・分子内エネルギー伝搬特性
アルカンのバルク液体の熱伝導を分子動力学シミュレーションにより解析し、熱流束を構成する分子間・分子内エネルギー伝搬の寄与を調べた結果、ポリマーの鎖長が大きくなるのと共に分子内の強固な結合を使ったエネルギー伝搬が卓越し、アルカンの場合は分子数百程度で分子間のエネルギー伝搬に卓越することがわかった。
3. 脂質二重膜中のエネルギー・運動量伝搬機構
水中で脂質分子が自己組織化する脂質二重膜は、生体細胞膜の分子モデルであるが、その生体中における輸送機能を解明し、生体模倣膜による新しい熱流体輸送デバイスを模索することを目的として、せん断あるいは温度勾配下における運動量・エネルギー輸送特性を解析した。そのヘテロな構造により、著しい非等方性を示すことなどが明らかとなりつつある。
4. 次世代コーティングの研究
様々な工業過程で重要なコーティングの高度化を目的として、溶媒の蒸発や溶質濃度に依存した熱物性値変化を考慮した三次元熱流体数値解析により、基盤の温度不均一が液膜流動や最終膜厚分布に与える影響を明らかにした。

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. ナノメカニクス専攻 持丸 孝人

「自己組織化単分子膜における熱・運動量輸送特性」

2. ナノメカニクス専攻 岩尾 俊彦

「プラズマの自己無撞着シミュレーションの安定化に関する研究」

3. ナノメカニクス専攻 山口 雅志

「マイクロ・ナノスケール微細構造を持つ摺動面における分子期待潤滑に関する研究」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. ナノメカニクス専攻 古林 敬顕

「二成分荷電コロイド分散系のブラウン動力学シミュレーションによる研究」

修士論文

1. ナノメカニクス専攻 藤井 宏之

「Molecular-dynamics simulations of supercooled liquids on a metallic glass former $\text{Cu}_{60}\text{Ti}_{20}\text{Zr}_{20}$ 」

2. 機械システムデザイン工学専攻 奈良 龍

「New index of flow instability based on vorticity distribution」

3. 航空宇宙工学専攻 本木 裕一朗

「DSMC法を用いた高高度を飛行する宇宙機の空力解析」

4. 航空宇宙工学専攻 竹内 玲司

「大気圏再突入宇宙機周りの熱化学非平衡流れ三次元数値解析」

5. ナノメカニクス専攻 伊藤大吾

「白金表面における水素分子の解離吸着現象の分子論的研究」

6. 情報科学研究科応用情報科学専攻 小田川雅人

「GPUを用いた大規模粒子系可視化システムの構築とその応用」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. D. Torii, T. Nakano, and T. Ohara, Contribution of inter- and intramolecular energy transfer to heat conduction in liquids, Journal of Chemical Physics, Vol. 128, No. 4, 044504, 2008.
2. G. Kikugawa, S. Takagi, Y. Matsumoto, and T. Ohara, A molecular dynamics study on the local structure of liquid-vapor interface of water and L-J fluid, Journal of Thermal Science and Technology, Vol. 3, No. 2, pp.234-240, 2008.
3. T. Ohara, T. Nakano, and D. Torii, Ion transport by the thermally rectified Brownian ratchet, Nanoscale and Microscale Thermophysical Engineering, Vol.12, No.2, pp.144-153, 2008.
4. T. Nakano, T. Ohara, and G. Kikugawa, Study on molecular thermal energy transfer in a lipid bilayer, Journal of Thermal Science and Engineering, Vol.3, No.3, pp.421-429, 2008.
5. T. Ohara, Molecular-scale heat transfer in liquids and at liquid-solid interfaces: Toward the quality evaluation of heat flux (invited review), Journal of Computational and Theoretical Nanosciences, Vol.5, No.2, pp.175-186, 2008.
6. T. Nakano, G. Kikugawa, and T. Ohara, A molecular dynamics study on heat conduction characteristics in lipid bilayer, Proc. Second International Forum on Heat Transfer, pp.112-112, 2008.
7. G. Kikugawa, T. Kawaguchi, T. Ohara, E. Torigoe, Y. Hagiwara, and Y. Matsumoto, A molecular dynamics study on the heat transfer characteristics at a SAM-solvent interface, Proc. Second International Forum on Heat Transfer, pp.110-110, 2008.
8. T. Nakano, G. Kikugawa, and T. Ohara, Molecular dynamics study on lipid-bilayer membranes in shear flow, Proc. Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, 2008.
9. G. Kikugawa, T. Kawaguchi, T. Ohara, E. Torigoe, Y. Hagiwara, and Y. Matsumoto, Thermal boundary resistance at the interface of self-assembled monolayers, Proc. Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, 2008.

【書籍】

1. Journal of Chemical Physics
2. Journal of Thermal Science and Engineering
3. Nanoscale and Microscale Thermophysical Engineering
4. Journal of Computational and Theoretical Nanosciences

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 菊川豪太, 川口暢, 小原拓, 鳥越栄一, 萩原康正, 松本洋一郎, SAM膜-溶媒界面における熱輸送特性の分子動力学解析, 第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, Vol. II, pp.513-514, 2008.
2. 中野雄大, 菊川豪太, 小原拓, 脂質二重膜界面における熱輸送特性, 第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, Vol. II, pp.515-516, 2008.
3. 小田川雅人, 竹島由里子, 藤代一成, 菊川豪太, 小原拓, 数万オーダー粒子系のイメージベース可視化, 第36回可視化情報シンポジウム講演論文集, Vol.28, No.1, pp.73-74, 2008.
4. 菊川豪, 小原拓, 川口暢, 鳥越栄一, 萩原康正, 松本洋一郎, SAM-溶媒界面における界面熱抵抗特性の分子論的研究, 日本機械学会2008年度年次大会講演論文集, Vol.8, pp.213-214, 2008.
5. タンチアユアン, 鳥居大地, 菊川豪太, 小原拓, アルカン液体の固液界面におけるエネルギー・運動量伝搬特性, 日本機械学会2008年度年次大会講演論文集, Vol.8, pp.209-210, 2008.
6. 中野雄大, 菊川豪太, 小原拓, せん断流中における脂質二重膜の分子動力学的研究, 日本機械学会2008年度年次大会講演論文集, Vol.8, pp.211-212, 2008.
7. T. Nakano, G. Kikugawa and T. Ohara, A molecular dynamics study on heat transfer characteristics in lipid membranes, Proc. Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, 2008.
8. G. Kikugawa, T. Ohara, T. Kawaguchi, E. Torigoe, Y. Hagiwara, and Y. Matsumoto, Interfacial heat transfer characteristics at the interface of self-assembled monolayers and organic solvent, Proc. Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, 2008.
9. M. Odagawa, Y. Takeshima, I. Fujishiro, G. Kikugawa, T. Ohara, Y. Terada, and M. Tokuyama, Point sprite-based visualization of large-scale particle systems, Proc. Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, 2008.
10. T. Ohara and D. Torii, Chapter 4, Transport phenomena in nanoscale solid-liquid structures, Nano-mega scale flow dynamics in highly coupled systems, Tohoku University Press, pp.101-155, 2008.

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. D. Torii, T. Nakano, and T. Ohara, Contribution of inter- and intramolecular energy transfer to heat conduction in liquids, Journal of Chemical Physics, Vol. 128, No. 4, 044504, 2008.
2. T. Ohara, T. Nakano, and D. Torii, Ion transport by the thermally rectified Brownian ratchet, Nanoscale and Microscale Thermophysical Engineering, Vol.12, No.2, pp.144-153, 2008.
3. T. Nakano, T. Ohara, and G. Kikugawa, Study on molecular thermal energy transfer in a lipid bilayer, Journal of Thermal Science and Engineering, Vol.3, No.3, pp.421-429, 2008.
4. 中野雄大, 菊川豪太, 小原拓, 脂質二重膜界面における熱輸送特性, 第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, Vol. II, pp.515-516, 2008.
5. タンチアユアン, 鳥居大地, 菊川豪太, 小原拓, アルカン液体の固液界面におけるエネルギー・運動量伝搬特性, 日本機械学会2008年度年次大会講演論文集, Vol.8, pp.209-210, 2008.
6. 中野雄大, 菊川豪太, 小原拓, せん断流中における脂質二重膜の分子動力学的研究, 日本機械学会2008年度年次大会講演論文集, Vol.8, pp.211-212, 2008.
7. T. Nakano, G. Kikugawa, and T. Ohara, A molecular dynamics study on heat conduction characteristics in lipid bilayer, Proc. Second International Forum on Heat Transfer, pp.112-112, 2008.
8. T. Nakano, G. Kikugawa, and T. Ohara, Molecular dynamics study on lipid-bilayer membranes in shear flow, Proc. Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, 2008.
9. T. Nakano, G. Kikugawa and T. Ohara, A molecular dynamics study on heat transfer characteristics in lipid membranes, Proc. Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, 2008.



氏名 宮本 明

所属 未来科学技術共同研究センター・教授（工学博士）

専門 分子材料設計学

研究課題

マルチスケール実験融合計算化学の創成と応用

E-mail: miyamoto@aki.che.tohoku.ac.jp

TEL: 022(795)7233

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

事業推進担当者の研究分野では、貴金属触媒、トライボロジー、各種電池、半導体、二酸化炭素吸蔵技術、生体分子など、さまざまな材料や現象を対象として、ホールやエレクトロン、原子、分子、そしてマクロな連続体レベルと階層的に流動現象を解析することのできる、マルチスケール実験融合計算化学の創成と応用に取り組んでいる。X線回折や中性子回折シミュレータ、またはラマン分光や赤外分光シミュレータなど、多様な機器計測シミュレータの独自開発を進めることにより、実験計測に則した「本物」の原子レベル構造を描き出す事が可能になってきている。これに大規模計算可能な超高速化量子分子動力学法を適用して得られるミクロレベルの特性を、メソ・マクロレベルの計算へボトムアップすることによって、実験計測と量子論を融合したマルチスケール実験融合計算化学の創成を目指している。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際会議>

名 称：Fifth International Conference on Flow Dynamics

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開 催 国：日本

開催期間：2008.11.17 ～ 2008.11.19

役 割：Organizing Committee

名 称：International Symposium on Experiment-Integrated Computational Chemistry on Multiscale Fluidics

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開 催 国：日本

開催期間：2009.1.16 ～ 2009.1.17

役 割：Honorary Chair

名 称：International Seminar of Frontier of Energy Flow Dynamics in Atomic and Electronic Scales

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開 催 国：日本

開催期間：2009.2.26 ～ 2009.1.27

役 割：Honorary Chair

<招待講演>

講演 先：International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai

講演題目：Multi-Level Combinatorial Computational Chemistry for Future Electron Devices

講演 日：2008.5.22

講演 先：IMID/IDMC/Asia Display 2008 (Ilsan, Korea)

講演題目：Experiments Integrated Multilevel Computational Chemistry Methods for the Application to PDP Protecting Layer

講演 日：2008.10.14

講演 先：8th Symposium of Computational Materials Science (Incheon, Korea)

講演題目：Experiments-Integrated Multilevel Computational Chemistry Methods for Industrial Innovation

講演 日：2008.10.23

講演 先：NanoThailand Symposium 2008 (Bangkok, Thailand)

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 大規模量子化学計算手法による触媒構造と反応性の層間に関する研究

自動車排ガスの浄化に貴金属－酸化物担体触媒が広く用いられており、触媒能の更なる高性能化が求められている。独自の大規模量子化学計算手法により、従来困難であった、貴金属表面構造の影響を電子・原子レベルで解析できるようになった。Pt-CaTiO₃を対象として、Pt上のCOの吸着特性を量子化学的に評価したところ、カチオン状のPtよりもメタル状のPtにおけるbridgeサイトが最も吸着エネルギーが大きいことなど、Ptの形や電子移動による影響について知見を得ることが出来た。Pt-CeO₂では、EXAFSの実験研究に基づいて大規模モデルを構築して量子化学計算を行い、CeO₂(111)面より(110)面の方が、Ceが還元されやすいためにPt担持によってCeO₂の酸素が放出されやすい、という結果を得た。このように、界面・表面構造の違いが触媒性能に与える影響を明らかにする解析手法が確立できた。

2. マルチスケール計算化学手法によるトライボロジーの研究

超潤滑現象の解明を目指して、二硫化モリブデン(MoS₂)およびダイヤモンドライクカーボン(DLC)などの固体薄膜の解析を行っている。MoS₂膜は層間でミスフィット角を形成するという実験報告があるが、その摩擦係数への依存性は明確ではなかった。分子動力学(MD)計算により、摩擦係数が最小となるミスフィット角の存在を示し、それが硫黄間のクーロン力によるものであることを明らかにした。DLCでは、炭素間のsp²とsp³結合の比率が重要となる。様々な比率で原子レベルのモデルを作成し、ミクロレベルのヤング率をMDにより計算した。これを有限要素法(FEM)によるナノインデンテーションシミュレータによりマクロスケールに展開し、荷重－押込み深さ曲線を求めた。実験計測と非常によく一致する結果が得られ、MDとFEMのマルチスケール計算によるDLC膜の力学特性の解析に成功した。

3. 実験融合計算化学による発光材料の研究

新しい発光デバイスの開発や性能向上に向けて、結晶構造と発光特性の関連性を、発光中心周辺の局所構造の解明に焦点を当てて研究を行っている。実験融合計算化学手法により、青色蛍光体であるBaMgAl₁₀O₁₇: Eu²⁺ (BAM:Eu²⁺)を対象として、未解明のEu位置について検討を行った。これまでBR、aBR、mOの3つのサイトが提唱されていたが、分子動力学法(MD)とX線回折(XRD)シミュレータを用いることにより、実験的に得られているXRDパターンの微小ではあるが明瞭な1つのピークが、BAMにおけるBRサイトのEuに対応しているということを初めて解明した。温度上昇に伴う変化もMDとXRDシミュレータにより計算することができ、実験と計算を直接結びつける可能性を示した。

4. 太陽電池の理論設計のためのマルチスケールシミュレータの開発

低コストの製造が期待されている色素増感型太陽電池(DSSC)を対象として、色素分子から多孔質構造まで考慮可能な計算化学による理論設計を目標として、マルチスケールシミュレータの開発を行った。ミクロスケールでは、量子化学計算により算出した振動子強度から吸収係数を求めた。メソスケールでは、不規則多孔質構造に基づく電子移動シミュレータを開発して有効拡散係数を見積もり、ランダムウォークシミュレーションにより空隙中の屈曲度を評価した。これらの物性値を用いて、多孔質中と電解液中を通るみかけの電流密度に対するモデル方程式を解くことにより、デバイス特性を予測するマルチスケールシミュレータを開発した。多孔質構造や材料物性がデバイス特性に与える影響を評価出来るようになった。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 応用化学専攻 Arunabhiram Chutia

「Molecular Morphological Influence of Graphene Related Carbon Materials on their Electronic and Electrical Properties: A Theoretical Study (グラフェン関連カーボン材料の分子構造および電子・電気特性に関する理論研究)」

2. 応用化学専攻 千葉 拓

「実験・計算融合による磁気デバイス用研磨プロセスに関する研究」

3. 応用化学専攻 林 繁和
「高温高压エチレン・ α -オレフィン共重合触媒反応に関する研究」

修士論文

1. 応用化学専攻 森田 祐輔
「マルチスケール計算化学手法を用いた固体薄膜の超潤滑メカニズムに関する理論的研究」
2. 応用化学専攻 扇谷 恵
「色素増感型太陽電池の理論設計のためのマルチスケールシミュレーション手法の開発と応用」
3. 応用化学専攻 鄭 善鎬
「大規模量子化学計算手法を用いた不均一系触媒の表面構造と反応性の相関に関する研究」

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 応用化学専攻 鄭 城鳳
「高压反応条件におけるNiMo系水素化脱硫触媒上のNi種の表面微細構造解析」
2. 応用化学専攻 山崎 裕一郎
「ジメチルエーテルからの低級オレフィン合成用ゼオライト触媒の長寿命化」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Tasuku Onodera, Yusuke Morita, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Momoji Kubo, Takatoshi Shin-yoshi, Noriaki Nishino, Atsushi Suzuki, and Akira Miyamoto, “A Theoretical Investigation on the Dynamic Behavior of the Molybdenum Dithiocarbamate Molecule in the Engine Oil Phase,” *Tribology Online*, 3, 80–85 (2008).
2. Zhigang Zhu, Arunabhiram Chutia, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Theoretical Study on Electronic and Electrical Properties of Nanostructural ZnO,” *Japanese Journal of Applied Physics*, 47, 2999–3006 (2008).
3. Kei Ogiya, Chen Lv, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of the Multi-Scale Simulator for the Dye-Sensitized TiO₂ Nanoporous Electrode Based on Quantum Chemical Calculation,” *Japanese Journal of Applied Physics*, 47, 3010–3014 (2008).
4. Yusuke Morita, Toshiaki Shibata, Tasuku Onodera, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Effect of Surface Termination on Super-Low Friction of Diamond Film: A Theoretical Study,” *Japanese Journal of Applied Physics*, 47, 3032–3035 (2008).
5. Hideyuki Tsuboi, Kei Ogiya, Arunabhiram Chutia, Zhigang Zhu, Chen Lv, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of a Seebeck Coefficient Prediction Simulator Using Tight-Binding Quantum Chemical Molecular Dynamics,” *Japanese Journal of Applied Physics*, 47, 3134–3137 (2008).
6. Arunabhiram Chutia, Zhigang Zhu, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Influence of Organic Functional Groups on the Electrical Properties of Carbon Black: A Theoretical Study,” *Japanese Journal of Applied Physics*, 47, 3147–3151 (2008).
7. Michihisa Koyama, Kei Ogiya, Tatsuya Hattori, Hiroshi Fukunaga, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of Three-Dimensional Porous Structure Simulator POCO2 for Simulations of Irregular Porous Materials,” *The Journal of Computer Chemistry, Japan*, 7, 55–62 (2008).
8. Hema Malani, Shigekazu Hayashi, Huifeng Zhong, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Theoretical Investigation of Ethylene/1-Butene Copolymerization Process Using Constrained Geometry Catalyst (CpSiH₂NH)-Ti-Cl₂,” *Applied Surface Science*, 254, 7608–7611 (2008).
9. Yusuke Morita, Tasuku Onodera, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Takatoshi Shin-yoshi, Noriaki Nishino, Atsushi Suzuki, and Akira Miyamoto, “Development of a New Molecular Dynamics Method for Tribochemical Reaction and Its Application to Formation Dynamics of MoS₂ Tribofilm,” *Applied Surface*

Science, 254, 7618–7621 (2008).

10. Michihisa Koyama, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of Porous Structure Simulator for Multi-Scale Simulation of Irregular Porous Catalysts,” *Applied Surface Science*, 254, 7774–7776 (2008).
11. Tatsuya Hattori, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of Overpotential Simulator for Polymer Electrolyte Fuel Cells and Application for Optimization of Cathode Structure,” *Applied Surface Science*, 254, 7929–7932 (2008).
12. Hiromitsu Takaba, Shigekazu Hayashi, Huifeng Zhong, Hema Malani, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of the Reaction Time Accelerating Molecular Dynamics Method for Simulation of Chemical Reaction,” *Applied Surface Science*, 254, 7955–7958 (2008).
13. Tasuku Onodera, Yusuke Morita, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Clotilde Minfray, Jean-Michel Martin, and Akira Miyamoto, “A Theoretical Investigation on the Abrasive Wear Prevention Mechanism of ZDDP and ZP Tribofilms,” *Applied Surface Science*, 254, 7976–7979 (2008).
14. Clotilde Minfray, Tasuku Onodera, Thierry Le Mogne, Sayaka Nara, Shuko Takahashi, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Jean-Michel Martin, and Akira Miyamoto, “Experimental and Molecular Dynamics Simulations of Tribochemical Reactions with ZDDP: Zinc Phosphate-Iron Oxide Reaction,” *Tribology Transactions*, 51, 589–601 (2008).
15. Akira Endou, Tasuku Onodera, Sayaka Nara, Ai Suzuki, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Momoji Kubo, and Akira Miyamoto, “A Theoretical Study of Dynamic Behavior of Diphenyldisulphide Molecule on Fe Surface: Novel Ultra-Accelerated Quantum Chemical Molecular Dynamics Approach,” *Tribology Online*, 3, 280–284 (2008).
16. Michihisa Koyama, Hiroshi Fukunaga, Kei Ogiya, Tatsuya Hattori, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Ramesh C. Deka, Momoji Kubo, and Akira Miyamoto, “Challenge toward Microstructure Optimization of Irregular Porous Materials by Three-Dimensional Porous Structure Simulator,” *Ceramic Engineering and Science Proceedings*, 29, (2008).
17. Michihisa Koyama, Donghyun Kim, Boyeong Kim, Tatsuya Hattori, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Ramesh C. Deka, Momoji Kubo, and Akira Miyamoto, “Multi-scale Simulation Approach for Polymer Electrolyte Fuel Cell Cathode Design,” *ECS Transactions*, 16, 57–66 (2008).

【書籍】

1. Tribology Online
2. Japanese Journal of Applied Physics
3. The Journal of Computer Chemistry, Japan
4. Applied Surface Science
5. Tribology Transactions

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. “A Theoretical Investigation on the Dynamic Behavior of the Molybdenum Dithiocarbamate Molecule in the Engine Oil Phase,” Tasuku Onodera, Yusuke Morita, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Momoji Kubo, Takatoshi Shin-yoshi, Noriaki Nishino, Atsushi Suzuki, and Akira Miyamoto, *Tribology Online*, **3**, 80-85, (2008).
2. “Theoretical Study on Electronic and Electrical Properties of Nanostructural ZnO,” Zhigang Zhu, Arunabhiram Chutia, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, *Japanese Journal of Applied Physics*, **47**, 2999-3006, (2008).
3. “Development of the Multi-Scale Simulator for the Dye-Sensitized TiO₂ Nanoporous Electrode Based on Quantum Chemical Calculation,” Kei Ogiya, Chen Lv, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, *Japanese Journal of Applied Physics*, **47**, 3010-3014, (2008).

4. “Effect of Surface Termination on Super-Low Friction of Diamond Film: A Theoretical Study,” Yusuke Morita, Toshiaki Shibata, Tasuku Onodera, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, *Japanese Journal of Applied Physics*, **47**, 3032-3035, (2008).
5. “Development of a Seebeck Coefficient Prediction Simulator Using Tight-Binding Quantum Chemical Molecular Dynamics,” Hideyuki Tsuboi, Kei Ogiya, Arunabhiram Chutia, Zhigang Zhu, Chen Lv, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, *Japanese Journal of Applied Physics*, **47**, 3134-3137, (2008).
6. “Influence of Organic Functional Groups on the Electrical Properties of Carbon Black: A Theoretical Study,” Arunabhiram Chutia, Zhigang Zhu, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, *Japanese Journal of Applied Physics*, **47**, 3147-3151, (2008).
7. “Theoretical Investigation of Ethylene/1-Butene Copolymerization Process Using Constrained Geometry Catalyst (CpSiH₂NH)-Ti-Cl₂,” Hema Malani, Shigekazu Hayashi, Huifeng Zhong, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, *Applied Surface Science*, **254**, 7608–7611, (2008).
8. “Development of a New Molecular Dynamics Method for Tribochemical Reaction and Its Application to Formation Dynamics of MoS₂ Tribofilm,” Yusuke Morita, Tasuku Onodera, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Takatoshi Shin-yoshi, Noriaki Nishino, Atsushi Suzuki, and Akira Miyamoto, *Applied Surface Science*, **254**, 7618–7621, (2008).
9. “Development of the Reaction Time Accelerating Molecular Dynamics Method for Simulation of Chemical Reaction,” Hiromitsu Takaba, Shigekazu Hayashi, Huifeng Zhong, Hema Malani, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, *Applied Surface Science*, **254**, 7955–7958 (2008).
10. “A Theoretical Investigation on the Abrasive Wear Prevention Mechanism of ZDDP and ZP Tribofilms,” Tasuku Onodera, Yusuke Morita, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Clotilde Minfray, Jean-Michel Martin, and Akira Miyamoto, *Applied Surface Science*, **254**, 7976–7979 (2008).
11. “Experimental and Molecular Dynamics Simulations of Tribochemical Reactions with ZDDP: Zinc Phosphate-Iron Oxide Reaction,” Clotilde Minfray, Tasuku Onodera, Thierry Le Mogne, Sayaka Nara, Shuko Takahashi, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Jean-Michel Martin, and Akira Miyamoto, *Tribology Transactions*, **51**, 589–601, (2008).
12. “A Theoretical Study of Dynamic Behavior of Diphenyldisulphide Molecule on Fe Surface: Novel Ultra-Accelerated Quantum Chemical Molecular Dynamics,” Akira Endou, Tasuku Onodera, Sayaka Nara, Ai Suzuki, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Momoji Kubo, and Akira Miyamoto, *Tribology Online*, **3**, 280–284 (2008).

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：Shah Md. Abdul Rauf

受賞名：Poster Award、The First Symposium “International Center of Research and Education For Molecular Complex Chemistry”

受賞年：平成20年3月

獲得者名：小野寺 拓

受賞名：日本トライボロジー学会学生奨励賞

受賞年：平成20年5月

獲得者名：大沼 宏彰

受賞名：照明学会全国大会優秀ポスター発表賞

受賞年：平成20年8月

獲得者名：芹澤 和実

受賞名：Participant Award (Most Colorful)、The Fifth International Conference on Flow Dynamics

受賞年：平成20年11月

獲得者名：鄭 善鎬

受賞名：Organizer Award (Most Dense)、The Fifth International Conference on Flow Dynamics、受賞年：平成20年11月

【学生の研究費の獲得】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：呂 晨

名称：日本学術振興会特別研究員(PD)

期間：平成20年4月～平成21年3月

金額：¥900,000

獲得者名：大沼宏彰

名称：日本学術振興会特別研究員(DC1)

期間：平成20年4月～平成21年3月

金額：¥600,000

獲得者名：小野寺 拓

名称：日本学術振興会特別研究員(DC1)

期間：平成20年4月～平成21年3月

金額：¥600,000

獲得者名：Mohamed Ismael Mohamed Yossef

名称：国立大学法人東北大学グローバルCOE「分子系高次構造体化学国際教育研究拠点」
特別研究奨励費

期間：平成20年4月～平成21年3月

金額：¥495,000

【本人のマスコミ発表等】

「産業革新を支えるコンピュータケミストリー」

東日本放送(平成19年8月6日)，CNNj(8月8日，10日)，BS朝日(8月10日)

「世界へはばたく女性研究社たち」

仙台放送スーパーニュース(平成19年8月15日)

「英語でしゃべらナイト in 仙台」

NHK(平成20年2月11日)



氏名 水崎 純一郎

所属 多元物質科学研究所・教授（工学博士）

専門 固体イオニクス

研究課題

固体内イオン流動ダイナミクス

E-mail: mizusaki@tagen.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5340

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

本事業担当者の分野では、固体内のイオン移動・電子移動や固体内拡散と界面物質移動現象など、固体内イオンの輸送現象の基礎を幅広く研究展開している。この基礎分野が拘わる大きな技術分野は固体酸化燃料電池(SOFC)である。平成20年度までは特定領域研究ナノイオニクスのなかで、ナノ科学とSOFCの関わりを探究し、国内外の多くの研究者と交流しつつ、固体内の欠陥平衡と機械的な安定性との関連を探究する新しい分野展開を試みてきた。平成20年度から新に、固体酸化燃料電池開発支援のための基礎研究も開始され、欠陥平衡を軸とした熱力学と機械的安定性、及びその計測法に新たな展開を目指している。

毎年開催している日韓学生シンポジウムは、平成20年度はソウル大学で開催されたが、発表者数が50名を越え、通常の国際会議を凌ぐ活発で質の高い議論が行われた。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜国際会議＞

名称：9th Korea-Japan Students' Symposium

主催団体：Department of Materials Science and Engineerig, SNU

Global COE program, "World Center of Education and Research for Trans-disciplinary Flow Dynamics"

開催国：韓国

開催期間：2008.11.20-22

役割：アドバイザー（会議は学生主催の形を取り、指導教員はアドバイザーとして見守る立場を取る）

＜招待講演＞

講演先：第1回機能性酸化物エレクトロニクス研究会「機能性酸化物界面の諸問題と応用」
大阪大学産業科学研究所

講演題目：Current status of SOFC technology and the functional oxides: electrode reaction and defect chemical nature

講演日：2008.10.23

講演先：第1回界面科学研究会 岡山大学理学部

講演題目：ペロブスカイト型 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_{3+\delta}$ の欠陥化学モデルと高温での不定比性、導電率、熱起電力、格子体積、カオチン拡散

講演日：2008.12.20

講演先：Nonstoichiometric Compounds, Engineering Conferences International, Jeju Island, Korea,

講演題目：B-SITE CATION MIXING EFFECTS ON CHEMICAL STABILITY AND DEFECT EQUILIBRIUM OF LaCrO_3 BASED PEROVSKITE-TYPE OXIDE ELECTRONIC CONDUCTORS

講演日：2009.3.8-2009.3.13

講演先：台湾国立中央大学 機械工学科

講演題目：Reaction Kinetics and Electrochemical Stress of SOFC Gas Electrodes

講演日：2009.3.26

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 固体酸化燃料電池の電極過程

固体酸化物燃料電池(SOFC)の電極は多孔体であり、重要な電極反応過程は500℃以上の高温で、電極・電解質・ガス相の3相が交わる、通常では見えないところで起こる。そこで起こる反応や微構造の変化を可視化することを目指し、モデル電極の作製と、顕微鏡下、更には環境制御走査電子顕微鏡内での観測を試みた。この研究を担当した修士の学生が国際会議に招待されるなど、注目される成果をあげている。

2.応力場と固体内イオン・電子輸送

SOFCは2つの電極と電解質から構成される単電池を膜状に作製し、それを筒状・平板状など、様々に成形し、さらに積層して構成される。従って、電池各部に様々な力が加わる。一軸応力に対し、固体のイオン伝導や電子伝導がどの様に変化するかを調べたところ、代表的な電極材料・電解質材料で100MPa程度の圧縮で1%近い導電性の変化が生じる事が見出された。新しい研究課題として今後の展開が期待される。

3.酸化物などの固体化合物内の欠陥平衡と力学特性

固体化合物は、温度雰囲気によって組成が定比組成から若干ずれる不定比組成を示し、同時に酸素イオン空孔、金属イオン空孔など、欠陥が生じる。また、電子導電性やイオン導電性も変化する。このとき、格子体積も変化し、同時にヤング率、破壊じん性など機械的特性も変化するはずである。このことはSOFCの安定性に密接に関係すると考えられる。しかし、不定比性と機械的性質の関係は従来殆ど研究されていない。この領域の研究を新たな課題として取り組み始めている。

4.酸化物半導体の障壁形成機構

典型的な酸化物半導体であるチタン酸バリウムを例に、セラミックス科学の基礎である欠陥平衡論と、半導体物性工学の考え方を組み合わせることでショットキーバリア形成の定量的な計算モデルを構築した。米国電気化学会誌への掲載が決定している。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 大石 昌嗣
“B-Site Mixing Effects on Functional Property and Nonstoichiometry of Perovskite-Type Oxides” (Bサイト混合系ペロブスカイト型酸化物の機能特性と不定比性に関する研究)
2. 機械システムデザイン工学専攻 堀切 文正
“A Study on Photo-Electronic Property of Ceramics Hetero Interface for High-Temperature Devices” (高温作動デバイスへの応用を目指したセラミックスヘテロ接合の高温光・電子物性の研究)

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 阿子島 聡志
「高温プロトン導電性セラミックスの導電特性とガス電極反応機構」
2. 機械システムデザイン工学専攻 曾根 達也
「パウダージェットデポジッション法による酸化物薄膜作製とその膜の機能性」
3. 機械システムデザイン工学専攻 辺見 大輔
「導電性セラミックス膜の高温電子物性と不定比性」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 加藤 尚
「ランタンスカンデート系酸化物の導電特性とSOFC電解質への応用」
2. 環境科学研究科 地球システム・エネルギー学コース 宇根本 篤
“Mass Transport in High Temperature Materials for Hydrogen Energy Systems” (水素エネルギーシステム用高温材料における物質輸送)

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 秋山 博道
「メタノールを燃料とする一室型固体酸化物燃料電池の研究」

2. 機械システムデザイン工学専攻 浅野 和幸
「バリウムジルコネート系プロトン導電体におけるキャリア導入機構の研究」
3. ナノメカニクス専攻 伊藤 大吾
「白金表面における水素分子の解離吸着現象の分子論的研究」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Masatsugu Oishi, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada.
Oxygen nonstoichiometry and defect structure analysis of B-site mixed perovskite-type oxide
(La,Sr)(Cr,M)O_{3-δ}(M=Ti,Mn and Fe),
Journal of Solid State Chemistry, 181, 3177-3184, (2008)
2. Fumimasa Horikiri, LiQun Han, Naofumi Iizawa, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki.
Electrical Properties of Nb-Doped SrTiO₃ Ceramics with Excess TiO₂ for SOFC Anodes and Interconnects
Journal of The Electrochemical Society, 155(1), B16-B20, (2008)
3. Takashi Nakamura, Tsuneyuki Kobayashi, Keiji Yashiro, Atsushi Kaimai, Takanori Otake, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada.
Electrochemical Behaviors of Mixed Conducting Oxide Anodes for Solid Oxide Fuel Cell,
Journal of The Electrochemical Society, 155(6), B563-B569, (2008)
4. M.Sase, F.Hermes, K.Yashiro, K.Sato, J.Mizusaki, T.Kawada, N.Sakai, H.Yokokawa.
Enhancement of Oxygen Surface Exchange at the Hetero-interface of (La,Sr)CoO₃(La,Sr)₂CoO₄ with
PLD-Layered Films,
Journal of The Electrochemical Society, 155(8), B793-B797, (2008)
5. Atsushi Unemoto, Atsushi Kaimai, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Hiroshige Matsumoto, Junichiro Mizusaki, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada. ,
Hydrogen permeability and electrical properties in oxide composites,
Solid State Ionics, 178, 1663-1667, (2008)
6. Maya Sase, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada, Natsuko Sakai, Katsuhiko Yamaji, Teruhisa Horita, Harumi Yokokawa
Enhancement of oxygen exchange at the hetero interface of (La,Sr)CoO₃(La,Sr)₂CoO₄ in composite ceramics,
Solid State Ionics, 178, 1843-1852, (2008)
7. Masatsugu Oishi, Satoshi Akoshima, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada.
Defect structure analysis of B-site doped perovskite-type proton conducting oxide BaCeO₃ Solid State Ionics,
179, 2240-2247, (2008)
8. Masatsugu Oishi, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Naoto Kitamura, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada, Yoshiharu Uchimoto,
Oxygen nonstoichiometry of the perovskite-type oxides BaCe_{0.9}M_{0.1}O_{3-δ}(MY, Yb, Sm,Tb, and Nd),
Solid State Ionics, 179, 529-535, (2008).
9. Takao Kudo, Keiji Yashiro, Hiroshige Matsumoto, Kazuhisa Sato, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Slow relaxation kinetics of Sr(Zr, Y)O₃ in wet atmosphere,
Solid State Ionics, 179, 851-854, (2008).
10. 佐藤一永, 八代圭司, 橋田俊之, 川田達也, 湯上浩雄, 水崎純一郎.
固体酸化燃料電池の損傷に及ぼす化学膨張の影響,
日本機械学会論文集, 74(737), 68-74, (2008),
11. Fumimasa Horikiri, Naofumi Iizawa, Liqun Han, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Defect equilibrium and electron transport in the bulk of single crystal SrTi_{1-x}Nb_xO₃ (X = 0.01, 0.001, 0.0002),
Solid State Ionics, 179, 2335-2344, (2008)

【書籍】

1. Solid State Ionics
2. J. Electrochemical. Soc.
3. J. Solid State Chem.

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

1. 水崎純一郎 (共著)

ナノイオニクスー最新技術とその展望ー, 5 章ナノイオニクス構造高機能固体酸化物形燃料電池の創製

シーエムシー出版 216-228 (2008)

2. Junichiro Mizusaki, Keiji Yashiro
The 21st Century COE Program International COE of Flow Dynamics Lecture Series Volume 9, Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Energy Systems, Chapter 2. Nano-Scale Energy and Mass Transport Phenomena Involved in Fuel Cell Processes
東北大学出版会, 39-78 (2008)
3. 柳瀬宏貴, 篠田弘造, 八代圭司, 水崎純一郎, 鈴木茂.
深さ分解XPSおよびXASによる酸化物薄膜表面領域の化学状態分析,
東北大学多元物質科学研究所 素材工学研究彙報, 64, 37-44, (2008)

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年 (1月～12月)

1. Masatsugu Oishi, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada.
Oxygen nonstoichiometry and defect structure analysis of B-site mixed perovskite-type oxide (La,Sr)(Cr,M)O_{3-δ}(M=Ti,Mn and Fe),
Journal of Solid State Chemistry, 181, 3177-3184, (2008) 査読あり
2. Fumimasa Horikiri, LiQun Han, Naofumi Iizawa, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki.
Electrical Properties of Nb-Doped SrTiO₃ Ceramics with Excess TiO₂ for SOFC Anodes and Interconnects
Journal of The Electrochemical Society, 155(1), B16-B20, (2008) 査読あり
3. Takashi Nakamura, Tsuneyuki Kobayashi, Keiji Yashiro, Atsushi Kaimai, Takanori Otake, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada.
Electrochemical Behaviors of Mixed Conducting Oxide Anodes for Solid Oxide Fuel Cell,
Journal of The Electrochemical Society, 155(6), B563-B569, (2008) 査読あり
4. M.Sase, F.Hermes, K.Yashiro, K.Sato, J.Mizusaki, T.Kawada, N.Sakai, H.Yokokawa.
Enhancement of Oxygen Surface Exchange at the Hetero-interface of (La,Sr)CoO₃(La,Sr)₂CoO₄ with PLD-Layered Films,
Journal of The Electrochemical Society, 155(8), B793-B797, (2008) 査読あり
5. Atsushi Unemoto, Atsushi Kaimai, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Hiroshige Matsumoto, Junichiro Mizusaki, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada. ,
Hydrogen permeability and electrical properties in oxide composites,
Solid State Ionics, 178, 1663-1667, (2008) 査読あり
6. Maya Sase, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada, Natsuko Sakai, Katsuhiko Yamaji, Teruhisa Horita, Harumi Yokokawa
Enhancement of oxygen exchange at the hetero interface of (La,Sr)CoO₃(La,Sr)₂CoO₄ in composite ceramics,
Solid State Ionics, 178, 1843-1852, (2008) 査読あり
7. Masatsugu Oishi, Satoshi Akoshima, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada.
Defect structure analysis of B-site doped perovskite-type proton conducting oxide BaCeO₃
Solid State Ionics, 179, 2240-2247, (2008) 査読あり
8. Masatsugu Oishi, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Naoto Kitamura, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada, Yoshiharu Uchimoto,
Oxygen nonstoichiometry of the perovskite-type oxides BaCe_{0.9}M_{0.1}O_{3-δ}(MY, Yb, Sm, Tb, and Nd),
Solid State Ionics, 179, 529-535, (2008). 査読あり
9. Fumimasa Horikiri, Naofumi Iizawa, LiQun Han, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Defect equilibrium and electron transport in the bulk of single crystal SrTi_{1-x}Nb_xO₃ (X = 0.01, 0.001, 0.0002),
Solid State Ionics, 179, 2335-2344, (2008) 査読あり



氏名 徳山 道夫

所属 原子分子材料科学高等研究機構・教授（博士（理学））

専門 統計物理学

研究課題

水におけるガラス転移現象の研究

E-mail: tokuyama@fmail.ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5327

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

事業推進担当者の研究分野では、ガラス転移現象を示す様々な異なる体系（ SiO_2 、剛体楕円体系、高分子鎖分散系等）の計算機実験を遂行し、徳山が提案しているガラス転移近傍での普遍的法則が適用出来ることを示し、第一原理からの理論構築に大いに寄与している。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際会議>

名称: The 2nd International Discussion Meeting on the Glass Transition

主催団体: 東北大学原子分子材料科学高等研究機構

開催国: 日本

開催期間: 2009.2.27～2009.3.1

役割: 委員長

<講演>

講演先: The 2nd International Discussion Meeting on the Glass Transition

講演題目: Universalities in Diversely Different Glass-Forming Systems

講演日: 2009.2.27

講演先: The 2nd WPI Annual Workshop

講演題目: Self-Diffusion in Multi-Component Glass-Forming Systems

講演日: 2009.3.3

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. SiO_2 における過冷却液体の研究

SiO_2 は強いガラス形成物質として知られており、脆いガラス形成物質の過冷却液体のダイナミクスとどのような点が異なるのか、計算機実験により研究し、徳山普遍則を他の系と同様に過冷却状態では満足することを示し、ガラス状態では脆い系とは異なった振舞を示すことを確かめた。

2. 剛体楕円体系における拡散過程に対する粒子の異方性の影響

剛体球系における過冷却液体のダイナミクスは良く研究されているところであるが、剛体楕円体系はその取り扱いが難しく研究はまれである。剛体球系との違いを計算機実験により明らかにし、楕円体系も同様に徳山普遍則を満足することを示した。

3. 高分子鎖分散系のダイナミクスの計算機実験

溶媒の中に分散している高分子鎖が作る過冷却液体のダイナミクスを計算機実験により研究し、このような複雑な系に於いても、他の系と同様に過冷却状態でのダイナミクスは徳山普遍則を満足することを確認した。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. ナノメカニクス専攻 古林 敬顕

「二成分荷電コロイド分散系のブラウン動力学シミュレーション」

修士論文

1. ナノメカニクス専攻 藤井 宏之
「Molecular-Dynamics Simulations of Supercooled Liquids on a Metallic Glass Former $\text{Cu}_{40}\text{Ti}_{20}\text{Zr}_{20}$ 」
2. ナノメカニクス専攻 佐々木 一誠
「 SiO_2 における過冷却液体の分子動力学シミュレーションによる研究」

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 水木 琴絵
「壁面相互作用を伴う管内MR流体流動の動的応答特性」
2. ナノメカニクス専攻 持丸 孝人
「自己組織化単分子膜における熱・運動量輸送特性」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. M. Tokuyama
Universal Behavior near the Glass Transitions in Fragile Glass-Forming Systems
AIP Conference Proceedings, Vol.982, pp.3-13 (2008).
2. Y. Teraeda, and M. Tokuyama
Similarities in the Dynamics of Suspensions of Monodisperse Colloidal Chains with Different Length Confined in the Thin Film
AIP Conference Proceedings, Vol.982, pp.387-390 (2008).

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 中西 慎也、鳴海 孝之、寺田 弥生、徳山 道夫
多分散性擬剛体球系におけるガラス転移近傍での粒子サイズ分布のダイナミクスに与える影響
流体科学研究所報告、Vol.19, pp.21-29 (2009). 2009年1月発行
2. 鈴木 洋平、鳴海 孝之、寺田 弥生、徳山 道夫
中性コロイド分散系におけるダイナミクスに対する多分散性の効果
流体科学研究所報告、Vol.19, pp.11-19 (2009). 2009年1月発行

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

1. 中西 慎也、鳴海 孝之、寺田 弥生、徳山 道夫
多分散性擬剛体球系におけるガラス転移近傍での粒子サイズ分布のダイナミクスに与える影響
流体科学研究所報告、Vol.19, pp.21-29 (2009). 2009年1月発行 査読無し
2. 鈴木 洋平、鳴海 孝之、寺田 弥生、徳山 道夫
中性コロイド分散系におけるダイナミクスに対する多分散性の効果
流体科学研究所報告、Vol.19, pp.11-19 (2009). 2009年1月発行 査読無し



氏名 小玉 哲也

所属 医工学研究科医工学専攻・教授（工学博士）

専門 ナノメディシン

研究課題

ナノ流動を利用したがんの診断法と治療法の開発

E-mail: kodama@bme.tohoku.ac.jp

Tel: 022(717)7583

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

事業推進担当者の研究分野では、ナノ流動を利用したがんの診断法と治療法の開発を推進してきた。特に、ナノバブルと高周波超音波で得られる流動場では外来分子が細胞内に取り込まれることを数値的に明らかにした。また動物実験では、ナノバブルと高周波超音波を用いることで腫瘍血管構造の形態学的変化を三次元的に画像化して、がん早期診断法の開発の可能性を見出した。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜国際会議＞

名称：2009 International Dental Bioengineering Symposium

主催団体：医工学研究科

共催団体：東北大学大学院歯学研究科生体－バイオマテリアル高機能インターフェイス科学推進事業

グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開催国：日本

開催期間：2009.3.6

役割：General Chair

＜招待講演＞

講演先：University of Kwazulu-Natal, デーバン, 南アフリカ共和国

講演題目：Roles of osteopontin in infectious diseases and application of nanobubbles for infectious diseases

講演日：2008.4.26

講演先：South Africa-Japan Universities Forum (SAJU), ケープタウン, 南アフリカ共和国

講演題目：Management of Infectious Diseases- From traditional to innovative techniques.

講演日：2008.4.29

講演先：第11回癌治療増感研究シンポジウム：がん根絶の戦術は？

講演題目：ナノバブルと超音波を利用した診断・治療システムの開発.

講演日：2009.2.15

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 分子導入機序の解明

非定常・非平衡の分子動力学シミュレーションを使用して、異なる入射角の衝撃波の作用にともなう脂質二重膜の構造変化を調べた。入射衝撃波の作用で、脂質二重膜の周囲の分子に斜め方向の運動量が誘起され、これにより脂質の崩壊とリバウンド、脂質分子の長手方向への移動、親水基への周囲分子の導入、二重膜を横断する運動量輸送が発生することが示された。

2. リンパ節転移早期診断法の開発

リンパ節転移早期診断法の開発を目指して、転移モデルマウスの開発および、ナノバブルと高周波超音波を用いた3次元血管抽出法の開発をおこなった。転移診断には血管密度が重要な因子になることを明らかにした。

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Aoi A, Watanabe Y, Takahashi M, Mori S, Vassaux G, Kodama T. Herpes simplex virus thymidine kinase-mediated suicide gene therapy using nano/microbubbles and ultrasound. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2008; 34(3): 425-434.
2. Koshiyama K, Kodama T, Yano T, Fujikawa S. Molecular dynamics simulation of structural changes of lipid bilayers induced by shock waves: effects of incident angles. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes*. 2008; 1778(6):1423-1428.
3. Watanabe Y, Aoi A, Horie S, Tomita N, Mori S, Morikawa H, Matsumura Y, Vassaux G, Kodama T. Low-intensity ultrasound and microbubbles enhance the antitumor effect of cisplatin. *Cancer Science*. 2008; 99(12): 2525-2531.

【書籍】

1. Aoi A, Watanabe Y, Takahashi M, Mori S, Vassaux G, Kodama T. Herpes simplex virus thymidine kinase-mediated suicide gene therapy using nano/microbubbles and ultrasound. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2008; 34(3): 425-434.
2. Koshiyama K, Kodama T, Yano T, Fujikawa S. Molecular dynamics simulation of structural changes of lipid bilayers induced by shock waves: effects of incident angles. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes*. 2008; 1778(6):1423-1428
3. Watanabe Y, Aoi A, Horie S, Tomita N, Mori S, Morikawa H, Matsumura Y, Vassaux G, Kodama T. Low-intensity ultrasound and microbubbles enhance the antitumor effect of cisplatin. *Cancer Science*. 2008; 99(12): 2525-2531.

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. Tomita N, Horie S, Watanabe Y, Oosawa F, Sakuma M, Chen R, Ohki K, Morikawa H, Mori S, Ono M, Kodama T. Evaluation of cisplatin-induced antitumor effect with contrast-enhanced high-frequency ultrasound. Program pp 30-33. The 11th International Symposium on Advanced Biomedical Ultrasound. March 7, 2008, Sendai, Japan.
2. Ishii K, YFunaki Y, Kikuch Y, Yamazaki H, Matsuyama S, Terakawa A, Fujiwara M, Iwata R, Kodama T, Watanabe Y, Tanizaki N, Amano D, Yamaguchi T. FDG imaging of 1mm tumor with an ultras resolution animal PE. The Fifth IEEE International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI'08), May 14-17, 2008, Paris, France.
3. Tomita Y, Inaba T, Uchikoshi R, Kodama T. Peeling off effect and damage pit formation by ultrasonic cavitation. The International Conference on Hydraulic Machinery and Equipments Timisoara, Romania, October 16-17, 2008.
4. Horie S, Watanabe Y, Chen R, Tomita N, Oosawa F, Fujisawa S, Ono M, MFukumoto M, Mori S, Matsumura Y, Kodama T. Bladder cancer therapy using nanobubbles and two different intensities of ultrasound. The 2008 Nanomedicine Conference. Program p5. 19-24 September 2008. Hotel Eden Roc, Sant Feliu de Guixols, Spain.
5. Chen R, Chiba M, Watanabe Y, Horie S, Tomita N, Fukumoto M, Nori S, Kodama T. Local gene delivery system of nano/microbubbles-enhanced ultrasound aimed for treatment of gingival tumor. 2008 International Conference on Frontiers of Dental and Craniofacial Research. Program pp 96-97. Beijing International Convention Center (BICC), Beijing, China, November 1-3, 2008.
6. Tomita N, Horie S, Oosawa F, Rui C, Watanabe Y, Morikawa H, Ohki K, Fukumoto M, Mori S, Kodama T. Development of diagnostic imaging system for regional lymph node micrometastasis with high-frequency ultrasound. 2008 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS). Abstract Book p388. Beijing International Convention Center (BICC), Beijing, China, November 2-5, 2008.
7. Chen R, Tomita N, Baba T, Oosawa F, Watanabe Y, Horie S, Mori S, Fukumoto M, Kodama T. Contrast-Enhanced High-Frequency Ultrasound Imaging of Liver Metastases in preclinical models. 2008 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS). Abstract Book p391. Beijing International Convention Center (BICC), Beijing, China, November 2-5, 2008.
8. 陳 鋭, 千葉美麗, 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 森士朗, 五十嵐薫, 小玉哲也. ナノバブルと超音波を用いた歯周組織への遺伝子導入. 日本機械学会 第20回バイオエンジニアリング部門講演会講演論文集79頁.

2008年01月25-26日(芝浦工業大学 豊洲キャンパス).

9. 小玉哲也. ナノバブルと超音波を用いた高周波超音波三次元画像診断・分子導入システムの開発.
平成19年度厚生労働科学研究費研究成果等普及啓発事業. 医療機器開発推進研究 ナノメディシン
研究成果発表会. 2008年02月27日(国際研究交流会館 国際会議場).
10. 小玉哲也.
高周波超音波を用いたシスプラチン誘導抗腫瘍効果の定量化. 日本生体医工学会分子デリバリーME
研究会第9回報告会. 2008年03月15日(九州大学医学部 コラボレーションセンター I).
11. 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 大澤ふき, 船木善仁, 菊池洋平, 山崎浩道, 森士朗, 小玉哲也.
ナノバブルと超音波を利用した炎症疾患モデルマウスでのNa/I symporter(NIS)遺伝子発現の可視化
東北地方会第35回学術集会プログラム抄録集15頁. 2008年03月23日(仙台市情報・産業プラザ アエル5
階).
12. 富田典子, 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 大澤ふき, 佐久間基成, 大木宏介, 森川秀広, 森士朗, 小野
栄夫, 小玉哲也.
高解像度超音波イメージングシステムを用いたシスプラチンによる抗腫瘍効果の定量化.
東北地方会第35回学術集会プログラム抄録集15頁. 2008年03月23日(仙台市情報・産業プラザ アエル5
階).
13. 堀内逸智, 船木善仁, 山崎浩道, 石井慶造, 菊池洋平, 酒巻学, 渡邊夕紀子, 小玉哲也.
ヨウ素-124による抗体標識の検討. 日本原子力学会2008年春の年会. 2008年03月26-28日(大阪大学吹田
キャンパス).
14. 小玉哲也, 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 大澤ふき, 佐久間基成, 陳鋭, 大木宏介, 森川秀広, 森
士朗, 小野栄夫, .
高周波超音波イメージングシステムによるシスプラチン抗腫瘍効果の定量化
第46回日本生体医工学会大会プログラム・抄録集277頁. 2008年05月08日-10日(神戸国際会議場).
15. 宮下仁, 森士朗, 富田典子, 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 陳鋭, 大澤ふき, 佐久間基成,
大木宏 介, 川村仁, 森川秀広, 小玉哲也,
ナノバブル超音波システムを用いた抗癌剤および抗腫瘍分子導入による新たな癌治療法の開発. 頭頸
部癌2008年34巻2号148頁. 第32回日本頭頸部癌学会/第29回頭頸部手術技研究会
2008年6月11日-13日(ハイアットリージェンシー東京).
16. 森士朗, 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 陳鋭, 大澤ふき, 佐久間基成, 大木宏介, 宮下仁, 川村
仁, 森川秀広, 小玉哲也,
口腔癌の診断・治療のためのナノバブルと超音波を用いた画像診断・分子導入システムの開発. 頭頸
部癌2008年34巻2号165頁. 第32回日本頭頸部癌学会/第29回頭頸部手術技研究会.
2008年6月11日-13日(ハイアットリージェンシー東京).
17. 大木宏介, 森士朗, 堀江佐知子, 富田典子, 渡邊夕紀子, 陳鋭, 大澤ふき, 佐久間基成, 宮下仁, 川村
仁, 森川秀広, 小玉哲也,
ナノバブルを用いた腫瘍血管造影法による口腔癌早期診断システムモデルの開発.
頭頸部癌2008年34巻2号165頁. 第32回日本頭頸部癌学会/第29回頭頸部手術技研究会.
2008年6月11日-13日(ハイアットリージェンシー東京).
18. 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 大澤ふき, 陳鋭, 船木善仁, 菊池洋平, 山崎浩道,
石井慶造, 森士朗, 小玉哲也.
マウス骨格筋でのNa/I symporter (NIS)遺伝子発現の可視化.
日本機械学会2008年度年次大会講演論文集Vol.2 23-24頁.
2008年08月03~07日(横浜国立大学).
19. 陳 鋭, 千葉美麗, 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 林治秀, 福本学, 森士朗, 小玉哲也.
歯周組織への遺伝子導入を目指した新しい非ウイルス法の開発.
日本実験力学会2008年度年次講演会講演論文集52-53頁. 2008年 6月30日-7月2日(北海道大学学術交流
会館) .
20. 原田 千明, 藤原 綾二, 江本 佑貴, 小玉 哲也, 杉山 友康.
ソノポレーション法を用いたプラナリアへの高分子物質導入法
日本生物工学会年会2008年8月27日~29日(東北学院大学土樋キャンパス).
21. 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 大澤ふき, 森士朗, 小玉哲也.

ナノ・マイクロバブルと超音波によるシスプラチンの抗腫瘍効果の増強.

日本超音波医学会第36回東北地方会学術集会プログラム抄録集5頁.2008年 9月21日(山形テルサ).

22. 小玉哲也.

がんの早期診断と治療を目指したナノバブルと超音波を用いた分子デリバリーシステムの開発.
東北大学イノベーションフェア2008 in 仙台.2008年9月30日(仙台国際センター).

23. 富田典子, 堀江佐知子, 大澤ふき, 李麗, 渡辺夕紀子, 陳鋭, 大木宏介, 森川秀広, 福本学, 森士朗, 小玉哲也

高周波超音波を利用した腫瘍性リンパ節内血管構築による早期診断法の開発
東北大学イノベーションフェア2008 in 仙台.2008年9月30日(仙台国際センター).

24. 堀江佐知子, 渡辺夕紀子, 陳鋭, 富田典子, 大澤ふき, 小野栄夫, 藤澤優, 森士朗, 福本学, 松村保広, 小玉哲也.

膀胱がん治療のための分子デリバリーシステムの開発
東北大学イノベーションフェア2008 in 仙台.
2008年9月30日(仙台国際センター).

25. 渡辺 夕紀子, 堀江 佐知子, 富田 典子, 大澤 ふき, 陳 鋭, 船木 善仁⁵, 菊地 洋平, 酒巻 学, 山崎 浩道, 石井 慶造, 森 士朗, 小野栄夫, 小玉哲也.

各種疾患モデルマウス前脛骨筋におけるNIS遺伝子発現のPETによる可視化
東北大学イノベーションフェア2008 in 仙台.2008年9月30日(仙台国際センター).

26. 大木宏介, 森士朗, 宮下仁, 川村仁, 森川秀広.

ナノバブルと超音波を用いた腫瘍血管造影法による口腔癌診断システムモデルの開発.
第53回日本口腔外科学会総会. 日本口腔外科学会雑誌54号139頁.2008年10月20日-21日(アスティとくしま).

27. 宮下仁, 森士朗, 大木宏介, 森川秀広.

ナノバブルと超音波を用いた抗癌剤および抗腫瘍分子導入による新たな癌治療法の開発
第53回日本口腔外科学会総会. 日本口腔外科学会雑誌54号140頁2008年10月20日-21日(アスティとくしま).

28. 陳鋭, 富田典子, 馬場泰輔, 大澤ふき, 渡辺夕紀子, 堀江佐知子, 森士朗, 福本学, 小玉哲也.

ナノバブルを用いた肝転移診断に関する三次元高周波超音波イメージング
第67回日本癌学会学術総会. Proceedings p313.2008年10月28日～30日(名古屋国際会議場).

29. 堀江佐知子, 渡辺夕紀子, 陳鋭, 富田典子, 大澤ふき, 小野栄夫, 福本学, 藤澤優, 松村保広, 森士朗, 小玉哲也.

膀胱がん治療のための新しい薬剤到達法の開発.
第67回日本癌学会学術総会. Proceedings p315. 2008年10月28日～30日(名古屋国際会議場).

30. 藤澤優, 鈴木亮, 丸山一雄, 小玉哲也, 安永正浩, 松村保広.

表在性膀胱がんに対する膀胱内注入遺伝子治療.
第67回日本癌学会学術総会. Proceedings p356. 2008年10月28日～30日(名古屋国際会議場).

31. 渡辺夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 陳鋭, 大澤ふき, 船木善仁, 菊池洋平, 山崎浩道, 石井慶造, 小野栄夫, 福本学, 森士朗, 小玉哲也.

癌疼痛緩和およびPETによるイメージング.
第67回日本癌学会学術総会. Proceedings p388. 2008年10月28日～30日(名古屋国際会議場).

32. 富田典子, 堀江佐知子, 大澤ふき, 陳鋭, 渡辺夕紀子, 森川秀広, 大木宏介, 福本学, 森士朗, 小玉哲也.

高周波超音波を利用した新しいリンパ節内微小転移診断システムの開発.
第67回日本癌学会学術総会. Proceedings p495.2008年10月28日～30日(名古屋国際会議場).

33. 富田典子, 堀江佐知子, 大澤ふき, 陳鋭, 渡辺夕紀子, 森川秀広, 大木宏介, 森士朗, 小玉哲也.

高周波超音波イメージングシステムを用いた所属リンパ節転移画像診断システムの開発.
日本癌治療学会誌第43巻第1回106頁および125頁.第46回日本癌治療学会総会.
2008年10月30日-11月1日(名古屋国際会議場).

34. 堀江佐知子, 渡辺夕紀子, 陳鋭, 富田典子, 大澤ふき, 小野栄夫, 福本学, 藤澤優, 松村保広, 森士朗, 小玉哲也.

ナノバブルと超音波を用いた膀胱がんへの遺伝子導入法の開発.

日本癌治療学会誌第43巻第1回113頁.第46回日本癌治療学会総会.2008年10月30日-11月1日(名古屋国際会議場).

35. 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子,大澤ふき,船木善仁,菊池洋平,酒巻学,山崎浩道,石井慶造,森士朗,小玉哲也.
半導体PETによるSodium iodide Symporter (NIS)遺伝子発現の可視化ナノバブルと超音波を利用した遺伝子導入法.
第29回サイクロトロン共同利用実験研究報告会28頁.2008年11月17-18日(東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター).
36. 李麗, 富田典子, 森士朗, 大澤ふき, 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 陳銳, 阪本真弥, 高橋昭喜, 小玉哲也.
高周波超音波を用いたリンパ節早期転移の画像診断システムの開発.
第42回日本生体医工学会東北支部大会講演論文集.34頁.2008年12月13日(東北大学 青葉記念会館).

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年 (1月～12月)

1. Aoi A, Watanabe Y, Takahashi M, Mori S, Vassaux G, Kodama T. Herpes simplex virus thymidine kinase-mediated suicide gene therapy using nano/microbubbles and ultrasound. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2008; 34(3): 425-434.
2. Watanabe Y, Aoi A, Horie S, Tomita N, Mori S, Morikawa H, Matsumura Y, Vassaux G, Kodama T. Low-intensity ultrasound and microbubbles enhance the antitumor effect of cisplatin. *Cancer Science*. 2008; 99(12): 2525-2531.
3. Tomita N, Horie S, Watanabe Y, Oosawa F, Sakuma M, Chen R, Ohki K, Morikawa H, Mori S, Ono M, Kodama T.
Evaluation of cisplatin-induced antitumor effect with contrast-enhanced high-frequency ultrasound. Program pp 30-33.
The 11th International Symposium on Advanced Biomedical Ultrasound. March 7, 2008, Sendai, Japan.
4. Horie S, Watanabe Y, Chen R, Tomita N, Oosawa F, Fujisawa S, Ono M, MFukumoto M, Mori S, Matsumura Y, Kodama T.
Bladder cancer therapy using nanobubbles and two different intensities of ultrasound. The 2008 Nanomedicine Conference.
Program p5. 19-24 September 2008. Hotel Eden Roc, Sant Feliu de Guixols, Spain.
5. Chen R, Chiba M, Watanabe Y, Horie S, Tomita N, Fukumoto M, Nori S, Kodama T. Local gene delivery system of nano/microbubbles-enhanced ultrasound aimed for treatment of gingival tumor. 2008 International Conference on Frontiers of Dental and Craniofacial Research. Program pp 96-97. Beijing International Convention Center (BICC), Beijing, China, November 1-3, 2008.
6. Tomita N, Horie S, Oosawa F, Rui C, Watanabe Y, Morikawa H, Ohki K, Fukumoto M, Mori S, Kodama T.
Development of diagnostic imaging system for regional lymph node micrometastasis with high-frequency ultrasound.
2008 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS). Abstract Book p388. Beijing International Convention Center (BICC), Beijing, China, November 2-5, 2008.
7. Chen R, Tomita N, Baba T, Oosawa F, Watanabe Y, Horie S, Mori S, Fukumoto M, Kodama T. Contrast-Enhanced High-Frequency Ultrasound Imaging of Liver Metastases in preclinical models. 2008 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS). Abstract Book p391. Beijing International Convention Center (BICC), Beijing, China, November 2-5, 2008.
8. 陳 銳, 千葉美麗, 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 森士朗, 五十嵐薫, 小玉哲也. ナノバブルと超音波を用いた歯周組織への遺伝子導入.
日本機械学会 第20回バイオエンジニアリング部門講演会講演論文集79頁. 2008年01月25-26日 (芝浦工業大学 豊洲キャンパス).
9. 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 大澤ふき, 船木善仁, 菊池洋平, 山崎浩道, 石井慶造, 森士朗, 小玉哲也.
ナノバブルと超音波を利用した炎症疾患モデルマウスでのNa/I symporter(NIS)遺伝子発現の可視化東北地方会第35回学術集会プログラム抄録集15頁. 2008年03月23日(仙台市情報・産業プラザ アエル5階).
10. 富田典子, 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 大澤ふき, 佐久間基成, 大木宏介, 森川秀広, 森士朗, 小野栄夫, 小玉哲也.

- 高解像度超音波イメージングシステムを用いたシスプラチンによる抗腫瘍効果の定量化.東北地方会
第35回学術集会プログラム抄録集15頁.2008年03月23日(仙台市情報・産業プラザ アエル5階).
11. 堀内逸智, 船木善仁, 山崎浩道, 石井慶造, 菊池洋平, 酒巻学, 渡邊夕紀子, 小玉哲也.ヨウ素-124による抗体標識の検討.
日本原子力学会2008年春の年会.2008年03月26-28日(大阪大学吹田キャンパス).
 12. 小玉哲也, 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 大澤ふき, 佐久間基成, 陳鋭,大木宏介, 森川秀広, 森士朗, 小野栄夫, .
高周波超音波イメージングシステムによるシスプラチン抗腫瘍効果の定量化
第46回日本生体医工学会大会プログラム・抄録集277頁. 2008年05月08日-10日(神戸国際会議場).
 13. 宮下仁, 森士朗, 富田典子, 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 陳鋭, 大澤ふき, 佐久間基成, 大木宏介, 川村仁, 森川秀広,小玉哲也,
ナノバブル超音波システムを用いた抗癌剤および抗腫瘍分子導入による新たな癌治療法の開発.
頭頸部癌2008年34巻2号148頁.第32回日本頭頸部癌学会/第29回頭頸部手術技研究会2008年6月11日-13日(ハイアットリージェンシー東京).
 14. 森士朗, 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 陳鋭, 大澤ふき, 佐久間基成, 大木宏介, 宮下仁, 川村仁, 森川秀広, 小玉哲也,
口腔癌の診断・治療のためのナノバブルと超音波を用いた画像診断・分子導入システムの開発.頭頸部癌2008年34巻2号165頁.
第32回日本頭頸部癌学会/第29回頭頸部手術技研究会.2008年6月11日-13日(ハイアットリージェンシー東京).
 15. 大木宏介, 森士朗, 堀江佐知子, 富田典子, 渡邊夕紀子, 陳鋭, 大澤ふき, 佐久間基成, 宮下仁, 川村仁, 森川秀広,小玉哲也,
ナノバブルを用いた腫瘍血管造影法による口腔癌早期診断システムモデルの開発.頭頸部癌2008年34巻2号165頁.
第32回日本頭頸部癌学会/第29回頭頸部手術技研究会.2008年6月11日-13日(ハイアットリージェンシー東京).
 16. 渡邊夕紀子,堀江佐知子, 富田典子, 大澤ふき, 陳鋭, 船木善仁, 菊池洋平, 山崎浩道, 石井慶造, 森士朗, 小玉哲也.
マウス骨格筋でのNa/I symporter (NIS)遺伝子発現の可視化.日本機械学会2008年度年次大会講演論文集Vol.2 23-24頁. 2008年08月03~07日(横浜国立大学)
 17. 陳 鋭, 千葉美麗, 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 林治秀, 福本学, 森士朗, 小玉哲也.
歯周組織への遺伝子導入を目指した新しい非ウイルス法の開発.
日本実験力学会2008年度年次講演会講演論文集52-53頁.2008年 6月30日-7月2日(北海道大学学術交流会館) ..
 18. 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 大澤ふき, 森士朗, 小玉哲也.
ナノ・マイクロバブルと超音波によるシスプラチンの抗腫瘍効果の増強.
日本超音波医学会第36回東北地方会学術集会プログラム抄録集5頁.2008年 9月21日(山形テルサ).
 19. 富田典子, 堀江佐知子, 大澤ふき, 李麗, 渡辺夕紀子, 陳鋭, 大木宏介, 森川秀広, 福本学, 森士朗, 小玉哲也
高周波超音波を利用した腫瘍性リンパ節内血管構築による早期診断法の開発
東北大学イノベーションフェア2008 in 仙台 2008年9月30日(仙台国際センター).
 20. 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 陳鋭, 富田典子, 大澤ふき, 小野栄夫, 藤澤優, 森士朗, 福本学, 松村保広, 小玉哲也.
膀胱がん治療のための分子デリバリーシステムの開発
東北大学イノベーションフェア2008 in 仙台. 2008年9月30日(仙台国際センター).
 21. 渡邊 夕紀子, 堀江 佐知子, 富田 典子, 大澤 ふき, 陳 鋭, 船木 善仁, 菊地 洋平, 酒巻 学, 山崎 浩道, 石井 慶造, 森 士朗, 小野栄夫, 小玉哲也.
各種疾患モデルマウス前脛骨筋におけるNIS遺伝子発現のPETによる可視化
東北大学イノベーションフェア2008 in 仙台.2008年9月30日(仙台国際センター).
 22. 陳鋭, 富田典子, 馬場泰輔, 大澤ふき, 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 森士朗, 福本学, 小玉哲也.
ナノバブルを用いた肝転移診断に関する三次元高周波超音波イメージング

- 第67回日本癌学会学術総会. Proceedings p313. 2008年10月28日～30日(名古屋国際会議場).
23. 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 陳銳, 富田典子, 大澤ふき, 小野栄夫, 福本学, 藤澤優, 松村保広, 森士朗, 小玉哲也.
膀胱がん治療のための新しい薬剤到達法の開発.
第67回日本癌学会学術総会. Proceedings p315. 2008年10月28日～30日(名古屋国際会議場).
24. 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 陳銳, 大澤ふき, 船木善仁, 菊池洋平, 山崎浩道, 石井慶造, 小野栄夫, 福本学, 森士朗, 小玉哲也.
癌疼痛緩和およびPETによるイメージング. 第67回日本癌学会学術総会. Proceedings p388. 2008年10月28日～30日(名古屋国際会議場).
25. 富田典子, 堀江佐知子, 大澤ふき, 陳銳, 渡邊夕紀子, 森川秀広, 大木宏介, 福本学, 森士朗, 小玉哲也.
高周波超音波を利用した新しいリンパ節内微小転移診断システムの開発. 第67回日本癌学会学術総会. Proceedings p495. 2008年10月28日～30日(名古屋国際会議場).
26. 富田典子, 堀江佐知子, 大澤ふき, 陳銳, 渡邊夕紀子, 森川秀広, 大木宏介, 森士朗, 小玉哲也.
高周波超音波イメージングシステムを用いた所属リンパ節転移画像診断システムの開発.
日本癌治療学会誌第43巻第1回106頁および125頁.
第46回日本癌治療学会総会. 2008年10月30日-11月1日(名古屋国際会議場).
27. 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 陳銳, 富田典子, 大澤ふき, 小野栄夫, 福本学, 藤澤優, 松村保広, 森士朗, 小玉哲也.
ナノバブルと超音波を用いた膀胱がんへの遺伝子導入法の開発.
日本癌治療学会誌第43巻第1回113頁. 第46回日本癌治療学会総会. 2008年10月30日-11月1日(名古屋国際会議場).
28. 渡邊夕紀子, 堀江佐知子, 富田典子, 大澤ふき, 船木善仁, 菊池洋平, 酒巻学, 山崎浩道, 石井慶造, 森士朗, 小玉哲也.
半導体PETによるSodium iodide Sympoter (NIS) 遺伝子発現の可視化: ナノバブルと超音波を利用した遺伝子導入法.
第29回サイクロトロン共同利用実験研究報告会28頁. 2008年11月17-18日(東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター).
29. 李麗, 富田典子, 森士朗, 大澤ふき, 堀江佐知子, 渡邊夕紀子, 陳銳, 阪本真弥, 高橋昭喜, 小玉哲也.
高周波超音波を用いたリンパ節早期転移の画像診断システムの開発.
第42回日本生体医工学会東北支部大会講演論文集. 34頁. 2008年12月13日(東北大学青葉記念会館).

【本人の受賞・特許等】

1. 日本実験力学会2008年度年次講演会優秀講演賞 (2008.6.30 - 7.2)
2. 第53回日本口腔外科学会総会ゴールドリボン賞 (2008.10.20 - 21)
3. 第53回日本口腔外科学会総会ゴールドリボン賞 (2008.10.20 - 21)
4. 第46回日本癌治療学会総会優秀演題賞 (2008.10.30 - 11.1)

【本人のマスコミ発表等】

1. 東北大学ウェブマガジン10月号
2. 在日米商工会議所出版物



氏名 徳増 崇

所属 流体科学研究所・准教授（工学博士）

専門 分子流体工学

研究課題

化学反応を伴うナノスケール熱流動現象の解明と応用

E-mail: tokumasu@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5239

平成20年度における本GCOEプログラムに対する取り組み

事業推進担当者の研究分野では、マクロスケールの観点からでは説明できないナノスケールの熱流動現象の特異な性質について、流体を分子の集合体と捉えることによりそのメカニズムを解明することに取り組んできた。特に燃料電池内部の反応現象に支配されるナノスケールの流動現象を解析する手法の開発や、その手法から得られる知見によるデバイスの微細機能構造の設計に対する指針の構築を目指して研究を行っている。またGCOE国際会議の実行委員などを行い、国際拠点の形成に尽力し、また若手研究者の育成にも貢献している。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際会議>

名 称: Fifth International Conference on Flow Dynamics

主催団体: グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開 催 国: 日 本

開催期間: 2009.11.17 ~ 2008.11.19

役 割: Organizing Committee, Co-Organizer and Chairman of OS “Micro/Nanoscale Heat and Fluid Flow”

名 称: Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration (AFI/TFI-2008)

主催団体: 東北大学流体科学研究所

開 催 国: 日 本

開催期間: 2009.12.19 ~ 2008.12.20

役 割: Steering Committee, Co-Organizer of OS-3, Co-Chairman of OS9-2

<招待講演>

講 演 先: Monthly seminary of Contacts and Structures Mechanics Laboratory,
Doctoral School MEGA Lyon, LaMCoS, INSA-Lyon

講演題目: Nanoscale Flow Phenomena Dominated by Chemical Reaction

講 演 日: 2008.10.2

講 演 先: 大阪大学大学院基礎工学研究科 機能創成セミナー・未来ラボ研究会

講演題目: 燃料電池内部のナノスケール熱流動現象の数値解析

講 演 日: 2008.12.18

講 演 先: 第6回 大気圧プラズマ流による人間環境保全技術に関する講演会

講演題目: 燃料電池内部で生じる反応流動現象のマルチスケール解析

講 演 日: 2009.3.13

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 金属表面における気体分子解離吸着現象に関する研究

白金表面における水素の挙動を分子動力学法を用いて解析し、表面原子や気体分子の運動が解離確率に及ぼす影響についての知見を得ることを目的としている。本年度は金属—気体分子の相互作用を表現す

るポテンシャルの精度を向上させ、そのポテンシャルを用いて様々なサイトにおける解離確率を求めた。その結果、**top**サイトでは入射エネルギーが高くなるにつれて解離確率が減少すること、表面原子の運動により解離確率が変化するエネルギーの幅が広がることなど、解離現象に関する詳細な知見を得ることができた。

2. 高分子電解質膜内部のプロトン輸送現象に関する研究

固体高分子形燃料電池に用いられる高分子電解質膜内部のプロトン輸送現象を分子動力学法を用いて解析し、そのナノスケールの輸送特性に関する知見を得ることを目的としている。本年度は、量子化学計算によってオキシニウムイオンと水分子の間でプロトンホッピングをする際のエネルギー障壁を求め、そのエネルギー障壁を再現するようにポテンシャル関数を構築した。また、それを用いてプロトンの方向別の輸送能力を評価できるプログラムを構築した。

3. 高分子電解質膜の耐劣化成に関する量子・分子動力学的検討

固体高分子膜の劣化現象を量子化学・分子動力学法の両側面から解析し、その劣化機構を解明することを目的としている。本年度は、Nafionの全ての結合の結合強度を網羅的に解析し、最も結合の弱い箇所の特定制を行った。また高含水率におけるNafionの状態を想定し、SO₃HのHがイオン化して離脱した場合の結合強度の解析も行った。その結果、イオン化することにより最も結合の弱い箇所の結合強度が強くなり、耐劣化性が改善される傾向にあることがわかった。

4. ナノスケール液柱の潤滑現象に関する研究

ナノスケールの隙間に液注が存在している系の潤滑機構を分子動力学法を用いて解析し、その特性に関する知見を得ることを目的としている。本年度は計算プログラムを構築し、表面がSi、液柱が水のケースについてシミュレーションを行った。また壁面にせん断をかけたときに生じるせん断力と液柱内部の速度勾配から、液柱の見かけの粘性係数を評価する手法を開発した。(INSA-Lyonとの共同研究)

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. ナノメカニクス専攻 伊藤 大吾

「白金表面における水素分子の解離吸着現象の分子論的研究」

【査読論文（査読付き国際会議論文を含む）】

1. 徳増 崇、原 香菜子、伊藤 大吾

金属表面上の気体分子の解離吸着現象に関する分子動力学解析
日本機械学会論文集B編、Vol.74, No.739, (2008), pp.684-691.

2. Takashi Tokumasu, Kanako Hara, Daigo Ito

Molecular Dynamics Study for Dissociation Phenomena of a Gas Molecule on a Metal Surface
Heat Transfer-Asian Research, Vol.37, No.8, (2008), pp.485-497.

【書籍】

1. 日本機化学会論文集B編

2. Heat Transfer-Asian Research

3. Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Highly Coupled Systems

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 徳増 崇、小川 和泉、船本 聖絵、古山 通久、宮本 明

PEFC高分子電解質膜側鎖の対劣化性能に関する量子・分子論的解析
第75会電気化学会大会講演要旨集、(2008), pp.460-.

2. 古山 通久、服部 達哉、鈴木 愛、Shhnoun Riadh、坪井 秀行、畠山 望、遠藤 明、徳増 崇、高羽 洋充、Del Carpio Carlos、久保 百司、宮本 明

不規則性多孔質電極構造最適化に向けた三次元多孔質シミュレータの応用
第75会電気化学会大会、講演要旨集、(2008)、pp.459-.

3. 伊藤 大吾、徳増 崇
白金表面における水素分子の解離確率に関する分子動力学的研究
日本機械学会2008年度年次大会講演論文集、 Vol.8, (2008), pp.215-216.
4. Daigo Ito, Takashi Tokumasu
Molecular study about dissociation phenomena of H₂ on Pt surface
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), pp.OS8-53-.
5. Daigo Ito, Takashi Tokumasu
Molecular Dynamics study on dissociation probability of H₂ on Pt(111) surface
Proceedings of the Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, (2008), pp.44-45.
6. Takashi Tokumasu
Chapter 5, Multi-scale Analysis of Flow Phenomena Including Surface Reactions
Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Highly Coupled Systems, (2008), pp.157-186.

【本人の受賞・特許等】

日本電気化学会第75会講演会 ポスター賞



氏名 大林 茂

所属 流体科学研究所・教授（工学博士）

専門 数値流体力学

研究課題 超音速複葉翼理論、多目的設計探索、乱気流の計測融合シミュレーション

E-mail: obayashi@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5265

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

極限流動融合分野では、地球環境の改善を目指して輸送とエネルギーに関する革新的研究を行うことを目標に活動に取り組んでいる。Fifth International Conference on Flow Dynamicsでは、本融合分野の取り組みとして航空や最適化、環境に関するオーガナイズドセッションを企画した。また、「国際連携研究による実用化設計探索手法の開発」というジョイントラボラトリーを立ち上げ、国際ワークショップを開催した。事業推進担当者としては、超音速複葉翼理論、多目的設計探索等の研究を進めている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜国際会議＞

名 称：Fifth International Conference on Flow Dynamics

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知と融合教育研究世界拠点」

開 催 国：日 本

開催期間：2008.11.17 ～ 2008.11.19

役 割：実行委員

＜招待講演＞

講 演 先：5th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering ECCOMAS 2008

講演題目：Multi-Objective Design Exploration (MODE) - Visualization of Design Space and Knowledge Mining

講 演 日：2007.7.1

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 複葉翼超音速旅機の研究

次世代超音速機開発における最大の壁では航空機が音速を超えて飛行する際に発生するソニックブーム問題である。この問題を解決するために、複葉翼を利用した新たなコンセプトを持つ超音速機に関する研究を行っている。超音速複葉翼機としての成立性を検討するために、3次元翼の空力性能、大気効果によるソニックブーム低減効果、低速域の実験による後流解析等の研究を行った。これらから得られた基礎的な空力性能を踏まえた上で、超音速複葉翼実験機の飛行実証計画の具体化を図っている。

2. 多目的設計探索 (Multi-Objective Design Exploration)

設計者の知識や経験・勘に捕われることなく、多様な性能を同時に改善するための設計アイデアを見出すために、最適化アルゴリズムをベースとした「多目的設計探索システム」を開発し、様々な工学設計問題への実用展開に取り組んでいる。抵抗および地上ソニックブームを同時に低減できる超音速ビジネスジェット機の空力設計、圧力損失および2次流れ渦の発生を抑制できる蒸気タービン静翼の空力設計、すすとNOxの排出を低減できるディーゼルエンジン燃焼室の設計等を実施した。さらに、いずれの設計問題においても、特定の優れた設計を探索するだけでなく、設計問題を支配する重要な特徴(性能指標・形状パラメータの因果関係など)を「データマイニング」という情報技術を用いて詳細に抽出し、有益な設計指針として提示している。

3. 後方乱気流の計測融合シミュレーション

航空機の翼端から発生する渦（後方乱気流）が後続する航空機に及ぼす影響を避けるため、現在空港で

は一定の管制間隔を設けている。しかし、成田空港や羽田空港のような混雑空港ではこの管制間隔による離着陸待ちが頻繁に発生している。安全かつ円滑な空港運用を目指して、仙台空港に設置されているドップラーライダーを用いて翼端渦の計測を行い、その計測結果と数値シミュレーションの融合を行うことで翼端渦の移流及び減衰過程の詳細を調べている。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 熊野 孝保
“Multidisciplinary Analysis and Optimization for Regional Jet Design”
2. 米澤 誠仁
“Aerodynamic Performance of the Three-Dimensional Supersonic Biplane Based on the CFD Simulation”
3. 山下 博
“Environmental Technologies for Sonic Boom Mitigation in Eco-Efficient Supersonic Transport Design”
4. 三坂 孝志
“Measurement-Integrated Simulation of Air Turbulence Toward Improvement of Aviation Safety”
5. 杉村 和之
“Design Optimization and Knowledge Mining for Turbomachinery”

修士論文

1. 山本 潤弥
「プラズマアクチュエータを用いた流体制御の非構造格子数値解析」
2. 吉清水 宗
「蒸気タービン静翼形状最適化」
3. 長谷川 翔一
「GA/PSOハイブリッド最適化手法を用いたディーゼルエンジン燃焼室形状の最適化」
4. 渡辺 悠人
「横流れ不安定を考慮した境界層遷移モデルに関する研究」
5. 尾崎 修一
「CFD/EFDによる超音速複葉翼の低速空力性能の研究」
6. Fabio Nakabayashi
“Kalman Filter and Neural Network Based Methods for the Avoidance of Clear Air Turbulence”

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 山縣 貴幸
“Measurement-Integrated Simulation of Three-Dimensional Unsteady Flow Around an Obstacle” (物体周りの3次元非定常流の計測融合シミュレーション)
2. 芳賀 臣紀
“Study of High-Order Unstructured Grid Method for Aerodynamic Simulation Using Spectral Volume Discretization” (スペクトラルボリューム離散化に基づく高次精度非構造格子空力解析法の研究)

修士論文

1. 末永 和史
「音楽演奏における論理構造と情緒構造の融合可視化」
2. 佐藤 義永
「ベクトルキャッシュによる高性能計算に関する研究」
3. 古澤 卓
「相変化を伴う超臨界流体の数値解法」
4. 坂下 翔士
「超音速旅客機主翼に対するCFD逆問題設計手法の研究」
5. 大山 創史

「超音速複葉翼の始動過程に対する3次元性の影響」

6. 柴田 耕太

「非対称に配置された三正方角柱まわりの流れから発生する音波」

7. 西尾 悠

「三次元境界層構造を応用したはく離制御に関する研究」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. T. Misaka, T. Ogasawara, S. Obayashi, I. Yamada and Y. Okuno
Assimilation Experiment of Lidar Measurements for Wake Turbulence
Journal of Fluid Science and Technology, Vol.3, No.4, pp.512-518, (2008.6).
2. T. Ogasawara, T. Misaka, T. Ogawa, S. Obayashi and I. Yamada
Measurement of Aircraft Wake Vortices Using Doppler LIDAR
Journal of Fluid Science and Technology, Vol.3, No.4, pp.488-499, (2008.6).
3. K. Sato, T. Kumano, M. Yonezawa, H. Yamashita, S. Jeong and S. Obayashi
Low-Boom and Low-Drag Optimization of the Twin Engine Version of Silent Supersonic Business Jet
Journal of Fluid Science and Technology, Vol.3, No.4, pp.576-585, (2008.7).
4. T. Misaka, S. Obayashi, E. Endo
Measurement-Integrated Simulation of Clear Air Turbulence Using a Four-Dimensional Variational Method
JOURNAL OF AIRCRAFT, Vol.45, No.4, pp.1217-1229, (2008.7).
5. Kazuhisa Chiba and Shigeru Obayashi
Knowledge Discovery for Flyback-Booster Aerodynamic Wing Design Using Data Mining
JOURNAL OF SPACECRAFT AND ROCKETS, Vol.45, No.5, pp.975-987, (2008.9).
6. 大林茂
進化計算による多目的最適化と工学設計
計測と制御, Vol.47, No.4, pp.480-486, (2008.6.10). (解説論文)
7. 大林茂, 倉谷尚志
ソニックブームを相殺する超音速複葉翼理論
日本ガスタービン学会誌, Vol.36, No.5, pp.1-5, (2008.9). (解説論文)

【書籍】

1. Journal of Fluid Science and Technology
2. JOURNAL OF AIRCRAFT
3. JOURNAL OF SPACECRAFT AND ROCKETS
4. 計測と制御
5. 日本ガスタービン学会誌

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. T. Misaka, T. Ogasawara, S. Obayashi, I. Yamada and Y. Okuno
Assimilation Experiment of Lidar Measurements for Wake Turbulence
Journal of Fluid Science and Technology, Vol.3, No.4, pp.512-518, (2008.6).
2. T. Misaka, S. Obayashi, E. Endo
Measurement-Integrated Simulation of Clear Air Turbulence Using a Four-Dimensional Variational Method
JOURNAL OF AIRCRAFT, Vol.45, No.4, pp.1217-1229, (2008.7).
3. Kazuhisa Chiba and Shigeru Obayashi
Knowledge Discovery for Flyback-Booster Aerodynamic Wing Design Using Data Mining
JOURNAL OF SPACECRAFT AND ROCKETS, Vol.45, No.5, pp.975-987, (2008.9).

【本人の受賞・特許等】

平成20年度日本機械学会東北支部技術研究賞（2009.3.13）

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

受賞者名：藤園 崇

受賞名：日本航空宇宙学会北部支部2009年講演会 学生プレゼンテーション賞

授与機関、団体名：日本航空宇宙学会

受賞対象の研究：超音速複葉翼の始動過程に対する3次元性の影響(2009年3月11日)

受賞者名：渡辺 悠人

受賞名：第40回流体力学講演会 学生プレゼンテーション賞

機関、団体名：流体力学講演会

受賞対象の研究： γ -Re θ 遷移モデルの検証と横流れ不安定のモデル化に関する検討（2008年6月12日）

受賞者名：山下 博

受賞名：第40回流体力学講演会 学生プレゼンテーション賞

機関、団体名：流体力学講演会

受賞対象の研究：ソニックブーム伝播における大気擾乱効果（2008年6月12日）

【学生の研究費の獲得】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：三坂孝志

「計測融合シミュレーション手法による航空ミッション安全性向上技術に関する研究」

期間：平成19年度～平成20年度

金額：960,000円

【本人のマスコミ発表等】

「進化させる技術」にせまる（科学雑誌Newton 2008.12） 他20件



氏名 福西 祐

所属 工学研究科機械システムデザイン工学専攻・教授（工学博士）

専門 流体力学

研究課題 乱流現象および空力音発生現象の解明と制御

E-mail: fushi@fluid.mech.tohoku.ac.jp

TEL: 022(795)6928

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

複雑性の極限としての乱流現象の解明に関する研究、境界層が層流から乱流に遷移する過程を解明しピエゾアクチュエーターなどを用いて能動的に制御する方法の研究、キャビティなどで発生する空力音の発生原因を調べそれを能動的あるいは受動的に制御する研究などの流体力学の基礎的なテーマに取り組んでいる。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際会議>

会議名： 12th Asian Congress on Fluid Mechanics(第12回アジア流体力学会)

場 所：韓国大田市

開催期間： 2008年8月18日～21日

参加者数：約400名

役 割：会議を統括するAsian Fluid Mechanics Committee のVice-chairman として主催

会議名： The 2nd International Conference on Jets, Wakes and Separated Flows (ICJWSF-2008)

場 所：ドイツ ベルリン市

開催期間： 2008年9月16日～19日

参加者数：約250名

役 割：International Advisory Board 委員

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 境界層の遷移過程の解明と制御

境界層中に発達する不安定波動のフィードフォワード制御を通して、遷移の遅延を試みている。制御デバイスにはピエゾセラミックアクチュエータを用い、その上流に設置したセンサーが取得した信号から制御対象とする不安定波動の振幅と位相を求め、アクチュエータの最適な駆動信号を見積もった。その結果、制御アルゴリズムにはまだまだ改良の余地があるものの、本制御手法の有効性が確認された。

2. 外部攪乱に対する境界層の応答特性

境界層内部の不安定波動は、一般に一樣流中の乱れがその前縁から受容されたことに端を発していると考えられている。この研究では、あえて前縁より下流の一樣流中に、人工的に乱れを導入し、前縁で乱れの受容がないことを確認した上で、境界層外の乱れが境界層の成長にどのような影響を与えるのかを明らかにすることを目的としている。実験では、加える乱れの性質を変えながら流れ場を計測し、境界層の応答特性についての解析を進めている。

3. 流れの不安定性の評価モデルの開発

流れ場の不安定性については、線形安定性理論にもとづいた数学的な取り扱いが中心となっているが、この研究では、渦運動に立脚した評価モデルの開発を進めている。また、これと平行して、攪乱の非線形成長を考慮した遷移点の予測手法の開発も行っており、これらのモデルによる計算結果の妥当性については随時検証を行い、モデルの改良に努めている。

4. キャビティから発生する空力騒音の動的制御

キャビティ音は、キャビティ前縁からはく離したせん断層がロールアップして形成された渦構造のふるまいによって支配される。この研究では、一組の可動式のボルテックスジェネレータを用いて渦が

ロールアップするタイミングを制御し、キャビティ音の低減を試みた。ボルテックスジェネレータによって導入された縦渦は、キャビティ音の支配周波数に同期して周期的に発生し、ロールアップしてできた渦構造とつなぎ換えを起こす。すなわち、励起した縦渦を呼び水として流れ場全体の渦構造を変化させることが狙いであり、その制御効果については装置の改良を含め現在検証中である。

5. SPH法によるシミュレーションの融合領域への展開

粒子法の1つであるSPH法をベースとして、そこに様々なアルゴリズムを付加することで、相変化や熱対流、自由表面や境界の大変形をとまなう流れ場の計算ばかりでなく、MHD流れなどの計算も行っている。

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 坂本 龍三
"Passive/Active Control of Cavity Noise"
2. 機械システムデザイン工学専攻 鈴木 芳宗
"Effect of External Local Disturbances on the Transition of a Flat-plate Boundary Layer"
3. 機械システムデザイン工学専攻 渡部 道治
"Feedforward Control of Instability Waves in a Transitional Boundary Layer"
4. 機械システムデザイン工学専攻 堀川 敏
"Prediction of Flow Instability Including a Nonlinear Effect"
5. 機械システムデザイン工学専攻 奈良 龍
"New Index of Flow Instability Based on Vorticity Distribution"

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 航空宇宙工学専攻 中島 吉隆
"Numerical Study of Sound Generation by Vortex Ring Collision"
2. 航空宇宙工学専攻 松本 祐子
"Study of Novel Lagrangian Numerical Method Using Dipoles for Incompressible Flows"
3. 航空宇宙工学専攻 石向 桂一
"Study of Implicit LES for Compressible Turbulent Flows Using Weighted Compact Nonlinear Scheme"
4. 航空宇宙工学専攻 高橋 英美
"Experimental Study of Scalar Structure in a Supersonic Turbulent Mixing Flowfield Using Acetone PLIF"
5. 航空宇宙工学専攻 沼田 大樹
"Experimental Study on Hypervelocity Impact Phenomena at Low Temperatures in Ballistic Range"
6. バイオロボティクス専攻 山縣 貴幸
"Measurement-Integrated Simulation of Three-Dimensional Unsteady Flow Around an Obstacle"

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 知崎 正純
「海洋深層水と海洋メタンハイドレートの有効利用に関する研究」
2. 機械システムデザイン工学専攻 小松 遼
「温度勾配による管内進行波音波の増幅と減衰」
3. 機械システムデザイン工学専攻 風見 佑介
「作動流体温度および回転数が極低温インデューサに発生するキャビテーションの熱力学的効果に与える影響」
4. 機械システムデザイン工学専攻 中下 恵介
「有限長柱状物体周りの流れから発生する音波」
5. 航空宇宙工学専攻 山内 英樹

「擬似衝撃波による混合促進機構の研究」

6. 航空宇宙工学専攻 小寺 健幸

「トンネル内を走行する高速列車に生じる非定常現象」

7. 航空宇宙工学専攻 依田 大輔

「非定常現象解明のための感圧塗料技術の開発と評価」

8. 航空宇宙工学専攻 西尾 悠

「三次元境界層構造を応用したはく離制御に関する研究」

9. 航空宇宙工学専攻 浅川 志郎

「高速車両用集電装置の低騒音化に関する研究」

10. バイオロボティクス専攻 Benoit Chapurlat

" Functional Microtools Using Size-classified Gel Microbeads for Local Environment Sensing"

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Masaya Shigeta, Toshimasa Miura, Seiichiro Izawa and Yu Fukunishi, Active Control of Cavity Noise by Fluidic Oscillators, Theoretical and Applied Mechanics Japan, 57, 127-134, 2008.
2. Shuta NORO, Kenji KOKUNAI, Masaya SHIGETA, Seiichiro IZAWA and Yu FUKUNISHI, Mixing Enhancement and Interface Characteristics in a Small-Scale Channel, Journal of Fluid Science and Technology, 3(8), 1020-1030, 2008.
3. Masaya Shigeta, Takahiro Watanabe, Seiichiro Izawa and Yu Fukunishi, Incompressible SPH Simulation of Double-Diffusive Convection Phenomena, International Journal of Emerging Multidisciplinary Fluid Sciences, 1, 2008, in press.

【書籍】

1. Theoretical and Applied Mechanics Japan
2. Journal of Fluid Science and Technology
3. International Journal of Emerging Multidisciplinary Fluid Sciences

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. S. Noro, M. Shigeta, S. Izawa, Y. Fukunishi: Relation between Interface Characteristics and Mixing Effect in a Small-scale Channel Flow, Fifth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan, CD-ROM, 2008.
2. S. Teramoto, M. Shigeta, S. Izawa, Y. Fukunishi and T. Kawamura, Numerical Simulation of the Behavior of the Vortex Generated between a Pair of Rotating Cylinders, 7th JSME=KSME Thermal and Fluids Engineering Conference(TFEC7), CD-ROM, 2008.
3. M. Watanabe, M. Shigeta, S. Izawa and Y. Fukunishi, Active Control of Instability Waves in a Transitional Boundary Layer using an Array of Piezo Ceramic Actuators, 7th JSME=KSME Thermal and Fluids Engineering Conference(TFEC7), CD-ROM, 2008.
4. Yu Fukunishi, Masaya Shigeta, Seiichiro Izawa, SUPPRESSION OF CAVITY NOISE BY CONTROLLING THE SPANWISE PHASE OF THE SEPARATING FLOW, Full-paper CD of the 2nd International Conference on Jets, Wakes and Separated Flows, CD-ROM, 2008.
5. Seiichiro Izawa, Toshimasa Miura, Masaya Shigeta, Yu Fukunishi, SUPPRESSION OF CAVITY NOISE BY FLUIDIC OSCILLATORS, Full-paper CD of the 2nd International Conference on Jets, Wakes and Separated Flows, CD-ROM, 2008.
6. S. Noro, M. Shigeta, S. Izawa, Y. Fukunishi, MIXING AND INTERFACE GEOMETRY IN A SMALL-SCALE CHANNEL, 12th Asian Congress of Fluid Mechanics, 36 & CD-ROM, 2008.
7. M. Shigeta, T. Ohno, S. Izawa, Y. Fukunishi: THE EFFECT OF OUTER DISTURBANCE ON TRANSITION OF A FLAT-PLATE BOUNDARY LAYER, 12th Asian Congress of Fluid Mechanics, 42 & CD-ROM, 2008.
8. 坂本 龍三, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, キャビティ近傍に物体を置くことによる空力キャビティ音制御, 日本機械学会東北支部第44期総会・講演会 講演論文集, 81-82, 2008.
9. 奈良 龍, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, 流れの不安定性予測を目的とする新しい指標の研究, 日本機械学会東北支部第44期総会・講演会 講演論文集, 83-84, 2008.
10. 堀川 敏, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, 非線形性を考慮した流れの不安定性の予測に関する研究, 日本機械学会東北支部第44期総会・講演会 講演論文集, 85-86, 2008.
11. 鈴木 芳宗, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, 平板境界層外に導入した局所的な乱れが境界層遷移に及ぼす影響に関する研究, 日本機械学会東北支部第44期総会・講演会 講演論文集, 87-88, 2008.

12. 栗原 誠, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, 乱流中の渦構造と変形場の階層的関係, 日本流体力学会年会2008・講演論文集, 162&CD-ROM, 2008.
13. 茂田 正哉, 原田 圭輝, 伊澤 精一郎, 福西 祐, アーク溶接池内流れへの非圧縮SPH法適用の試み, 日本流体力学会年会2008・講演論文集, 91&CD-ROM, 2008.
14. 鈴木 芳宗, 大野 拓郎, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, 平板の境界層遷移における外乱の影響に関する研究, 日本流体力学会年会2008・講演論文集, 38&CD-ROM, 2008.
15. 野呂 秀太, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, 微小スケール流路における界面の特性と混合促進との関係, 日本機械学会2008年 年次大会・講演論文集, 8, 65-66, 2008.
16. 三浦 聡允, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, スパン方向に位相を変えた間欠噴流によるキャビティ音の抑制, 日本機械学会2008年 年次大会・講演論文集, 7, 105-106, 2008.
17. 茂田 正哉, 三浦 聡允, 伊澤 精一郎, 福西 祐, フルイデイクスによるキャビティ音の能動制御, 第57回理論応用力学講演会・講演論文集, 575-576, 2008.
18. 佐竹 正俊, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, 濡れた円柱から発生する風切り音に関する研究, 日本機械学会東北支部第43期総会・講演会 講演論文集, 205-206, 2008.
19. 寺本 祥大, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, 一様流中に置かれた一対の回転円柱間に発生する渦の挙動に関する数値シミュレーション, 日本機械学会東北支部第43期総会・講演会 講演論文集, 207-208, 2008.
20. 大川 啓, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐, 回転物体による渦管の生成とその挙動に関する研究, 日本機械学会東北支部第43期総会・講演会 講演論文集, 213-214, 2008.

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. Shuta NORO, Kenji KOKUNAI, Masaya SHIGETA, Seiichiro IZAWA and Yu FUKUNISHI, Mixing Enhancement and Interface Characteristics in a Small-Scale Channel, Journal of Fluid Science and Technology, 3(8), 1020-1030, 2008.



氏名 浅井 圭介

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻・教授（博士（工学））

専門 実験空気力学

研究課題

極限流動計測のための機能性分子イメージング技術の研究

E-mail: asai@cc.mech.tohoku.ac.jp

TEL: 022(795)7898

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

航空宇宙や環境・エネルギーなどの応用分野において重要となる極限的な流動現象を実験的に解明するための先端的な実験・計測技術の研究開発を行っている。特に機能性分子を利用した新しい概念のイメージング技術の開発を目指した化学者との融合研究に力を入れている。応用分野としては、極低温から超高温、低速から超音速にいたる様々な熱流体现象を対象に、航空機や高速鉄道を効率化し環境適合性を向上するための種々の技術課題に取り組んでいる、また、極限流動への応用の一つとして、地球とは全く環境の異なる火星などの惑星大気環境を模擬するための実験装置と計測技術の開発を行っている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜国際会議＞

名 称：Japanese-German Joint Seminar on New Prospects of Molecular Imaging Technology for Interdisciplinary Research (学際領域における分子イメージング技術の新展開)

主催団体：日本学術振興会（JSPS）、ドイツ学術振興会(DFG)、ドイツ航空宇宙センター（DLR）、グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開 催 国：日 本

開催期間：2008.9.1 ～ 2009.9.3

役 割：Organizer

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 分子センサーを用いた非定常圧力場の計測法の開発

感圧塗料計測の低速・非定常現象への適用範囲を拡大することを目的に、従来の手法では適用が困難であった振幅やゼロ点、周期に“ゆらぎ”が存在する周期現象に適用可能な感圧塗料技術の開発と評価を行った。非定常圧力変動の計測に適した感圧塗料計測手法として、信号処理を利用したPhase-Lock計測法と周波数解析（FFT）を用いた2つの手法を提案し、3次元角柱の風洞試験に適用した結果、ピーク周波数150 Hzで変動する角柱側面の圧力分布を位相45 deg.刻みで可視化し、振幅0.1~0.3 kPaで正弦振動する圧力変動を捉えることに成功した。

2. 火星大気飛行実現のための実験シミュレーション技術の研究開発

衛星やローバーでは不可能だった広範囲・高解像度の火星探査を可能にする火星飛行機の実現を目指して、地球とは組成や熱力学的状態が異なる火星大気環境を地上で再現する「火星大気風洞」の開発に取り組んでいる。今年度は、空気を作動気体とした運転制御試験を実施し、百分の1気圧という低圧状態においても測定部にマッハ数0.7を超える一様な気流が作り出せることを確認した。また、火星大気風洞において模型表面の圧力分布を計測する技術として、CO₂環境下で使用できる感圧塗料を開発し、サンプルを用いた試験で火星大気環境への適用性を評価した。

3. プラズマを利用した流体制御手法の開発

プラズマ放電を利用して流体を制御するプラズマアクチュエータの特性と、剥離抑制、飛行性能向上などの効果を実験的に調べている。本年度は低圧下におけるDBD型プラズマアクチュエータの特性と推力発生メカニズムを実験的に調べ、CO₂環境下でもDBD-PAが推力を発生できること、圧力1 kPaではCO₂環境下の方が空気の場合より推力発生効率が高くなることを明らかにした。また、丸い前縁をもった後退角80度のデルタ翼にDBD-PAを適用しプラズマによる前縁剥離渦の制御を試み、プラズマアクチュエータを翼前方前縁の剥離点後方に配置することで、剥離渦の発生が能動的に制御できるとことを明らかにした。

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 高垣 雅彦
「プラズマアクチュエータの作動原理の解明と火星大気への適用」
2. 航空宇宙工学専攻 小寺 健幸
「トンネル内を走行する高速列車に生じる非定常現象」
3. 航空宇宙工学専攻 依田 大輔
「非定常現象解明のための感圧塗料技術の開発と評価」
4. 航空宇宙工学専攻 大山 創史
「超音速複葉翼の始動過程に対する3次元性の影響」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 航空宇宙工学専攻 山下 博
「Environmental Technologies for Sonic Boom Mitigation in Eco-Efficient Supersonic Transport Design（環境性・経済性を両立した超音速旅客機設計におけるソニックブーム低減の環境技術）」
2. 航空宇宙工学専攻 高橋 英美
「Experimental Study of Scalar Structure in a Supersonic Turbulent Mixing Flowfield Using Acetone PLIF（アセトンPLIFによる超音速乱流混合流れ場におけるスカラー構造に関する研究）」
3. 航空宇宙工学専攻 荻野 要介
「Numerical Study of Laser-Generated Unsteady Plasma in Propulsion and Flow Control Technique（レーザー生成非定常プラズマによる推進技術と流れ場制御に関する数値的研究）」
4. 航空宇宙工学専攻 沼田 大樹
「バリステックレンジを用いた極低温環境下での高速衝突現象に関する実験的研究」

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 田村 武
「超音速流れ場における粒子速度の高次補正と速度変動量の測定」
2. 機械システムデザイン工学専攻 林 寛之
「熱音響エネルギー変換の直接観測」
3. 航空宇宙工学専攻 北 光一
「テールシッターVTOL航空ロボットの設計と制御」
4. 航空宇宙工学専攻 平尾 洋
「競技用電気自動車の空気抵抗低減に関する研究」
5. 航空宇宙工学専攻 今 陽介
「ダウンフォース利用型高速列車の研究」
6. 航空宇宙工学専攻 菊池 大
「流れ場の可視化に用いる光学系の数値解析及び実験的検証」
7. 航空宇宙工学専攻 竹内 玲司
「大気圏再突入宇宙機周りの熱化学非平衡流れ三次元数値解析」
8. 機械システムデザイン工学専攻 渡部 道治
「Feedforward Control of Instability Waves in a Transitional Boundary Layer(遷移境界層中の不安定波のフィードフォワード制御)」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. T. Hyakutake, I. Okura, K. Asai, H. Nishide, "Dual-mode oxygen-sensing based on oxygen-adduct formation at cobaltporphyrin-polymer and luminescence quenching of pyrene: an optical oxygen sensor for a practical atmospheric pressure," J. Mater. Chem., 18, 917-922 (2008)
2. H. Nagai, R. Naraoka, K. Sawada, and K. Asai, "Pressure-Sensitive Paint Measurement of Pressure Distribution in a Supersonic Micronozzle", AIAA Journal, Vol. 46, No. 1, January (2008) 215-222
3. J. Gregory, A. Asai, M. Kamada, T. Liu and J. Sullivan, "A review of pressure sensitive paints in hypersonic and unsteady flows," Journal of Aerospace Engineering, Vol. 222, Part G, pp. 249-290 (2008)
4. H. Nagai, S. Ohmi, K. Asai, K. Nakakita, "Effect of Temperature-Sensitive Paint Thickness on Global Heat

Transfer Measurement in Hypersonic Flow”, Journal of Thermophysics and Heat Transfer, Vol. 22, No. 3, pp373-381, (2008)

5. 依田大輔、永井大樹、浅井圭介、“多孔質膜を用いた差圧応答型 PSP の開発”、可視化情報学会論文集、Vol.28, No.4, pp 21-26 (2008)

【書籍】

(学術雑誌)

1. J. Mater. Chem.,
2. Journal of Aerospace Engineering
3. Journal of Thermophysics and Heat Transfer
4. 可視化情報学会論文集, ほか.

(専門書)

5. 「MEMS/NEMS工学大全」 株式会社テクノシステム, 執筆ページ「第8章 10節 宇宙、飛行機」
6. 「Nao-Mega Scale Flow Dynamics for Advanced Aerospace Technology」 The 21st Century COE program International COE of Flow Dynamics Lecture Series, Volume 11」, Tohoku University Press

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年 (1月～12月)

1. 依田大輔、永井大樹、浅井圭介、“多孔質膜を用いた差圧応答型 PSP の開発”、可視化情報学会論文集、Vol.28, No.4, pp 21-26 (2008).
2. TAKAGAKI, M., ISONO, S., NAGAI, H., ASAI, K., “Evaluation of Plasma Actuator Performance in Martian Atmosphere for Applications to Mars Airplane”, 38th Fluid Dynamics Conference and Exhibit, AIAA-2008-3762, Seattle, Washington, June, 2008.
3. YORITA, D., NAGAI, H., ASAI, K., “Luminescent Differential-Pressure Sensor Based on Gas Transfer through Porous Membrane”, Proceedings of the 13th International Symposium on Flow Visualization, ISFV13 (126), Nice, France, July, 2008.
4. YAMASHITA, T., NAGAI, H., ASAI, K., SINGH, M. AND NAUGHTON, J. W., “Pressure-Sensitive Paint Measurement of Unsteady Pressure Field behind an Oscillating Fence Actuator”, Proceedings of the 13th International Symposium on Flow Visualization, ISFV13 (130), Nice, France, July, 2008.
5. OYAMA, S., NAGAI, H., ASAI, K., “Experimental study on three-dimensional shock interference flow of a supersonic Busemann Biplane”, KSAS/JSASS Joint Int'l Symposium on Aerospace Engineering, pp.110-114, Nov. 20, 2008
6. KODERA, T., NAGAI, H., ASAI, K., TERASHIMA, O., “Flow-induced vibration of a High-speed Train Running in a Tunnel”, KSAS/JSASS Joint Int'l Symposium on Aerospace Engineering, pp.267-272, Nov. 20, 2008
7. HA, S., NAGAI, H., ASAI, K., NAKAKITA, K. and TSUBOI, N., “Visualization of the heat flux distribution on a blunt-nosed body with an aerospike in hypersonic flow”, KSAS/JSASS Joint Int'l Symposium on Aerospace Engineering, pp.333-339, Nov. 20, 2008
8. TAKAGAKI, M., NAGAI, H. and ASAI, K., “An experimental study of plasma actuator performance in martian atmospher”, Fifth International Conference on Flow Dynamics, 8-12, September 17-19, 2008, Sendai Excel Hotel Tokyu, Sendai, Japan.
9. ANYOJI, M., NAGAI, H. and ASAI, K., “Design and construction of Mars Wind Tunnel for simulating atmospheric flight on Mars”, Fifth International Conference on Flow Dynamics, 8-27, September 17-19, 2008, Sendai Excel Hotel Tokyu, Sendai, Japan.
10. YORITA, D., NAGAI, H. and ASAI, K., “PSP measurement of the leeward-side pressure distribution of a simplified car model in yaw”, Fifth International Conference on Flow Dynamics, 8-30, September 17-19, 2008, Sendai Excel Hotel Tokyu, Sendai, Japan.
11. 依田大輔、永井大樹、浅井圭介、田中真悟、石田圭太郎、“偏揺角のついた単純自動車模型の風下側圧力分布の PSP 計測”、第 36 回可視化情報シンポジウム、P04-004、2008 年 7 月



氏名 澤田 恵介

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻・教授（博士（工学））

専門 高速空気力学

研究課題 惑星大気圏突入シミュレーション手法の研究

高次精度数値流体力学計算手法の研究

E-mail: sawada@cf.d.mech.tohoku.ac.jp

TEL: 022(795)6998

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

事業推進担当者の研究分野では、計算空気力学を用いた惑星大気圏への突入流れ場の解明および高次精度数値計算法の開発とその応用について取り組んできた。タイタン大気圏に投入された探査プローブへの空力加熱量の算出を行い、輻射場と流れ場の結合計算や高次精度ガウス求積法に基づく輻射熱流束導出の重要性を示した。一方、高次精度解法の構築では、5次精度WCNSを用いた陰的LESや、Discontinuous Galerkin法やSpectral Volume法に基づく高次精度非構造格子法の構築を行った。また、構築したDiscontinuous Galerkin法を用いて、高レイノルズ数風洞試験条件下での模型変形による空力特性変化の数値シミュレーションに取り組んだ。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜招待講演＞

講演先：Seoul National University, College of Engineering,
Department of Mechanical Aerospace Engineering

講演題目：Numerical Attempts to Reproduce TPS Flight Data for Planetary Entry Probe
Vehicles with Ablation and Radiation

講演日：2009.2.26

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. タイタン大気圏に突入する探査プローブ周りの流れ場の数値解析
タイタン大気圏に突入したホイヘンスプローブの受けた空力加熱量を求めた。タイタンの大気は97%の N_2 、2.3%の CH_4 および0.7%の Ar の混合気体である。衝撃層内でCNが形成されるために比較的低い突入速度にもかかわらず輻射加熱が卓越する。輻射場と流れ場の結合計算を行うことによって輻射冷却効果が無視できないことを示した。また、輻射強度の立体角積分をガウス求積法により正確に行うと、接平板近似が与える輻射熱流束は過大評価されることを示した。
2. 高次精度数値計算法の構築
高次精度有限差分法であるWeighted Compact Nonlinear Schemeを用いて、圧縮性乱流場の数値解析に用いる陰的LES法を検討した。バックステップを過ぎる超音速流れ場の計算を行い、衝撃波、膨張波、剥離せん断層、再付着、循環領域がシャープに捉えられ、乱流場が形成されることを示した。一方、Spectral Volume法やDiscontinuous Galerkin法に基づく高次精度非構造格子法の構築を行った。特に前者ではLU-SGS法、後者では点緩和陰解法の定式を行い、定常問題に適した効率的な解法の構築を実現した。
3. 空力荷重による模型変形を考慮した風洞試験模型周りの高レイノルズ数流れ場解析
流体と構造の連成解析手法を構築し、高レイノルズ数風洞試験時の空力荷重による模型変形効果を考慮した流れ場解析手法を構築した。流体の計算には点緩和型のDiscontinuous Galerkin法を、また構造解析にはNASTRANを用いて連成解析を実現した。小さなアスペクト比のデルタ翼を持つAGRAD-B標準模型においても模型変形による空力特性変化が無視できないことを示した。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 航空宇宙工学専攻 石向 圭一

「Study of Implicit LES for Compressible Turbulent Flows Using Weighted Compact Nonlinear

- Scheme (重み付き非線形コンパクトスキームを用いた圧縮性乱流の陰的LESの研究)」
2. 航空宇宙工学専攻 岩上 わかな
「Numerical Study of Standing Accretion Shock Instability in Core-Collapse Supernovae (重力崩壊型超新星における定在降着衝撃波不安定性の数値的研究)」
 3. 航空宇宙工学専攻 芳賀 臣紀
「Study of High-Order Unstructured Grid Method for Aerodynamic Simulation Using Spectral Volume Discretization (スペクトラルボリューム離散化に基づく高次精度非構造格子空力解析法の研究)」
 4. 航空宇宙工学専攻 松本 祐子
「Study of novel Lagrangian numerical method using dipoles for incompressible flows (非圧縮性流れのための双極子を用いた新しいラグランジュの数値解析手法の研究)」

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 竹内 玲司
「大気圏再突入宇宙機周りの熱化学非平衡流れ三次元数値解析」
2. 航空宇宙工学専攻 本木 裕一郎
「DSMC法を用いた高高度を飛行する宇宙機の空力解析」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 航空宇宙工学専攻 荻野 要介
「Numerical Study of Laser-Generated Unsteady Plasma in Propulsion and Flow Control Technique (レーザー生成非定常プラズマによる推進技術と流れ場制御に関する数値的研究)」
2. 航空宇宙工学専攻 高橋 俊
「Study of Large Scale Simulation for Unsteady Flows (非定常流れの大規模数値計算法に関する研究)」

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 西村 信祐
「コンパクト高精度スキームによる翼空力特性解析の研究」
2. 航空宇宙工学専攻 中家 正史
「機体形状の空力的最適化に関する研究」
3. 航空宇宙工学専攻 齋木 佑一郎
「地面干渉を伴う翼境界層遷移に関する研究」
4. 機械システムデザイン工学専攻 堀川 敏
「Prediction of Flow Instability Including a Non Linear Effect(非線形性を考慮した流れの不安定性予測)」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Hiroshi Osawa, Shingo Matsuyama, Naofumi Ohnishi, Michiko Furudate, and Keisuke Sawada
Numerical Computation of Radiative Heating Environment for Huygens Probe Entry Flight
Journal of Thermophysics and Heat Transfer, Vol. 22, No. 2, April-June, 2008, pp. 140-149.
2. Wakana Iwakami, Kei Kotake, Naofumi Ohnishi, Shoichi Yamada and Keisuke Sawada
Three-Dimensional Simulations of Standing Accretion Shock Instability in Core-Collapse Supernovae
Astrophysical Journal, Vol. 678, pp. 1207-1222, 2008.
3. Wakana Iwakami, Naofumi Ohnishi, Kei Kotake, Shoichi Yamada and Keisuke Sawada
Numerical Methods for Three-Dimensional Analysis of Shock Instability in Supernova Cores
Journal of Physics: Conference Series, Vol. 112, 042021, 2008.
4. Yousuke Ogino, Naofumi Ohnishi and Keisuke Sawada
Numerical Study of Laser-Induced Blast Wave Coupled with Unsteady Ionization Processes
Journal of Physics: Conference Series, Vol. 112, 042019, 2008.

【書籍】

1. Journal of Thermophysics and Heat Transfer
2. Astrophysical Journal
3. Journal of Physics: Conference Series
4. Journal of Propulsion and Power
5. Monthly Notices of Royal Astronomical Society

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. Takanori Haga, Michiko Furudate, Keisuke Sawada and Akihisa Masunaga
RANS Simulation Over JAXA High-Lift Configuration Model Using Spectral Volume Method
AIAA Paper 2008-4308, 2008.
2. Hiroshi Osawa, Toshiyuki Suzuki, Masahito Mizuno, Kazuhisa Fujita and Keisuke Sawada
Study of Nitrogen Recombination Coefficient for SiC Material Surface
AIAA Paper 2008-1248, 2008.
3. Akihiro Sasoh, Shingo Suzuki, Masaya Shimono and Keisuke Sawada
Moderate-Acceleration Launch Using Repetitive-Pulse Laser Ablation in Tube
AIAA Paper 2008-1088, 2008
4. Takeharu Sakai, Kohei Anju, Keisuke Sawada, Koichi Mori and Akihiro Sasoh
Computational Simulation of Local Impulse Generation in Intense Laser-Solid Interaction
AIAA Paper 2008-1080, 2008.
5. Michiko Furudate, Reiji Takeuchi, Kanako Yasue and Keisuke Sawada
Three Dimensional Calculation of Hypersonic Flowfield Over Atmospheric Entry Body
AIAA Paper 2008-6560, 2008.
6. Keiichi Ishiko, Kazuyuki Ueno and Keisuke Sawada
Implicit LES of Compressible Turbulent Flow Over a Backward-Facing Step
AIAA Paper 2008-6579, 2008.

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. Hiroshi Osawa, Shingo Matsuyama, Naofumi Ohnishi, Michiko Furudate, and Keisuke Sawada
Numerical Computation of Radiative Heating Environment for Huygens Probe Entry Flight
Journal of Thermophysics and Heat Transfer, Vol. 22, No. 2, April-June, 2008, pp. 140-149.
2. Wakana Iwakami, Kei Kotake, Naofumi Ohnishi, Shoichi Yamada and Keisuke Sawada
Three-Dimensional Simulations of Standing Accretion Shock Instability in Core-Collapse Supernovae
Astrophysical Journal, Vol. 678, pp. 1207-1222, 2008.
3. Wakana Iwakami, Naofumi Ohnishi, Kei Kotake, Shoichi Yamada and Keisuke Sawada
Numerical Methods for Three-Dimensional Analysis of Shock Instability in Supernova Cores
Journal of Physics: Conference Series, Vol. 112, 042021, 2008.
4. Yousuke Ogino, Naofumi Ohnishi and Keisuke Sawada
Numerical Study of Laser-Induced Blast Wave Coupled with Unsteady Ionization Processes
Journal of Physics: Conference Series, Vol. 112, 042019, 2008.



氏名 橋爪 秀利

所属 工学研究科量子エネルギー工学専攻・教授（工学博士）

専門 核融合炉工業

研究課題

配管系流力振動に影響するマクロ流動構造の解明と制御

E-mail: hidetoshi.hashizume@qse.tohoku.ac.jp

TEL: 022(795)7904

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

原子力プラント・核融合炉における極限熱流動現象の解明とその制御について研究を進めてきた。エルボ内流動の可視化により剥離現象を詳細に解明し、また、溶融塩の伝熱性能向上の研究を進めている。さらに、液体窒素の沸騰現象を効率良く使用した分割型高温超伝導マグネット用除熱システムの開発を進めている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜国際ワークショップ＞

名称：日米科学技術協力事業・日米WS「核融合炉高出力密度装置と設計」

主催：DOE・文部科学省

開催国：米国

期間：2008.6.23-25

役割：Chair

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. エルボ内の流動場解析

原子力プラントの配管系では、物量削減の観点から低曲率半径比のエルボが使用される場合が多く、非定常性の強い局所的な偏流や剥離渦の発生によって流力振動が発生する。本研究は、屈折率調合PIV計測によりエルボ内の剥離現象を可視化し、圧力変動に対する流体力学的主要因子を明らかにすることを目的とし、本年度は、曲率半径比が1.0のエルボ内で発生する剥離の様子を可視化により明らかにした。特に、曲がり角60度付近で剥離した流れが2次流れを駆動力として縦渦構造へと遷移し、下流側へ振動を伴って放出されることを本年度において明らかにしている。

2. 溶融塩を用いたITER-TBMの設計

国際熱核融合実験炉ITERでの試験が予定されているTBM(Test Blanket Module)に対して、日本が独自に提案している溶融塩ブランケットの設計ウィンドウがあることを明らかにした。すなわち、溶融塩の融点を下げ、その際の粘性の増加による伝熱性能劣化をペブル充填管の使用により改善し、ITERで使用可能な構造材料がその許容温度以下になることを明らかにした。

3. 多孔質体を用いた液体窒素冷却性能の向上

核沸騰から膜沸騰に遷移し易いという液体窒素の沸騰特性を改善するために、多孔質体を用いた除熱システムの開発のための基礎データを取得し、除熱性能が格段に向上することを示した。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 量子エネルギー工学専攻 佐竹 正哲

「核融合炉第一壁を模擬した複雑流路内を流れる高プラントル数流体の熱流動場解析」

2. 量子エネルギー工学専攻 鈴木 求

「加速器駆動未臨界炉に対する運転挙動解析コードの開発と安全運転法に関する研究」

修士論文

1. 量子エネルギー工学専攻 阿部 祐子

「超高速二相流によりオリフィス下流域に発生するエロージョン現象の解明」

2. 量子エネルギー工学専攻 吉田 和弘

「デュアルエルボにおける複雑流動の解明と減肉緩和技術への応用」

3. 量子エネルギー工学専攻 松井 章
「高熱負荷機器の除熱における最適なヒートシンク構造の解明」
4. 量子エネルギー工学専攻 茂庭 圭介
「液体窒素と金属多孔質体を用いた極低温冷却システムの検討」
5. 量子エネルギー工学専攻 小形 好弘
「高レベル放射性廃棄物の地層処分に対する分離変換技術の影響評価」
6. 量子エネルギー工学専攻 松本 洋
「原子炉を用いた深宇宙探査機用発電システムの設計に関する研究」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 量子エネルギー工学専攻 宇藤 裕康
「東北大学ヘリアック装置における粒子注入型電極を用いたプラズマの高性能化に関する研究」

修士論文

1. 量子エネルギー工学専攻 田嶋 尚之
「BWR運転訓練シナリオの客観的評価システムの開発」
2. 量子エネルギー工学専攻 金田 知剛
「航空管制におけるワークロード評価の高精度化」
3. 量子エネルギー工学専攻 船木 弾
「ITERにおけるシンチレータプローブ法による損失アルファ粒子計測のための基礎研究」
4. 量子エネルギー工学専攻 梅津 創
「東北大学ヘリアック装置における回転磁気島に関する基礎研究」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. H. Hashizume K. Yuki, N. Seto, A. Sagara
Feasibility Study for Flibe TBM based on Thermofluid Analysis TOFE-18th,
September, 2008, San Francisco, (Fusion Science and Technology, to be published)
2. Kazuhisa Yuki, Masumi Okumura, Hidetoshi Hashizume, Saburo Toda, Neil B. Morley, Akio
Sagara,
Flow visualization and heat transfer characteristics for sphere-packed pipes,
Journal of Thermophysics and Heat Transfer, Vol. 22, No. 4, pp. 638-648, 2008.
3. Kazuhiro Yoshida, Yuki Kazuhisa, Hidetoshi Hashizume, Saburo Toda,
Specificity of flow structure in a dual elbow and its Visualization by PIV Measurement,
16th International Conference on Nuclear Engineering ICONE16, 2008.
4. Keisuke MONIWA, Satoshi ITO, Kazuhisa YUKI, Hidetoshi HASHIZUME, Research of
cooling technique using liquid nitrogen and metal porous media,
International Cryogenic Engineering Conference 22, WE-C2-C03, 2008.
5. Yuko ABE, Kazuhisa YUKI, Hidetoshi HASHIZUME, Saburo TODA,
Visualization of supersonic gas-liquid two-phase flow affecting wall thinning events in the
downstream straight and curved pipes of an orifice,
Proceedings of the 7th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics,
Operation and Safety NUTHOS-7, paper-no. 235, 2008.
6. Kazuhisa YUKI, Hiroshi OHARA, Hidetoshi HASHIZUME, Masa-aki TANAKA, Toshiharu
MURAMATSU,
Suppression of High-Cycle Thermal Fatigue at a Mixing Tee with a 90-Degree Bend Upstream
by Changing its Geometry,
Proceedings of the 7th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics,
Operation and Safety NUTHOS-7, Saburo TODA, paper-no. 361, 2008.
7. Kazuhisa YUKI, Kazuhiro YOSHIDA, Hidetoshi HASHIZUME, Saburo TODA,
Matched refractive-index PIV measurement of complex flow structure in a two-dimensional dual
elbow,
Proceedings of the 7th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics,

Operation and Safety NUTHOS-7, paper-no. 366, 2008.

8. Nao Seto, Kazuhisa Yuki, Hidetoshi Hashizume, Akio Sagara,
Heat transfer enhancement in sphere-packed pipes under high Reynolds number conditions,
Fusion Engineering and Design, Volume 83, Issues 7-9, December 2008, Pages 1102-1107.
9. Akira Matsui, Kazuhisa Yuki, Hidetoshi Hashizume,
Dependence of heat transfer coefficient on porous structure in porous media,
Proceedings of 2008 ASME Summer Heat Transfer Conference, Paper-no. 56275, 2008

【書籍】

1. Fusion Science and Technology
2. Fusion Engineering and Design

【本人のマスコミ発表等】

原子力人材育成関連記事（河北新報、2008年7月23日）



氏名 伊藤 高敏

所属 流体科学研究所・准教授（博士（工学））

専門 破壊力学

研究課題

地殻利用による地球温暖化防止技術の開発

E-mail: ito@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5234

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

特に地表面下深度千メートル以上の岩体中で起きている各種の流動現象を、従来にはない観点から解明すると共に、それを工学的に応用することを目指している。本GCOEプログラムを通して、同分野で貢献できる人材を育てると共に世界の研究者との交流を深めて、研究の推進を図る。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

1. （独法）海洋研究開発機構との共同研究「大深度地殻応力の定量評価」（H19-21）を継続し、海底掘削孔内での高精度・高忠実度な性能を持つ応力・歪み・傾斜・地震等の計測を可能とするため、陸上掘削孔で共同試験・観測を行なった。
2. 日本海洋掘削（株）による受託研究「未固結堆積層に対するフラクチャリング室内実験」（H20）として、メタンハイドレート開発を目的とした実験研究を行なった。
3. （独法）石油天然ガス・金属鉱物資源機構による委託研究「堆積軟岩層を対象とした水圧破碎による応力評価のための反応性グラウトによる岩層破壊特性改質の研究」（H20）として、メタンハイドレート開発の対象となる堆積軟岩層の応力状態を評価するための実験研究を行なった。
4. 「大深度地殻応力評価を目的としたBABHY式水圧破碎法」に関わる研究内容について、「気象研究所2008年度第3回地震火山研究部談話会」（H20年4月24日）、「第190回日本材料学会岩石力学部門委員会」（H20年7月24日）および「土木学会岩盤力学委員会第2回先端計測小委員会」（H20年9月11日）にて招待講演を実施した。
5. メタンハイドレート開発を目的とした研究の一環として、GCOE主催の「Fifth International Symposium on Advanced Fluid Information」（H20年11月17日～19日）で「未固結堆積層のフラクチャリング」をテーマとするセッションを企画した。

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 微小地震に基づく地熱・石油天然ガス貯留層内の圧力と流体移動マッピング技術の開発
水圧破碎に伴って発生する微小地震の発生挙動から圧力分布を評価し、それを適当な流路構造を仮定して求めた圧力分布とマッチングさせることで地下の流路構造を評価する方法の研究である。従来用いていた正方格子状の流路構造モデルを六角格子状のものに改めたところ、マッチング精度が格段に向上した。この手法をオーストラリア実験フィールドに適用して評価された流路構造は、流体移動量を反映すると考えられてきた微小地震の積算エネルギー分布との相関性も良く、信頼性の高い結果となった。
2. 大深度地殻応力評価を目的としたBABHY法の開発
従来の水圧破碎法にあった致命的欠陥を回避した上で、km級深度における地殻応力の定量評価を初めて可能とする方法の研究である。H19年度に実施した実規模実験の成功を踏まえて、この技術の実用化を進めている。その一環として海洋研究開発機構と協力して地球深部探査船「ちきゅう」に適用するための技術的検討を行った。
3. CO₂地中貯留のためのCO₂反応性グラウトによる人工バリアー形成法の開発
地球温暖化対策の切り札とされるCO₂地中貯留では、地下に注入されたCO₂が浮力で上昇するのをキャップロックと呼ばれる天然のバリアーで防ぐことになっている。しかし、CO₂の粘性は非常に小さいためにキャップロックにあるわずかな欠陥を通して漏洩する可能性は否定できない。そこで、別途注入する溶液（反応性グラウト）と漏洩したCO₂との反応生成物で間隙を埋めて漏洩を修復すること

を検討している。今年度は新型の反応性グラウトを開発して、その有効性を室内実験で検証した。

4. 未固結層を対象とした水圧破碎技術の開発

エネルギー新資源と注目されるメタンハイドレート (MH) からのメタンガス生産手法として水圧破碎の利用が考えられている。しかし、MHが胚胎する未固結な堆積層の水圧破碎挙動は未解明であったことから、その挙動を室内実験によって調べている。これにより、地層の浸透率によって引張型から圧縮型に破壊形態が遷移することがわかった。また、水圧破碎挙動から地層応力を評価する方法を提案した。この技術はMH開発のみならず在来型の石油・天然ガス開発にも有効なものである。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 環境科学専攻 五十嵐 哲

「未固結堆積層における水圧破碎き裂の発生と進展挙動に関する研究」

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 環境科学専攻 櫻井 雅徳

「CO₂地中貯留層からの漏洩修復技術に関する研究」

2. 環境科学専攻 藤村 修一郎

「微小地震に基づく貯留層内流路評価法の高度化に関する研究」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. T. Ito

Effect of Pore Pressure Gradient on Fracture Initiation in Fluid Saturated Porous Media: Rock Eng. Fracture Mech., Vol.75, pp.1753-1762, 2008.

2. 伊藤高敏, 長田和義, 林 一夫, Roy Baria

微小地震情報から求めた間隙水圧分布に基づく貯留層内の流路構造評価
日本地熱学会誌, Vol.39, No.1, pp.49-61, 2008.

3. 伊藤 高敏, 伊藤 久男, 小村 健太郎, 田中 博, 加藤 春實, 狩野 嘉昭

大深度地殻応力計測を目的としたBABHY式水圧破碎法とその実用化
第37回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, No. 81 (CD-ROM), 2008.

4. T. Ito, K. Omura, K. Yamamoto, H. Ito, H. Tanaka, K. Harumi, and Y. Karino

A New Strategy of Hydrofracturing for Deep Stress Measurements, BABHY, and Its Application to a Field Test
Proc. of the 42nd US Rock Mech. Symp., No. ARMA 08-294 (CD-ROM), 2008.

5. A. Igarashi, T. Ito, K. Sekine, and K. Hayashi

Development of Borehole Tangential Deformation Gage and Its Application for Determining the Stress in Rock
Proc. of the 42nd US Rock Mech. Symp., No. ARMA 08-332, 2008.

【書籍】

1. 日本地熱学会誌

2. Eng. Fracture Mech.

3. Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Energy System

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. T. Ito, A. Igarashi, K. Suzuki, S. Nagakubo, M. Matsuzawa, and K. Yamamoto

Laboratory Study of Hydraulic Fracturing Behavior in Unconsolidated Sands for Methane Hydrate Production
Proc. of 2008 Offshore Technology Conference, No. OTC 19324 (CD-ROM), 2008.

2. 五十嵐哲, 伊藤高敏, 鈴木清史, 長久保定雄, 松澤真樹, 山本晃司

室内実験による未固結砂泥互層中の水圧破碎フラクチャ形成挙動に関する研究
日本地球惑星科学連合2008年大会予稿集, No. R224-P025 (CD-ROM), 2008.

3. 五十嵐哲, 伊藤高敏, 山本晃司

応力測定を目的とした未固結堆積岩の水圧破碎室内実験

- 平成20年度石油技術協会春季講演会特別講演・シンポジウム・個人講演要旨集, Vol.1, p.86, 2008.
4. 岡部高志, 伊藤高敏, 浅沼宏, J. Reinhard, 新妻弘明, 外城佐登志
福島県天栄村湯本地区における水圧破碎実験
日本地熱学会平成20年学術講演会講演要旨集, p.B26, 2008.
 5. H. Shimizu, S. Murata, T. Ito, and T. Ishida
Distinct Element Modeling for Hydraulic Fracturing
Proc. of the 5th International Conference on Flow Dynamics, pp.OS4-6_1-OS4-6_2, 2008.
 6. A. Igarashi, T. Ito, K. Yamamoto, S. Nagakubo, and K. Suzuki
Various Patterns of Hydraulic Fractures in Unconsolidated Sands Observed in Laboratory Tests
Proc. of the 5th International Conference on Flow Dynamics, pp.OS4-5_1-OS4-5_2, 2008.
 7. T. Tto, M. Sakurai, and K. Sekine
Concept and Laboratory Verification of In-situ Reaction Barrier for CO₂ Geological Storage
EOS Trans. AGU, Fall Meet. Suppl., Abstract, No. H11J-01 (CD-ROM), 2008.
 8. T. Xu, T. Ito, and M. Sakurai
Numerical Modeling of In-situ Reaction Barrier by Injection of Ca(OH)₂ Solution for CO₂ Geological Storage
EOS Trans. AGU, Fall Meet. Suppl., Abstract, No. H11J-02 (CD-ROM), 2008.
 9. T. Ito, K. Yamamoto, R. Aoyagi, T. Suekane, and K. Akaku
Chap.6: Multiscale Flow and Its Control for CO₂ Geological Storage
Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Energy System, Maruyama, S. ed., pp.165-240, 2008. 著書

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. T. Ito, A. Igarashi, K. Suzuki, S. Nagakubo, M. Matsuzawa, and K. Yamamoto
Laboratory Study of Hydraulic Fracturing Behavior in Unconsolidated Sands for Methane Hydrate Production
Proc. of 2008 Offshore Technology Conference, No. OTC 19324 (CD-ROM), 2008. 査読なし
2. 五十嵐哲, 伊藤高敏, 鈴木清史, 長久保定雄, 松澤真樹, 山本晃司
室内実験による未固結砂泥互層中の水圧破碎フラクチャ形成挙動に関する研究
日本地球惑星科学連合2008年大会予稿集, No. R224-P025 (CD-ROM), 2008. 査読なし
3. A. Igarashi, T. Ito, K. Sekine, and K. Hayashi
Development of Borehole Tangential Deformation Gage and Its Application for Determining the Stress in Roc
Proc. of the 42nd US Rock Mech. Symp., No. ARMA 08-332, 2008. 査読あり
4. 五十嵐哲, 伊藤高敏, 山本晃司
応力測定を目的とした未固結堆積岩の水圧破碎室内実験
平成20年度石油技術協会春季講演会特別講演・シンポジウム・個人講演要旨集, Vol.1, p.86, 2008. 査読なし
5. A. Igarashi, T. Ito, K. Yamamoto, S. Nagakubo, and K. Suzuki
Various Patterns of Hydraulic Fractures in Unconsolidated Sands Observed in Laboratory Tests
Proc. of the 5th International Conference on Flow Dynamics, pp.OS4-5_1-OS4-5_2, 2008. 査読なし

【本人の受賞・特許等】

平成19年度岩の力学連合会賞（論文賞） 伊藤高敏 （H20年6月18日）

9. 研究協力者の取り組みと実績



氏名 竹島 由里子

所属 流体科学研究所・助教（博士（理学））

専門 コンピュータグラフィックス、可視化

研究課題

E-mail: takesima@vis.ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)4438

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

本研究分野では、計測や数値計算によって得られる数値データを視覚的に解析するための可視化技術に関する研究を行ってきた。特に、これまでに研究を進めてきた視覚解析を行うユーザ（科学者や技術者）のための視覚解析支援環境を拡張し、学生などの一般ユーザにも利用しやすい環境の整備を行った。また、微分位相幾何学に基づいて流れ場を解析し、その情報を元に効率的かつ効果的に可視化する方法や、GPUを用いることにより、大規模粒子系の高速可視化を実現した。

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 協調型視覚解析支援環境の開発

データの性質やユーザの可視化目的に応じて、適した可視化技法を提示する視覚解析支援環境の開発を行った。また、可視化結果とともに、研究メモや視覚解析の履歴を一括管理する機構も取り入れた。

2. 微分位相幾何学に基づく流れ場の可視化

本研究分野で以前より開発を進めている微分位相解析ツールを利用して、流れ場から特徴を抽出し、代表的な特徴である渦構造を強調するような可視化を実現した。本年度は対象データとして航空機の後方乱気流データを用い、視覚および力覚の2種類を用いて、渦構造を捉える方法を開発した。

3. 大規模粒子系の高速可視化

一般的に、粒子は球として描画されるが、粒子数が増加するにつれ、描画にかかる負荷が膨大なものになる。そこで、2次元ディスプレイ上で、球は円として描画されることに着目し、円盤に陰影を表すテクスチャを貼りつけることによって、疑似的に球を表現する方法を用いて、大規模粒子系を可視化するシステムの開発を行った。

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Fujishiro, R. Otsuka, S. Takahashi, and Y. Takeshima
T-Map: A topological approach to visual exploration of time-varying volume data
Springer Lecture Notes in Computer Science, Vol.4759, (2008), pp.176-190.
2. H. Miyamura, I. Fujishiro, Y. Takeshima, S. Takahashi, and T. Saito
Guidelines for LoD control in volume visualization
画像電子学会誌, Vol.37, No.4, (2008), pp.461-468.
3. 小川 雄太, 鈴木 靖子, 竹島 由里子, 藤代 一成
3D 拡散テンソルフィールドの効果的な解析のための視覚化と力覚化の融合
(2008). (画像電子学会 Visual Computing 情報処理学会グラフィックスと CAD 合同シンポジウム DVD 予稿集)
4. Y. Takeshima, I. Fujishiro, and T. Hayase
GADGET/FV: Ontology-supported design of visualization workflows in fluid science
(2008). (DVD Proceedings of the first International Workshop on Super Visualization)

【書籍】

1. Springer Lecture Notes in Computer Science
2. 画像電子学会誌

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 藤代 一成, 高橋 成雄, 竹島 由里子
見せない可視化 — 情報爆発を回避するための微分相幾何学的アプローチ
平成 19 年度 宇宙科学情報解析センターシンポジウム『データ解析技術の新展開』資料集, (2008), pp.46-67.
2. 大林 茂, 三坂 孝志, 小笠原 健, 藤代 一成, 竹島 由里子
没入的仮想環境を用いた仙台空港における後方乱気流の視覚解析
第 13 回計算工学講演会論文集, Vol.13, No.2, (2008), pp.953-954.
3. 鈴木 靖子, 竹島 由里子, 藤代 一成
GPU による拡散トラクトグラフィ法的高速化
第 36 回可視化情報シンポジウム講演論文集, Vol.28, No.1, (2008), pp.83-84.
4. 千葉 鉄也, 藤代 一成, 竹島 由里子
ハイブリッドボリューム
第 36 回可視化情報シンポジウム講演論文集, Vol.28, No.1, (2008), pp.79-82.
5. 小田川 雅人, 竹島 由里子, 藤代 一成, 菊川 豪太, 小原 拓
数万オーダー粒子系のイメージベース可視化
第 36 回可視化情報シンポジウム講演論文集, Vol.28, No.1, (2008), pp.73-74.
6. 竹島 由里子, 藤代 一成
VIDELICET : 流動可視化オントロジーの基本設計
日本機械学会 2008 年度年次大会講演論文集, Vol.6, (2008), pp.13-14.
7. 藤代 一成, 竹島 由里子, 奈良岡 亮太, 高橋 成雄
時系列ボリュームレンダリングに対する位相ベース照明設計
日本機械学会 2008 年度年次大会講演論文集, Vol.6, (2008), pp.15-16.
8. 三坂 孝志, 大林 茂, 藤代 一成, 竹島 由里子, 山田 泉, 奥野 善則
仙台空港における後方乱気流の計測融合シミュレーション
次世代スーパーコンピューティング・シンポジウム 2008 資料集, (2008), pp.63-64.
9. I. Fujishiro, and Y. Takeshima
On the recordability and traceability of visualization-centered knowledge discovery
Proceedings of Fifth International Conference on Fluid Dynamics, (2008), pp.OS-6-7-OS-6-7.
10. M. Odagawa, Y. Takeshima, I. Fujishiro, G. Kikugawa, T. Ohara, Y. Terada, and M. Tokuyama
Point Sprite-Based Visualization of Large-Scale Particle Systems
Proceedings of the Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, (2008), pp.72-73.

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. 小川 雄太, 鈴木 靖子, 竹島 由里子, 藤代 一成
3D拡散テンソルフィールドの効果的な解析のための視覚化と力覚化の融合
(2008). (画像電子学会Visual Computing情報処理学会グラフィクスとCAD合同シンポジウムDVD予稿集)
2. 鈴木 靖子, 竹島 由里子, 藤代 一成
GPUによる拡散トラクトグラフィ法的高速化
第36回可視化情報シンポジウム講演論文集, Vol.28, No.1, (2008), pp.83-84.

【本人の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

受賞名：第13回計算工学講演会グラフィックアワード特別賞
受賞年：2008.5.19

【本人のマスコミ発表等】

研究最前線インタビュー 視覚解析支援（西日本新聞 2008.1.17）



氏名 青木 秀之

所属 工学研究科化学工学専攻・准教授（工学博士）

専門 化学工学、伝熱工学、燃焼工学

研究課題

化学反応を伴う熱流体解析・材料合成

E-mail: aoki@tranpo.che.tohoku.ac.jp

TEL: 022(795)7251

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

同講座事業推進担当者である三浦教授とともに、燃焼熱流体解析・実験、気相材料合成解析関連研究に従事した。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

名 称：Fifth International Conference on Flow Dynamics

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究教育世界拠点」

開催国：日 本

開催期間：2008.11.17 ～ 2008.11.19

役 割：Executive Committee Member

平成20年度の研究業績

【研究内容】

気相中でのナノ粒子合成プロセスの制御を高度化することにより、ナノ微粒子の構造を設計することを目的として研究を実施している。対象は炭化水素を原料とするカーボンブラック凝集体であり、対象とする出発物質をベンゼンとして現象解明に取り組んでいる。ベンゼンの熱分解により生成する炭素核粒子は気相中でランダムな凝集を繰り返しながらナノサイズまで成長し、一次粒子を形成しながら一次粒子同士の合体融合が進行する。今年度は実験で得られる凝集後の粒子形状がTEM観察による二次元画像に依り、数値解析による予測結果は三次元形状であることから、三次元構造から形状パラメータを算出する方法を検討した。その結果、計算で得られる形状パラメータと実験観察結果との比較の精度が向上し、現象の高精度評価が可能となった。

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. 原田拓自, 渡部弘達, 松下洋介, 丹野庄二, 青木秀之, 三浦隆利
水/n-ドデカンエマルジョン燃料液滴の温度および初期液滴径がパuffing発生に及ぼす影響
化学工学論文集, 34-(1), pp. 161-167 (2008)
2. Akinori Goto, Yoshio Morozumi, Hideo Hagiya, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
Numerical investigation of Waste Plastic Injection in a Blast Furnace
Journal of Chemical Engineering of Japan, 41-(3), pp. 182-193 (2008)
3. Hirotatsu Watanabe, Yoshikazu Suwa, Yohsuke Matsushita, Yoshio Morozumi, Hideyuki Aoki, Shoji Tanno and Takatoshi Miura
Numerical Investigation of Spray Combustion in Jet Mixing Type Combustor for Low NOx emission
Energy Conversion and Management, 49, pp. 1530-1537 (2008)
4. 玉本章吾, 五十嵐誠, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 武幸一郎, 浜野秀光
CO₂冷凍サイクルにおいてエジェクタが成績係数および交換熱量に及ぼす影響
化学工学論文集, 35-(5), pp. 505-512 (2008)
5. 玉本章吾, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 武幸一郎, 浜野秀光
CO₂冷凍サイクルにおいて内部熱交換器が成績係数および交換熱量に及ぼす影響
化学工学論文集, 35-(5), pp. 513-521 (2008)
6. 五十嵐誠, 玉本章吾, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 武幸一郎, 浜野秀光
CO₂冷凍サイクルを対象とした冷房成績係数および蒸発器の交換熱量に関する実験的検討
化学工学論文集, 36-(6), pp. 566-570 (2008)
7. Hirotatsu Watanabe, Takuji Harada, Katsuyuki Hoshino, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
An Experimental Investigation of the Secondary Atomization and Spray Combustion for Emulsified Fuel
Journal of Chemical Engineering of Japan, 41-(12), pp. 1110-1118 (2008)

【書籍】

1. 化学工学論文集
2. Journal of Chemical Engineering of Japan
3. Energy Conversion and Management

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 五十嵐誠, 玉木章吾, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
二酸化炭素ヒートポンプにおける成績係数および交換熱量の実験的検討
第10回化学工学会学生発表会 (群馬大会) 講演要旨集, p14, 桐生, 3月1日 (2008)
2. 進藤朋之, 宍戸文彦, 渡部諒, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 西脇勝也, 山田浩, 福田興照
帯電したカーボンブラックの凝集シミュレーションおよびその三次元凝集体形状評価
第2回宮城化学工学懇話会先端研究発表会, A106, 仙台, 3月11日 (2008)
3. 玉木章吾, 五十嵐誠, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
エジェクタを設置したCO₂冷凍サイクルのサイクルシミュレーション
第2回宮城化学工学懇話会先端研究発表会, A107, 仙台, 3月11日 (2008)
4. 萩谷秀人, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
境界適合格子を用いた円柱群内における乱流特性の検討
第2回宮城化学工学懇話会先端研究発表会, A108, 仙台, 3月11日 (2008)
5. 呼和湧力, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 遠藤智, 佐伯康司
空調換気システムにおいて環気・給気が汚染物質の拡散に及ぼす影響の数値解析
第2回宮城化学工学懇話会先端研究発表会, A117, 仙台, 3月11日 (2008)
6. 進藤朋之, 宍戸文彦, 渡部諒, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 西脇勝也, 山田浩, 福田興照
カーボンブラック凝集シミュレーションと形状評価法の開発
化学工学会第73年会研究発表講演要旨集, K114, 浜松, 3月17-19日 (2008)
7. 萩谷秀人, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
境界適合格子を用いた円柱群内乱流場の数値解析
化学工学会第73年会研究発表講演要旨集, K115, 浜松, 3月17-19日 (2008)
8. 呼和湧力, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 遠藤智, 佐伯康司
遊技場空調換気システムに関する数値解析
化学工学会第73年会研究発表講演要旨集, K117, 浜松, 3月17-19日 (2008)
9. 玉木章吾, 五十嵐誠, 藤井優子, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 武幸一郎, 浜野秀光
エジェクタがCO₂冷凍サイクルに及ぼす影響の数値解析的検討
化学工学会第73年会研究発表講演要旨集, K119, 浜松, 3月17-19日 (2008)
10. 星野雄将, 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
二流体ノズルを用いた噴霧燃焼におけるFuel NO_x生成特性
第8回日本伝熱学会学生発表会講演論文集, pp. 15-16, 仙台, 5月9日 (2008)
11. 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
Large Eddy Simulationによる環状噴流中における噴霧流解析
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, F212, つくば, 5月21-23日 (2008)
12. 星野雄将, 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
外部混合型低圧二流体ノズルを用いた噴霧燃焼における低NO_x化の実験的検討
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, D1508, つくば, 5月21-23日 (2008)
13. Hirotatsu Watanabe, Takuji Harada, Katsuyuki Hoshino, Haruyuki Kamata, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura
The characteristics of single droplet evaporation and spray combustion of kerosene/water emulsified fuel
Proceedings of the 21st International Conference on Efficiency, Costs, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems (ECOS2008), pp. 815-822, Krakow, Poland, June 24-27, (2008)
14. Hirotatsu Watanabe, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura
The effect of the number of computational grids on calculation results of co-axial jet flows by Large Eddy Simulation using dynamic SGS model
The Fifth International Conference on Computational Fluid Dynamics, pp. 320-321, Seoul, Korea, July 7-11 (2008)
15. Keisuke Watanabe, Tomonori Sato, Taku Shindoh, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura

and Fuminori Munekane

An Investigation of Iron Nanoparticle Formation by Ferrocene Pyrolysis for CNTs Production

2008 International Conference on Carbon (CARBON'08), P0606, Nagano, Japan, July 13-18, (2008)

16. 渡部 諒, 進藤 朋之, 穴戸 文彦, 松下 洋介, 青木 秀之, 三浦 隆利, 西脇 勝也, 山田 浩, 福田 興照
種々の生成条件におけるカーボンブラック粒子の凝集に関する数値解析的検討
化学工学会新潟大会講演論文集, p. 20, 新潟, 8月21-22日 (2008)
17. 吉田 恵子, 松下 洋介, 青木 秀之, 三浦 隆利
対流を考慮した酸化剤の物質移動速度が単一チャー粒子反応速度に及ぼす影響
第3回宮城化学工学懇話会先端研究発表会, A106, 仙台, 9月18日 (2008)
18. 三浦 隆利
燃焼研究のあれこれ
化学工学会第40回秋季大会研究発表講演要旨集, Q107, 仙台, 9月24-26日 (2008)
19. 穴戸 文彦, 橋口 弘, 松下 洋介, 両角 仁夫, 青木 秀之, 三浦 隆利
粒子の焼結・融合を考慮したすす生成モデルを用いた一次粒子成長および凝集体形状機構の検討
化学工学会第40回秋季大会研究発表講演要旨集, R113, 仙台, 9月24-26日 (2008)
20. 吉田 恵子, 松下 洋介, 青木 秀之, 三浦 隆利
チャー粒子表面への酸化剤の物質移動速度に関する数値解析的検討
化学工学会第40回秋季大会研究発表講演要旨集, E306, 仙台, 9月24-26日 (2008)
21. 原田 拓自, 鈴木 芳行, 星野 雄将, 鎌田 美志, 渡部 弘達, 松下 洋介, 青木 秀之, 三浦 隆利
重質油を用いたエマルジョン燃料の噴霧燃焼における環境汚染物質生成特性に関する実験的検討
廃棄物学会東北支部第1回研究発表会講演要旨集, pp. 27-28, 仙台, 10月9日 (2008)
22. Hirotsu Watanabe, Takuji Harada, Katsuyuki Hoshino, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura
Experimental and Numerical Investigation of the Characteristics of Secondary Atomization and Spray Combustion of Emulsified Fuel
The Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, C226, Sapporo, Japan, October 13-16 (2008)
23. Hirotsu Watanabe, Katsuyuki Hoshino, Takuji Harada, Haruyuki Kamata, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
Numerical Investigation of Spray Combustion with Considering Secondary Atomization
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-7, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
24. Y. Matsushita, H. Aoki and T. Miura
One Aspect of Entrained Flow Coal Gasifier Simulation in Japan
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS2-12, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
25. Yasuhiro Saito, Kotaro Yasumura, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura, Shin Ogasawara, Masatoshi Daikoku and Takao Inamura
Comparison of Solution Algorithms of Pressure-velocity Coupling for Unsteady-state Fluid Flow Calculations
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-22, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
26. Haruyuki Kamata, Yoshiyuki Suzuki, Katsuyuki Hoshino, Takuji Harada, Hirotsu Watanabe, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
Experimental and Numerical Investigations of Spray Combustion Characteristic with Biodiesel Fuel
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-38, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
27. Katsuyuki Hoshino, Yoshiyuki Suzuki, Takuji Harada, Haruyuki Kamata, Hirotsu Watanabe, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
An Investigation for Lean-rich Spray Combustion using Twin-fluid Atomizer
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-39, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
28. Takuji Harada, Haruyuki Kamata, Hirotsu Watanabe, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura
A Numerical Investigation of Heat Transfer and Fluid Flow in a Single Droplet of Fuel
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-40, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
29. Ryo Watanabe, Tomoyuki Shindo, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura, Katsuya Nishiwaki, Hiroshi Yamada and Okiteru Fukuda
Numerical Investigations of the Mechanism of Aggregation of Carbon Black
5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-52, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)

30. 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
Large Eddy Simulationによる燃焼の数値解析における渦消散モデルの有効性
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 240-241, 京都, 12月3-5日 (2008)
31. 鎌田美志, 星野雄将, 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 渡邊浩一
バイオディーゼル燃料の噴霧燃焼におけるNOx排出特性
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 304-305, 京都, 12月3-5日 (2008)
32. 星野雄将, 渡部弘達, 鎌田美志, 鈴木芳行, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
環境汚染物質削減を目的とした超高压パルス噴霧燃焼法の提案
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 384-385, 京都, 12月3-5日 (2008)
33. 原田拓自, 鎌田美志, 渡部弘達, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利,
熱電対で懸垂された単一燃料液滴蒸発現象の数値解析
第46回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 552-553, 京都, 12月3-5日 (2008)
34. 小笠原慎, 大黒正敏, 稲村隆夫, 齋藤泰洋, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
超高速回転体による微粒化特性
第17回微粒化シンポジウム講演論文集, pp. 299-304, 東京, 12月17日-19日 (2008)

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

1. 原田拓自, 渡部弘達, 松下洋介, 丹野庄二, 青木秀之, 三浦隆利
水/n-ドデカンエマルジョン燃料液滴の温度および初期液滴径がパuffing発生に及ぼす影響
化学工学論文集, 34-(1), pp. 161-167 (2008)
2. Hirotsu Watanabe, Yoshikazu Suwa, Yohsuke Matsushita, Yoshio Morozumi, Hideyuki Aoki, Shoji Tanno and Takatoshi Miura
Numerical Investigation of Spray Combustion in Jet Mixing Type Combustor for Low NOx emission
Energy Conversion and Management, 49, pp. 1530-1537 (2008)
3. Hirotsu Watanabe, Takuji Harada, Katsuyuki Hoshino, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
An Experimental Investigation of the Secondary Atomization and Spray Combustion for Emulsified Fuel
Journal of Chemical Engineering of Japan, 41-(12), pp. 1110-1118 (2008)

【本人の受賞・特許等】

○平成20年 (1月～12月)

受賞名：社団法人 化学工学会 2007年度 優秀論文賞

受賞年：2008.9.24

受賞名：5th International Conference on Fluid Dynamics Participant Award for Most Fancy
Poster

受賞年：2008.11.19

受賞名：5th International Conference on Fluid Dynamics Participant Award for Most Attractive
Poster

受賞年：2008.11.19

【学生の受賞・特許等】

○平成20年 (1月～12月)

獲得者名：宋戸文彦, 橋口弘, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利

受賞名：(社)化学工学会、化学工学会2007年度優秀論文賞

受賞年：2008

獲得者名：Yasuhiro Saito, Kotaro Yasumura, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura, Shin Ogasawara, Masatoshi Daikoku and Takao Inamura

受賞名：5th International Conference on Fluid Dynamics, 5th International Conference on Fluid Dynamics Participant Award for Most Attractive Poster

受賞年：2008

獲得者名：Takuji Harada, Haruyuki Kamata, Hirotatsu Watanabe, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura

受賞名：5th International Conference on Fluid Dynamics, 5th International Conference on Fluid Dynamics Participant Award for Most Fancy Poster

受賞年：2008

【学生の研究費の獲得】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：渡部弘達

名称：科学研究費補助金特別研究員奨励費

期間：2007-2008年度

金額：90万円(2008)

獲得者名：松下洋介、齋藤泰洋(研究分担者)

名称：(財) 谷川熱技術振興基金

期間：2008.10～2009.10

金額：165万円



氏名 佐藤 岳彦

所属 流体科学研究所・准教授（博士（工学））

専門 流体工学

研究課題

大気圧プラズマ流によるラジカル生成輸送機構と生体反応

E-mail: sato@ifs.tohoku.ac.jp

Tel: 022(217)5320

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

事業推進担当者の研究分野では、反応流動に関する大気圧プラズマ流のラジカル生成輸送機構の解明とバイオ・医療への応用について取り組んできた。プラズマ発生部から流れにより輸送されるラジカルは、低温の微小活性領域を下流に形成し、バクテリアへ影響を与えることを明らかにしてきた。さらに、バクテリアに影響を与える活性種の生成輸送機構について、光学的手法や熱流動解析手法を用いて解明を行っている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜招待講演＞

講演 先：日本学術振興会プラズマ材料科学第153委員会第85回研究会バイオ・プラズマ応用

講演題目：大気圧プラズマ流による医療分野への展開

講演 日：2008.3.18

講演 先：The 6th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (JSPP2008)

講演題目：Characteristics of Low Temperature Plasma Flow at Atmospheric Pressure and its Application to Medical Field

講演 日：2008.4.21

講演 先：科学技術交流財団メディカルテキスタイルの開発に関する研究会

講演題目：大気圧低温プラズマ流による滅菌機構と医療分野への応用について

講演 日：2008.11.21

講演 先：Global COE Program International Symposium of Experiment-Integrated Computational Chemistry on Multiscale Fluidics (ECCMF)

講演題目：Generation and Transportation Mechanisms of Chemical Species by an Atmospheric Plasma Flow in a Tube for Sterilization

講演 日：2009.1.17

講演 先：日本機械学会環境工学部門第6回大気圧プラズマ流による人間環境保全技術に関する講演会

講演題目：大気圧プラズマ流による滅菌機構および医療分野への展開

講演 日：2009.3.14

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1.大気圧プラズマ流による化学的活性種生成輸送機構の解明

大気圧プラズマ流が形成する低温で化学的反応性を有する反応流動場の解明を行った。流動場の可視化、温度場、窒素酸化物の濃度場、光学的手法による活性種の分布、荷電粒子密度などの電気的特性、水との干渉による水中の活性酸素量の変化、数値解析による反応流動場解析を通し、生成された活性種が細菌を不活化する機構についての考察を行った。

2.大気圧水蒸気プラズマ流による滅菌特性とOHラジカル生成機構

大気圧で100℃の水蒸気中にプラズマを生成し、滅菌特性を検証すると共に滅菌因子と考えられるOHラジカルの生成機構の解明を実験・数値解析により行った。これより、OHラジカルが重要な滅菌因子の1つであることを明らかにした。また、OHラジカルが放電時の電子密度分布と概ね一致していることを示し、OHラジカルの生成は電子衝突が支配的であることや放電後に安定生成物であるH₂O₂に変化することを明らかにした。

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 古居 剛
「大気圧水蒸気プラズマ流の反応流動場解析と滅菌機構」
2. 機械システムデザイン工学専攻 岩渕 良彦
「高活性種を含む反応性空気プラズマ流の特性解析と高機能化」
3. ナノメカニクス工学専攻 佐藤 大希
「大気圧プラズマによる洗浄プロセスとデバイス損傷に関する研究」
4. 航空宇宙工学専攻 宍戸 圭太
「メタンを作動ガスに含むPJの超音速流における着火特性」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. 古居剛, 佐藤岳彦
大気圧水蒸気プラズマ流による滅菌特性
日本機械学会論文集（B編）, 74巻, 740号 (2008-4), 879-883頁
2. Takehiko Sato, Osamu Furuya, Kei Ikeda and Tatsuyuki Nakatani
Generation and Transportation Mechanisms of Chemically Active Species by Dielectric Barrier Discharge in a Tube for Catheter Sterilization
Plasma Processes and Polymers, Vol.5, No.6, pp.606-614, (2008)

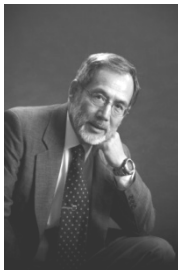
【書籍】

1. 日本機械学会論文集
2. Plasma Processes and Polymers
3. The 21st Century COE Program, International COE of Flow Dynamics, Lecture Series Vol.12,
Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Complex Systems

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. Hideya Nishiyama, Takehiko Sato, Michio Tokuyama, Toshiaki Ikohagi, Yasuaki Kohama and Jun Ishimoto
Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Complex Systems
The 21st Century COE Program, International COE of Flow Dynamics, Lecture Series Vol.12, Tohoku University Press, pp.35-43, 59, 64-67, (2008)
2. 佐藤岳彦, 大泉雅伸, 宮原高志, 中谷達行
水中プラズマによる水の特性変化
日本機械学会東北支部第43期総会・講演会講演論文集, 2008-1号, 243-244頁, (2008)
3. 佐藤岳彦
大気圧プラズマ流による医療分野への展開
日本学術振興会プラズマ材料科学第153委員会第85回研究会資料「バイオ・プラズマ応用」, 23-29頁, (2008)
4. Takehiko Sato
Characteristics of Low Temperature Plasma Flow at Atmospheric Pressure and its Application to Medical Field
Book of Abstracts of the 6th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (JSPP2008), pp.20-21, (2008)
5. 宮原高志, 落合史朗, 佐藤岳彦
大気圧低温プラズマ流の照射による水の特性変化
第20回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集, 241-242頁, (2008)
6. 佐藤岳彦, 大泉雅伸, 宮原高志, 中谷達行
水中プラズマによる水の特性変化
日本機械学会第18回環境工学総合シンポジウム2008講演論文集, 272-273頁, (2008)
7. 浦山卓也, 藤井修逸, 佐藤岳彦, 清水鉄司, R. Pompl, B. Steffes, G. E. Morfill
大気圧マイクロ波プラズマシステムの医療応用
日本機械学会2008年度年次大会講演資料集, Vol.9, No.08-1, 100-101頁, (2008)
8. Takashi Miyahara, Shiroh Ochiai and Takehiko Sato
ROS Generation in Water by Exposure to an Argon Plasma Flow
Proceedings of International Interdisciplinary- Symposium on Gaseous and Liquid Plasmas (ISGLP2008), LP-P10, pp.301-304, (2008)

9. 佐藤岳彦, 落合史朗, 浦山卓也
放電部下流域における化学的活性種の生成輸送機構
第32回静電気学会全国大会講演論文集'08, 173-174頁, (2008)
10. Takehiko Sato, Shiro Ochiai and Takuya Urayama
Transportation of Chemical Species in a Post Discharge Flow in Atmospheric Air
Book of Abstracts of the 9th Asia-Pacific Conference on Plasma Science and Technology and 21st Symposium on Plasma Science for Materials (9APCPST & SPSM21), p.79, (2008)
11. Takeshi Furui and Takehiko Sato
Generation of OH Radical by a Steam Plasma Flow at Atmospheric Pressure
Book of Abstracts of the 9th Asia-Pacific Conference on Plasma Science and Technology and 21st Symposium on Plasma Science for Materials (9APCPST & SPSM21), p.87, (2008)
12. Takehiko Sato, Masanobu Oizumi, Takashi Miyahara and Tatsuyuki Nakatani
Improvement of Oxidation Reduction Potential by Plasma in Water
Proceedings of the International Symposium on Electrostatics in Okinawa, USB, (2008)
13. Takeshi Furui and Takehiko Sato
Experimental and Computational Analyses of OH Generation Mechanism in a Steam Plasma Flow at Atmospheric Pressure
Proceedings of the Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration (AFI/TFI-2008), pp.80-81, (2008)



氏名 小濱 泰昭

所属 流体科学研究所・教授（工学博士）

専門 航空流体力学

研究課題

強干渉流動現象の解明と制御

（平成 21 年 4 月現在）

東北大学未来科学技術共同研究センター・教授

E-mail: kohama@neche.tohoku.ac.jp

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

当研究分野では、高速輸送システムに関して、エネルギー使用合理化の立場から新たな空力浮上型のシステム“エアロトレイン”を提案、平成23年3月までに2人乗りで200km/hの浮上走行を実現、そのデータから、高速輸送システムとして最適なものであることを実証する。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

11月17日、NEDOプロジェクト「高効率高速輸送システムの研究開発」に採択され、7団体で構成されるプロジェクトのリーダーとして活発に活動した。

平成20年度の研究業績

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. 工学宇宙工学専攻 浅川 志郎
「高速車両用集電装置の低騒音化に関する研究」
2. 工学宇宙工学専攻 今 陽介
「ダウンフォース利用型高速列車の研究」
3. 工学宇宙工学専攻 斎木 佑一郎
「地面干渉を伴う翼境界層遷移に関する研究」
4. 工学宇宙工学専攻 谷本 賢彦
「船外機水没部の流体抵抗低減に関する研究」
5. 工学宇宙工学専攻 中家 正史
「機体形状の空力的最適化に関する研究」
6. 工学宇宙工学専攻 西尾 悠
「三次元境界層構造を応用したはく離制御に関する研究」
7. 工学宇宙工学専攻 畑中 健吾
「エアロトレインの縦安定性に関する研究」
8. 工学宇宙工学専攻 平尾 洋
「競技用電気自動車の空気抵抗低減に関する研究」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 工学宇宙工学専攻 沼田 大樹
「バリスティックレンジを用いた極低温環境下での高速衝突現象に関する実験的研究」
2. 工学宇宙工学専攻 岩上 わかな
「重力崩壊型超新星における定在降着衝撃波不安定性の数値的研究」

修士論文

1. 工学宇宙工学専攻 伊藤 篤志
「固定フラットを用いた穏やかな失速特性を持つ翼の研究」
2. 工学宇宙工学専攻 小野寺 健幸
「トンネル内を走行する高速列車に生じる非定常現象」

3. 工学宇宙工学専攻 依田 大輔
「非定常現象解明のための感圧塗料技術の開発と評価」
4. 工学宇宙工学専攻 鈴木 芳宗
「平板境界層遷移における外部局所攪乱の影響」
5. 工学宇宙工学専攻 渡部 道治
「遷移境界層中の不安定波のフィードフォワード制御」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. S. Kowata, J. Ha, S. Yoshioka, Y. Kato and Y. Kohama
Drag Force Reduction of a Bluff-Body with an Underbody Slant and Rear Flaps, SAE(2008)
2. Y. Kohama and H. Cao
What is the meaning of drag reduction?, (Invited), Fifth International Conference on Flow Dynamics(2008)



氏名 中野 政身

所属 流体科学研究所・教授（工学博士）

専門 流体制御工学

研究課題 ナノ・マイクロ機能性流体の創製・評価と先進流体
制御デバイス・システムの創成

E-mail: m-nakano@fmail.ifs.tohoku.ac.jp

Tel: 022(217)5878

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

研究協力担当者の研究分野では、ナノ・マイクロ粒子分散系電磁レオロジー流体の創製・評価とその先端応用、および衝突空気噴流自励発振系の発振と騒音発生機構の解明とその能動制御法について取り組んできた。ナノ粒子を分散したER流体を創製し、そのマイクロギャップにおける流れのモルフォロジーと関連づけてその機能性を評価して、マイクロ粒子分散系ER流体の性能との比較を行い、今後のナノ粒子分散系ER流体に関する研究展開の方向付けを行っている。また、マイクロ粒子分散系ER流体を活用した6個のマイクロアクチュエータからなる点字表示部をフォトリソグラフィ法によって製作し、点字表示を実現している。磁場に反応するMR流体に関しては、MR流体自身の機能性の評価と同時に、MR流体コンポジットを創製しそのレオロジー特性を評価し、精密機器の除振装置や建築構造物の免震・制振装置へのセミアクティブ振動制御用素材としての応用可能性について検討している。衝突空気噴流の自励発振に関する研究では、ホールトーン現象を対象とした数値シミュレーションによる発生騒音の推定やダクトに設置される単一膨張型サイレンサ内で発生するキャビティ二次騒音を対象にしたその能動制御の可能性などについて検討している。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<シンポジウム>

名 称：機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステムに関する公開シンポジウム

主催団体：日本フルードパワーシステム学会「機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステムに関する研究委員会」

開催国：日 本

開催期間：2008.11.6 ～ 2008.11.7

役 割：実行委員長

<講演会、オーガナイズドセッション：OS>

名 称：第51回自動制御連合講演会 OS「機能性流体と流動場の知的制御」

主催団体：計測自動制御学会、日本機械学会、システム制御情報学会、他3学会

開催国：日 本

開催期間：2008.11.22 ～ 2008.11.23

役 割：実行委員会幹事（会場担当幹事）、OSオーガナイザー

<基調講演>

講演先：日本混相流学会年会講演会

講演題目：ナノ・マイクロ粒子分散系ER流体のマイクロギャップフローとマイクロアクチュエータへの応用

講演日：2008.8.8

<招待講演>

講演先：MR Technology Workshop in Asia 2008

講演題目：MR Device Control Systems

講演日：2008.4.23

講演先：秋田BDF地域協議会設立総会（記念講演）

講演題目：廃食油由来のBDFの性状と自動車エンジンにおける影響について

講演日：2008.5.19

講演 先：機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステムに関する公開シンポジウム

講演題目：MR流体コンポジットとその応用

講演 日：2008.11.6

講演 先：The 5th International Conference on Flow Dynamics

講演題目：Micro-Gap Flow Dynamics of Nano- / Micro-Particle Electro-Rheological Fluids and Braille Display using ER Micro-Actuators

講演 日：2008.11.19

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. ナノ・マイクロ粒子分散系ER流体とそのマイクロフルードパワーシステムへの応用
電場に応答して粘性の変化するER(Electro-Rheological)流体のMFPS(Micro-Fluid Power System)への応用を目的に、マイクロ粒子やナノ粒子を分散したER流体を創製し、それらの各種流れ場のマイクロギャップにおけるレオロジー特性を把握して、マイクロERバルブで制御されるマイクロアクチュエータを用いた点字表示システムなどのマイクロシステムに関する研究開発を行った。微小間隙におけるER流体のレオロジー特性をその流れのモルフォロジーとの関連において明らかにした。また、フォトリソグラフィ法によって3次元立体構造のERマイクロアクチュエータを製作し、6個の凸点からなる点字表示部を開発しアクチュエーションを実現した。
2. MR流体・MRコンポジットとその先進スマートマシンへの応用
MR(Magneto-Rheological)流体は、誘起せん断応力がER流体に比して50倍程度と大きく、大きな抵抗力を発生できるのが特徴であるが、用途によっては分散微粒子の沈降が問題になる。MR流体自身の機能性の評価とそのブレーキ、クラッチ、ダンパなどとそれらを活用した特徴的な種々のスマートマシンへの応用に関する研究を行うとともに、この粒子沈降を避け使用に際して漏れ防止用シールを不必要とするMR流体と多孔質体とからなるMRスポンジコンポジットやミクロンサイズの強磁性体微粒子をゴムなどのエラストマーに分散させたMRゴムコンポジットの創製を行った。これらのMRコンポジットのせん断変形下におけるレオロジー特性を実験及び動的機械的モデルに基づく数値解析によって検討している。
3. 衝突噴流自励発振系の発振機構の解明と能動制御
まず、噴流軸と同軸上に噴流径と同じ径の穴を有する平板を設置した系で発生する空気噴流の自励発振現象であるホールトーン現象を対象に、噴流の離散渦法と音場の境界要素法による数値シミュレーションによる発生騒音の推定法に基づいて、発振の低減という観点からその能動制御法について検討を行った。また、実験的には、ダクトに設置される単一膨張型サイレンサ内で発生する噴流の自励発振によって生ずるキャビティ二次騒音を対象にしたその能動制御の可能性などについて検討し、キャビティ上流部で音響的に噴流を励起することによってキャビティ音を低減できることを見出している。

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. バイオロボティクス専攻 齋藤 一博
「筋状態評価用筋音センサシステムの開発」
2. 機械システムデザイン工学専攻 水木 琴絵
「壁面相互作用を伴う管内MR流体流動の動的応答特性」

【他大学からの特別研究派遣学生として指導】

3. 山形大学大学院理工学研究科機械システム工学専攻 今井政志
「MRコンポジットの開発とそのレオロジー特性の評価」
4. 山形大学大学院理工学研究科機械システム工学専攻 小林真徳
「粒子分散系ER流体のマイクロギャップフローと点字表示システムに関する研究」
5. 山形大学大学院理工学研究科機械システム工学専攻 佐々木健太郎
「衝突空気噴流自励発振系のせん断層正弦波音響励起に対する応答特性」

【査読論文（査読付き国際会議論文を含む）】

1. Rinoshika, S. Watanabe, and M. Nakano
Experimental investigation of flow structures around a car mirror.
Dynamics of Continuous, Discrete & Impulsive Systems, Series B; Applications & Algorithms, Vol.14 (S8), (2008), pp.78-90.
2. M.A. Langthjem, and M. Nakano
Self-sustained flow-oscillations in hole-tone problem.
RIMS Kokyuroku Vol.1595, Mathematical Physics and Applications of Nonlinear Wave Phenomena, Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University, Kyoto, Japan, (2008), pp.18-33.

【書籍】

1. Dynamics of Continuous, Discrete & Impulsive Systems, Series B
2. RIMS Kokyuroku (Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University)

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. M. A. Langthjem, and M. Nakano
The Effect of Non-Axisymmetric Flow Disturbances on The Sound Generation in the Hole-Tone Feedback Cycle.
CD-ROM Proceedings of XXII International Congress of Theoretical and Applied Mechanics (ICTAM), Adelaide, Australia, Paper No.10414 (2008), p.2.
2. T. Murakami, M. Sakai, and M. Nakano
Experimental Evaluation of a Passive Type MR Fluid Damper.
Abstracts Book of 11th International Conference on Electrorheological Fluids and Magnetorheological Suspensions (ERMR2008), Dresden, Germany, (2008), pp.99-1, 2.
3. M. Nakano
Micro-Gap Flow Dynamics of Nano- / Micro-Particle Electro-Rheological Fluids and Braille Display using ER Micro-Actuators.
Proceedings of Fifth Int. Conf. on Flow Dynamics, Sendai, (2008), OS10-4, 2.
4. 中野政身（編集）
機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステムに関する公開シンポジウム講演論文集，日本フルードパワーシステム学会，(2008).
5. 中野政身
電磁レオロジー流体を活用したバルブ、アクチュエータ、ダンパ（解説）
バルブ技報「特集：バルブレスとマイクロフロー」，Vol.23，No.1 (2008), pp.65-72.
6. 中野政身
機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステムに関する研究委員会
日本フルードパワーシステム学会誌「フルードパワーシステム（電子出版緑陰特集号）」，Vol.39, No. E1 (2008.8), pp.E52.
7. 小林真徳，中野政身
分散系 E R 流体を用いた点字表示用マイクロアクチュエータシステム
JFPS平成20年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集，(2008), pp.35-37.
8. 野中宏修，中野政身，永井茂和
MR 流体ブレーキを活用した減速比自動切換式トルク増幅機の開発
JFPS平成20年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集，(2008), pp.38-40.
9. 中野政身
ナノ・マイクロ粒子分散系 E R 流体のマイクロギャップフローとマイクロアクチュエータへの応用
日本混相流学会年会講演会2008講演論文集，(2008)，pp.212-215.
10. 中野政身，小林真徳，田中克史
回転平行円盤間のナノ粒子 E R 流体の E R 効果と動的流動特性
日本レオロジー学会第 56 回レオロジー討論会講演要旨集，(2008), pp.104-105.
11. 中野政身
MR 流体コンポジットとその応用
JFPS「機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステム」に関する公開シンポジウム講演

- 論文集, (2008) pp.27-30.
12. 小林真徳, 中野政身
粒子分散系 E R 流体駆動マイクロアクチュエータによる点字表示システム
JFPS「機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステム」に関する公開シンポジウム講演論文集, (2008) pp.39-40.
 13. 村上貴裕, 酒井理哉, 中野政身
パッシブ式MRダンパの開発に関する研究
JFPS「機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステム」に関する公開シンポジウム講演論文集, (2008) pp.49-50.
 14. 小林真徳, 中野政身
分散系 E R 流体駆動マイクロアクチュエータによる点字表示システム
第51回自動制御連合講演会CD-ROM版講演論文集, 講演No. 202, (2008), pp.26-29.
 15. 村上貴裕, 酒井理哉, 中野政身
パッシブ式MRダンパの開発 —試作機による特性試験—
第51回自動制御連合講演会CD-ROM版講演論文集, 講演No. 206, (2008), pp.38-41.
 16. 今井政志, 中野政身, 金丸哲也
MRコンポジットのレオロジー特性とその可変減衰力ダンパへの応用
第51回自動制御連合講演会CD-ROM版講演論文集, 講演No. 207, (2008), pp.42-45.
 17. ミカエル・ランジェム, 中野政身
ホールトーンフィードバック問題での自励流体振動の制御
第 51 回自動制御連合講演会 CD-ROM 版講演論文集, 講演 No. 209, (2008), p.54-57.
 18. 佐々木健太郎, 中野政身
尾管をもつ平板への衝突空気噴流自励発振系におけるせん断層音響励起による渦構造制御
第 51 回自動制御連合講演会 CD-ROM 版講演論文集, 講演 No. 210, (2008), pp.48-53.
 19. 中野政身, 中西為雄, 横山雅史, 櫻井洋成
連続式インクジェットの液滴形成過程の制御
第 51 回自動制御連合講演会 CD-ROM 版講演論文集, 講演 No. 212, (2008), pp.60-63.
 20. 山田皓大, 李鹿輝, 中野政身
アメンボの水上歩行に関する流れの可視化
第 51 回自動制御連合講演会 CD-ROM 版講演論文集, 講演 No. 221, (2008), pp.688-689.
 21. M. A.ランジェム, 中野政身
Aspects of the hole-tone feedback problem
第 28 回流力騒音シンポジウム概要集, 東京, (2008) pp.12.

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. T. Murakami, M. Sakai, and M. Nakano
Experimental Evaluation of a Passive Type MR Fluid Damper.
Abstracts Book of 11th International Conference on Electrorheological Fluids and Magnetorheological Suspensions (ERMR2008), Dresden, Germany, (2008), pp.99-1, 2.
2. 村上貴裕, 酒井理哉, 中野政身
パッシブ式MRダンパの開発に関する研究
JFPS「機能性流体を活用した次世代型フルードパワーシステム」に関する公開シンポジウム講演論文集, (2008) pp.49-50.
3. 村上貴裕, 酒井理哉, 中野政身
パッシブ式MRダンパの開発 —試作機による特性試験—
第51回自動制御連合講演会CD-ROM版講演論文集, 講演No. 206, (2008), pp.38-41.

【本人の受賞・特許等】

受賞名：平成19年度年度山形大学工学部経営改善表彰

受賞年：2008.6.31

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名： 小林真徳

受賞名：日本フルードパワーシステム学会 優秀講演賞

受賞年：2008.1.7

獲得者名： 佐々木健太郎

受賞名：第51回自動制御連合講演会 優秀発表賞

受賞年：2008.11.23



氏名 寒川 誠二

所属 流体科学研究所・教授（工学博士）

専門 ナノプロセス工学

E-mail: samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5240

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際会議>

名 称：International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2008)

主催団体：応用物理学会

開催国：日 本

開催期間：2008.9.24 ～ 2008.9.26

役 割：Vice Chairperson of Executive Committee

名 称：30th International Symposium on Dry Process

主催団体：応用物理学会

開催国：日 本

開催期間：2008.11.26 ～ 2008.11.28

役 割：Vice Chairperson of Executive Committee

名 称：8th International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Information

主催団体：東北大学 流体科学研究所

開催国：日 本

開催期間：2008.12.19 ～ 2008.12.20

役 割：Chairperson of Executive Committee

<招待講演>

講演 先：213th ECS Meeting (USA)

講演題目：Ultimate Top-down Etching Processes for Future Nanoscale Devices

講演 日：2008.5.20

講演 先：International Materials Research Conference (China)

講演題目：Ultimate Top-down Etching Processes for Future Nanoscale Devices

講演 日：2008.6.9

講演 先：1st International Conference on Microelectronics and Plasma Technology (Korea)

講演題目：Ultimate Top-down Etching Processes for Future Nanoscale Devices

講演 日：2008.8.18

講演 先：応用物理学会秋季講演会・シンポジウム

講演題目：パルス変調プラズマによる超低損傷微細加工プロセス～LSIプロセスからバイオとナノの融合プロセスに向けて～

講演 日：2008.9.3

講演 先：応用物理学会秋季講演会・応用物理学会論文賞受賞講演

講演題目：プラズマエッチングプロセスにおける放射紫外光の影響とその重要性

講演 日：2008.9.4

講演 先：The 9th International Conference on Solid-State and Integrated-Circuit Technology (China)

講演題目：Ultimate Top-down Etching Processes for Future Nanoscale Devices

講演 日：2008.10.23

講演 先：ESF-FWF Conferences in Partnership with LFUI “CHEMICAL CONTROL WITH ELECTRONS AND PHOTONS” (Austria)

講演題目：Neutral Beam Processes for Future Nano- scale Devices

講演 日：2008.11.22

平成20年度の研究業績

【研究内容】

次世代ナノスケールデバイスにおける高精度ナノプロセスを目指し、プラズマプロセス、ビームプロセスや原子操作プロセスにおける活性種（電子、正負イオン、原子・分子、ラジカル、光子）と物質との相互作用（エッチング、薄膜堆積、表面改質）に関する研究や、これら原子分子プロセスに基づいた先端バイオナノプロセスに関する研究を進めている。さらに、実験と計算（シミュレーション）を融合し、原子層レベルの制御を実現できるインテリジェント・ナノプロセスの構築を目指している。

以下に、代表的な研究テーマについて説明する。

1. 環境共生型プラズマプロセスの研究

地球温暖化係数が低く、環境に優しい新しいガスによるエッチングの研究を行っている。地球温暖化係数が低く、イオン生成効率が低いF2ガスを用いたプラズマにより、シリコンの高速エッチングに成功し、そのメカニズムについて検討した。NEDOプロジェクトに参画し、（独）産業総合研究所・太陽光発電研究センターとF2プラズマクリーニングの実用化を検討した。また、地球温暖化係数が低く、紫外線照射量の少ないCF3Iガスを用いたプラズマにより、配線絶縁膜である低誘電率膜の低ラフネスエッチングに成功し、発生機構を明らかにした。現在、半導体デバイスメーカー11社のコンソーシアムである(株)半導体先端テクノロジーズ(Selete)と共同で実用化を検討している。

2. 3次元ナノ構造プラズマ・ビーム加工技術の研究

高効率低エネルギー正負イオン・中性粒子ビーム生成装置（マルチビーム生成装置）を開発し、正・負イオンおよび中性粒子の反応性の違いを明らかにし、高効率高選択表面反応（加工、堆積）の実現を目指して研究を行っている。酸素中性粒子ビームにより形成した高品質シリコン酸化膜を次世代のULSIであるFinFET MOSFETの形成に適用し、デバイスの高速動作に成功した。また、窒素中性ビームを用いたカーボンナノチューブの低損傷窒化により、電気伝導性の制御に成功した。さらに、中性粒子ビーム技術を用いたULSI配線層間絶縁膜形成技術により、高強度低誘電率絶縁膜の形成に成功した。この成果は半導体理工学研究センターとの共同研究で進められ、ULSI配線技術の最高峰の国際会議である国際配線技術会議に採択された。

3. オンウエハーモニタリング技術の研究

プラズマプロセス、ビームプロセスおよび原子分子操作プロセスにおいて、ミクロに表面に入射する活性種のエネルギー、種類、反応生成物、導電性などのセンシングを行うオンウエハーモニタリングシステムの研究を行っている。オンウエハーモニタリングで得られたデータを基にリアルタイムプロセス制御や表面反応解析およびモデル化を行い、インテリジェント・ナノプロセスを実現する。本年度は株式会社沖セミコンダクター宮城と共同で、オンウエハー信頼性の向上、基板入射イオン軌道予測技術、表面ダメージ量予測の可能性を実証した。

4. バイオナノプロセスの研究

生体超分子（蛋白質、DNAなど）を用いた新しい微細加工技術の研究を行っている。現在、蛋白質に含有する金属微粒子をマスクとし、中性粒子ビームにより加工することで、無損傷のサブ10nm構造の作製を行い、新しい量子効果デバイスへの適用を検討している。本年度は平面2次元配列のナノディスク構造を精度良く形成し、室温での電子ホッピングによる電気伝導を確認した。

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. ナノメカニクス専攻 佐藤 大希
「大気圧プラズマによる洗浄プロセスとデバイス損傷に関する研究」
2. ナノメカニクス専攻 和田 章良
「中性粒子ビーム照射によるカーボンナノチューブの欠陥生成機構と電気特性への影響に関する研究」
3. ナノメカニクス専攻 米元 雅浩
「中性粒子ビームプロセスを用いた3次元構造MOSFETの作製に関する研究」
4. ナノメカニクス専攻 鄭 柱賢
「中性粒子ビームによる半導体用層間絶縁膜生成技術に関する研究」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. バイオロボティクス専攻 鄭 宇喆

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 古居 剛
「大気圧水蒸気プラズマ流の反応流動場解析と滅菌機構」
2. 機械システムデザイン工学専攻 岩渕 良彦
「高活性種を含む反応性空気プラズマ流の特性解析と高機能化」
3. ナノメカニクス専攻 中村 慎吾
「単結晶シリコンの貼り付けによる高周波MEMSスイッチのLSI集積化プロセス」
4. 医工学研究科 木野 久志
「三次元構造を有する立体トランジスタに関する研究」
5. ナノメカニクス専攻 伊藤 大吾
「白金表面における水素分子の解離吸着現象の分子論的研究」
6. ナノメカニクス専攻 岩尾 俊彦
「プラズマの自己無撞着粒子シミュレーションの安定化に関する研究」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Seiji Samukawa, Yasushi Ishikawa, Keiji Okumura, Yoshinori Sato, Kazuyuki Tohji and Takao Ishida
Damage-free surface treatment of carbon nanotubes and self-assembled monolayer devices using a neutral beam process for fusing top-down and bottom-up processes
Journal of Physics D, Vol. 41 (2008), pp. 024006.
2. Seiji Samukawa, Yoshinari Ichihashi, Hiroto Ohtake, Eiichi Soda and Shuichi Saito
Environmentally harmonized CF₃I plasma for low-damage and highly selective low-k etching
Journal of Applied Physics, Vol. 103 (2008), pp. 053310.
3. Eiichi Soda, Seiichi Kondo, Shuichi Saito, Yoshinari Ichihashi, Aiko Sato, Hiroto Ohtake and Seiji Samukawa
Low-damage low-k etching with an environmentally friendly CF₃I plasma
Journal of Vacuum Science and Technology A, Vol. 26 (2008), pp. 875-880.
4. Seiji Samukawa, Tomohiro Kubota, Chi-Hsien Huang, Takeshi Hashimoto, Makoto Igarashi, Kensuke Nishioka, Masaki Takeguchi, Yukiharu Uraoka, Takashi Fuyuki, and Ichiro Yamashita
A New Silicon Quantum-Well Structure with Controlled Diameter and Thickness Fabricated with Ferritin Iron Core Mask and Chlorine Neutral Beam Etching
Applied Physics Express 1 (2008) pp. 074002.
5. Chi-Hsien Huang, Makoto Igarashi, Kensuke Nishioka, Masaki Takeguchi, Yukiharu Uraoka, Takashi Fuyuki, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa
Novel Stacked Nanodisk with Quantum Effect Fabricated by Defect-free Chlorine Neutral Beam Etching
Applied Physics Express 1 (2008) pp. 084002.
6. Yasushi Ishikawa, Yoshinari Ichihashi, Satoshi Yamasaki, and Seiji Samukawa
UV photon-induced defect and its control in plasma etching processes.
Journal of Applied Physics, Vol. 104 (2008), pp. 063306.
7. Yasushi Ishikawa, Yoshinari Ichihashi, Satoshi Yamasaki, and Seiji Samukawa
Generation and reduction in SiO₂/Si interface state density during plasma etching processes.
Journal of Applied Physics, Vol. 104 (2008), pp. 063308.
8. Butsurin Jinnai, Toshihisa Nozawa, Seiji Samukawa
Damage mechanism in low-dielectric (low-k) films during plasma processes.
Journal of Vacuum Science and Technology B, Vol. 26, No. 6 (2008), pp. 1926-1932.

【書籍】

1. Journal of Physics D: Applied Physics
2. Journal of Applied Physics
3. Journal of Vacuum Science and Technology A
4. Applied Physics Express
5. Journal of Applied Physics
6. Journal of Vacuum Science and Technology B

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

1. Seiji Samukawa, Yasushi Ishikawa, Keiji Okumura, Yoshinori Sato, Kazuyuki Tohji and Takao Ishida
Damage-free surface treatment of carbon nanotubes and self-assembled monolayer devices using a neutral

beam process for fusing top-down and bottom-up processes

Journal of Physics D, Vol. 41 (2008), pp. 024006. 査読有り

2. Seiji Samukawa, Yoshinari Ichihashi, Hiroto Ohtake, Eiichi Soda and Shuichi Saito
Environmentally harmonized CF₃I plasma for low-damage and highly selective low-k etching
Journal of Applied Physics, Vol. 103 (2008), pp. 053310. 査読有り
3. Eiichi Soda, Seichi Kondo, Shuichi Saito, Yoshinari Ichihashi, Aiko Sato, Hiroto Ohtake and Seiji Samukawa
Low-damage low-k etching with an environmentally friendly CF₃I plasma
Journal of Vacuum Science and Technology A, Vol. 26 (2008), pp. 875-880. 査読有り
4. Seiji Samukawa, Tomohiro Kubota, Chi-Hsien Huang, Takeshi Hashimoto, Makoto Igarashi, Kensuke Nishioka, Masaki Takeguchi, Yukiharu Uraoka, Takashi Fuyuki, and Ichiro Yamashita
A New Silicon Quantum-Well Structure with Controlled Diameter and Thickness Fabricated with Ferritin Iron Core Mask and Chlorine Neutral Beam Etching
Applied Physics Express 1 (2008) pp. 074002. 査読有り
5. Chi-Hsien Huang, Makoto Igarashi, Kensuke Nishioka, Masaki Takeguchi, Yukiharu Uraoka, Takashi Fuyuki, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa
Novel Stacked Nanodisk with Quantum Effect Fabricated by Defect-free Chlorine Neutral Beam Etching
Applied Physics Express 1 (2008) pp. 084002. 査読有り
6. Yasushi Ishikawa, Yoshinari Ichihashi, Satoshi Yamasaki, and Seiji Samukawa
UV photon-induced defect and its control in plasma etching processes.
Journal of Applied Physics, Vol. 104 (2008), pp. 063306. 査読有り
7. Yasushi Ishikawa, Yoshinari Ichihashi, Satoshi Yamasaki, and Seiji Samukawa
Generation and reduction in SiO₂/Si interface state density during plasma etching processes.
Journal of Applied Physics, Vol. 104 (2008), pp. 063308.
8. Butsurin Jinnai, Toshihisa Nozawa, Seiji Samukawa
Damage mechanism in low-dielectric (low-k) films during plasma processes.
Journal of Vacuum Science and Technology B, Vol. 26, No. 6 (2008), pp. 1926-1932. 査読有り

【本人の受賞・特許等】

受賞名：東北大学ディスティングイッシュトプロフェッサー表彰

受賞年：2008.4.4

受賞名：第40回市村学術賞（功績賞）

受賞年：2008.4.25

受賞名：応用物理学会フェロー表彰

受賞年：2008.9.2

受賞名：応用物理学会論文賞(JJAP論文賞)

受賞年：2008.9.2

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

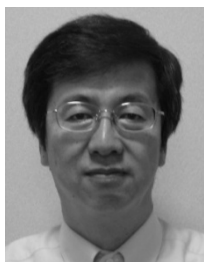
獲得者名：寒川誠二、陣内佛霖、小田史彦、森本幸裕

受賞名：応用物理学会論文賞（JJAP論文賞）Surface Reaction Enhancement by UV irradiation during Si Etching Process with Chlorine Atom Beam

受賞年：2008.9.2

【本人のマスコミ発表等】

1. 科研費ニュース(2007年6月)
2. 日刊工業新聞(2007.10.1および2008.6.2)
3. セミコンダクターワールド(2007年10月号)
4. 毎日新聞・毎日jp(2008.3.24)
5. 河北新報(2008.4.5)
6. 東日本放送(2008.4.21)
7. 日経マイクロデバイス(2008年10月号)
8. STARCニュース(2009.1.22)
9. 夢ナビweb(2009.2.2)



氏名 三浦 英生

所属 工学研究科附属エネルギー安全科学国際研究センター・教授（博士（工学））

専門 強度信頼性

研究課題 ナノ構造体強度信頼性研究

E-mail: hmiura@rift.mech.tohoku.ac.jp

TEL: 022(795)6986

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

研究協力者の研究分野では、原子力プラント用容器や配管から半導体デバイスにまで渡る固体材料の特に酸化物と金属材料界面近傍における材質劣化を支配する構成元素の拡散挙動に及ぼす点欠陥とひずみの相互作用の解明と、信頼性向上のための新材料設計および試作評価をについて取り組んできた。異種材料界面において界面と平行方向に引張りひずみが作用した場合に、酸化物の化学量論的組成がくずれることで構成元素の異方的増速拡散挙動が生じ、加速度的に材料の劣化が進行することなどを原子レベルシミュレーションで明らかにしている。さらに、放射光研究施設(SPring-8)を活用し解析結果の実証研究も推進している。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜国際会議＞

名 称：MIT-Tohoku JointWorkshop on Nano- and Micro Materials for Nnaotechnology

主催団体：Micro and Nano materials Center, Masachusetts Institute of Technology, FRRI, Tohoku University

開催国：米 国

開催期間：2008.9.23～2008.9.24

役 割：Co-General Chair

＜基調講演＞

講演先：MIT-Tohoku JointWorkshop on Nano- and Micro Materials for Nnaotechnology

講演題目：Effec of Micro Texture of Thin Films on Their Physical Properties and on Interfacial Integrity of interconnections

講演日：2008.9.24

＜招待講演＞

講演先：International 3D System Integration Conference 2008

講演題目：Effect of Three-Dimensional Stress and Strain Distributions on Electronic Characteristics and Reliability of Devices in Three-Dimensionally Stacked Structures

講演日：2008.5.12

講演先：日本材料学会分子動力学部門委員会

講演題目：格子欠陥とひずみの相互作用に基づく材質劣化機構解析と実証研究

講演日：2008.7.25

講演先：IEEE 10th International symposium on Electronic Materials and Packaging

講演題目：Mechanical Properties of Intermetallic Compounds Formed at the Interface between a Tin bump and an Electroplated Copper Thin Film

講演日：2008.10.24

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 次世代半導体デバイス用高誘電率材料システム

高誘電率薄膜の物性損傷メカニズムとして、不純物として取り込まれる炭素と余剰酸素の影響を量子分子動力学解析を応用して定量的に解明した。また、金属電極界面近傍における格子不整合起因のひずみ場と当該不純物の相互作用に基づく界面健全性の損傷メカニズムを解明し、放射光実験によりその妥当性を実証した。

（日本機械学会フェロー賞受賞）

2. ガスタービン用耐熱合金設計評価
地球温暖化防止のため、ガスタービン燃焼ガスの高温化（1450℃⇒1700℃）を実現する上で必須課題であるタービン動翼用耐熱合金の高温損傷メカニズムを量子分子動力学解析技術を応用して解明した。特にひずみと添加元素の相互作用に基づく異方的な特定元素の増速拡散挙動が劣化支配因子であることを解明し、薄膜材料試験でその妥当性を実証した。
3. 次世代三次元実装システム
21世紀のユビキタス社会の高度化を目的とした次世代三次元実装システムの提案を行った。特にエリアアレイ型の超微細バンプ実装システムにおける信頼性支配因子として、金属間化合物の成長、シリコンウエハの局所剛性低下に伴う局所残留応力の発生の存在を解明し、高信頼材料システムと実装構造の提案を行った。
(IEEE Best Student Paper賞, IEEE Outstanding Student Paper賞, 東北大学総長賞, 日本エレクトロニクス実装学会研究奨励賞, 等受賞)
4. 非破壊遠隔動ひずみ計測システム
各種構造機器表面に作用している動ひずみを非破壊非接触で実時間計測する新たな計測システムの開発を推進している。特にカーボンナノチューブ分散樹脂とマイクロ波を統合したシステムとレーザ発光波長のひずみ依存性を応用した遠隔計測システムの開発を推進している。
(日本機械学会学生独創研究賞、日本設計工学会賞、等受賞)

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. ナノメカニクス専攻 上田 啓貴
「局所残留応力制御に基づく高信頼三次元実装システムに関する研究」

修士論文

1. ナノメカニクス専攻 佐々木 拓也
「半導体デバイスの局所ひずみ分布のマルチスケール計測に関する研究」
2. ナノメカニクス専攻 鄭 聖哲
「鉛フリー微細バンプ接続部の電気・機械信頼性に及ぼす金属間化合物の影響に関する研究」
3. ナノメカニクス専攻 村田 直一
「めっき銅薄膜強度物性のナノスケール微細組織依存性に関する研究」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. ナノメカニクス専攻 太田 努
「半導体材料の高能率超精密切削加工に関する研究」

修士論文

1. ナノメカニクス専攻 政川 高志
「酸化皮膜を有するシリコンウエーハ内へのキャビテーション噴流による酸化誘起積層欠陥の生成」
2. バイオロボティクス専攻 菅原 敏文
「金属を分散した非晶質水素化炭素膜における潤滑機構の基礎研究」
3. バイオロボティクス専攻 今野 隆行
「自己組織化チップ張り合わせによる三次元集積化に関する研究」
4. ナノメカニクス専攻 桜井 康匡
「マイクロθ—zアクチュエータに関する研究」
5. ナノメカニクス専攻 古原 徹
「粒界拡散に着目した鉛フリーはんだの電ロマイグレーション耐性評価に関する研究」
6. ナノメカニクス専攻 武田 大尚
「ジュール発熱を用いた微細材料のマニピュレーションと機能素子の創製に関する研究」
7. 航空宇宙工学専攻 軽部 嘉文
「カーボンナノチューブ／ポリマー複合材料を用いたひずみセンサ」
8. ナノメカニクス専攻 武藤 聖也
「レーザ照射による半導体ウエハの加工欠陥修復に関する研究」
9. ナノメカニクス専攻 前田 敏之

「金属材料の表面改質層のインデンテーション法による機械特性の評価」

10. ナノメカニクス専攻 関根 裕一

「ピーニングを施した合金工具鋼の表面改質層の渦電流法による評価」

11. ナノメカニクス専攻 中島 将太

「L S I 配線におけるストレスマイグレーション」

【書籍】

1. J of. Nondestructive Evaluation
2. 日本機械学会論文集
3. Key Engineering Materials
4. 電子情報通信学会論文
5. 市場信頼性を確保する材料力学と強度設計法

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. 上田啓貴, 三浦英生, 「積層フリップチップ実装構造における S i チップ内局所残留応力分布の主要発現メカニズムの検討」, エレクトロニクス実装学会誌, Vol.11 No.4, JUL. 2008 (247-314), pp. 285-291.
2. Yuki Sato, Hideo Miura, “A Study of Non-destructive Inspection System for Joint Reliability of Area-arrayed Small Bumps in 3D-stacked Flip Chip packaging Structures,” Proceedings of International Conference on Electronics Packaging 2008, (Tokyo Big Sight Tokyo, Japan, 2008.6.10-6.12), pp. 514-516.
3. Takuya Sasaki, Nobuki Ueta, Hideo Miura, “Evaluation of Residual Stress in a Transistor Using Micron Scale Strain Sensors,” The 3rd IMPACT and 10th EMAP Joint Conference Proceedings, (Taipei Nangang Exhibition Hall, 2008.10.22-10.24), pp. 527-530.
4. Yuki Sato, Hideo Miura, “Development of a non-destructive inspection system for micro bump joints,” The 3rd IMPACT and 10th EMAP Joint Conference Proceedings, (Taipei Nangang Exhibition Hall, 2008.10.22-10.24), pp. 653-656.
5. Nobuki Ueta, Takuya Sasaki and Hideo Miura, “Proporsal of Area-arrayed Bump Joint Structures for Minimizing Residual Stress in Stacked Silicon Chips Mounted by Flip Chip Technology,” The 3rd IMPACT and 10th EMAP Joint Conference Proceedings, (Taipei Nangang Exhibition Hall, 2008.10.22-10.24), pp. 507-510.
6. Seongcheol JEONG, Yuki SATO, Hideo MIURA, “Mechanical properties of intermetallic compounds formed at the interface between a tin bump and an electroplated copper thin film,” The 3rd IMPACT and 10th EMAP Joint Conference Proceedings, (Taipei Nangang Exhibition Hall, 2008.10.22-10.24), pp. 312-315.
7. 鄭 聖哲, 佐藤 祐規, 三浦 英生, 「めっきスズバンプと銅薄膜配線間金属間化合物の機械特性」, 日本機械学会2008年度年次大会講演論文集 Vol. 1 (横浜国立大学, 2008.8.3-8.7), pp. 79-80.
8. 佐々木 拓也, 上田啓貴, 三浦英生, 「三次元実装構造内シリコンチップの残留応力分布」, 日本機械学会2008年度年次大会講演論文集 Vol. 6 (横浜国立大学, 2008.8.3-8.7), pp. 231-232.
9. 佐藤 祐規, 三浦英生, 「微細バンプレイアウトに依存した薄型シリコンチップ局所変形分布の発生」, 日本機械学会2008年度年次大会講演論文集 Vol. 6 (横浜国立大学, 2008.8.3-8.7), pp. 235-236.
10. 上田啓貴, 佐々木拓也, 三浦英生, 「半導体デバイス特性の実装残留応力による変動評価」, 日本機械学会2008年度年次大会講演論文集 Vol. 6 (横浜国立大学, 2008.8.3-8.7), pp. 233-234.
11. 佐々木 拓也, 上田啓貴, 三浦英生, 「マイクロスケールストレインセンサを用いたフリップチップ実装構造内部ひずみの測定に関する研究」, MES2008 第18回マイクロエレクトロニクスシンポジウム講演論文集 (京都大学 工学物理系校舎, 2008.9.18-9.19), pp. 135-138.
12. 上田啓貴, 佐々木拓也, 三浦英生, 「三次元フリップチップ実装構造における低残留応力実装構造の提案」, MES2008 第18回マイクロエレクトロニクスシンポジウム講演論文集 (京都大学 工学物理系校舎, 2008.9.18-9.19), pp. 227-230.
13. 佐々木 拓也, 上田 啓貴, 三浦 英生, 「三次元積層フリップチップ実装構造におけるチップ内局所応力分布の測定」, 第22回エレクトロニクス実装学会講演大会講演論文集 (東京大学, 2008.3.17-3.19), pp. 183-184.
14. 佐藤 祐規, 三浦 英生, 「3次元実装構造におけるバンプ接続部インライン非破壊検査システムの提案」, 第22回エレクトロニクス実装学会講演大会講演論文集 (東京大学, 2008.3.17-3.19), pp.

135-136.

15. 上田 啓貴, 佐々木 拓也, 三浦 英生, 「三次元実装システムにおける低応力構造設計指針」, 第22回エレクトロニクス実装学会講演大会講演論文集 (東京大学, 2008.3.17-3.19), pp. 181-182.
16. 佐藤 祐規, 三浦 英生, 「局所熱残留変形計測を用いた三次元積層構造における微小バンプ接続信頼性の非破壊評価法」, 電子情報通信学会論文誌高性能電子機器を支える次世代高密度実装技術と実装材料技術特集号, Vol.J90-C No.11, (2008), p p. 793-800.

【本人の受賞・特許等】

受賞名：日本機械学会フェロー

受賞年：2008. 3. 25

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

1. 今崎 一人, 日本機械学会東北支部学生独創研究賞, 2008.3.6
2. 伊藤 大幸, 日本機械学会東方支部大学院学生独創研究賞, 2008.3.13
3. 北村 篤史, エレクトロニクス実装学会研究奨励賞, 2008.3.22
4. 木村 基祝, 日本機械学会フェロー賞, 2008.10.15
5. Seongcheol Jeong, IEEE Outstanding Paper Award of IMPACT 2008, 2008.10.21
6. Nobuki Ueta, Best Student Paper Award of EMAP 2008, 2008.10.22.
7. 佐藤 祐規, 東北大学工学研究科長賞, 2008. 3. 25



氏名 湯上 浩雄

所属 工学研究科機械システムデザイン工学専攻・教授
(工学博士)

専門 エネルギー学、無機材料・物性、熱工学

研究課題 固体酸化物燃料電池の研究、熱光起電力発電、
太陽熱エネルギーの高度利用

E-mail: h_yugami@energy.mech.tohoku.ac.jp

Tel: 022(795)6924

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

表面微細構造による熱放射スペクトル制御に関する研究を行った。近接場熱放射に関して計測装置の改善を行い、近接場スペクトル計測に成功している。また、波長選択性熱放射による、水素製造の研究を行った。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜シンポジウム＞

名 称：第51回固体イオニクス研究会

主催団体：固体イオニクス学会

開催場所：仙台 東北大学

開催日時：2009年3月19日 9:55～17:30

役 割：世話人

＜招待講演＞

講演 先：The 14th International Conference on Solid State Protonic Conductors (SSPC-14)

講演題目：Nanoionics Effects on Perovskite-type proton conducting thin films

講演 日：Sep. 11, 2008

平成20年度の研究業績

【研究内容】

表面微細構造による熱放射スペクトル制御に関する研究を行った。近接場熱放射に関して計測装置の改善を行い、近接場スペクトル計測に成功している。また、波長選択性熱放射による、水素製造の研究を行い、励起波長と生成ガス組成の関係から、メタン改質反応に対して、波長選択性熱放射が有効であることが分かった。

【学位論文指導（主査）】

博士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 加藤 尚

「ランタンスカンデート系酸化物の導電特性とSOFC電解質への応用」

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 前神 有里子

「波長選択性熱放射による化学反応促進」

2. 機械システムデザイン工学専攻 好永 篤史

「タングステン波長選択エミッタを用いたTPV発電システム」

3. 機械システムデザイン工学専攻 高橋 謙介

「ITO薄膜からの近接場熱放射の観測」

4. 機械システムデザイン工学専攻 浅野 和幸

「バリウムジルコネート系プロトン導電体におけるキャリア導入機構の研究」

5. 機械システムデザイン工学専攻 秋山 博道

「メタノールを燃料とする一室型固体酸化物燃料電池の研究」

6. 機械システムデザイン工学専攻 山本 修平

「高温水蒸気環境中におけるNi基超合金の応力下酸化挙動に関する研究」

7. 機械システムデザイン工学専攻 長井 敏郎

「バイオエタノールを燃料とする化学再生ガスタービン発電システムの熱効率解析と運転性能評価」

【学位論文指導（副査）】

博士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 堀切 文正
「A Study on Photo-Electronic Property of Ceramics Hetero Interface for High- Temperature Devices（高温作動デバイスへの応用を目指したセラミックスヘテロ接合の高温光・電子物性の研究）」
2. バイオロボティクス専攻 都甲 真
「酵素を電極触媒とする小型燃料電池システムの研究」
3. ナノメカニクス専攻 古林 敬顕
「二成分荷電コロイド分散系のブラウン動力学シミュレーションによる研究」

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 阿子島 聡志
「高温プロトン導電性セラミックスの導電特性とガス電極反応機構」
2. 機械システムデザイン工学専攻 曾根 達也
「パウダージェットデポジション法による酸化物薄膜作製とその膜の機能性」
3. 機械システムデザイン工学専攻 辺見 大輔
「導電性セラミックス膜の高温電子物性と不定比性」
4. 機械システムデザイン工学専攻 森 義浩
「固体電解質系ガス電極における反応過程」
5. 機械システムデザイン工学専攻 岩瀬 貴志
「パルス管冷凍機における音響インピーダンスの計測」
6. 機械システムデザイン工学専攻 小松 遼
「温度勾配による管内進行波音波の増幅と減衰」
7. 機械システムデザイン工学専攻 林 寛之
「熱音響エネルギー変換の直接観測」
8. ナノメカニクス専攻 持丸 孝人
「自己組織化単分子膜における熱・運動量輸送特性」
9. ナノメカニクス専攻 藤井 宏之
「Molecular-Dynamics Simulations of Supercooled Liquids on a Metallic Glass Former, Cu₄₀Ti₂₀Zr₂₀ (金属ガラス形成物質 (Cu₄₀Ti₂₀Zr₂₀) の過冷却液体の分子動力学シミュレーション)」
10. ナノメカニクス専攻 灰田 周平
「サブ波長構造が埋め込まれた反射率可変ガイドモード共鳴格子フィルタ」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. Y. Maegami, T. Sasaki, F. Iguchi, and H. Yugami,
“Promotion of hydrogen production by resonant excitation of vibrational levels using spectrally controlled thermal radiation.”
Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering, 7044, art. no. 70440P (2008)
2. T. Higuchi, Y. Nagao, J. Liu, F. Iguchi, N. Sata, T. Hattori, and H. Yugami,
“Electronic structure of La_{1-x}Sr_xScO₃ probed by soft-x-ray absorption spectroscopy.”
Journal of Applied Physics, 104(7), art. no. 076110 (2008),
3. H. Kato, and H. Yugami,
“Doping effect of Sr₂₊ on electrical conductivity in La_{1-x}Sr_xSc_{1-y}Al_yO₃ perovskite-type oxides.”
Electrochemistry, 76 (5), 334-337 (2008),
4. K. Sato, K. Yashiro, T. Hashida, T. Kawada, H. Yugami, and J. Mizusaki,
“Effect of chemically-induced expansion on damage of solid oxide fuel cell.”
Nihon Kikai Gakkai Ronbunshu, A Hen/Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers, Part A, 74 (1) 68-74 (2008),
5. 劉劉、湯上浩雄、
「固体酸化物形燃料電池材料技術の現状」
電気学会誌、128巻 6号、347-347頁 (2008)

【書籍】

1. Solid State Ionics
2. Journal of Applied Physics
3. Electrochemistry
4. Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering
5. Proceedings of the ASME 2008 6th International Fuel Cell Science, Engineering
6. Nihon Kikai Gakkai Ronbunshu
7. 表面科学
8. 電気学会誌



氏名 米村 茂

所属 流体科学研究所・准教授（博士(工学)）

専門 希薄気体力学

研究課題 非平衡分子気体流に関する研究

E-mail: yonemura@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5238

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

研究協力者はマイクロ・ナノスケールの気体流れや希薄気体流れ、低温プラズマなど、連続体としての取り扱うことができない非平衡性の強い流れ場において発現する物理現象の解明に取り組んできた。ナノスケールの微細な表面構造を持つ摺動面が発現する気体潤滑について、数値シミュレーションによりメカニズムの解明を行っている。また、半導体プロセスに用いられる高密度の非平衡プラズマを取り扱う安定的な数値解析法について研究を行っている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

<国際ワークショップ>

名 称: International Workshop on Molecular Gas Dynamics

開 催 国: 日 本

開催期間: 2008.7.29 ~ 2008.7.29

役 割: Chairman

<特別講演>

講 演 先: Laboratory of Tribology and Systems Dynamics, Ecole Centrale de Lyon

講演題目: Effect of Gas Flow on Low Friction Properties of Sliding Surface with Micro/Nano Structure

講 演 日: 2008.9.15

講 演 先: 名古屋大学大学院工学研究科マイクロ・ナノシステム工学専攻

講演題目: 原子・分子の視点で見る流れ

講 演 日: 2008.12.16

講 演 先: 日本機械学会環境工学部門企画

第6回「大気圧プラズマ流による人間環境保全技術に関する講演会」

講演題目: マイクロ・ナノスケールで発現する気体潤滑機構

講 演 日: 2009.3.13

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. マイクロ・ナノスケール表面構造を持つ摺動面を用いた分子気体潤滑に関する研究

部分研磨したダイヤモンド膜を回転円盤上で摺動させた場合、動摩擦係数0.01という低摩擦が得られることが報告されている。ここでは両面間の気流によってスライダーが浮上する気体潤滑が起こっているものと考えられるが、その揚力発生メカニズムは解明されていなかった。部分研磨したダイヤモンド膜表面は平坦部とマイクロ・ナノスケールの深さを持つ溝で構成されている。本研究では分子気体力学的アプローチによりこの気体潤滑現象のメカニズムを解明し、新たな気体潤滑システムの提案につなげる。摺動面の溝を三角形形状で近似して計算を行ったところ、平坦部や溝の幅が比較的広い条件でスライダーを浮上させることができるほど大きな揚力が得られた。この揚力は面間距離が大きい時に消滅し、マイクロスケール流れ特有の現象であることが明らかとなった。

2. 非平衡プラズマの安定的数値解析法に関する研究

非平衡プラズマの自己無撞着な数値解析法であるParticle-in-Cell (PIC)法では、強磁場の場合など高密度プラズマを解く際に計算が不安定になる。本研究では、PIC法においてシミュレーション粒子の電荷を格子点に割り付けて場を解くために、荷電粒子のエネルギーと場のエネルギーが厳密には保存されず、その

数値加熱が不安定化の原因であることが明らかにし、計算で用いられる各種パラメータの数値加熱への影響を定量的に調べた。また、電位の平滑化により数値加熱が10分の1に抑えられることを明らかにした。

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. ナノメカニクス専攻 岩尾 俊彦
「プラズマの自己無撞着粒子シミュレーションの安定化に関する研究」
2. ナノメカニクス専攻 山口 雅志
「マイクロ・ナノスケール微細構造を持つ摺動面における分子気体潤滑に関する研究」
3. バイオロボティクス専攻 阪東 広太郎
「気相合成ダイヤモンド膜における摩擦特性に及ぼす表面形状の影響評価」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. S. Yonemura, M. Yamaguchi, T. Takeno, H. Miki, and T. Takagi
Effect of Micro Gas Flow on Low Friction Properties of Diamond Coating with Partly Polished Surface
AIP Conference Proceedings, RAREFIED GAS DYNAMICS: Proceedings of the 26th International Symposium on Rarefied Gas Dynamics, Vol.1084, (2008), pp.1153-1157.

【書籍】

1. AIP Conference Proceedings
2. Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Highly Coupled Systems, Tohoku University Press.

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

1. S. Yonemura, M. Yamaguchi, T. Takeno, H. Miki, and T. Takagi
Effect of Micro Gas Flow on Tribological Properties of Diamond Coated Surface
Diamond 2008 Delegate Manual, (2008), 6.4.
2. S. Yonemura, M. Yamaguchi, T. Takeno, H. Miki, and T. Takagi
A Molecular Gas-Film Lubrication of Sliding Surface with Micro/Nano Structure
Proceedings of the Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary, (2008), pp.90-91.
3. 米村 茂, 山口雅志, 竹野貴法, 三木寛之, 高木敏行
ダイヤモンド薄膜面の低摩擦特性におけるマイクロスケール気体流動の影響
第55回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, No.0, (2008), pp.8-8.
4. 山口雅志, 米村 茂, 竹野貴法, 三木寛之, 高木敏行
微細表面構造を持つ摺動面の摩擦特性におけるマイクロ気体流動の影響
日本機械学会2008年度年次大会講演論文集, Vol.8, (2008), pp.225-226.
5. S. Yonemura
Chapter 3, Particle Modeling of High Knudsen Number Flows and Plasmas
Nano-Mega Scale Flow Dynamics in Highly Coupled Systems, (2008), pp.57-99.

【解説記事】

6. 米村 茂, 菊川豪太
ポンポン船とスポイト船の推進原理
日本機械学会熱工学部門ニュースレター TED Plaza, (2008). (WEB出版 2008年2月号)
7. 米村 茂, 山口雅志, 竹野貴法, 三木寛之, 高木敏行
ダイヤモンド膜摺動実験における揚力発生機構の分子気体力学的考察
日本機械学会流体工学部門ニューズレター, (2008). (WEB出版 2008年9月号)



氏名 畠山 望

所属 工学研究科応用化学専攻・准教授（博士（理学））

専門 流体力学

研究課題

マルチスケール計算化学シミュレータの開発と応用

E-mail: hatakeyama@aki.che.tohoku.ac.jp

Tel: 022(795)7236

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

研究協力者の研究分野では、大規模複雑系の解析を可能とするマルチスケール計算化学シミュレータの開発と応用に取り組んでいる。これまで発展させてきた電子・原子レベルのミクロスケールシミュレーション技術に対して、スーパーコンピュータの利用も含めた大規模系への対応を行い、また流体など連続体レベルのマクロスケールにボトムアップしたマルチスケール化を進めている。実験計測に則した「本物」の構造をシミュレーションする実験融合手法を実現するために、各種機器計測シミュレータの開発も行っている。チタニアナノスケルトンの創製や、ダイヤモンドライクカーボンの物性予測などへの応用に成功している。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜国際会議＞

名 称：Fifth International Conference on Flow Dynamics

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開 催 国：日本

開催期間：2008.11.17 ～ 2008.11.19

役 割：Executive Committee

名 称：International Symposium on Experiment-Integrated Computational Chemistry on Multiscale Fluidics (ECCMF)

主催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」

開 催 国：日本

開催期間：2009.1.16 ～ 2009.1.17

役 割：Chair

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. マルチスケール実験融合計算化学によるチタニアナノスケルトン創製の研究
国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」にて来年2月に宇宙実験予定のJAXAプロジェクト、「チタニアナノスケルトン材料の創製」において、マルチスケール実験融合計算化学手法を適用した研究を進めている。より大きな細孔を持ちかつ結晶性の良い、高活性なチタニアナノスケルトンを創製するためには、微小重力の条件が必須である。地上重力下の実験計測をよく再現するシミュレータを開発し、微小重力条件での予測を行っている。前駆体となるチタニア硫酸、ミセルを形成する界面活性剤、膨潤剤となる油剤が分離せずによく混合していることが重要であると分かってきた。ミクロの平衡定数推算を取り入れたメソのミセル膨張計算に、重力影響の現れるマクロの化学反応混合流体計算結果を条件として与えることにより、マルチスケールのシミュレーションを実現している。
2. 計算化学を融合したマルチレベル連続体力学シミュレーション
原子レベルのミクロスケールにおいて、量子論に基づく分子動力学(MD)シミュレーションを用いて、ミクロ力学物性を精度よく計算する手法を確立した。得られた応力ひずみ特性を、マクロスケールの有限要素法(FEM)に展開することにより、マルチレベルの連続体力学シミュレーションを実現した。独自開発のFEMシミュレータにより、成分傾斜構造など要素ごとに物性の異なる場合にも柔軟に対応可能となっている。ダイヤモンドライクカーボン(DLC)に適用した計算では、MDにより求めたミクロレベルのヤング率をナノインデンテーションのFEMシミュレータに適用することにより、実測とよく対応する荷重-押込み深さ曲線を得た。
3. スーパーコンピュータを利用した大規模量子化学計算による本物シミュレーション

密度汎関数理論による第一原理計算の化学結合情報を精密に保ちつつ、約5,000倍の高速化を達成した Tight-binding 量子分子動力学プログラム“Colors”を用いて、さらに大規模かつ高速な計算を可能とする超高速化量子分子動力学法の開発を行ってきた。ベクトルおよびスカラースーパーコンピュータシステムの並列計算によく適合するように開発を進めた成果を、一般的なPCでの計算を可能とする形に展開している。これを、X線・中性子回折など実験機器計測データを非常によく再現する「本物」の原子レベル構造に適用することにより、実験と対応した大規模量子化学計算を実現している。

【査読論文（査読付き国際会議論文を含む）】

1. Michihisa Koyama, Hiroshi Fukunaga, Kei Ogiya, Tatsuya Hattori, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Ramesh C. Deka, Momoji Kubo, and Akira Miyamoto, “Challenge toward Microstructure Optimization of Irregular Porous Materials by Three-Dimensional Porous Structure Simulator,” *Advances in Bioceramics and Porous Ceramics: Ceramic Engineering and Science Proceedings*, 29(7), 135–150 (2008).
2. Tasuku Onodera, Yusuke Morita, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Momoji Kubo, Takatoshi Shin-yoshi, Noriaki Nishino, Atsushi Suzuki, and Akira Miyamoto, “A Theoretical Investigation on the Dynamic Behavior of the Molybdenum Dithiocarbamate Molecule in the Engine Oil Phase,” *Tribology Online*, 3, 80–85 (2008).
3. Zhigang Zhu, Arunabhiram Chutia, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Theoretical Study on Electronic and Electrical Properties of Nanostructural ZnO,” *Japanese Journal of Applied Physics*, 47, 2999–3006 (2008).
4. Kei Ogiya, Chen Lv, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of the Multi-Scale Simulator for the Dye-Sensitized TiO₂ Nanoporous Electrode Based on Quantum Chemical Calculation,” *Japanese Journal of Applied Physics*, 47, 3010–3014 (2008).
5. Yusuke Morita, Toshiaki Shibata, Tasuku Onodera, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Effect of Surface Termination on Super-Low Friction of Diamond Film: A Theoretical Study,” *Japanese Journal of Applied Physics*, 47, 3032–3035 (2008).
6. Hideyuki Tsuboi, Kei Ogiya, Arunabhiram Chutia, Zhigang Zhu, Chen Lv, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of a Seebeck Coefficient Prediction Simulator Using Tight-Binding Quantum Chemical Molecular Dynamics,” *Japanese Journal of Applied Physics*, 47, 3134–3137 (2008).
7. Arunabhiram Chutia, Zhigang Zhu, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Influence of Organic Functional Groups on the Electrical Properties of Carbon Black: A Theoretical Study,” *Japanese Journal of Applied Physics*, 47, 3147–3151 (2008).
8. Michihisa Koyama, Kei Ogiya, Tatsuya Hattori, Hiroshi Fukunaga, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of Three-Dimensional Porous Structure Simulator POCO₂ for Simulations of Irregular Porous Materials,” *The Journal of Computer Chemistry, Japan*, 7, 55–62 (2008).
9. Hema Malani, Shigekazu Hayashi, Huifeng Zhong, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Theoretical Investigation of Ethylene/1-Butene Copolymerization Process Using Constrained Geometry Catalyst (CpSiH₂NH)-Ti-Cl₂,” *Applied Surface Science*, 254, 7608–7611 (2008).
10. Yusuke Morita, Tasuku Onodera, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Takatoshi Shin-yoshi, Noriaki Nishino, Atsushi Suzuki, and Akira Miyamoto, “Development of a New Molecular Dynamics Method for Tribochemical Reaction and Its Application to Formation Dynamics of MoS₂ Tribofilm,” *Applied Surface Science*, 254, 7618–7621 (2008).
11. Michihisa Koyama, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of Porous Structure Simulator for Multi-Scale Simulation of Irregular Porous Catalysts,” *Applied Surface Science*, 254, 7774–7776 (2008).
12. Tatsuya Hattori, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of

Overpotential Simulator for Polymer Electrolyte Fuel Cells and Application for Optimization of Cathode Structure,” Applied Surface Science, 254, 7929–7932 (2008).

13. Hiromitsu Takaba, Shigekazu Hayashi, Huifeng Zhong, Hema Malani, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, “Development of the Reaction Time Accelerating Molecular Dynamics Method for Simulation of Chemical Reaction,” Applied Surface Science, 254, 7955–7958 (2008).
14. Tasuku Onodera, Yusuke Morita, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Clotilde Minfray, Jean-Michel Martin, and Akira Miyamoto, “A Theoretical Investigation on the Abrasive Wear Prevention Mechanism of ZDDP and ZP Tribofilms,” Applied Surface Science, 254, 7976–7979 (2008).
15. Akira Endou, Tasuku Onodera, Sayaka Nara, Ai Suzuki, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Momoji Kubo, and Akira Miyamoto, “A Theoretical Study of Dynamic Behavior of Diphenyldisulphide Molecule on Fe Surface: Novel Ultra-Accelerated Quantum Chemical Molecular Dynamics Approach,” Tribology Online, 3, 280–284 (2008).
16. Michihisa Koyama, Donghyun Kim, Boyeong Kim, Tatsuya Hattori, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Ramesh C. Deka, Momoji Kubo, and Akira Miyamoto, “Multi-scale Simulation Approach for Polymer Electrolyte Fuel Cell Cathode Design,” ECS Transactions, 16, 57–66 (2008).

【書籍】

1. Ceramic Engineering and Science Proceedings
2. Journal of Computer Chemistry, Japan
3. Tribology Online
4. Japanese Journal of the Applied Physics
5. Applied Surface Science
6. ECS Transactions

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. Hiromitsu Takaba, Ayumi Nomura, Yumiko Sasaki, Keiko Chiba, Hokuto Hata, Kotaro Okushi, Ai Suzuki, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Masayoshi Kitada, Hajime Kabashima, and Akira Miyamoto, “Multi-level Computational Chemistry Approach for Phase Change Behavior of Water induced by Laser Irradiation,” Clean Technology 2008, 487–490 (2008).
2. Nozomu Hatakeyama, Ayumi Nomura, Yumiko Sasaki, Keiko Chiba, Hokuto Hata, Kotaro Okushi, Ai Suzuki, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Masayoshi Kitada, Hajime Kabashima, and Akira Miyamoto, “Ultra Accelerated Quantum Chemical Molecular Dynamics Study on Mechanochemical Reaction of Micro-Bubble Induced by Shock Wave,” Clean Technology 2008, 491–494 (2008).
3. Akira Endou, Ayumi Nomura, Yumiko Sasaki, Keiko Chiba, Hokuto Hata, Kotaro Okushi, Ai Suzuki, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Masayoshi Kitada, Hajime Kabashima, and Akira Miyamoto, “A Theoretical Study on Chemical Reaction of Water Molecules under Laser Irradiation: Ultra-Accelerated Quantum Chemical Molecular Dynamics Approach,” NSTI-Nanotech 2008, 3, 713–716 (2008).

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. “A Theoretical Investigation on the Dynamic Behavior of the Molybdenum Dithiocarbamate Molecule in the Engine Oil Phase,” Tasuku Onodera, Yusuke Morita, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Momoji Kubo, Takatoshi Shin-yoshi, Noriaki Nishino, Atsushi Suzuki, and Akira Miyamoto, Tribology Online, 3, 80–85, (2008).
2. “Theoretical Study on Electronic and Electrical Properties of Nanostructural ZnO,” Zhigang Zhu, Arunabhiram Chutia, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, Japanese Journal of Applied Physics, 47, 2999–3006, (2008).
3. “Development of the Multi-Scale Simulator for the Dye-Sensitized TiO₂ Nanoporous Electrode Based on Quantum Chemical Calculation,” Kei Ogiya, Chen Lv, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del

- Carpio, and Akira Miyamoto, Japanese Journal of Applied Physics, 47, 3010-3014, (2008).
4. "Effect of Surface Termination on Super-Low Friction of Diamond Film: A Theoretical Study," Yusuke Morita, Toshiaki Shibata, Tasuku Onodera, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, Japanese Journal of Applied Physics, 47, 3032-3035, (2008).
 5. "Development of a Seebeck Coefficient Prediction Simulator Using Tight-Binding Quantum Chemical Molecular Dynamics," Hideyuki Tsuboi, Kei Ogiya, Arunabhiram Chutia, Zhigang Zhu, Chen Ly, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, Japanese Journal of Applied Physics, 47, 3134-3137, (2008).
 6. "Influence of Organic Functional Groups on the Electrical Properties of Carbon Black: A Theoretical Study," Arunabhiram Chutia, Zhigang Zhu, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, Japanese Journal of Applied Physics, 47, 3147-3151, (2008).
 7. "Theoretical Investigation of Ethylene/1-Butene Copolymerization Process Using Constrained Geometry Catalyst (CpSiH₂NH)-Ti-Cl₂," Hema Malani, Shigekazu Hayashi, Huifeng Zhong, Riadh Sahnoun, Hideyuki Tsuboi, Michihisa Koyama, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, Applied Surface Science, 254, 7608-7611, (2008).
 8. "Development of a New Molecular Dynamics Method for Tribochemical Reaction and Its Application to Formation Dynamics of MoS₂ Tribofilm," Yusuke Morita, Tasuku Onodera, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Takatoshi Shin-yoshi, Noriaki Nishino, Atsushi Suzuki, and Akira Miyamoto, Applied Surface Science, 254, 7618-7621, (2008).
 9. "Development of the Reaction Time Accelerating Molecular Dynamics Method for Simulation of Chemical Reaction," Hiromitsu Takaba, Shigekazu Hayashi, Huifeng Zhong, Hema Malani, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, and Akira Miyamoto, Applied Surface Science, 254, 7955-7958 (2008).
 10. "A Theoretical Investigation on the Abrasive Wear Prevention Mechanism of ZDDP and ZP Tribofilms," Tasuku Onodera, Yusuke Morita, Ai Suzuki, Riadh Sahnoun, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Akira Endou, Hiromitsu Takaba, Momoji Kubo, Carlos A. Del Carpio, Clotilde Minfray, Jean-Michel Martin, and Akira Miyamoto, Applied Surface Science, 254, 7976-7979 (2008).
 11. "A Theoretical Study of Dynamic Behavior of Diphenyldisulphide Molecule on Fe Surface: Novel Ultra-Accelerated Quantum Chemical Molecular Dynamics," Akira Endou, Tasuku Onodera, Sayaka Nara, Ai Suzuki, Michihisa Koyama, Hideyuki Tsuboi, Nozomu Hatakeyama, Hiromitsu Takaba, Carlos A. Del Carpio, Momoji Kubo, and Akira Miyamoto, Tribology Online, 3, 280-284 (2008).

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：Shah Md. Abdul Rauf、Poster Award

受賞名：The First Symposium "International Center of Research and Education For Molecular Complex Chemistry"

受賞年：平成20年3月

獲得者名：小野寺 拓

受賞名：日本トライボロジー学会学生奨励賞

受賞年：平成20年5月

獲得者名：大沼 宏彰

受賞名：照明学会全国大会優秀ポスター発表小

受賞年：平成20年8月

獲得者名：芹澤 和実

受賞名：Participant Award (Most Colorful)、The Fifth International Conference on Flow Dynamics、

受賞年：平成20年11月

獲得者名：鄭 善鎬

受賞名：Organizer Award (Most Dense)、The Fifth International Conference on Flow Dynamics、

受賞年：平成20年11月

【学生の研究費の獲得】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：呂 晨

名称：日本学術振興会特別研究員(PD)

期間：平成20年4月～平成21年3月

金額：¥900,000

獲得者名：大沼宏彰

名称：日本学術振興会特別研究員(DC1)

期間：平成20年4月～平成21年3月

金額：¥600,000

獲得者名：小野寺 拓

名称：日本学術振興会特別研究員(DC1)

期間：平成20年4月～平成21年3月

金額：¥600,000

獲得者名：Mohamed Ismael Mohamed Yossef

名称：国立大学法人東北大学グローバルCOE「分子系高次構造体化学国際教育研究拠点」特別研究奨励費

期間：平成20年4月～平成21年3月

金額：¥495,000



氏名 三木 寛之

所属 流体科学研究所・助教（理学博士）

専門 機能性材料学

研究課題

E-mail: miki@wert.ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5298

（平成21年4月現在）流体科学研究所・講師

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

GCOEプログラムの運営に関する役割として企画室研究協力者、同広報担当部会及び国際評価委員会担当部会委員として、リエゾンオフィスを核とした流動ダイナミクス教育研究世界拠点推進事業に参画した。

研究分野では、既存の海外相互リエゾンオフィスを通じた国際融合ジョイントラボラトリー及び関連する国際共同研究を実施した。

リエゾンオフィスにおける活動を通じた部局間交流協定・大学間交流協定の遂行などに積極的に寄与し、ELyT Lab workshop（平成20年度12月開催）のT5共同グループリーダーを務めるなど国際連携事業に成果を得ている。

その他、企画室業務としてHPの立ち上げや、年度成果の取りまとめなどGCOEの運営に関する活動にも積極的に携わった。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

1. 企画室研究協力者として、また企画室の広報担当部会及び国際評価委員会担当部会の委員として、GCOEプログラム初年度の活動に従事した。他にも、海外リエゾンオフィス担当者をはじめ部局間協定校の関係者を数多く招聘したICFD2008 の開催にあたっては、学内関係部署との交渉ならびに相手側関係者との調整などの業務を事務局と連携して推進した。
2. シンガポール ナンヤン工科大学との部局間協定担当者を訪問し、GCOEプログラムの紹介と今後の学生・研究者間の学術交流について議論を行った。
3. International Conference on Flow Dynamics 2008 (2008年11月17-19日：仙台で開催) において、“OS7: Nano-micro flow dynamics of carbon related coatings”のオーガナイズドセッションを高木敏行教授とともに企画・実施した。
4. 2008年10月13-17日、2009年2月19-24日の期間に国立中央理工科学校リヨン校に滞在し、非晶質炭素コーティングにおける導電性と接触に関する共同研究を実施した。
5. リエゾンオフィスを通じた多国間共同研究プロジェクトとして、ロシア科学アカデミーとフランス国立中央理工科学校リヨン校の研究者をそれぞれ1名の研究者を短期招聘し、次世代多機能コーティング技術及び機能性表面の設計法の研究開発に関する共同研究を実施した。
6. 流動ダイナミクス国際融合ジョイントラボラトリー”ナノクラスタ金属を含む非晶質炭素コーティングにおける導電性と接触の制御 (The design of conductivity and contact surface: DECO Laboratory)”（代表：高木敏行教授）を立ち上げ、省資源と省エネルギーに貢献し、信頼性と耐久性に優れた、より高性能な機械の設計のための「導電性と接触面の設計」に関する技術開発を行った。本プロジェクトは次年度以降も継続して実施する予定であり、硬質炭素膜を基盤とした多様な用途に適用可能な先進的コーティング技術の確立を目指している。

平成20年度の研究業績

【研究内容】

国際融合ジョイントラボラトリー”ナノクラスタ金属を含む非晶質炭素コーティングにおける導電性と接触の制御”を軸にした、前述4-6の国際共同研究を実施した。詳細は以下の通りである。

1. 金属を分散した非晶質炭素薄膜を作製し、摩擦摩耗特性と導電性の定量的評価を実施した。
 - ① ナノサイズのイリジウムを含有する非晶質炭素薄膜において低摩擦性と良好な導電性の同時発現を見出した。
 - ② ナノサイズのSiを分散した非晶質炭素薄膜を汎用構造材上に成膜し、非常に低い摩擦係数を持続し、

摩滅するが膜と基板間の剥離を生じない膜条件があることを見出した。

以上、非晶質炭素薄膜に金属を分散させることにより摺動摩擦が低減され、導電性や耐摩耗性を付加機能として実装することが可能性であることを示した。

2. 強磁性形状記憶合金材料の物性評価を実施し、構造相変態を定量的に評価することにより磁気的特性と形状記憶効果の関係性を評価した。共同研究ではよりEcole Centrale de Lyon校のSandrin Bec博士、ロシア科学アカデミーVladimir Khovailo博士が本所に滞在し共同研究を実施した。

尚、12月には関連事業であるELyT Lab workshop において日仏国際共同研究の展開について発表した。その他、当該年度の学会発表等については別途添付する。

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 「金属を分散した非晶質水素化炭素膜における潤滑機構の基礎研究」
バイオロボティクス専攻 菅原 敏文
2. 「気相合成ダイヤモンド膜における摩擦特性に及ぼす表面形状の影響評価」
バイオロボティクス専攻 阪東 広太郎

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. V. Khovaylo, R. Kainuma, K. Ishida, T. Omori, H. Miki, T. Takagi, and A. Datesman, New Aspects of Martensite Stabilization in Ni-Mn-Ga High-Temperature Shape Memory Alloy, Philosophical Magazine, Vol.88, No.6, pp.865-882, (2008.2.21)
2. T. Takeno, H. Shiota, T. Sugawara, H. Miki, and T. Takagi, Highly Adherent Tungsten-containing Diamond-like Carbon (W-DLC) Coating on a NiTi Shape Memory Alloy under 10% Tensile Strain, Diamond and Related Materials, Vol.18, pp.403-406, (2008.3).
3. V. Khovaylo, V. Koledov, V. Shavrov, M. Ohtsuka, H. Miki, T. Takagi, and V. Novosad, Influence of Cobalt on Phase Transitions in $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{37}\text{Sn}_{13}$, Materials Science and Engineering A, Vol.481-482, pp.322-325, (2008.3).
4. T. Takeno, Y. Hoshi, H. Miki, and T. Takagi, Activation energy in metal-containing DLC films with various metals of various concentrations, Diamond and Related Materials, Vol.117, pp.1669-1673, (2008.4).
5. T. Takeno, H. Miki, T. Sugawara, Y. Hoshi, and T. Takagi, A DLC/W-DLC Multilayered Structure for Strain Sensing Applications, Diamond and Related Materials, Vol.17, pp.713-716, (2008.5).
6. H. Miki, N. Yoshida, K. Bando, T. Takeno, T. Abe, and T. Takagi, Atmosphere Dependence of the Frictional Wearing Properties of Partly-Polished Polycrystalline Diamonds, Diamond and Related Materials, Vol.17, pp.868-872, (2008.5).
7. H. Miki, T. Takeno, and T. Takagi, Tribological Properties of Multilayer DLC/W-DLC Films on Si, Thin Solid Films, Vol.516, No.16, pp.5414-5418, (2008.6.30).
8. V. V. Khovaylo, K. P. Skokov, Y. S. Kpshkid'ko, V. V. Koledov, V. G. Buchelnikov, S. V. Taskaev, H. Miki, and T. Takagi, Adiabatic Temperature Change at First-Order Magnetic Phase Transitions: $\text{Ni}_{2.19}\text{Mn}_{0.81}\text{Ga}$ as a Case Study, Physical Review B, Vol.78, No.6, pp.060403, (2008.8).
9. T. Takeno, H. Miki, and T. Takagi, Stain Sensitivity in Tungsten-Containing Diamond-Like Carbon Films for Stain Sensor Applications, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol.28, No.1-2, pp.211-217, (2008.9).
10. A. Kawashima, Y. Zeng, M. Fukuhara, H. Kurishita, N. Nishiyama, H. Miki, and A. Inoue, Mechanical properties of a $\text{Ni}_{60}\text{Pd}_{20}\text{P}_{17}\text{B}_3$ bulk glassy alloy at cryogenic temperatures, Materials Science and Engineering A, Vol.498, pp.475-481, (2008.12).

【書籍】

1. Physical Review B
2. Diamond and Related Materials

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. T. Takeno, H. Shiota, T. Sugawara, H. Miki, and T. Takagi, Highly Adherent Tungsten-containing Diamond-like Carbon (W-DLC) Coating on a NiTi Shape Memory Alloy under 10% Tensile Strain, Diamond and Related Materials, Vol.18, pp.403-406, (2008.3).
2. T. Takeno, Y. Hoshi, H. Miki, and T. Takagi, Activation energy in metal-containing DLC films with various

- metals of various concentrations, Diamond and Related Materials, Vol.117, pp.1669 -1673, (2008.4).
3. T. Takeno, H. Miki, T. Sugawara, Y. Hoshi, and T. Takagi, A DLC/W-DLC Multilayered Structure for Strain Sensing Applications, Diamond and Related Materials, Vol.17, pp.713 -716, (2008.5).
 4. H. Miki, N. Yoshida, K. Bando, T. Takeno, T. Abe, and T. Takagi, Atmosphere Dependence of the Frictional Wearing Properties of Partly-Polished Polycrystalline Diamonds, Diamond and Related Materials, Vol.17, pp.868 -872, (2008.5).

【本人の受賞・特許等】

受賞名：日本保全学会平成20年度第5回学術講演 第2回「産学合同セッション」金賞
受賞年：2008.7.12



氏名 佐藤 一永

所属 多元物質科学研究所・助教（博士(工学)）

専門 材料強度学

研究課題 イオン・電子導電体における機械・電気化学連成機構の解明

E-mail: kazuhisa@tagen. tohoku. ac. jp

Tel: 022(217)5341

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

研究協力者の研究分野では、イオン・電子導電体における機械・電気化学連成機構の解明とその応用について取り組んできた。高温・酸化・還元環境での機能性酸化物の酸素欠陥や結晶構造を高精度に観察し、その機械および電気化学的特性の評価を行うための手法を開発した。また、燃料電池やリチウムイオン電池の劣化評価に対して従来の電気化学的手法と併用した非破壊手法を適用し、データーマイニング手法により詳細に劣化の分類と劣化機構の解明を行っている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜シンポジウム＞

名称：先進融合研究若手講演会

主催団体：多元物質科学研究所

共催団体：グローバルCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究拠点」

開催期間：2009.3.16

役割：主催者

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 微小ひずみによるイオン・電子流動特性の変化機構解明
イオン・電子導電体のバルク体に対して、一軸の圧縮応力を加えた際に発生する微小ひずみによる、イオン・電子流動特性の評価を行い、変化機構の検討を行った。実験結果や計算結果から、イオン伝導体であるYSZは酸素空孔濃度が変化せずに移動度が変化することがわかった。一方、電子伝導体であるYBCOはキャリア濃度と移動度が同時に変化することが明らかとなった。
2. 機能性酸化物材料の欠陥構造と結晶構造ならびに化学拡散現象の解明
温度や環境により変化する酸素不定比性と結晶構造を精密に測定し、機能性酸化物の機械・電気化学連成機構の解明に向けた手法の開発を行っている。特に、基礎物性評価を行うために化学拡散係数は重要な情報となるため、化学拡散係数の高精度測定手法の開発も行っている。
3. 機能性酸化物材料の欠陥構造と機械・電気化学連成機構の解明
機能性酸化物の欠陥濃度と結晶構造の変化に伴う、機械的特性の変化機構解明を行うために、世界に先駆けて高精度装置の開発を行っている。予備的な実験により、機械的特性はわずかな欠陥濃度ならびに結晶構造の変化により劇的に変化することが明らかとなった。現在、機械・電気化学連成効果の解明に向けた研究を行っている。
4. 固体酸化物燃料電池およびリチウムイオン電池の劣化挙動解析
非破壊評価法と電気化学的手法を併用した性能評価法を開発し、各種電池の劣化挙動解明を行っている。特に、得られた膨大な計測データをデーターマイニング手法で解析することにより、詳細な劣化機構の解明に向けた

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 曽根達也
「パウダージェットデポジション法による酸化物薄膜作製とその膜の機能性」
2. 環境科学研究科 熊田圭吾

「A E法を併用したS O F Cの機械的信頼性評価手法の開発と応用に関する研究」

3. 環境科学研究科 渡邊秀貴

「固体酸化物燃料電池用N i サーメット燃料極の劣化挙動に対する電気化学的評価法の検討」

【査読論文（査読付き国際会議論文を含む）】

1. Masatsugu Oishi, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada
Oxygen nonstoichiometry and defect structure analysis of B-site mixed perovskite-type oxide
(La,Sr)(Cr,M)O_{3-δ}(M=Ti,Mn and Fe), Journal of Solid State Chemistry,181,(2008)
2. Takashi Nakamura, Keiji Yashiro, Atsushi Kaimai, Takanori Otake, Kazuhisa Sato, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Determination of the Reaction Zone in Gadolinia-Doped Ceria Anode for Solid Oxide Fuel Cell, Journal of The Electrochemical Society,155(12),B1244-B1250(2008)
3. Fumimasa Horikiri, LiQun Han, Naofumi Iizawa, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Electrical Properties of Nb-Doped SrTiO₃ Ceramics with Excess TiO₂ for SOFC Anodes and Interconnects, Journal of The Electrochemical Society,155(1),B16-B20(2008)
4. Takashi Nakamura, Tsuneyuki Kobayashi, Keiji Yashiro, Atsushi Kaimai, Takanori Otake, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada
Electrochemical Behaviors of Mixed Conducting Oxide Anodes for Solid Oxide Fuel Cell, Journal of The Electrochemical Society,155(6),B563-B569(2008)
5. M.Sase, F.Hermes, K.Yashiro, K.Sato, J.Mizusaki, T.Kawada, N.Sakai, H.Yokokawa
Enhancement of Oxygen Surface Exchange at theHetero-interface of (La,Sr)CoO₃/(La,Sr)₂CoO₄ with PLD-Layered Films, Journal of The Electrochemical Society,155(8),B793-B797(2008)
6. Atsushi Unemoto, Atsushi Kaimai, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Hiroshige Matsumoto, Junichiro Mizusaki, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada
Hydrogen permeability and electrical properties in oxide composites, Solid State Ionics,178,1663-1667(2008)
7. Maya Sase, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki,Tatsuya Kawada, Natsuko Sakai,Katsuhiko Yamaji, Teruhisa Horita, Harumi Yokokawa
Enhancement of oxygen exchange at the hetero interface of (La,Sr)CoO₃/(La,Sr)₂CoO₄ in composite ceramics, Solid State Ionics,178,1843-1852(2008)
8. Masatsugu Oishi, Satoshi Akoshima, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada
Defect structure analysis of B-site doped perovskite-type proton conducting oxide BaCeO₃, Solid State Ionics,179,2240-2247(2008)
9. Fumimasa Horikiri, Naofumi Iizawa, Liqun Han, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Defect equilibrium and electron transport in the bulk of single crystal SrTi_{1-x}Nb_xO₃(X=0.01, 0.001,0.0002), Solid State Ionics,179,2335-2344(2008)
10. Masatsugu Oishi, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Naoto Kitamura, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada, Yoshiharu Uchimoto
Oxygen nonstoichiometry of the perovskite-type oxides BaCe_{0.9}M_{0.1}O_{3-δ}(M:Y, Yb, Sm,Tb, and Nd), Solid State Ionics,179,529-535(2008)
11. Takao Kudo, Keiji Yashiro, Hiroshige Matsumoto, Kazuhisa Sato, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Slow relaxation kinetics of Sr(Zr, Y)O₃ in wet atmosphere, Solid State Ionics,179,851-854(2008)
12. 佐藤一永,八代圭司,橋田俊之,川田達也,湯上浩雄,水崎純一郎
固体酸化物燃料電池の損傷に及ぼす化学膨張の影響
日本機械学会論文集,74(737),68-74(2008)

【書籍】

1. Journal of Solid State Chemistry
2. Journal of The Electrochemical Society
3. Solid State Ionics

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

1. Masatsugu Oishi, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada
Oxygen nonstoichiometry and defect structure analysis of B-site mixed perovskite-type oxide
(La,Sr)(Cr,M)O_{3-δ}(M=Ti,Mn and Fe), Journal of Solid State Chemistry,181,(2008)査読あり

2. Takashi Nakamura, Keiji Yashiro, Atsushi Kaimai, Takanori Otake, Kazuhisa Sato, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Determination of the Reaction Zone in Gadolinia-Doped Ceria Anode for Solid Oxide Fuel Cell, Journal of The Electrochemical Society,155(12),B1244-B1250(2008)査読あり
3. Fumimasa Horikiri, LiQun Han, Naofumi Iizawa, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Electrical Properties of Nb-Doped SrTiO₃ Ceramics with Excess TiO₂ for SOFC Anodes and Interconnects, Journal of The Electrochemical Society,155(1),B16-B20(2008) 査読あり
4. Takashi Nakamura, Tsuneyuki Kobayashi, Keiji Yashiro, Atsushi Kaimai, Takanori Otake, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada
Electrochemical Behaviors of Mixed Conducting Oxide Anodes for Solid Oxide Fuel Cell, Journal of The Electrochemical Society,155(6),B563-B569(2008) 査読あり
5. M.Sase, F.Hermes, K.Yashiro, K.Sato, J.Mizusaki, T.Kawada, N.Sakai, H.Yokokawa
Enhancement of Oxygen Surface Exchange at theHetero-interface of (La,Sr)CoO₃/(La,Sr)₂CoO₄ with PLD-Layered Films, Journal of The Electrochemical Society,155(8),B793-B797(2008) 査読あり
6. Atsushi Unemoto, Atsushi Kaimai, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Hiroshige Matsumoto, Junichiro Mizusaki, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada
Hydrogen permeability and electrical properties in oxide composites, Solid State Ionics,178,1663-1667(2008) 査読あり
7. Maya Sase, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki,Tatsuya Kawada, Natsuko Sakai,Katsuhiko Yamaji, Teruhisa Horita, Harumi Yokokawa
Enhancement of oxygen exchange at the hetero interface of (La,Sr)CoO₃/(La,Sr)₂CoO₄ in composite ceramics, Solid State Ionics,178,1843-1852(2008) 査読あり
8. Masatsugu Oishi, Satoshi Akoshima, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Tatsuya Kawada
Defect structure analysis of B-site doped perovskite-type proton conducting oxide BaCeO₃, Solid State Ionics,179,2240-2247(2008) 査読あり
9. Fumimasa Horikiri, Naofumi Iizawa, Liqun Han, Kazuhisa Sato, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Defect equilibrium and electron transport in the bulk of single crystal SrTi_{1-x}Nb_xO₃(X=0.01, 0.001,0.0002), Solid State Ionics,179,2335-2344(2008) 査読あり
10. Masatsugu Oishi, Keiji Yashiro, Kazuhisa Sato, Junichiro Mizusaki, Naoto Kitamura, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada, Yoshiharu Uchimoto
Oxygen nonstoichiometry of the perovskite-type oxides BaCe_{0.9}M_{0.1}O_{3-δ}(M:Y, Yb, Sm,Tb, and Nd), Solid State Ionics,179,529-535(2008) 査読あり
11. Takao Kudo, Keiji Yashiro, Hiroshige Matsumoto, Kazuhisa Sato, Tatsuya Kawada, Junichiro Mizusaki
Slow relaxation kinetics of Sr(Zr, Y)O₃ in wet atmosphere, Solid State Ionics,179,851-854(2008) 査読あり

【学生を受賞・特許等】

獲得者名：Fumimasa Horikiri

受賞名：ICFD Award、Global COE program Fifth International Conference on Flow Dynamics

受賞年：2008.11.19



氏名 大平 勝秀

所属 流体科学研究所・教授（博士（工学））

専門 低温工学

研究課題 極低温流体の流動・伝熱現象の解明

E-mail: ohira@fmail.ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5227

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

研究協力者の研究分野では、極低温固液二相流体（スラッシュ流体）および気液二相流体の流動・伝熱に関する現象の解明とその応用について取り組んできた。スラッシュ流体特有の圧力損失低減効果と低減効果に伴う熱伝達劣化現象の解明を行っている。また、実験にて得られた熱・流動特性をもとに、スラッシュ流体の流動・伝熱に関する数値解析手法の開発を行っている。キャビテーション現象（気液二相流）については、大気圧沸点及びサブクール状態の極低温液体がノズルを通過する際に生じるキャビテーション発生メカニズムについて実験を行い、キャビテーションの発生機構および発生時の不安定流動現象の解明を行っている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

＜招待講演＞

講演先：資源・素材2008 秋季大会

講演題目：磁気冷凍法による水素液化と極低温スラッシュ流体の流動・伝熱特性について－高効率水素輸送・貯蔵システムの実現に向けて－

講演日：2008.10.8

講演先：Low Temperature Heat Transfer and Fluid Flow Symposium（上海交通大学）

講演題目：Flow and Heat Transfer Characteristics of Slush Nitrogen in a Turbulent Pipe Flow

講演日：2008.11.12

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 極低温スラッシュ流体の流動・伝熱現象の解明と水素エネルギー技術への応用・展開
スラッシュ水素（温度14K）を移送する場合に必要な配管系の流動現象、固体粒子の流体的挙動、強制対流熱伝達特性を解明するため、スラッシュ窒素（63K）を用いた実験を行い、スラッシュ流体特有の圧力損失低減効果と低減効果に伴う熱伝達劣化現象の解明を行った。得られた技術成果を次世代高効率水素エネルギーシステムの開発に向けて応用・展開を図っている。
2. 極低温スラッシュ流体の流動・伝熱に関する数値解析手法の開発
スラッシュ窒素の実験にて得られた熱・流動特性をもとに、スラッシュ流体の流動・伝熱に関する数値解析手法の開発を行い、評価を行った。また、スラッシュ水素の流動現象解析にも適用し、検証を行っている。
3. 極低温流体のキャビテーション現象（気液二相流）の解明
ロケット用ターボポンプなど極低温機器の高性能化を目的に、キャビテーション発生機構および発生時の不安定流動現象について解明を行った。大気圧沸点（温度77 K）およびサブクール状態（温度～68 K）の液体窒素がノズルを通過する際に生じるキャビテーション発生メカニズムについて実験を行い、サブクール状態ではキャビテーションが連続して発生せず、発生と同時に通常の数倍程度の圧力（流量）振動を伴い、短時間で消失する現象を確認している。この不安定性は温度低下及び気液二相化（ボイド率変化）に伴うサブクール液体窒素の急激な音速低下によるチョーク流れが原因と考え、可視化実験も含め、現象解明を行っている。

【学位論文指導（主査）】

修士論文

1. 航空宇宙工学専攻 向井康晃
「スラッシュ窒素固液二相流の管内流動特性に関する数値解析」
2. 航空宇宙工学専攻 若林陽一

「スラッシュ窒素流動時に管路形状が及ぼす影響に関する実験的研究」

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 岩瀬貴志
「パルス管冷凍機における音響インピーダンスの計測」
2. 機械システムデザイン工学専攻 風見佑介
「作動流体温度および回転数が極低温インデューサに発生するキャビテーションの熱力学的効果に与える影響」
3. 量子エネルギー工学専攻 茂庭圭介
「液体窒素と金属多孔質体を用いた極低温冷却システムの検討」

【査読論文（査読付き国際会議論文を含む）】

1. K. Ohira, M. Nozawa, J. Ishimoto, N. Koizumi, and T. Kamiya
Pressure Drop Reduction of Slush Nitrogen in Turbulent Pipe Flows
Advances in Cryogenic Engineering, Vol.53, (2008), pp.67-74.
2. K. Ohira, J. Ishimoto, M. Nozawa, T. Kura, and N. Takahashi
Heat Transfer Characteristics of Slush Nitrogen in Turbulent Pipe Flows
Advances in Cryogenic Engineering, Vol.53, (2008), pp.1141-1148.
3. K. Kikuta, Y. Yoshida, M. Watanabe, T. Hashimoto, K. Nagaura, and K. Ohira
Thermodynamic Effect on Cavitation Performances and Cavitation Instabilities in an Inducer
Journal of Fluids Engineering, Vol. 130, No. 11, (2008), 11302 (pp.1-8).
4. K. Niiyama, M. Nozawa, K. Ohira, and M. Oike
Cavitation Instability in Subcooled Liquid Nitrogen Nozzle Flows
Journal of Fluid Science and Technology, Vol. 3, No. 4, (2008), pp.500-511.
5. J. Ishimoto, K. Ohira, K. Okabayashi, and K. Chitose
Integrated Numerical Prediction of Atomization Process of Liquid Hydrogen Jet
Cryogenics, Vol. 48, (2008), pp.238-247.
6. K. Niiyama, M. Oike, K. Ohira, and Y. Yoshida
Instability Phenomena Induced by Cavitation Choke in Nozzle Flows of Subcooled Liquid Nitrogen
WIMRC 2nd International Cavitation Forum, Conference Proceedings “Cavitation in Turbo-Machinery & Medical Applications” (2008), pp.91-96.

【書籍】

1. Journal of Fluids Engineering
2. Journal of Fluid Science and Technology
3. Cryogenics

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. Y. Wakabayashi, K. Ohira, M. Nozawa, J. Ishimoto, and K. Takahashi
Experimental Study of the Influence of Shape of Pipe to the Slush Nitrogen Flow
Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration
AFI/TFI-2008, (2008), pp.64-65.
2. Y. Mukai, K. Ohira, J. Ishimoto, and M. Nozawa
Numerical Analysis on the Influence of Solid Particles in a Slush Nitrogen Two-phase Pipe Flow
Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-19.
3. J. Ishimoto, D. Tan, T. Suzuki, and K. Ohira
Integrated Parallel Computation of Atomization Process of Liquid Hydrogen Jet
Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration
AFI/TFI-2008, (2008), pp.32-33.
4. 向井康晃、大平勝秀、石本淳、野澤正和、前村孝志、神谷卓伸
スラッシュ窒素固液二相流動特性に関する数値解析
日本混相流学会年会講演会2008講演論文集, (2008), pp.232-233.
5. 野澤正和、大平勝秀、岡崎直人、石本淳、高橋幸一、神谷卓伸
流路形状がスラッシュ窒素の管内流動に及ぼす影響

- 日本混相流学会年会講演会2008講演論文集, (2008), pp.234-235.
6. 大平勝秀、高橋則史、石本淳、野澤正和、高橋幸一
スラッシュ窒素の圧力損失低減効果と熱伝達特性
第78回2008年度春季低温工学・超電導学会講演概要集, (2008), pp59.
 7. 大平勝秀
極低温スラッシュ窒素の伝熱および流動特性について－高効率水素輸送・貯蔵システムの実現に向けて－
第28回水素エネルギー協会大会予稿集, (2008), pp.61-64.
 8. 大平勝秀
磁気冷凍法による水素液化と極低温スラッシュ流体の流動・伝熱特性について－高効率水素輸送・貯蔵システムの実現に向けて－
資源・素材2008 秋季大会, (2008), pp.169-172.
 9. 大平勝秀
スラッシュ窒素の熱・流動特性について－スラッシュ水素実用化に向けて－
平成19年度第3回電気・水素複合エネルギーシステム研究会 (東北大学), (2008), pp.65-74.
 10. 新井山一樹、長谷川敏、吉田義樹、伊賀由佳、大平勝秀、井小萩利明
JAXA極低温キャビテーションタンネルの紹介
日本機械学会2008年度年次大会・講演会, (2008), 講演番号1721(pp.1-2).
 11. 新井山一樹、尾池守、大平勝秀
サブクール液体窒素のキャビテーション不安定性と圧力変動特性
日本航空宇宙学会北部支部2008年講演会、第9回再使用型宇宙推進系シンポジウム講演論文集, (2008.3), U-3.

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年（1月～12月）

1. K. Niiyama, M. Nozawa, K. Ohira, M. Oike
Cavitation Instability in Subcooled Liquid Nitrogen Nozzle Flows
Journal of Fluid Science and Technology, Vol. 3, No.4, (2008), pp.500-511.
2. 新井山一樹、尾池守、大平勝秀
サブクール液体窒素のキャビテーション不安定性と圧力変動特性
日本航空宇宙学会北部支部2008年講演会、第9回再使用型宇宙推進系シンポジウム講演論文集 (2008), U-3.

【本人の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

受賞名：平成19年度日本混相流学会技術賞

受賞年：2008.8.9

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：新井山一樹

受賞名：日本航空宇宙学会北部支部2008年講演会、第9回再使用型宇宙推進系シンポジウム Best Presentation Award for Student

受賞年：2008.3

獲得者名：向井康晃

受賞名：日本混相流学会年会講演会2008 学生優秀講演賞

受賞年：2008.10



氏名 小宮 敦樹

所属 流体科学研究所・講師（博士（工学））

専門 熱工学

研究課題

E-mail: komy@pixy.ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5244

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

研究協力者が所属する極限熱現象研究分野では、マイクロからマクロスケールにおける熱・物質流動の現象を解明し、その応用利用に取り組んできている。研究協力者は特にマイクロスケールにおける物質移動現象を独自に開発した位相シフト干渉計を用いて高精度計測し、タンパク質等の巨大分子が周囲環境にどのような影響を受けるか、定量的な評価を行っている。また、微小領域の高精度可視化技術を応用し、気液界面での炭酸ガス吸収過程の可視化を試み、吸収過程の定量的な評価を行っている。また、グローバルCOEプログラムの運営面においては、企画室の教育プログラム担当部会に属し、若手研究者および学生が主催する諸活動の計画・立案を行ってきている。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

名称：日本航空宇宙学会北部支部2009年講演会・
第10回再使用型宇宙推進系シンポジウム

主催団体：日本航空宇宙学会北部支部

開催期間：2009年3月11-12日

役割：実行委員

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 熱・物質移動現象の解明と能動制御
光干渉技術を用いて極小の非定常拡散場を精密観測し、タンパク質等の巨大分子の拡散係数を高精度測定する技術を開発している。共役勾配法を用いた新たな物質拡散係数の導出法を提案し、物質拡散係数の濃度依存性を高精度に評価した。また、温度・溶液pH濃度等の周囲環境の影響についても実験的検証を行っている。
2. 気液界面近傍でのCO₂吸収過程促進に関する研究
地球温暖化対策として吸収塔でのCO₂の分離回収技術が注目されているが、回収プロセスにおいては熱と物質の気-液界面を介しての移動が共存する複雑な現象となるため、その現象解明が必要となる。本研究では、吸収塔内の気-液界面および液相内部における物質輸送現象を観察するため、吸収材として広く使われているアルコールアミン系溶液中へCO₂が吸収・拡散する系に対し、光学干渉計を用いて界面近傍の流動様相を可視化し、拡散係数を導出することで吸収過程の定量化を行っている。

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 A7TM1024 高島茂
「温熱治療における高精度伝熱制御に関する研究」
2. 機械システムデザイン工学専攻 A7TM1026 知崎正純
「海洋深層水と海洋メタンハイドレートの有効利用に関する研究」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. S. Maruyama, H. Nakai, A. Sakurai and A. Komiya
Evaluation Method for Radiative Heat Transfer in Polydisperse Water Droplets
Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, Vol.109, (2008), pp. 1-15.
2. R. Ibuki, S. Maruyama, A. Komiya, and T. Yambe
Design of Plate-type Actuator using SMA Wire for Assistant Artificial Heart Muscle
Journal of Intelligent Material Systems and Structures, Vol.19, (2008), pp. 359-365.
3. S. Maruyama, J. Okajima, A. Komiya, and H. Takeda

Estimation of Temperature Distribution in Biological Tissue by Using Solutions of Bioheat Transfer Equation

Heat Transfer-Asian Research, Vol.37, (2008), pp. 374-386.

4. S. Maruyama, K. Nakagawa, H. Takeda, S. Aiba and A. Komiya
The Flexible Cryoprobe Using Peltier Effect for Heat Transfer Control
Journal of Biomechanical Science and Engineering, Vol.3-2, (2008), pp.138-150.
5. A. Sakurai, S. Maruyama, A. Komiya and K. Miyazaki
Three-Dimensional Phonon Transport Simulation for Nano/Micro-Structured Materials
International Journal of Nanoscience, Vol. 7-2 & 3, (2008) pp. 103-112.
6. S. Maruyama, A. Komiya, H. Takeda and S. Aiba
Development of Precise-temperature- controlled Cooling Apparatus for Medical Application by Using Peltier Effect
Proceedings of 2008 International Conference on BioMedical Engineering and Informatics, (2008), pp.610-614.
7. A. Komiya, K. Maruta, Y. Nakano and T. Hashida
Visualization of Transient Concentration Field in Process of Carbon Dioxide Absorption at Gas-liquid Surface
Proceedings of International Symposium on Flow Visualization, (2008), CD-ROM 127.
8. H. Takeda, S. Maruyama, J. Okajima, S. Aiba and A. Komiya
Precise Control of Cooling and Heating Rate Utilizing Peltier Cryoprobe for Cryosurgery
Proceedings of the 19th International Symposium on Transport Phenomena, (2008), CD-ROM 141.
9. A. Komiya, N. Williamson, N. Srinarayana, M. Behnia, S. W. Armfield and S. Maruyama
Visualization of Upwelled Saline Flow and Its Transition Behaviour from Steady to Oscillatory Regimes
Proceedings of the 19th International Symposium on Transport Phenomena, (2008), CD-ROM 147.
10. S. Takashima, N. Ogasawara, S. Maruyama, A. Komiya, T. Seki and T. Yambe
Development of Precise Heat Transfer Control Devices for Thermal Therapy
Proceedings of the Second International Forum on Heat Transfer, (2008), CD-ROM 171.
11. M. Chisaki, S. Maruyama, M. Perrette, A. Komiya and T. Yabuki
A Comparison for Diffusion Process of Artificial Upwelling of Nutrient-rich Seawater Simulation by k- ϵ Model and Large Eddy Simulation
Proceedings of the Second International Forum on Heat Transfer, (2008), CD-ROM 211.
12. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
The Effect of Particle Size Distribution on Performance of a Pigmented Coating Considering both Thermal and Aesthetic Effects
Proceedings of the Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, (2008), p.186, CD-ROM J-313.

【書籍】

1. Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer
2. Journal of Intelligent Material Systems and Structures
3. Heat Transfer-Asian Research
4. Journal of Biomechanical Science and Engineering
5. International Journal of Nanoscience

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. J. Okajima, A. Komiya, H. Takeda and S. Maruyama
Possibility of Micro-cryosurgery Utilizing Cooling Needle
Proceedings of the XVIth International Conference on Mechanics in Medicine and Biology, pp.237-238.
2. A. Komiya, J. Okajima, S. Maruyama and S. Moriya
Estimation of Concentration Dependency of Mass Diffusion Coefficient by Conjugate Gradient Method
Book of Abstracts of 18th European Conference on Thermophysical Properties, (2008), pp.154-155.
3. N. Ogasawara, S. Maruyama, A. Komiya, H. Takeda, T. Seki and T. Yambe
Simple yet Precise Calibration Method of Thermometers for Measuring the Temperature of Biological Tissue
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-5.
4. J. Okajima, A. Komiya and S. Maruyama
Determination Method of Concentration Dependency of Mass Diffusion Coefficient by Phase Shifting Interferometer and Inverse Method
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-9.

5. H. Takeda, S. Aiba, J. Okajima, A. Komiya and S. Maruyama
Evaluation of the Peltier Cryoprobe Availability through Animal Experiments
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-14.
6. N. Srinarayana, A. Komiya, S.W. Armfield, M. Behnia and S. Maruyama
Laminar Plane Free-fountains in a Homogeneous Fluid
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-36.
7. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
Comparison between Optimized Iron Oxide and Titanium Dioxide Pigmented Coatings both Thermally and Aesthetically
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-47.
8. 岡島淳之介・小宮敦樹・円山重直
逆問題解析による濃度依存性を考慮した物質拡散係数導出法の検討
日本機械学会東北支部第43期総会・講演会講演論文集, (2008), 21-22 頁.
9. 高島茂・円山重直・小宮敦樹・小笠原直也・関隆志・山家智之
腹部温熱制御機器を用いた温熱療法の伝熱制御
日本機械学会東北支部第43期総会・講演会講演論文集, (2008), 31-32 頁.
10. 小笠原直也・円山重直・高島茂・小宮敦樹・関隆志・山家智之
温熱療法に向けたふく射加熱装置の伝熱制御による性能評価
第8回日本伝熱学会東北支部学生発表会講演論文集, (2008), 11-12 頁.
11. 岡島淳之介・武田洋樹・小宮敦樹・円山重直
微小凍結手術用冷却針による生体組織凍結現象の解析
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 259-260 頁.
12. 佐藤鉄哉・知崎正純・小宮敦樹・円山重直
永久塩泉による管内湧昇量の予測法の提案
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 743-744 頁.
13. 武田洋樹・円山重直・岡島淳之介・小宮敦樹・相場節也
ペルチェクライオプローブを用いた伝熱制御および凍結領域の制御に関する研究
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 819-820 頁.
14. 小笠原直也・円山重直・高島茂・小宮敦樹・関隆志・山家智之
ふく射加熱装置を用いた熱流束制御による温熱療法への応用
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 821-822 頁.
15. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
Optimization of Pigmented Coating Considering Thermal and Aesthetic Effects: Comparison between Some Common White Pigments
Proceedings of Mechanical Engineering Congress, 2008 Japan(MECJ-08), Vol.3, (2008), pp.25-26.
16. 岡島淳之介・小宮敦樹・円山重直
位相シフト干渉計を用いた濃度計測と逆問題解析による物質拡散係数の導出
第29回日本熱物性シンポジウム講演論文集, (2008), 278-280 頁.
17. S. Maruyama, H. Takeda and A. Komiya
Heat-transfer Control of Biological Tissue Utilizing Non-equilibrium Thermo-electric Device for Precise Cryosurgery
Proceedings of the 35th Annual Meeting of the Japan Society for Low Temperature Medicine, (2008), p. 53.
18. 円山重直・小宮敦樹
微小重力環境下での非定常拡散場高精度計測
日本航空宇宙学会西部支部講演会 (2008) 講演集, (2008), 165-166 頁.

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

○平成20年 (1月～12月)

1. S. Maruyama, J. Okajima, A. Komiya, and H. Takeda
Estimation of Temperature Distribution in Biological Tissue by Using Solutions of Bioheat Transfer Equation
Heat Transfer-Asian Research, Vol.37, (2008), pp. 374-386.
2. S. Maruyama, K. Nakagawa, H. Takeda, S. Aiba and A. Komiya
The Flexible Cryoprobe Using Peltier Effect for Heat Transfer Control
Journal of Biomechanical Science and Engineering, Vol.3-2, (2008), pp.138-150.

3. S. Maruyama, A. Komiya, H. Takeda and S. Aiba
Development of Precise-temperature- controlled Cooling Apparatus for Medical Application by Using Peltier Effect
Proceedings of 2008 International Conference on BioMedical Engineering and Informatics, (2008), pp.610-614.
4. H. Takeda, S. Maruyama, J. Okajima, S. Aiba and A. Komiya
Precise Control of Cooling and Heating Rate Utilizing Peltier Cryoprobe for Cryosurgery
Proceedings of the 19th International Symposium on Transport Phenomena, (2008), CD-ROM 141.
5. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
The Effect of Particle Size Distribution on Performance of a Pigmented Coating Considering both Thermal and Aesthetic Effects
Proceedings of the Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, (2008), p.186, CD-ROM J-313.
6. J. Okajima, A. Komiya, H. Takeda and S. Maruyama
Possibility of Micro-cryosurgery Utilizing Cooling Needle
Proceedings of the XVIth International Conference on Mechanics in Medicine and Biology, (2008), pp.237-238.
7. A. Komiya, J. Okajima, S. Maruyama and S. Moriya
Estimation of Concentration Dependency of Mass Diffusion Coefficient by Conjugate Gradient Method
Book of Abstracts of 18th European Conference on Thermophysical Properties, (2008), pp.154-155.
8. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
The Effect of Particle Size Distribution on Performance of a Pigmented Coating Considering both Thermal and Aesthetic Effects
Proceedings of the Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, (2008), p.186, CD-ROM J-313.
9. N. Ogasawara, S. Maruyama, A. Komiya, H. Takeda, T. Seki and T. Yambe
Simple yet Precise Calibration Method of Thermometers for Measuring the Temperature of Biological Tissue
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-5.
10. J. Okajima, A. Komiya and S. Maruyama
Determination Method of Concentration Dependency of Mass Diffusion Coefficient by Phase Shifting Interferometer and Inverse Method
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-9.
11. H. Takeda, S. Aiba, J. Okajima, A. Komiya and S. Maruyama
Evaluation of the Peltier Cryoprobe Availability through Animal Experiments
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-14.
12. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
Comparison between Optimized Iron Oxide and Titanium Dioxide Pigmented Coatings both Thermally and Aesthetically
Proceedings of Fifth International Conference on Flow Dynamics, (2008), OS8-47.
13. 岡島淳之介・小宮敦樹・円山重直
逆問題解析による濃度依存性を考慮した物質拡散係数導出法の検討
日本機械学会東北支部第43期総会・講演会講演論文集, (2008), 21-22頁.
14. 岡島淳之介・武田洋樹・小宮敦樹・円山重直
微小凍結手術用冷却針による生体組織凍結現象の解析
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 259-260頁.
15. 武田洋樹・円山重直・岡島淳之介・小宮敦樹・相場節也
ペルチェクライオプローブを用いた伝熱制御および凍結領域の制御に関する研究
第45回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2008), 819-820頁.
16. M. Baneshi, S. Maruyama and A. Komiya
Optimization of Pigmented Coating Considering Thermal and Aesthetic Effects: Comparison between Some Common White Pigments
Proceedings of Mechanical Engineering Congress, 2008 Japan(MECJ-08), Vol.3, (2008), pp.25-26.
17. 岡島淳之介・小宮敦樹・円山重直
位相シフト干渉計を用いた濃度計測と逆問題解析による物質拡散係数の導出
第29回日本熱物性シンポジウム講演論文集, (2008), 278-280頁.
18. S. Maruyama, H. Takeda and A. Komiya

Heat-transfer Control of Biological Tissue Utilizing Non-equilibrium Thermo-electric Device for Precise Cryosurgery

Proceedings of the 35th Annual Meeting of the Japan Society for Low Temperature Medicine, (2008), p. 53.

【学生の受賞・特許等】

○平成20年（1月～12月）

獲得者名：：小笠原直也

受賞名：総長賞

受賞年：2008.3.25

獲得者名：：小笠原直也

受賞名：総長賞

受賞年：2008.3.25

獲得者名：：小笠原直也

受賞名：第8回日本伝熱学会東北支部学生発表会優秀プレゼンテーション賞

受賞年：2008.5.9

獲得者名：：岡島淳之介

受賞名：日本熱物性学会学生ベストプレゼンテーション賞

受賞年：2008.10.10

獲得者名：：バネシ・メディ

受賞名：5th International Conference on Flow Dynamics Organizer's Award

受賞年：2008.11.19

【学生の研究費の獲得】

○平成20年（1月～12月）

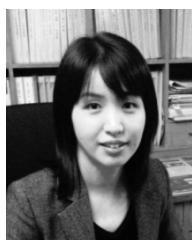
獲得者名：：岡島淳之介

名称：日本学術振興会特別研究員奨励費

期間：2008年度～2010年度

金額：60万（2008年度）

氏名 伊賀 由佳



所属 流体科学研究所・助教（博士（工学））

専門 流体力学

研究課題 液体ロケットターボポンプに発生するキャビテーションの振動問題

E-mail: iga@ifs.tohoku.ac.jp

TEL: 022(217)5229

平成20年度における本グローバルCOEプログラムに対する取り組み

極限流動融合分野の研究協力者として、超高圧・超高速流体機械である液体ロケットエンジン・ターボポンプ内の極限環境下で発生するキャビテーションの振動現象について、振動特性と発生メカニズムの解明の研究を行った。また、原子力発電プラントの冷却水系などで発生が問題となっている配管減肉現象について、その予測手法開発のための研究を行った。一方、本拠点の教育プログラム担当部会の構成員として、各種人材育成教育プログラムの初期整備および運用に尽力した。

平成20年度の活動（シンポジウム・国際会議の主催を含む）

1. 日本宇宙航空研究開発機構（JAXA）角田宇宙センター客員研究員
2. ターボ機械協会コンソーシアムプロジェクト「CFDによるターボ機械のキャビテーション予測手法の高度化」（2008年11月～）ワーキングメンバー
3. キャビテーションに関するシンポジウム（第14回）（2009年3月仙台、参加者104名）の実行委員（幹事）
4. 東京大学JAXA社会連携講座「ロケットエンジンモデリングラボラトリー」キャビテーションチームアドバイザー

平成20年度の研究業績

【研究内容】

1. 液体ロケットターボポンプに発生する種々のキャビテーション問題に関する研究
液体ロケットエンジン・ターボポンプの入口部に設置されている軸流ポンプであるインデューサにおいて発生するキャビテーションにより引き起こされるポンプの振動現象（キャビテーション不安定現象）と、液体ロケットの推進剤である液体水素や液体酸素の極低温環境下で生じるキャビテーションの熱力学的効果に関して、流体研のスーパーコンピュータを用いた数値解析と、JAXA角田宇宙センター極低温インデューサ試験設備を用いた実験による、CFD-EFD融合研究を行った。本年度の数値解析では、三枚周期平板翼列の数値解析により、キャビテーションサージの振動特性に与える入口管路長の影響、線形理論動的特性量の評価方法、各種旋回キャビテーションの発生メカニズムの解明について、それぞれ解析を行った。また、液体窒素を用いたインデューサの実験では、熱力学的効果が各種の旋回キャビテーションに与える影響について明らかにした。
2. 液滴衝撃エロージョンおよびキャビテーション損傷に対する安全技術の確立
高圧・高速気液二相系流体システムに不具合を引き起こす要因は、その流体现象により大きく二つに分けられる。一つは、原子力発電プラントの冷却水系などの高圧蒸気を作動流体とするシステムにおける材料表面への液滴高速衝突である。液滴衝突の際には液滴と材料とのコンタクトエッジに高圧が生じ、それが材料内部に応力波伝播を発生させる。もう一つは、ターボポンプなどの高速液流中で発生するキャビティ気泡の崩壊である。キャビティ気泡が繰返し崩壊することにより、発生する衝撃波やマイクロジェットが流体機械表面に損傷をもたらす。本年度の液滴高速衝突の研究では、まず、原子力発電プラントの冷却水系を模擬し、オリフィスおよびエルボを通過する水蒸気流れ中の液滴挙動の追跡の数値解析を行い、エルボ部に衝突し得る流れ場の条件について明らかにした。配管材料への液滴の高速衝突を気液二相流体・構造の弱連成数値解析手法を用いて解析し、材料の表面に水膜があった場合と、材料内部にき裂があった場合の応力波伝播について解明した。一方、キャビテーション損傷の研究では、気液二相均質媒体モデルを用いたキャビテーション流れ場の巨視的解析と、キャビティ気泡の軌跡および内圧変動の微視的解析を組み合わせることにより、キャビテーション損傷部位の予測を行い、さらに損傷量を予測するための評価方法について検討した。また、蒸気法の崩壊挙

動に及ぼす周囲液温の影響についても解析を行った。

【学位論文指導（副査）】

修士論文

1. 機械システムデザイン工学専攻 青木 雄佑
「液滴衝撃エロージョンにおける流体/材料因子に関する連成数値解析」
2. 機械システムデザイン工学専攻 風見 佑介
「作動流体温度および回転数が極低温インデューサに発生するキャビテーションの熱力学的効果に与える影響」

【査読論文（査読付き国際会議論文集を含む）】

1. 伊賀由佳, 平沼誠, 吉田義樹, 井小萩利明
翼列に発生するキャビテーション不安定現象とその制御に関する数値解析
日本機械学会論文集 (B編), Vol.74, No.741, pp.1058-1067, (2008.5).
2. Yuka IGA, Makoto HIRANUMA, Yoshiki YOSHIDA, Toshiaki IKOHAGI
Numerical Analysis of Cavitation Instabilities and the Suppression in Cascade
Journal of Environment and Engineering, Vol.3, No.2, pp.240-249, (2008.6).
3. Yoshiki YOSHIDA, Yusuke KAZAMI, Katsuji NAGANUMA, Mitsuru SHIMAGAKI, Yuka IGA, Toshiaki IKOHAGI
Interaction between Uneven Cavity Length and Shaft Vibration at the Inception of Synchronous Rotating Cavitation
International Journal of Rotating Machinery, (2008.7), Volume2008 Article ID 218978.
4. 吉田義樹, 笹尾好史, 渡邊光男, 橋本知之, 伊賀由佳, 井小萩利明
インデューサに発生する旋回キャビテーションの熱力学的効果
日本機械学会論文集 (B編), Vol.74, No.746, pp.2091-2098, (2008.10).
5. Yoshida, Y., Kazami, Y., Nagaura, K., Shimagaki, M., Iga, Y., Iokhagi, T
Interaction between Uneven Cavity Length and Shaft Vibration at The Inception of Synchronous Rotating Cavitation
Proc. International Symposium on Transport Phenomena and Dynamics of Rotating Machinery, (2008.2), ISROMAC12-2008-20140.
6. Nohmi M., Iga, Y., Iokhagi, T.
Numerical Prediction method of Cavitation Erosion
Proc. 2008 ASME Fluids Engineering Conference, (2008.8). FEDSM2008-55126.
7. 吉田義樹, 渡邊光男, 長谷川敏, 橋本知之, 島垣満, 木村俊哉, 永浦克司, 菊田研吾, 笹尾好史, 風見佑介, 伊賀由佳, 井小萩利明, 加藤洋治, 渡邊聡
J A X A 極低温インデューサ試験結果の概説,
ターボ機械, Vol.36, No.6, pp.1-11, (2008.6).
8. 吉田義樹, 永浦克司, 風見佑介, 島垣満, 伊賀由佳, 井小萩利明
同期旋回キャビテーション初生時のキャビティ不均一長さと軸振動の相互関係
ターボ機械, Vol.36, No.8, pp.1-11, (2008.8).

【書籍】

1. 日本機械学会論文集
2. Journal of Environment and Engineering
3. International Journal of Rotating Machinery

【本人の国際会議・学会・学術雑誌への発表（査読なし）】

1. 風見佑介, 伊賀由佳, 橋本知之, 島垣満, 吉田義樹, 井小萩利明
同期旋回キャビテーションのサージ的振動
日本機械学会東北支部第43期総会講演会講演論文集, Vol.2008, No.1, pp.201-202, (2008.3), No.200.
2. 能見基彦, 井小萩利明, 伊賀由佳
数値解析によるキャビテーション壊食予測技術の開発
第59回ターボ機械協会総会講演会講演論文集, pp.1-6, (2008.5).

3. 吉田義樹, 永浦克司, 風見佑介, 笹尾好史, 伊賀由佳, 井小萩利明
熱力学的効果の差異による同期旋回キャビテーションの様相の違い
第59回ターボ機械協会総会講演会講演論文集, pp.55-60, (2008.5).
4. 新井山一樹, 長谷川 敏, 吉田義樹, 伊賀由佳, 大平勝秀, 井小萩利明
JAXA極低温キャビテーションタンネルの紹介
日本機械学会2008年度年次大会講演論文集, Vol.08-1, No.2, pp.81-82, (2008.8).
5. 落合直哉, 伊賀由佳, 能見基彦, 井小萩利明
キャビテーション流れ中の気泡挙動解析と壊食性予測
混相流学会年次大会講演論文集, pp.260-261, (2008.8).
6. 伊賀由佳, 橋爪圭, 吉田義樹, 井小萩利明
翼列キャビテーション流れにおける三種のサージ的振動
日本機械学会2008年度年次大会講演論文集, Vol.08-1, No.2, pp.73-74, (2008.8).
7. Hashizume, K., Iga, Y., Yoshida, Y., Ikohagi, T
Influence of Inlet Pipe Length on Cavitation Instabilities in Cascade
Proc. The Seventh JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference (TFEC7), (2008.10).
8. Aoki, Y., Iga, Y., Ikohagi, T.
A Fluid/Material Coupled Analysis of Liquid Droplet Impact
Proc. 8th International Symposium on Advanced Fluid Information and 5th International Symposium on Transdisciplinary Fluid Integration (AFI/TFI 2008), pp.82-83, (2008.12).
9. 吉田義樹, 永浦克司, 風見佑介, 島垣満, 伊賀由佳, 井小萩利明
同期旋回キャビテーション初生時のキャビティ不均一長さと軸振動の相互関係
宇宙航空研究開発機構研究開発資料, Vol.JAXA-RM-08, No.002, pp.1-11, (2008.8).
10. 吉田義樹, 笹尾好史, 渡邊光男, 橋本知之, 伊賀由佳, 井小萩利明
インデューサに発生する旋回キャビテーションの熱力学的効果
宇宙航空研究開発機構研究開発資料, Vol.JAXA-RM-08, No.004, pp.1-10, (2008.11).

【学生の国際会議・学会・学術雑誌への発表】

1. 落合直哉, 伊賀由佳, 能見基彦, 井小萩利明
「キャビテーション流れ中の気泡挙動解析と壊食性予測」
混相流学会年次大会2008講演論文集, 会津(2008), 260-261頁

10. 国際出る杭伸ばす特別研究生の取り組みと実績



氏名 武田 洋樹

所属 工学研究科機械システムデザイン工学専攻 博士後期過程2年
指導教員 流体科学研究所 圓山重直教授
副指導教員 流体科学研究所 小宮敦樹講師
研究タイトル
局所伝熱制御機器を用いた高精度低温医療の開発に関する研究

研究背景

現在ますます進歩する医療技術において、医学と工学を融合した医療工学への需要が高まっている。本研究のアプローチは、工学における基本概念である伝熱制御技術を医療の分野へ応用することにある。本研究ではこれまで医師の経験や勘に頼っていた冷却治療法に工学における計測および計算法を導入し、より定量的かつ高精度な治療を実現することを目的とする。

本年度の研究では最も伝熱制御技術を必要とする治療法の一つとして、凍結手術に着目した。凍結手術とは、クライオプローブと呼ばれる凍結用プローブを患部に接触および挿入し、患部のみの局所的な冷却を行い患部を凍結させ、細胞を壊死させることでがん細胞などを除去する手術法である。凍結手術はレーザー治療や切除手術等の他の手術法と比較して非常に侵襲性が低く、治療が容易であり、同一箇所に繰り返し施術を行うことが可能であるなどさまざまな利点があるが、治療の確実性が低いことが問題とされている。これは冷却速度や到達温度と細胞の壊死との関係性の定量的な評価が未だ不十分であることに起因している。凍結手術においてこれらの評価が遅れている原因として、冷却速度や到達温度、加熱温度など細胞の壊死に関わる冷却および解凍条件を高精度に制御する凍結プローブがこれまで存在しなかったことと、表面を冷却したときの内部温度等を高精度に予測することが困難であったということが挙げられる。

そこで本研究では細胞の壊死と冷却条件との関係を定量的に評価し、確実性、再現性の高い凍結手術を実現するため、これまでに液体窒素による冷却効果とペルチェ効果を併用した凍結手術用クライオプローブの開発を行ってきた。本プローブを用いることでプローブ表面温度や冷却速度の高精度制御と高速冷却を同時に実現する凍結手術が可能となる。過去の研究では本プローブの冷却性能の評価を行い、さらに光学干渉計によって凍結領域の時間変化を調べ、数値計算結果と比較することで本プローブと数値計算を用いることで100・m程度の誤差で高精度に凍結領域を予測することが可能であることを確認した。高精度で確実性の高い凍結手術を実現するための次のステップとして、これまで解明されていなかった冷却条件と細胞の壊死との関係の定量的評価が重要である。

平成20年度 研究成果

1.1. 平成20年度後期の研究

1.1.1 モルモット皮膚温度の制御

これまでの研究において、寒天を用いることで表面温度を高精度に制御することが可能であることが確かめられている。寒天を用いた実験においてはオーバーシュート 2°C 以下、 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以下の非常に小さな誤差で表面温度を制御することが可能であったが、皮膚においては生体の血流や代謝項、または熱物性値の個体差により寒天の場合よりも表面温度制御が困難であることが予想される。本研究ではモルモットの動物実験において本プローブを用いて皮膚表面温度がどの程度制御可能であることを検討した。

1.1.2 モルモット皮膚の断面観察

一般に、凍結手術においては冷却速度、到達温度、冷却時間、加熱速度の4つのパラメータが細胞の壊死と密接に関係するといわれている。しかし細胞の壊死する条件は体の部位によって異なることと、これまで冷却速度を高精度に制御する冷却プローブがあまり使用されていなかったことから皮膚の細胞壊死とこれらのパラメータの関係を定量的に評価することは困難であった。本研究では冷却条件の高精度制御の可能な本プローブを用いてさまざまな冷却条件で冷却した後の皮膚断面をヘマトキシリン・エオジン染色（HE染色）によって観察することで、これらの関係性について評価を行った。

1.1.3 ブタ皮膚冷却実験および数値計算による検討

これまでの研究で開発した凍結の数値計算法が皮膚に適用できるかどうかを確かめるため、ブタ皮膚

に熱電対を埋め込み、ペルチェクライオプローブで冷却したときの内部温度を測定して数値計算結果との比較を行った。また、モルモットの皮膚断面観察の結果と比較し、どのような温度条件でモルモットの皮膚細胞が壊死するのかを検討した。

1.2 結果および考察

1.2.1 モルモット皮膚温度の制御

Figure 1に冷却時間のみを変化させたときの皮膚表面温度変化の様子を、Fig.2に冷却速度のみを変化させたときの表面温度変化の様子をそれぞれ示す。ここで冷却時間とは表面温度が目標の温度に到達した後一定の温度に保つ時間で定義される。PID値は寒天実験において最適となったものをそのまま用いている。本実験はモルモットの異なる個体でも行っているが、実験結果からわかるようにどの結果もよく制御されており、熱物性値の個体差や血流、代謝などの生体の発熱項が表面温度の制御に与える影響は小さいことが確かめられた。ここでどの結果もオーバーシュートは2~3℃程度、定常状態での誤差は $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以内であった。また、冷却速度を $360^{\circ}\text{C}/\text{min}$ に設定した場合には 0°C 以下の低温域において一定の冷却速度を保つことができなかった。このことから、本プローブが実現できる冷却速度は $360^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 程度であることがわかった。

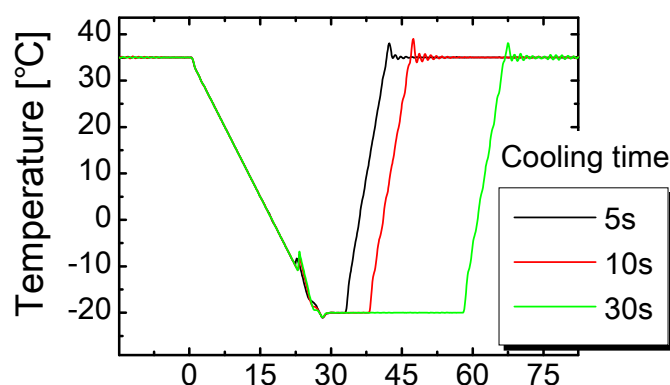


Fig. 1 さまざまな冷却時間におけるモルモット皮膚表面温度変化

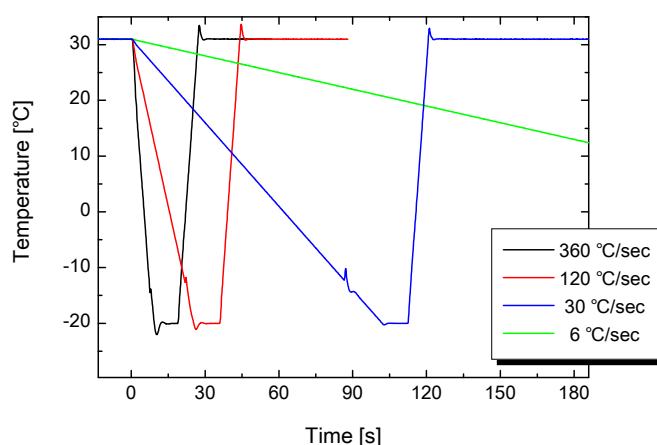


Fig.2 さまざまな冷却速度におけるモルモット皮膚温度変化

1.2.2 モルモット皮膚の断面観察

参考としてFig.3に通常の皮膚断面の様子を、Fig.4に通常の皮膚断面の模式図を示す。皮膚は表面から角質、表皮、真皮、皮下組織の4層構造を有する。

次に、ペルチェクライオプローブの有用性を調べるため、皮膚の凍結手術では最も一般的な脱脂綿により冷却を行ったものとの比較を行った。Figure 5に本プローブを用いて -20°C まで冷却を行ったときの結果を、Figure 6に脱脂綿を用いたときの結果を示す。いずれの結果も印をつけた領域において表皮が真皮からはがれているのがわかる。これは皮膚表面が壊死

したことを示している。Figure 5とFig.6を比較すると、脱脂綿で冷却を行ったものは壊死した領域の境界が一樣ではなく、壊死深さにムラがあることがわかるが、ペルチェクライオプローブで冷却を行ったものは一樣に壊死していることがわかる。また、脱脂綿を用いた場合は真皮までが凍結壊死しているのに対し、ペルチェクライオプローブでは表皮のみが壊死されており、真皮は壊死していないことがわかる。皮膚の凍結手術において真皮がこのようなダメージを受けた場合、手術痕が残る可能性が高いので、表皮のみの壊死制御が可能な本プローブは低侵襲性が高く、優れているといえる。

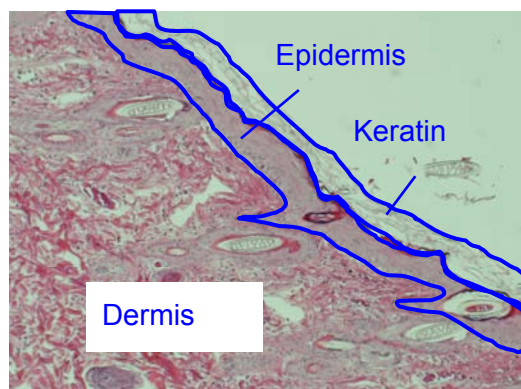


Fig.3 HE染色時の通常の皮膚断面

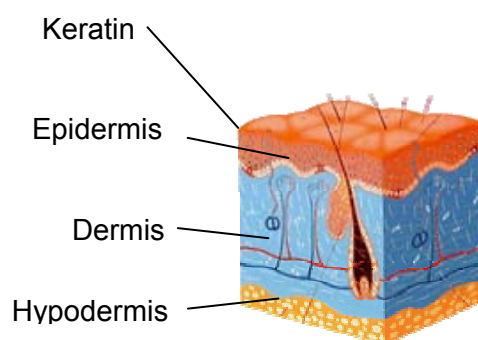


Fig.4 皮膚断面概略

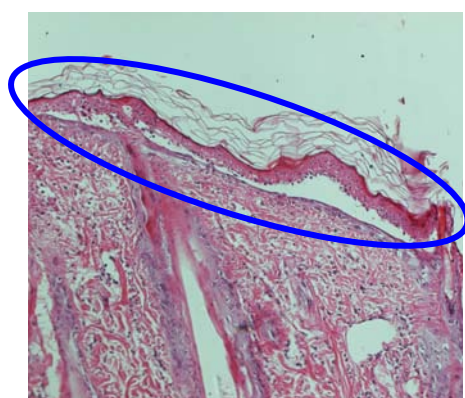


Fig.5 ペルチェクライオプローブで冷却を行ったときの皮膚断面

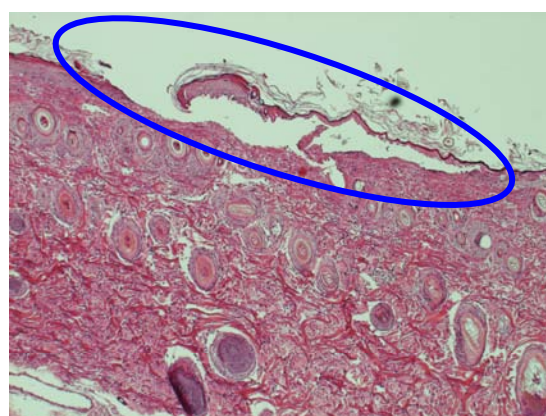


Fig.6 脱脂綿凍結手術を行った後の皮膚断面

1.2.3 ブタ皮膚冷却実験および数値計算による検討

ブタ皮膚に熱電対を埋め込み、本プローブで冷却を行ったときのそれぞれの深さにおける温度変化をFig.7に示す。また、ここで得られた結果を深さ方向を横軸にとって整理しなおしたものをFig.8に示す。Fig.8において、実線はこれまでの研究で作成した数値計算コードに一般的な組織の熱物性値を代入して計算を行った結果をしめしている。この数値計算において、Fig.7に示される表面温度を境界条件とした。本計算ではブタの皮膚の熱物性値が不明であるため一般的に用いられる組織の熱物性値を用いたことや、皮膚は変形しやすいため熱電対の深さに誤差があることが原因である程度計算と数値計算と実験結果には差異があるが、 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 程度の差異でよく一致しているといえる。

本計算が実験をよく再現することが確認されたので、数値計算によって内部温度を求め、モルモット動物実験結果との比較を行った。モルモット実験において、冷却時間が長く、冷却速度が遅いものほど壊死領域は深いということが確かめられた。ここで、冷却時間が長い

もの、冷却速度が遅いものはそれぞれFig.1、Fig.2からもわかるように結果的に皮膚が低温にさらされる時間が長く、より内部まで皮膚が冷却されることを考えると、細胞の壊死に支配的なパラメータは到達温度であると仮定することができる。

そこで、本研究で真皮に壊死が見られた -40°C まで冷却を行った場合の壊死領域境界の温度を数値計算によって求めたところ境界の温度はおよそ -35°C 程度であった。これはモルモット実験において -30°C までは真皮には壊死があまり見られなかった事実と一致しており、真皮は $-30^{\circ}\text{C}\sim-40^{\circ}\text{C}$ の範囲に致死温度が存在すると考えられる。

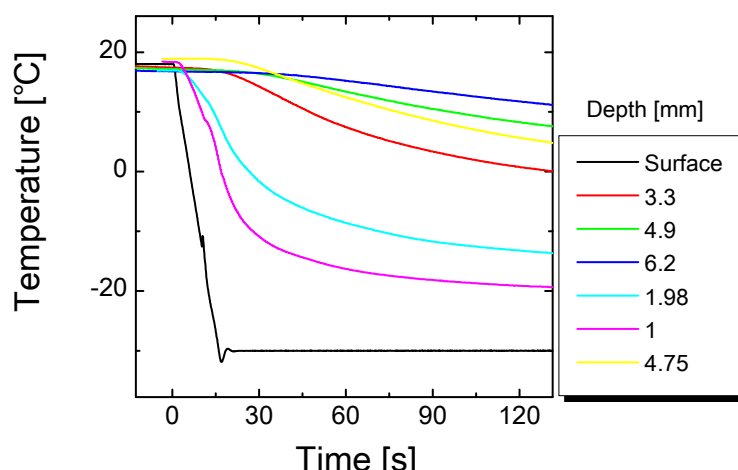


Fig.7 ブタ皮膚内部温度変化

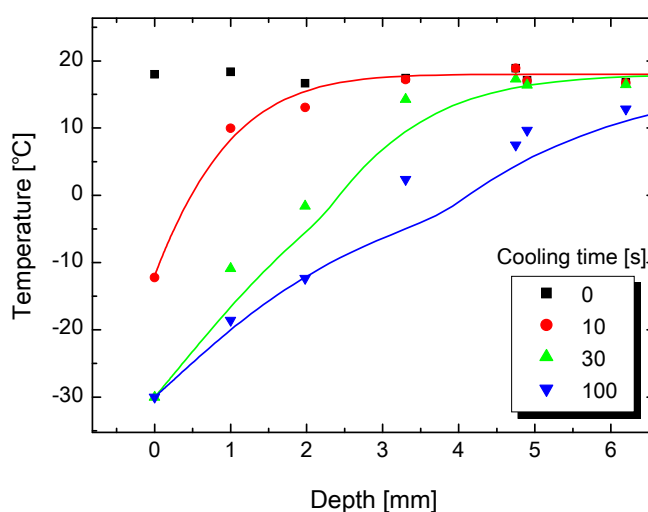


Fig.8 深さ方向ブタ皮膚内部温度分布

平成20年度 総括

本年度はこれまでに開発したペルチェクライオプローブを用いた動物実験を通して、さまざまな冷却条件での細胞の壊死領域の評価を行った。動物実験の結果、一般的な脱脂綿による凍結手術と比較して本プローブによる凍結法では表皮のみを壊死させるなどの微小領域のみの細胞を破壊することが可能であり、凍結深さが一様であることが確かめられた。また、細胞の壊死する深さは冷却時の到達温度や冷却時間によって異なることがわかった。内部温度を予測するために数値計算とブタ皮膚の内部温度測定結果を比較すると両者はよく一致することがわかった。さらに本計算結果を用いて皮膚の壊死深さを比較したところ、表皮と真皮では細胞の壊死する温度は異なり、表皮は -19°C 、真皮は -30°C 程度であることが示唆

された。冷却時間を長時間にし、冷却速度を遅くするほど皮膚の壊死する深さは深くなることを確かめたが、これはより深くまで皮膚が冷却されているからであり、皮膚細胞の壊死においては到達温度が支配的であるということが数値計算により示唆された。

本年度は以上の研究の他に、本プロジェクトを通じてさまざまな経験をすることができた。11月に開催されたGCOE主催の5th International Conference on Transport Phenomenaでは学生セッションのオーガナイザーとして我々学生が主体となってセッションを運営するという貴重な機会をあたえられ、さらにGCOEのRA学生同士での研究発表会では、他研究室の博士学生の研究を知り、彼らと交流するきっかけとなった。このように出る杭特別研究生として採用された本年度は自由な研究を行うことができただけでなく、深みのある生活を送ることができた。

次年度研究計画

本年度の研究では動物実験を通して細胞壊死と冷却条件との関係性について検討を行った。本年度の研究結果から冷却時間や到達温度によって異なる壊死深さを得ることを確かめたが、高精度凍結手術を実現するためにはこの関係性についてより詳細に定量化する必要がある。来年度は実験結果の信頼性を確かめるためにも同一条件の動物実験のデータ収集をおこなう。

また、高精度凍結手術を実現するにあたって、数値計算による皮膚内部温度予測を行うことも重要である。数値計算において高精度に温度予測を行う場合に問題となるのは、ヒトの皮膚を扱う本研究では患者によって熱物性値が異なっているということである。本研究ではサブミリメートルオーダーで壊死深さを制御することを目的としているため、このような皮膚熱物性値の個人差を無視できない。そこで今後は施術直前に本プローブを用いて皮膚を冷却した際の表面温度応答から患者個人の物性値を逆問題により求め、その物性値を用いた計算結果を使用した凍結手術を行いたいと考えている。ただし熱物性値すべてのパラメータを逆問題によって求めるのは膨大な計算量を要するため、まずはさまざまな熱物性値のうち、どのパラメータが最も支配的になるのかを数値計算により検討する。

また本プローブは臨床実験が認可され、実際にヒトのイボの凍結手術を行う実験をすることができるようになった。これまでのモルモットを用いた動物実験で得られた結果を指標として確実な治療を行いつつ、ヒトの皮膚細胞と冷却条件との関係について定量的に評価する。また、臨床実験を行うにあたり、病変の大きさによって冷却部の大きさを変化させることのできるより実用的なプローブを現在製作中である。次年度は新しいプローブの冷却性脳評価も行う。

数値計算では、動物実験や臨床実験で得られた結果をもとに、壊死深さを求めることのできる計算を作成し、シミやガンなどのさまざまな病変やその大きさの違いによってどのように冷却条件を変化させるべきであるかについても検討を行う。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. H. Takeda, S. Maruyama, T. Yambe, N. Nakasato, A. Komiya, “Brain Mapping Method Utilizing Rapid Cooling Probe”, *International Journal of Transport Phenomena* (採録決定)
2. H. Takeda, S. Maruyama, J. Okajima, S. Aiba, A. Komiya, “Development and Estimation of a Novel Cryoprobe Utilizing the Peltier Effect for Precise and Safe Cryosurgery”, *Cryobiology* (査読中)

3. H. Takeda, S. Maruyama, J. Okajima, S. Aiba, A. Komiya, “Precise Control of Cooling and Heating Rate Utilizing Peltier Cryoprobe for Cryosurgery”, *International Journal of Transport Phenomena* (査読中)
4. S. Maruyama, H. Takeda, S. Aiba, Y. Sasaki, A. Komiya, “Heat Transfer Control of Biological Tissue Utilizing Non-equilibrium Thermo-electric Device for Precise Cryosurgery”, 低温医学 (査読中)

【学会発表】

【国内】

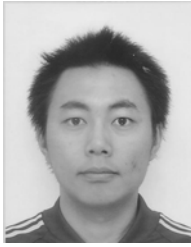
1. 第46回日本伝熱シンポジウム, “生体組織を用いたペルチェクライオプローブによる高精度凍結手術の研究”, 口頭発表, 2009, 6, 2. (発表予定)
2. 第45回日本伝熱シンポジウム, “ペルチェクライオプローブを用いた伝熱制御および凍結領域の制御に関する研究”, 口頭発表, 2008, 5, 21.
3. 第43回日本伝熱シンポジウム, “ペルチェ効果を用いた能動伝熱制御による凍結手術用装置”, 口頭発表, 2006, 5, 31.
4. 第39回生体医工学会東北支部大会, 弘前, 2005, 10, 22.
5. 第42回日本伝熱シンポジウム, “脳機能検診用冷却装置の開発”, 口頭発表, 2005, 6, 6.

【国外】

1. 5th International Conference on Flow Dynamics, “Evaluation of the Peltier Cryoprobe Availability through Animal Experiments”, ポスター発表 Miyagi, JAPAN, 2008, 11, 18.
2. 19th International Symposium on Transport Phenomena, “Precise Control of Cooling and Heating Rate Utilizing Peltier Cryoprobe for Cryosurgery”, 口頭発表, Reykjavik, ICELAND, 2008, 8, 17.
3. 4th International Conference on Flow Dynamics, “Prediction of Frozen Region by Numerical Simulation During Cryosurgery Utilizing Peltier Cryoprobe”, ポスター発表, Miyagi, JAPAN, 2007, 9, 26.
4. 2007 ASME-JSME Thermal Engineering Summer Heat Transfer Conference, “Precise Control of Frozen Region During Cryosurgery Utilizing Peltier Effect”, 口頭発表, Vancouver, CANADA, 7, 8.
5. 17th International Symposium on Transport Phenomena, Brain Mapping Method Utilizing Rapid Cooling Probe Applied to Brain Mapping”, 口頭発表, Toyama, JAPAN, 2006, 9, 4.
6. 3rd International Conference on Flow Dynamics, “Inactivation of Brain Function Utilizing Rapid Cooling Probe Applied to Brain Mapping”, ポスター発表, Miyagi, JAPAN, 11, 7.

【受賞等】

1. Best Presentation Award for Student (International Conference on Transport Phenomena), 21世紀COEプログラム2006, 11.
2. 三浦賞, 日本機械学会, 2007, 3.



氏名 陣内 佛霖

所属 工学研究科ナノメカニクス専攻 博士後期課程1年

指導教員 流体科学研究所 寒川誠二教授

研究タイトル

プラズマエッチングプロセス表面反応解析に関する研究

研究背景

半導体デバイスの微細化と高集積化は、高速で異方性な微細加工ができるプラズマエッチング技術によって実現されてきた。しかし、プラズマエッチングプロセスにおける物理化学的理解はほとんど進んでおらず、開発現場では圧力や電力などの装置パラメータを変化させて最適解を求める試行錯誤的なアプローチがとられてきた。このアプローチでは、材料や構造ごとに新たなプロセス開発が必要となり、多くのリソースを費やさなければならない。今後、新材料が導入されたり、新規構造デバイスの開発が進められるのにもとない、エンジニアの試行錯誤によらない、シミュレーションを用いて形状を予測する科学的な見通しの良いプロセス開発が必要なる。これまでも、形状シミュレータの開発は行われてきたが、エッチング中の表面反応がよく理解されておらず、シミュレータの計算精度を損なっていた。エッチング中の表面反応については、従来からイオンビームや分子ビームを用いたビーム実験を用いた解析が進められてきた。その結果、イオン衝撃によって分子と表面の反応が促進されるイオンアシスト効果が明らかにされた。しかし、実際のプラズマエッチングでは、イオンやラジカルだけでなく真空紫外光などの放射光も照射されている。真空紫外光照射が、半導体基板に損傷を与えるということは以前から知られており、エッチング表面反応そのものに影響を及ぼしている可能性があるが、放射光のエッチング表面反応への寄与についてはほとんど議論されてこなかった。これは、これまで基板表面にプラズマから真空紫外光がどの程度照射されており、基板にどの程度の損傷を与えるかという定量的評価が行われてこなかったためである。したがって、計算精度の高い実用的な形状シミュレータを実現するためには、イオン、ラジカルだけでなく、真空紫外光も考慮に入れる必要がある。

平成20年度 研究成果

本年度は、プラズマプロセス中にウェハ基板上にプラズマから照射される紫外光を評価する手法として、オンウェハモニタリングの開発を行った。従来から、紫外光の波長や照射量を調べる方法として、紫外光分光器がある。しかし、紫外光分光器は大型で高価であるため、量産プラズマエッチング装置に設置することは難しく、また、装置外に取り付けるために、ウェハ基板上に実際に照射される紫外光を測定することができなかった。これらの問題を解決し、より簡易的な紫外光測定技術として、オンウェハモニタリング技術がある。オンウェハモニタリング技術とは、シリコン基板上にセンサ構造を作製し、ウェハ上でプラズマからの荷電粒子や紫外光照射を評価する技術である。図1に、紫外光照射を評価できるオンウェハセンサ構造を示す。シリコン基板上に、絶縁膜が堆積されており、絶縁膜中にPoly-Si電極が埋めこまれている。オンウェハセンサに、絶縁膜のバンドギャップエネルギー以上の紫外光が照射されると、絶縁膜中に電子-正孔対が生成し、両電極間に誘起電流が流れる。絶縁膜の種類を変えることによって、バンドギャップエネルギーを変化させることができ、照射される紫外光の波長の効果を評価することができる。絶縁膜の種類にはSiO₂、SiN、SiN/SiO₂があり、それぞれ140nm以下、250nm以下、250nm以上の紫外光波長が照射された場合に誘起電流が流れる。

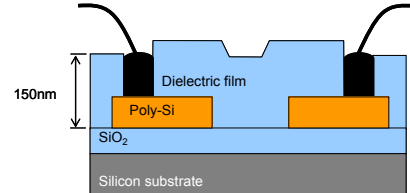


図1 オンウェハセンサ構造

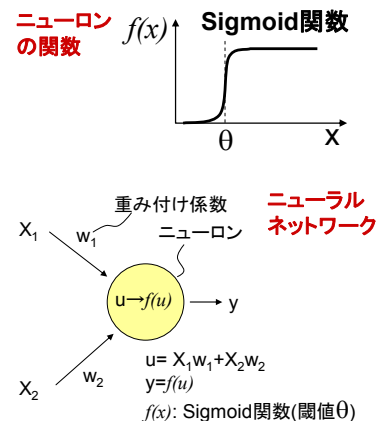


図2 ニューラルネットワーク

このオンウェハモニタリング技術を用いて、プラズマから照射される紫外光の波長スペクトルを予測し、その絶対照射量（フォトンフラックス）の情報を得るシステムを構築した。紫外光波長スペクトルを予測するシステムとして、ニューラルネットワークを用いた。ニューラルネットワークでは、ニューロン（立ち上がり関数）を複数組み合わせることで一定の入出力関係を表現する（図2）。まず、システム構築のために、様々なプラズマ条件（ガス、パワーなど）を変化させたときの誘起電流と真空紫外分光器で得られる波長スペクトル強度を測定した。測定したデータセットから、3種類のオンウェハセンサから得られる誘起電流を入力とし、紫外光波長スペクトル強度を出力として、ニューラルネットワーク内の重み付け係数を決定し、入出力関係を構築する。紫外光波長スペクトルは、10nm刻みで出力した。図3に、紫外光波長スペクトル予測ニューラルネットワークを示す。

図4に、未学習の誘起電流から予測した紫外光波長スペクトル強度と真空紫外分光器により実測したそれとを比較したものを示す。予測した紫外光波長スペクトル強度と実測したそれとは、ほぼ一致していることわかる。図5に、Ar, CF₃I, C₄F₈プラズマにおける実測と予測した紫外光波長スペクトルをそれぞれ示す。予測した紫外光波長スペクトルは、実測したそれとほぼ一致している。これは、オンウェハセンサで得られる誘起電流から紫外光波長スペクトルを予測することが可能だということを示している。

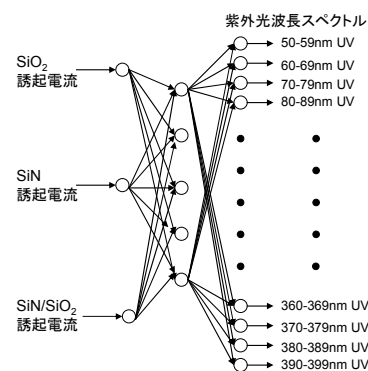


図3 紫外光波長スペクトル予測用ニューラルネットワーク

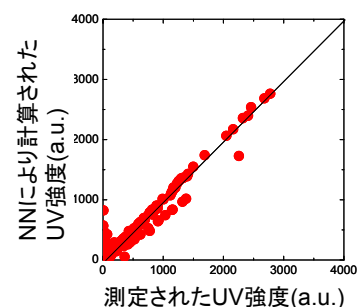


図4 ニューラルネットワークによる学習結果

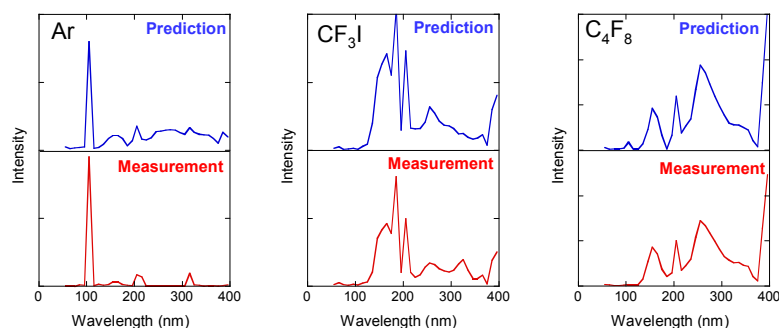


図5 Ar, CF₃I, C₄F₈プラズマにおける紫外光波長スペクトル（予測および実測）

紫外光照射の効果を議論するためには、波長とともにその絶対照射量（フォトンフラックス）が重要になってくる。そこで、オンウェハセンサの誘起電流からフォトンフラックスの見積りを試みた。フォトンフラックスの絶対強度を求めるために、パワー密度が既知（窓面において5mW/cm²）である126nmエキシマランプ、真空紫外分光器およびオンウェハセンサを用いた（図6）。図7は、エキシマランプの紫外光波長スペクトルである。波長 λ におけるフォトンフラックス Γ_λ は

$$\Gamma_\lambda = k \frac{I_\lambda}{tA} \quad (1)$$

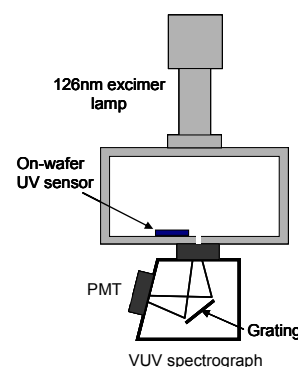


図6 126nmエキシマランプ、真空紫外分光器およびオンウェハセンサ（SiO₂）

で表される。ここで、 I_λ ：波長スペクトル強度、 t ：積算時間、 A ：照射面積、 k ：換算係数（光子数／波長スペクトル強度）である。また、紫外光強度（パワー密度） P は、(1)式より、

$$P = \int_\lambda E_\lambda \cdot \Gamma_\lambda d\lambda = \int_\lambda E_\lambda \cdot \left(k \frac{I_\lambda}{tA} \right) d\lambda \quad (2)$$

となる。ここで、 E_λ ：フォトン一個あたりのエネルギーである。一方、真空紫外分光器の光電子増倍管

(PMT) に到達する紫外光の強度は、オンウェハセンサ誘起電流の距離依存（図8）から求め、

$$P = P_0 \times 10^{-\alpha L} \quad (3)$$

となる。ただし、 α ：係数、 L ：距離、 $P_0 = 5 \text{ mW/cm}^2$ である。以上から、 $k = 4.23 \times 10^{-13}$ フォトン数／波長スペクトル強度が得られる。図9にオンウェハセンサ誘起電流情報から得られた波長スペクトルおよびフォトンフラックスを示す。オンウェハセンサ誘起電流から求めた紫外光照射の絶対強度は、

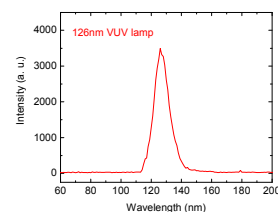


図7 126nmエキシマランプの紫外光波長スペクトル

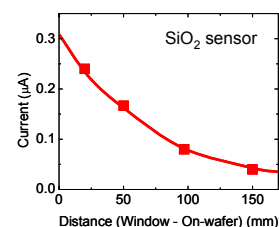


図8 エキシマランプを照射したときのオンウェハセンサ誘起電流の距離依存

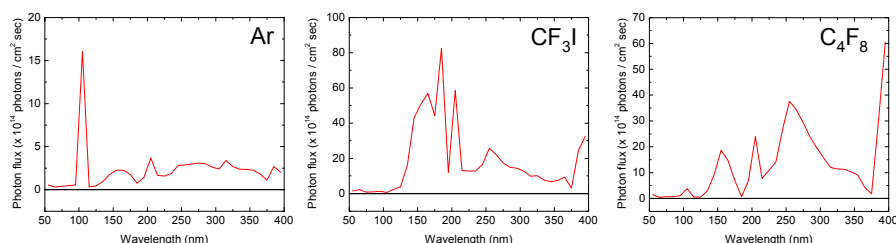


図9 オンウェハセンサ誘起電流から得られた紫外光波長スペクトルおよびフォトンフラックス

電流から求めた紫外光照射の絶対強度は、 C_4F_8 プラズマにおいて $10.1 \times 10^{14} \text{ photons/cm}^2\text{sec}$ (70 – 140nm)であり、これは真空紫外分光器を用いて測定された値 $2.9 - 30.5 \times 10^{14} \text{ photons/cm}^2\text{sec}$ (70 – 140nm) [J. R. Wodsworth, et al., J. Vac. Sci. Technol. A19, 45 (2001)] と同等の値であり、実際のプラズマからの発光強度を反映した妥当な値だと考えられる。以上から、オンウェハセンサ情報から、実際のプラズマから照射される紫外光の波長スペクトル予測およびその発光強度の絶対値化に成功した。このオンウェハセンサを用いることによって、ウェハ基板上に照射される紫外光照射を評価することができ、この結果とエッチングプロセス特性やデバイスダメージと関連付けることによって、プラズマエッチングプロセス表面反応に対する紫外光照射効果を明らかにできると考えられる。

平成20年度 総括

本年度は、プラズマエッチングプロセス表面反応に対する紫外光照射効果を明らかにすることを目的として、プラズマからの紫外光照射をウェハ基板上で評価できるオンウェハモニタリング技術を開発した。オンウェハモニタリング技術を用いることによってウェハ基板上に照射される紫外光の情報を得ることに成功した。

次年度研究計画

本年度開発したオンウェハモニタリング技術を、様々なプラズマ条件に適用し、紫外光照射とプラズマエッチング特性やデバイスダメージと関連付けを行い、紫外光照射がプラズマエッチング表面に与える効果について検討を行う。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Butsurin Jinnai, Koji Koyama, Keisuke Kato, Atsushi Yasuda, Hikaru Momose, and Seiji Samukawa, “Mechanism for low-etching resistance and surface roughness of ArF photoresist during plasma irradiation,” *Journal of Applied Physics*, 2009 (in Press).

2. Butsurin Jinnai, Toshihisa Nozawa, and Seiji Samukawa, "Damage mechanism in low-dielectric (low-k) films during plasma processes," *Journal of Vacuum Science & Technology B*, vol. 26 (6), pp. 1926-1932, November 2008.
3. Tomonori Mukai, Butsurin Jinnai, Yoshiyuki Fukumoto, Norikazu Ohshima, Hiroto Ohtake, and Seiji Samukawa, "Plasma irradiation damages to magnetic tunneling junction devices," *Journal of Applied Physics*, vol. 102, pp. 073303-1-4, October 2007.
4. Butsurin Jinnai, Toshiyuki Orita, Mamoru Konishi, Jun Hashimoto, Yoshinari Ichihashi, Akito Nishitani, and Shingo Kadomura, Hiroto Ohtake, and Seiji Samukawa, "On-wafer monitoring of charge accumulation and sidewall conductivity in high-aspect-ratio contact holes during SiO₂ etching process," *Journal of Vacuum Science & Technology B*, vol. 25 (6), pp. 1808-1813, October 2007.
5. Hiroto Ohtake, Butsurin Jinnai, Yuya Suzuki, Shinnosuke Soda, Tadashi Shimmura, and Seiji Samukawa, "On-wafer monitoring of electron and ion energy distribution at the bottom of contact hole," *Journal of Vacuum Science & Technology B*, vol. 25 (2), pp. 400-403, March 2007.
6. Seiji Samukawa, Butsurin Jinnai, Fumihiko Oda, and Yukihiro Morimoto, "Surface Reaction Enhancement by UV irradiation during Si Etching Process with Chlorine Atom Beam," *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 46 (3), pp. L64-L66, January 2007.
7. Hiroto Ohtake, Butsurin Jinnai, Yuya Suzuki, Shinnosuke Soda, Tadashi Shimmura, and Seiji Samukawa, "Real-time monitoring of charge accumulation during pulse-time-modulated plasma," *Journal of Vacuum Science & Technology A*, vol. 24 (6), pp. 2172-2175, October 2006.

【学会発表】

【国内】

1. 寒川誠二, 陣内佛霖, 小田史彦, 森本幸裕, "「JJAP論文賞受賞記念講演」プラズマエッチングプロセスにおける放射紫外光の影響とその重要性," 第69回応用物理学会学術講演会, 4p-D-1, 中部大学, 名古屋, 2008年9月
2. 小山紘司, 陣内佛霖, 寒川誠二, "プラズマエッチングにおけるArFレジストに対する紫外線照射効果(2)," 第69回応用物理学会学術講演会, 3a-ZC-6, 中部大学, 名古屋, 2008年9月
3. 小山紘司, 陣内佛霖, 寒川誠二, "プラズマエッチングにおけるArFレジストに対する紫外線照射効果," 第55回応用物理学関係連合講演会, 28p-S-7, 日本大学, 千葉, 2008年3月
4. 陣内佛霖, 小田史彦, 森本幸裕, 寒川誠二, "塩素ビームSiエッチングの表面反応における紫外光の影響," 第68回応用物理学会学術講演会, 6a-ZA-19, 北海道工業大学, 北海道, 2007年9月(ポスター)
5. 陣内佛霖, 寒川誠二, "中性粒子ビームによる低誘電率絶縁膜加工プロセスの検討(3)," 第68回応用物理学会学術講演会, 6a-ZA-18, 北海道工業大学, 北海道, 2007年9月(ポスター)
6. 向井智徳, 陣内佛霖, 福本能之, 大嶋則和, 波田博光, 寒川誠二, "トンネル磁気抵抗素子(MTJ)に対するプラズマ照射ダメージの検討," 第54回応用物理学関係連合講演会, 27p-H-12, 青山学院大学, 神奈川, 2007年3月
7. 陣内佛霖, 寒川誠二, "中性粒子ビームによる低誘電率絶縁膜加工プロセスの検討(2)," 第54回応用物理学関係連合講演会, 27p-H-11, 青山学院大学, 神奈川, 2007年3月(口頭)
8. 陣内佛霖, 寒川誠二, "中性粒子ビームによる低誘電率絶縁膜加工プロセスの検討(1)," 第67回応用物理学会学術講演会, 30a-S-9, 立命館大学, 滋賀, 2006年8月(口頭)
9. 向井智徳, 陣内佛霖, 寒川誠二, "タイムモジュレーションプラズマ中の塩素負イオン計測," 第67回応用物理学会学術講演会, 30a-S-1, 立命館大学, 滋賀, 2006年8月
10. 石川健治, 山崎雄一, 山崎 聡, 森本幸裕, 陣内佛霖, 石川 寧, 浜口智志, 寒川誠二, "エッチング・プラズマ曝露試料の真空搬送電子スピン共鳴(in-vacuo ESR)法による観察5," 第53回応用物理学関係連合講演会, 22a-ZL-6, 武蔵工業大学, 東京, 2006年3月
11. 陣内佛霖, 折田敏幸, 小西 衛, 橋本 潤, 寒川誠二, "オンウェハモニタリングセンサを用いたチャージングダメージの評価," 第53回応用物理学関係連合講演会, 22a-ZL-5, 武蔵工業大学, 東京, 2006年3月(口頭)
12. 加藤裕司, 陣内佛霖, 石川 寧, 折田敏幸, 小西 衛, 橋本 潤, 市橋由成, 西谷明人, 門村新吾, 寒川誠二, "オンウェハモニタリングを用いた紫外光照射損傷の測定(5)=low-k膜の紫外光照射損傷=," 第53回応用物理学関係連合講演会, 22a-ZL-4, 武蔵工業大学, 東京, 2006年3月

13. 星野恭之, 野田周一, 尾崎卓哉, 生駒 亨, 陣内佛霖, 寒川誠二, “F₂パルス変調プラズマによるSiディープエッチングの検討 (II), ” 第66回応用物理学会学術講演会, 8a-N-10, 徳島大学, 徳島, 2005年9月

【国外】

1. Butsurin Jinnai and Seiji Samukawa, “Damage Mechanism of Low Dielectric (Low-k) Films during Plasma Processes,” Eighth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration (AFI/TFI 2008), Sendai, JAPAN, December 2008. (Poster)
2. Koji Koyama, Butsurin Jinnai, and Seiji Samukawa, “Influences of UV Photon Irradiation to ArF Resist during Plasma Etching Processes,” American Vacuum Society (AVS) 55th International Symposium, PS1-WeA11, Boston, MA, October 2008.
3. Butsurin Jinnai and Seiji Samukawa, “Effects of Photon Irradiation during Plasma Etching Processes for Low-k films,” The 213th Electrochemical Society (ECS) Meeting, E4, Phoenix, AZ, May 2008. (Oral)
4. Butsurin Jinnai and Seiji Samukawa, “Effects of Photon Irradiation during Plasma Etching Processes for Low-k films,” The 6th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (EU-Japan JSPP), Okinawa, JAPAN, April 2008. (Poster)
5. Butsurin Jinnai, Fumihiko Oda, Yukihiro Morimoto, and Seiji Samukawa, “Role of UV Irradiation during Si Etching Process in Chlorine Plasma,” Taiwan–Tohoku Joint International Symposium on Mechanical Science Based on Nanotechnology, Taipei, TAIWAN, December 2007. (Oral)
6. Butsurin Jinnai, Fumihiko Oda, Yukihiro Morimoto, and Seiji Samukawa, “Role of UV Irradiation during Si Etching Process in Chlorine Plasma,” Fifth International Symposium on Control of Semiconductor Interface (ISCSI-V), OA1-5, Tokyo, JAPAN, November 2007. (Oral)
7. Butsurin Jinnai, Fumihiko Oda, Yukihiro Morimoto, and Seiji Samukawa, “Surface Reaction Enhancement by UV irradiation during Si Etching Process with Chlorine Atom Beam,” American Vacuum Society (AVS) 54th International Symposium, PS2-WeM2, Seattle, WA, October 2007. (Oral)
8. Butsurin Jinnai and Seiji Samukawa, “Damage-free Etching Processes of Low Dielectric (Low-k) Films Using the Neutral Beam,” Material Research Society (MRS) Spring Meeting, B2.10, San Francisco, CA, April 2007. (Oral)
9. Butsurin Jinnai, Toshiyuki Orita, Mamoru Konishi, Jun Hashimoto, and Seiji Samukawa, “On-wafer Monitoring of Charge Accumulation during Plasma Etching Processes,” American Vacuum Society (AVS) 53rd International Symposium, PS1-FrM8, San Francisco, CA, November 2006. (Oral)
10. Butsurin Jinnai, Yasushi Ishikawa, Tomohiro Kubota, Hiroto Ohtake, and Seiji Samukawa, “Control of Plasma Process by using On-Wafer Monitoring Technique,” The Third International Symposium on Transdisciplinary Fluid Integration, P-01, Matsushima, JAPAN, June 2006. (Poster)

【受賞等】

1. JJAP論文賞, 応用物理学会, 2008年9月

11. 研究支援リサーチ・アシスタントの取り組みと実績

氏名 莊司 泰弘

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻 博士後期課程3年
指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 吉田和哉教授
研究タイトル
小型宇宙機搭載カメラの自動指向制御法に関する研究

平成20年度 研究成果概要

本研究では、実際のフライトミッションを通して、近い将来爆発的に需要が増加すると見込まれる宇宙機による高分解能画像撮像技術の開発と研究を主たる目的とする。地球観測、宇宙探査の別にかかわらずカメラを使用した撮像観測は、大別して（１）カメラを観測対象へ向ける粗指向制御、（２）撮像光学系に対する外乱を打ち消し露光中のぶれを抑制する精指向制御、という２つの要素技術がある。20年度の本研究では、（２）の精指向制御手法の研究を、21年6月に北海道で放球予定の気球望遠鏡システムの開発を通して行った。

気球望遠鏡とは、JAXA/ISASが運用する大気球によって望遠鏡を搭載したゴンドラを高度32kmまで運び、半自動で目標天体である金星を望遠鏡視野内に導入し観測するシステムである。開発は当研究室と本学理学研究科、立教大学理学部による開発チームによって行われている。目標観測分解能を1秒角（＝1/3,600度）未満とし、地上では待機の影響で非常に困難な紫外光による観測を行う。

気球望遠鏡光学系は、市販の30cmシュミットカセグレン望遠鏡をベースに、紫外、赤外画像を撮影するカメラ、精指向制御ユニットなどから構成される。光学系には気球本体から伝わる外乱や、ゴンドラの姿勢制御に使用するホイールからの内部擾乱の影響が加わる。これらを効果的に打ち消すことを目的として、ピエゾ駆動鏡と光電子増倍管からなる精指向制御ユニットが搭載される。このような精指向制御機構が搭載された気球望遠鏡は過去に例がなく、人工衛星でもきわめて例が少ない。しかしながら宇宙機による地球および宇宙撮像観測は高解像度化が進んでおり、指向方向の微小角振動が取得される画像のクオリティに大きく影響するようになると予想される。本研究はそのような需要に対する基礎研究として、大いに有用である。

20年度は、21年6月のフライトオペレーションに備えて、これまでに構築した気球望遠鏡システムのブラッシュアップと性能試験が主な課題であった。前者として、ISASの低温真空槽を用いて実際のフライト環境と同等の環境でシステムの動作試験を行い、トラブルシューティングを進めた、また目的達成のための基幹技術であるポインティング機構の過去の試験を点検し、システムの見直しと改修を施した。21年2月現在、改修したシステムの性能評価試験準備を行っている。特にピエゾ駆動鏡の応答性能を最大限に引き出すため、専用のコントローラを開発した。このデバイスの評価試験作業を21年2月現在進めており、本年度内に完了する。これに加えてゴンドラの姿勢制御も含めたシステム全体の指向制御性能の測定評価を行うため、ゴンドラシステムをフライト時と同様につり下げて動作させるためのテストベッドの開発を行った。これによる性能試験を前述のピエゾ駆動鏡の評価のあとに行う。

また、将来の技術応用の可能性を検討するため、ピエゾ駆動鏡の代替技術の開発を進めている。これはMEMS技術を応用して製造された、非常に軽量小型な2軸駆動鏡を用いている。100V程度の比較的高い電圧を必要とするピエゾアクチュエータと異なり数Vで駆動できるため、真空中でも放電事故の起こる可能性がなく、ピエゾアクチュエータに必要とされるような気圧維持は必要ない。また高電圧の発生装置も必要なくなるため、装置全体を小型化と信頼性を高めることが可能になると期待される。これについては20年9月にISASで開催された大気球シンポジウムにおいて口頭発表を行った。

気球望遠鏡システム全体についての発表は、21年7月に開催予定の27th ISTSを予定しており、現在審査待ちである。

本研究の目的（１）に対しては、19年9月にISASの観測ロケットS-520-23を用いた実験を行った。この実験に伴って開発した観測装置とポインティングシステムについて、20年に浜松市で開かれた第26回 ISTSにおいて口頭発表を行った。本発表はその後ISTS Secretariatのレビューを受け、現在Transaction of JSASS : 26th ISTS Special Issueへの掲載のため、査読中である。

以上、平成20年度に行った研究活動の概要を述べた。今年度は主に21年6月の気球望遠鏡フライト実験のための準備が大半であった。今回開発した気球望遠鏡はプロトタイプであり、将来にわたって改良・

発展させるため、本研究を次年度以降も継続して行っていく

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Taguchi, M., K. Yoshida, H. Nakanishi, Y. Shoji, K. Kawasaki, J. Shimasaki, Y. Takahashi, J. Yoshida, D. Tamura, and T. Sakanoi, “Balloon-borne telescope system for optical remote sensing of planetary atmospheres and plasmas”, Adv. Geosci., vol. 7 (Planetary Science), Eds. Anil Bhardwaj et al., pp. 169-179, World Scientific, Singapore, 2007.
2. Y. Shoji, T. Yoshikawa, Y. Sakamoto, Y. Takahashi, K. Yoshida, “Development of a Multi-Spectrum Imager for the S-520 Sounding Rocket”, Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences (JSASS), ISTS Special Issue (査読中)

【学会発表】

【国内】

1. 「直接フッ化処理による耐熱高分子膜の表面改質」
日本機械学会北海道支部 北海道学生会 第33回学生員卒業研究発表講演会 予稿集
2004年3月6日
○荘司泰弘, 野口徹, 中村孝, 堀川紀孝, 藤田実, 佐々木啓能, 森一高, 竹林仁
2. 「東北大学の活動報告」, ○荘司泰弘, 三輪章子, 吉田純, 『大学宇宙工学コンソーシアムワークショップ2004』, 福岡, 2004年12月11-12日
3. 「惑星宇宙望遠鏡の科学目標と技術検討」, ○高橋幸弘, 吉田和哉, 坂野井健, 吉田和哉, 田口真, 山崎敦, 中西洋喜, 吉田純, 荘司泰弘, 川崎公平, 『第5回宇宙科学シンポジウム』, 相模原, 2005年1月6-7日
4. 「惑星宇宙望遠鏡の基本設計と技術課題」, ○吉田和哉, 高橋幸弘, 坂野井健, 吉田和哉, 田口真, 山崎敦, 中西洋喜, 吉田純, 荘司泰弘, 川崎公平, 『第5回宇宙科学シンポジウム』, 相模原, 2005年1月6-7日
5. 「惑星宇宙望遠鏡の科学的意義と光学系設計」, ○坂野井健, 高橋幸弘, 吉田和哉, 田口真, 山崎敦, 中西洋喜, 吉田純, 荘司泰弘, 川崎公平, 『第5回宇宙科学シンポジウム』, 相模原, 2005年1月6-7日
6. 「気球搭載望遠鏡による惑星観測計画」, ○坂野井健, 高橋幸弘, 吉田和哉, 吉田和哉, 田口真, 山崎敦, 中西洋喜, 吉田純, 荘司泰弘, 川崎公平, 『第5回宇宙科学シンポジウム』, 相模原, 2005年1月6-7日
7. 「惑星リモートセンシング用気球搭載望遠鏡の開発」, ○田口真, 吉田和哉, 中西洋喜, 高橋幸弘, 坂野井 健, 荘司泰弘, 川崎公平, 島崎隼一, 『日本地球惑星科学連合2005年大会』, 千葉, 2005年5月22-26日
8. 「惑星リモートセンシング用気球搭載望遠鏡の開発(2)」, ○田口真, 吉田和哉, 中西洋喜, 川崎公平, 荘司泰弘, 島崎隼一, 高橋幸弘, 坂野井 健, 吉田純, 『第29回極域宙空圏シンポジウム』, 東京, 2005年8月4-5日
9. 「小型衛星による雷放電・スプライト及び地球ガンマ線観測計画」 ○田口真, 吉田和哉, 中西洋喜, 川崎公平, 荘司泰弘, 島崎隼一, 高橋幸弘, 坂野井健, 吉田純, 田村大輔, 「小型衛星による雷放電・スプライト及び地球ガン マ線観測計画」, 『大気圏シンポジウム』, 相模原, 2006年1月23-24日
10. 「小型衛星による雷放電・スプライト及び地球ガンマ線観測計画」, 高橋幸弘, 坂野井健, ○上田真也, 小野高幸, 吉田和哉, 中西洋喜, 荘司泰弘, 田口真, 高島 健, 『日本地球惑星科学連合2006年大会』, 千葉, 2006年5月14-18日
11. 「A balloon-borne telescope system for optical remote sensing of planetary atmospheres and plasmas」, ○田口真, 吉田和哉, 中西洋喜, 川崎公平, 荘司泰弘, 島崎隼一, 高橋幸弘, 坂野井 健, 吉田純, 田村大輔, 『日本地球惑星科学連合2006年大会』, 千葉, 2006年5月14-18日
12. 「東北大学における理学ミッションのための宇宙開発～成層圏気球・観測ロケット・小型人工衛星」
○坂本 祐二, 荘司 泰弘, 上田 真也, 木村 一貴, 堀内 貴史, 高橋 幸弘, 吉田 和哉, 『第50回宇宙科学技術連合講演会』, 福岡, 2006年11月8-10日

13. "観測ロケット搭載用多波長カメラのポインティングシステム開発", ○ 莊司泰弘, 吉川岳, 坂本祐二, 吉田和哉, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2007, SI2007優秀講演賞受賞
14. "MEMS 技術を用いた気球望遠鏡用次世代ポインティング装置の検討", ○ 莊司泰弘, 大西智也, 宇野健, 坂本祐二, 高橋幸弘, 吉田和哉, 田口真, 大気球シンポジウム, 2008

【国外】（全て口頭発表）

1. "TOPS : Telescopic Observatory for Planets on a Small-satellite", Kazuya Yoshida, ○ Yasuhiro Shoji, Kohei Kawasaki, Junichi Shimasaki, Yukihiro Takahashi, Takeshi Sakanoi, Jun Yoshida, Makoto Taguchi, The 6th IAA International Conference on Low-Cost Planetary Missions, Kyoto, Japan, 11th-13th, October, 2005)
2. "Development of a 10 Kg-class Micro Satellite for the Observation of Sprites and Atmospheric Lightning Events", Kazuya Yoshida, Yukihiro Takahashi, ○ Hiroki Nakanishi, Yasuhiro Shoji, Takafumi Horiuchi, Kazutaka Kimura, Shinya Ueda, Tomonao Hayashi, Koji Yokoyama, Shigeru Hosokawa, Yoshinari Masumoto, Workshop for Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2006, Xi'an, China, 10th-12th, April, 2006
3. "Camera Pointing Mechanism for a Two-dimensional Spectroscopic Observation of the Vapor Transfer with an S-520 Sounding Rocket", ○ Yasuhiro Shoji, Kazuya Yoshida, Hiroki Nakanishi, Junichi Shimasaki, Yukihiro Takahashi, Takeshi Sakanoi, Daisuke Tamura, 25th International Symposium on Space Technology and Science, Kanazawa, Japan, 4-11, June, 2006
4. "Space telescope in Earth orbit for planetary science: TOPS mission", ○ Yukihiro Takahashi, Yukihiro Takahashi, Takeshi Sakanoi, Atsushi Yamazaki, Jun Yoshida, Kazuya Yoshida, Hiroki Nakanishi, Yasuhiro Shoji, Kohei Kawasaki, Junichi Shimasaki, Makoto Taguchi, 25th International Symposium on Space Technology and Science, Kanazawa, Japan, 4-11, June, 2006
5. "Pico-satellite mission for imaging of sprites/lightning and detection of runaway electrons and gamma rays", Shinya Ueda, Yukihiro Takahashi, Takeshi Sakanoi, Takayuki Ono, Kazuya Yoshida, Hiroki Nakanishi, Yasuhiro Shoji, Makoto Taguchi, Takashi Takashima, 25th International Symposium on Space Technology and Science, Kanazawa, Japan, 4-11, June, 2006
6. "A balloon-borne telescope system for optical remote sensing of planetary atmospheres and plasmas", ○ Makoto Taguchi, Kazuya Yoshida, Hiroki Nakanishi, Yasuhiro Shoji, Kohei Kawasaki, Junichi Shimasaki, Yukihiro Takahashi, Jun Yoshida, Daisuke Tamura, Takeshi Sakanoi, 25th International Symposium on Space Technology and Science, Kanazawa, Japan, 4-11, June, 2006
7. "A balloon-borne telescope system for optical remote sensing of planetary atmospheres and plasmas", ○ Makoto Taguchi, Kazuya Yoshida, Hiroki Nakanishi, Yasuhiro Shoji, Kohei Kawasaki, Junichi Shimasaki, Yukihiro Takahashi, Jun Yoshida, Daisuke Tamura, Takeshi Sakanoi, Asia Oceania Geosciences Society 3rd Annual Meeting, Singapore, 10-14, July, 2006
8. "Dynamic Modeling and Experimental Verification of the Pointing Technology in Balloon-Borne Telescope System for Optical Remote Sensing of Planets", ○ Yuji Sakamoto, Tomoaki Kanazawa, Yasuhiro Shoji, Yukihiro Takahashi, Kazuya Yoshida, Makoto Taguchi, 26th International Symposium on Space Technology and Science, Hamamatsu, Japan, 2008
9. "Development of a Multi-Spectrum Imager for the S-520 Sounding Rocket", ○ Yasuhiro Shoji, Takashi Yoshikawa, Yuji Sakamoto, Yukihiro Takahashi, Kazuya Yoshida, 26th International Symposium on Space Technology and Science, Hamamatsu, Japan, 2008
10. "Highly precise pointing control system on a Balloon-Borne Telescope for optical observations of Planets", Y. Shoji, T. Onishi, S. Battazzo, T. Uno, Y. Sakamoto, Y. Takahashi, K. Yoshida, M. Taguchi, 27th International Symposium on Space Technology and Science, Tsukuba, Japan, 2009（投稿中）

【受賞等】

1. 第12回衛星設計コンテスト日本航空宇宙学会賞, (社) 日本航空宇宙学会, 2004.10.25
2. SI2007優秀講演賞受賞, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会実行委員会, 2007.12.22
3. 第1回あっ！！と驚く位置利用サービスアイデア大募集 優秀賞, (財) 衛星測位利用推進センター, 2008.5.8

氏名 河 宗秀

所属 工学研究科 航空宇宙工学専攻 博士後期課程2年

指導教員 流体科学研究所 小濱 泰昭教授

研究タイトル

流体抵抗低減を通じて自動車の燃費向上を図る流体解析

平成20年度 研究成果概要

(1) 抗力減少のためのスラント角(slant angle、 θ)の有効性を確認

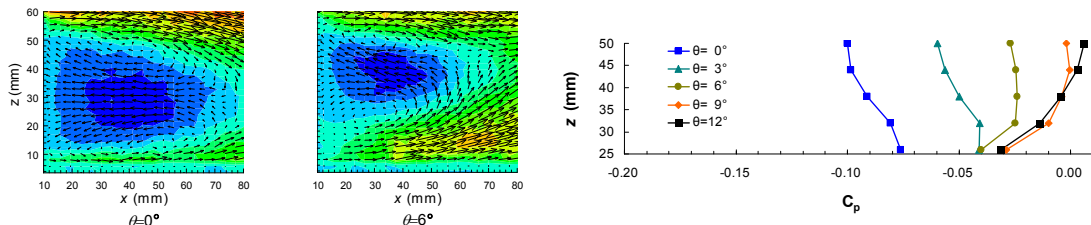
- ① バスやトラックなどの鈍頭走行体(bluff-body)で右図のように後部の下部にスラント各を適用するのが抗力減少に効果的だ。



〈鈍頭走行体とスラント角〉

- ② スラント角適用の長所：走行体の後流で速度欠損領域を縮める。

➔ 走行体の後面での表面圧力の回復



〈後流で速度欠損領域の縮小(青い部分)〉

〈後面での表面圧力の回復〉

- ③ スラント角には最適な角度が存在し、それ以上の角度でも、それ以下の角度でもだめだ。
④ 模型による風洞実験では4度ぐらいにあった。
⑤ 実車においても、この程度の角度で最適化になるはずであり、正確な最適の角度は実車の特性と環境を考慮して決まらなければならない。
⑥ ただ、スラント角が後流に渦流形成及び排出、下部の圧力低下を誘導するので、これを抑制することができる下部の形象設計が必要だ。

(2) 実験計画法を利用した抗力低減装置の最適化

- ① 鈍頭走行体の抗力低減のために田口(Taguchi)の実験計画法を利用してスラント角と上下左右フラップの長さを外部因子(横風)に剛健に最適化した。
- S/N Ratio 導入：システムの外部因子に対する剛健性可否を評価するための性能指数
② 実験計画法：多くの因子を同時に反映させることができ、データの統計的処理を通じて結果の信頼性確保ができる。
③ 分散分析(ANOVA)を通じて特性値(抗力係数)に有意な影響を及ぼす主な因子を把握した。
➔ 主な有意因子：スラント角、上部及び下部フラップの長さ

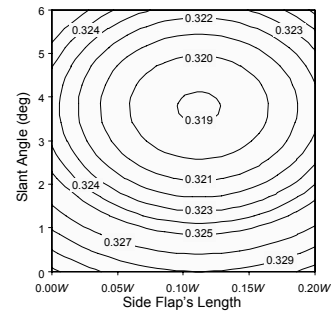
因子	自乗合	自由度	平均自乗	p-value
A: スラント角	0.2384	2	0.1192	0.005
B: 下部フラップの長さ	0.1163	2	0.0581	0.027
C: 左右フラップの長さ	0.0473	2	0.0236	0.133
D: 上部フラップの長さ	0.1090	2	0.0545	0.030
A×B	0.0402	4	0.0100	0.392
A×C	0.0622	4	0.0155	0.231
B×C	0.0058	4	0.0014	0.942
e	0.0495	6	0.0083	
Total	0.6685	26		

〈分散分析の結果〉

- ④ 回帰分析を通じて抗力係数を最小にする各因子の最適値を下記のように決定した。

A: スラント角 = 4 deg. ・
B: 下部フラップの長さ = 0.20H
C: 左右フラップの長さ = 0.11W
D: 上部フラップの長さ = 0.20H

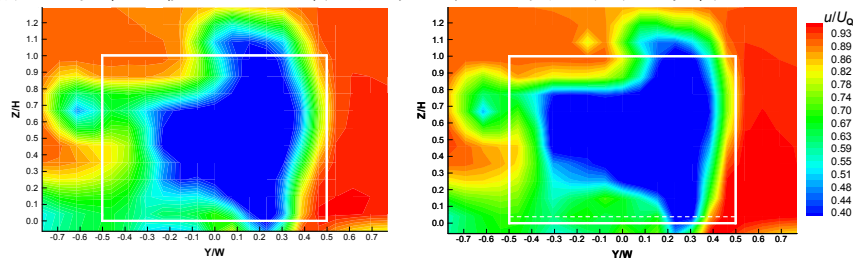
$$C_D = 0.001A^2 + 0.045B^2 + 0.356C^2 + 0.089D^2 \\ - 0.005A - 0.050B - 0.080C - 0.049D \\ + 0.008N + 0.348$$



〈抗力係数の回帰方程式〉

〈抗力係数の等高線プロット〉

- ⑤ 下の図の基本形象(抗力低減装置がなし)と最適形象(抗力低減装置が最適化される)の後流での流動構造の変化比較を通じて最適形象で平均速度の下落が改善したことを確認した。



(a) 基本形象

(b) 最適形象

〈平均速度の下落の改善(青い部分)〉

研究業績

【学術雑誌等への発表】

- 著者 : Jongsoo Ha, Shuya Yoshioka, Takuma Kato, Yasuaki Kohama
 発表論文 : Drag Reduction of a Bluff-Body Using Design of Experiments
 学術雑誌 : 自動車技術会論文集
 現在進行状況 : 査読完了
- 著者 : Jongsoo Ha, Taeyoon Kim, Suhwan Yun, Yocheon Ku, Dongho Lee
 発表論文 : Design of Experiments and Uncertainty Analysis for the Reliability Guarantee of Wake Flow Characteristics behind a Square Cylinder
 学術雑誌 : Journal of the Wind Engineering Institute of Korea
 発表年月巻号 : 2007年, 11巻, 1号, pp.89~96
- 著者 : Suhwan Yun, Jongsoo Ha, Yocheon Ku, Dongho Lee, Hyeokbin Kwon, Taehwan Ko
 発表論文 : The Effective Design for the Railway Wind Fence Shape Using the Design of Experiments
 学術雑誌 : Journal of the Wind Engineering Institute of Korea
 発表年月巻号 : 2007年, 11巻, 1号, pp.107~113
- 著者 : Duckyeong Kim, Suhwan Yun, Jongsoo Ha, Joohyun Rho, Hyeokbin Kwon, Taehwan Ko, Dongho Lee
 発表論文 : Investigation on the Safety of TTX in Strong Cross Wind
 学術雑誌 : Journal of the Korean Society for Railway
 発表年月巻号 : 2007年, 10巻, 3号, pp.271~277

【学会発表】

【国内】

- 学会 : 日本自動車技術会2008年秋季学術講演会
 発表題目 : Drag Reduction of a Bluff-Body Using Design of Experiments
 発表形式 : 口頭
 発表年月 : 2008年10月24日

2. 学 会 : 2007 International Workshop on Boundary Layer Transition Study
発表題目 : An Experimental Study of the Flow Field on High Speed Railroads to Investigate a Ballast Flying Phenomena
発表形式 : ポスター
発表年月 : 2007年3月13日

【国外】

1. 学 会 : SAE 2008 Commercial Vehicle Engineering Congress and Exhibition
発表題目 : Drag Force Reduction of a Bluff-Body with an Underbody Slant and Rear Flaps
発表形式 : 口頭
発表年月 : 2008年10月07日
2. 学 会 : 2004 FISITA World Automotive Congress
発表題目 : Development of a Pneumatic Airbag Deployment Apparatus for Study of Airbag Deployment Characteristics
発表形式 : 口頭
発表年月 : 2004年6月
3. 学 会 : 2004 KSAE Spring Conference
発表題目 : Performance Test of a Pneumatic Airbag Deployment Apparatus
発表形式 : 口頭
発表年月 : 2004年6月
4. 学 会 : 2003 KSAS Fall Conference
発表題目 : Design of Experiments for the Flow Field around Cylinder
発表形式 : 口頭
発表年月 : 2003年10月
5. 学 会 : 2003 KSAS Fall Conference
発表題目 : The Study for Flow Field around Square Cylinder near a Wall
発表形式 : 口頭
発表年月 : 2003年10月
6. 学 会 : 2003 KSAE Spring Conference
発表題目 : Development of a Pneumatic Airbag Deployment Apparatus for Study of Airbag Deployment Characteristics
発表形式 : 口頭
発表年月日 : 2003年5月

【受賞等】

賞の名称 : CAP MEETING 優秀賞
賞の授与団体 : 現代自動車(株) 研究開発総括本部
授与年月日 : 2007年5月

氏名 松本 剛明

所属 工学研究科 航空宇宙工学専攻 博士課程後期2年
指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 近野 敦准教授
研究タイトル
固定翼航空ロボットの失速を経由可能な姿勢制御の実現

平成20年度 研究成果概要

業務内容および研究成果

■ 固定翼航空ロボットの制作

研究を進めるための、新たな自律型固定翼航空ロボットを製作した（図1）。



図1 機体製作風景

本研究室で昨年開発された航空ロボットを基に、新たな機体（二号機）を開発した。マイクロSDモジュール等のコンポーネントを最新型のものへと更新し、既存機体からの性能向上を図った。機体は初号機の開発で得られた知見を元に、軽量・高剛性となるよう工夫した。例えば、主翼や補助翼の補強を初号機よりも多くしている。また、搭載するバッテリーを初号機よりも大容量・高出力なものへと変更した。航空機の製作には暗黙知も多いため、本機体の製作に当たっては、製作に習熟した学生と未習熟な学生が連携に加え製作写真などを残すことにより、教育としての効果も狙っている。

■ 固定翼航空ロボットのためのソフトウェアフレームワーク構築

固定翼航空ロボットの制御システムを効率的に開発するための、ソフトウェアフレームワークを作成した（図2）。

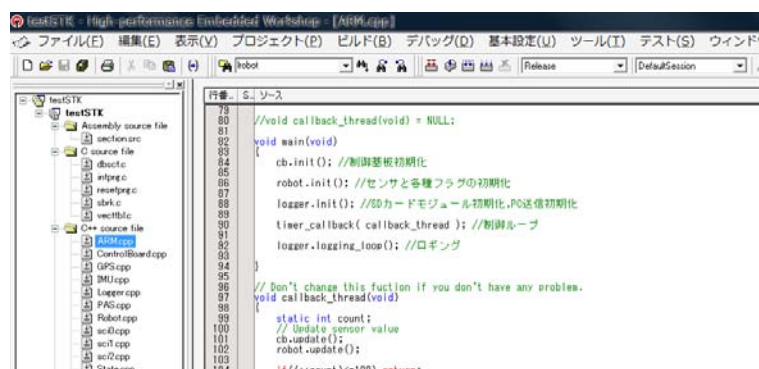


図2 ソフトウェアフレームワーク製作画面

フレームワークは、機体システムと制御ロジックを分離する役割を持つ。また、行列やクォータニオンの計算のための数学ライブラリを実装した。これにより、より効率的な開発が可能となった。

■ 固定翼航空ロボットの飛行実験と今後の予定

構築したソフトウェアフレームワークの動作試験のための、固定翼航空ロボットの飛行実験を行った（図3）。



図 3 飛行実験の様子

今後は、開発した機体とソフトウェアフレームワークを更に発展させ、より高度な制御と飛行を実現する。具体的には、Linuxを搭載した高性能な制御基盤を採用し、より高度な制御を実装を検討している(図4)。世界最小のLinux OS搭載CPUボードであるイスラエルのCompuLab社製CM-X300を採用する場合、CPUの演算性能はおよそ120倍、メモリは1000倍以上の性能向上が可能となる。これにより、これまで不可能であった制御周期ごとの詳細なデータロギング・複雑な数学演算・簡単な画像処理などが可能となる。また、無線LANやBluetoothの利用によるダウンリンクの確立が可能となり、これまで不可能であった実験の動的再構成が可能となる。



図 4 Linux ボードコンピュータ CM-X300 (66 x 44 x 7 mm)

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Konno, T. Matsumoto, Y. Ishida, D. Sato and M. Uchiyama, "Drum Beating and a Martial Art Bojutsu Performed by a Humanoid Robot," Humanoid Robots - New Developments, Edited by Armando Carlos de Pina Filho, I-Tech Education and Publishing, pp. 521-530, 2007.

【学会発表】

【国内】

1. 佐藤大祐, 小林亮介, 廣崎尚登, 古川州之, 松本剛明, 内山勝, "Java 環境を利用したモデルベースト遠隔操作実習システムの構築", 第21 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 資料番号1I25, 東京, 2003 年9 月.
2. 松本剛明, 近野敦, 内山勝, "小型ヒューマノイドロボットHOAP-2 の遠隔操縦", 計測自動制御学会東北支部第213 回研究集会資料, 資料番号213-19, 仙台, 2003 年12 月.
3. 松本剛明, 近野敦, 内山勝, "小型ヒューマノイドロボットHOAP-2 によるインパクト動作", 第22 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 資料番号3C28, 岐阜, 2004 年9 月.
4. 松本剛明, 近野敦, 伊勢紘人, 内海信之介, 菊地真, 佐藤大祐, 阿部幸勇, 内山勝, "ヒューマノイドロボットHRP-2 による和太鼓演奏の実現", 第6 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会予稿集, 資料番号1D4-2, 熊本, 2005 年12 月.
5. 石田有, 石原聡之, 小林輝, 土江拓郎, 高橋遼平, 船川幸寛, 原景子, 松本剛明, 白田聡, 阿部幸勇, 佐藤大祐, 近野敦, 内山勝, "ヒューマノイドロボットHRP-2による棒術演舞", 第6 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会予稿集, 資料番号1D4-3, 熊本, 2005 年12 月.

【国外】

1. M. Uchiyama, A. Konno, D. Sato, T. Matsumoto, Y. Ishida, and T. Ishihara, "A Humanoid Robot to Perform Tasks in Which Impact Dynamics is Utilized," Proc. of the 36th Int. Symposium on Robotics (ISR), TH1C1, Tokyo, Japan, November, 2005.
2. T. Matsumoto, A. Konno, L. Gou and M. Uchiyama, "A Humanoid Robot that Breaks Wooden Boards Applying Impulsive Force," Proc. of the 2006 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems

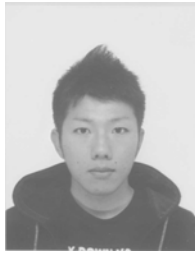
(IROS), pp. 5919-5924. , Beijing, China, October, 2006.

【受賞等】

1. 平成15 年度 日本航空宇宙学会 学生賞, 2000年3月
2. 第6回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2005) ベストセッション賞, 2005 年12月
3. 平成17 年度 東北大学大学院 工学研究科 研究科長賞, 2006年3月

【その他（新聞、雑誌等への記事掲載など）】

1. 愛知万国博覧会プロトタイプロボット展, インパクト動作ヒューマノイドロボットHRP-2, 愛知, 2005 年6 月・8 月.
2. テレビ番組「万博で未来が分かる！ 最新ロボット大研究」, NHK 総合, 2005 年6 月10 日.
3. テレビ番組「ロボフェスタ2005 ロボット大集合」, NHK BS2, 2005 年09 月11 日.
4. 新聞「リズムはばっちりだロボ」, 読売新聞朝刊一面, 2005 年6 月10 日発行.



氏名 石田 崇

所属 工学研究科 航空宇宙工学専攻 博士課程後期1年

指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 中橋和博教授

研究タイトル

次世代を見据えたCFDアルゴリズムの構築とその工学的応用

平成20年度 研究成果概要

今年度は直交格子上でも物体の曲率を流れ場に反映させることができる物体境界条件の構築と、その境界条件を導入した有限体積法ベースのコロケート型非圧縮流体解析ソルバーの構築を行い、これらをBuilding-Cube法へ適用した。以下にその概要を述べる。

次世代CFDアルゴリズムとして開発をしているBuilding-Cube法のオリジナルのコンセプトでは、単純性保持のため物体境界は階段状表現されており、物体境界条件も階段状に与えられる。また計算格子に等方性直交格子を用いているため、境界層を解像するには莫大な格子点数が要求される。これまで3次元形状の詳細な計算を行う場合、前処理・後処理を含め計算機環境の点で難があった。本研究ではこのような背景を踏まえ、等方性直交格子を用いたシミュレーションにおいて計算格子点数や計算コストを増やさなくても流れ場に物体の曲率を反映させることができる境界条件の構築を行った。Fig.1に計算セルの模式図と物体境界条件の概要を示す。

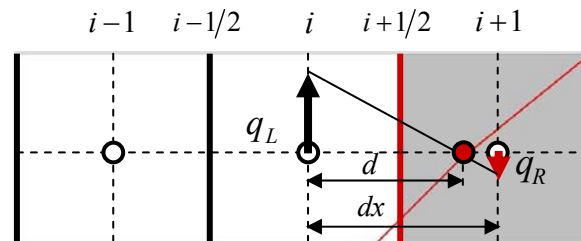


Fig. 1 格子の模式図

フラックス $f_{i+1/2}$ を計算する際 $q_L = q_i$ 、 $q_R = \left(1 - \frac{dx}{d}\right) q_i$ とし、 $f_{i+1/2} = \frac{1}{2} [c(q_R + q_L) - |c|(q_R - q_L)]$ とし求める。ここでは q_R を求める際にセルセンターから物体との交差点距離 d を用い、 q_R を線形外挿して求めている。このような境界条件を用いることで物体の影響を流れ場に反映させることが可能となる。

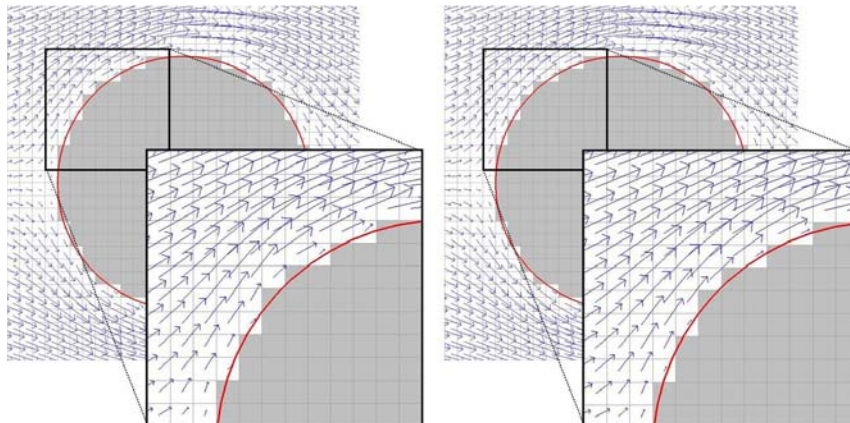


Fig. 2 ボクセルとの流れ場の比較(左図:従来の境界条件 右図:本研究の境界条件)

Table. 1 空力係数の比較

Re=40	CD	Re=200	CD	CL
Present Shell	1.50	Present Shell	1.33±0.03	±0.72
Dennis	1.52	Rosenfield et al.	1.31±0.04	±0.71
Tritton exp.	1.48	Wille exp.	1.30	

Fig.2には従来の境界条件を用いた場合と本研究の境界条件を用いた場合の物体周りの流れ場の一例を示す。Table.1には $Re=40,200$ における空力係数の比較（実験値、過去の計算結果および本研究の計算結果）を示す。Fig.2より本研究の境界条件を用いた場合では物体近傍の流れ場がより滑らかに得られている。またTable.1より空力係数を実験値や過去の計算結果と比較した場合でも良好な一致を確認した。これらの成果については研究業績3、5にて発表を行った。

本研究の計算手法の特徴は、計算に必要な情報はセルセンターから物体までの距離だけである点にある。従って物体の内外判定が必要なく、Fig.3に示すような厚みのない形状も安定して計算することが可能である。物体が閉じている・閉じていない等の考慮がいらず、形状不備のあるデータに対してもCADで形状修正することなく計算が行えるため、今後はソルバーを3次元化してさらに検証を進めて最終的には非構造CFDで解析が困難な自動車のエンジンルームのような複雑形状に適用することを目標としている。現状のアルゴリズムだと従来のボクセルベースのソルバーと比較して、セルごとに物体との交差点距離を格納する配列(double型変数 $\times n$ 方向 $\times$ セル数: $n=4(2D), 6(3D)$)が余分に必要になる。交差点距離は物体と交差しているセルでしか必要ないので、配列ポインタやデータ構造を工夫して必要最小限の計算コストにすることが今後の課題である。

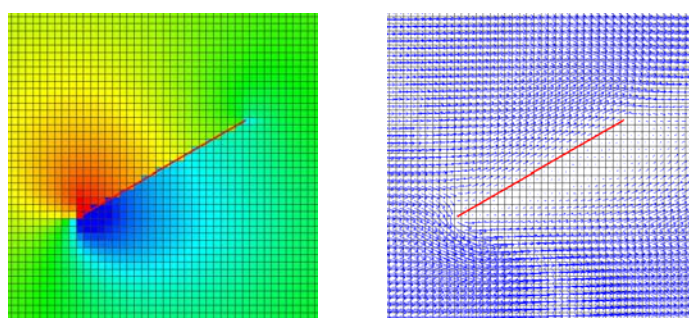


Fig. 3 平板周りの流れ場（左図:圧力分布図 右図:速度ベクトル図）

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Takashi ISHIDA, Shun TAKAHASHI and Kazuhiro NAKAHASHI, “Efficient and Robust Cartesian Mesh Generation for Building-Cube Method”, Journal of Computational Science and Technology, Vol. 2 (2008), No. 4

【学会発表】

【国内】

1. 第40回流体力学後援会, “Building-Cube法による移動物体周りの流れ場解析”, 口頭発表, 2008年6月, 仙台
2. 第22回数値流体力学シンポジウム, “直交格子積上げ法を用いた移動物体周りの流れ場計算”, 口頭発表, 2008年12月, 国立オリンピック記念青少年総合センター

【国外】

1. 20th International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics, “Parallel Cartesian Mesh Generation for Moving Bodies”, 口頭発表, 2008年5月, Lyon France
2. 47th AIAA Aerospace Sciences Meeting, “Flow Computations around Moving and Deforming Bodies Using Cartesian Mesh”, 口頭発表, 2009年1月, Orlando US

氏名 野呂 秀太

所属 工学研究科機械システムデザイン工学専攻 博士後期課程1年

指導教員 工学研究科機械システムデザイン工学専攻
福西 祐 教授

研究タイトル

マイクロスケール下での磁性流体とインピーダンスポンプを用いた流体の
高速混合

平成20年度 研究成果概要

マイクロスケール下での二液混合現象に関して、混合促進のためにはどのような指針で二液の流体間の面要素（界面）を変形させるべきか、幾何形状を議論する数学のトポロジー問題として捉え、研究を進めている。研究の成果を整理すると、マイクロ流路など低レイノルズ数における混合は濃度勾配の大きな領域の界面面積をいかに広げるかという命題に帰結することが分かってきた。

これまでに実験的研究と数値計算を用いた研究を行なっている。研究手法の概要は、高速流体混合の手法を見出すために、マイクロスケールにおける界面の特性を調べる。流路はアクリル製でT字型流路の上流部にくぼみ部（キャビティ）を設ける。二液として青く色付けした水と無色の水を用いる。流入にはシリンジポンプを用いて液体を流入する。

はじめに、流路形状のさまざまや流入方法のさまざまな組み合わせから効率的な混合手法を調査した。非常に多くの流路を試すトライアンドエラーとなる方法での研究である。しかし、流体の混合を考える際に用いられるカオス混合の概念に基づいて、界面をできる限り増大させる手法を考えた。その課題に対する答えの一つとして、我々の研究グループでは流路にキャビティを設けてかつ二液を交互に流路に流入させることによりキャビティ内部で界面面積が増大することを見出した。そして、増大した界面は流体の特性により流路の幅方向に引伸ばされてさらに界面面積が増大する。このように界面が薄く積層化されることにより、下流域で二液の混合は促進されることが分かった。本研究によって二液の高効率な混合のためには交互流入とキャビティの組合せが重要な要因であることが実験的にも数値計算においても確かめられている。

そこで本研究では、さらに一般的に見られる手探りの研究方法を打開し、あわせて混合を促進させる最適な流路の設計指針となる混合の定量的指標の提案を試みた。そして、物理的な考察として交互流入とキャビティの組合せによって効率的な混合を実現できる要因を調査した。2次元、3次元数値計算も行ない、実験結果と比較をした。本研究で得られた知見を以下に示す。

- ・ 流れ方向と流路幅方向に分けた混合分散係数を混合レベルとして提案し、それにより流れ場のパターンを把握して混合状態を評価できるようになった。
- ・ キャビティ内部に障害物を適切に配置することによって下流域での混合レベルが促進されることが分かった。
- ・ フラクタル次元とキャビティ内部の界面長さは下流域の混合レベルの評価指針として有効であることが確かめられた。
これらの指標は、より良い混合を行なう流路設計の指針となる。
- ・ 実験で得られた混合レベルと3次元計算の深さ方向平均の混合レベルの結果は定量的にもよく一致した。
この結果はこれまで示されていなかった2次元計算と実験結果との定量的な不一致を説明するものとなった。
- ・ しかしながら、効率的な混合を実現するための混合流路の設計指針を示す上で、これらの指標だけでは不十分である。
- ・ 界面の伸張具合とあわせて界面が伸張される場所での濃度勾配に着目する必要があることが示された。
具体的には、高効率な混合を行なうためには濃度勾配の大きな界面を伸張させることが重要な要因となることが分かった。

これらの成果は日本機械学会年次大会、アジア流体力学会、ICFD国際会議、ICFD若手研究者交流会な

どで成果発表を行なった。また、これらの研究結果はJournal of Fluid Science and Technologyにて今期掲載された。

他に、研究活動としてお茶の水大学の河村研究室の皆さんと合同ゼミナール（研究成果報告および討論）、日本大学小紫先生との合同ゼミナール、日本機械学会東北支部の広報活動（主にホームページを用いて）なども行なってきた。

本研究のこれからの命題は、複雑な混合現象において合理的な方法論を追求する「二液混合現象の位相幾何学からのアプローチ」といった新しい学理を確立すべく、数理科学からのアプローチを行なうことである。そして、自らが先頭となって多分野融合研究交流会などを開き、これからも積極的に研究成果を議論できることを望む。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. S. Noro, K. Kokunai, M. Shigeta, S. Izawa and Y. Fukunishi: Mixing Enhancement and Interface Characteristics in a Small-Scale Channel, Journal of Fluid Science and Technology, Vol. 3, (2008-11). (査読あり)

【学会発表】

【国内】

1. 野呂 秀太, 穀内 健二, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐: サブミリスケールの単純形状流路における高効率混合方法の研究, 第85期日本機械学会流体工学部門講演, (2007-11). (口頭)
2. 野呂 秀太, 茂田 正哉, 伊澤 精一郎, 福西 祐: 微小スケール流路における界面の特性と混合促進との関係, 日本機械学会2008年 年次大会, (2008-8). (口頭)
3. S. Noro, M. Shigeta, S. Izawa, Y. Fukunishi: Relation between Interface Characteristics and Mixing Effect in a Small-scale Channel Flow, Fifth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan, (2008-11). (short oral & poster)
4. S. Noro, M. Shigeta, S. Izawa, Y. Fukunishi: Rapid Mixing of Two Fluids in Micro-Scale, 1st International Young Researchers Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan, (2009-01). (short oral & poster)

【国外】

1. S. Noro, M. Shigeta, S. Izawa, Y. Fukunishi: Mixing and Interface Geometry in a Small-Scale Channel, 12th Asian Congress of Fluid Mechanics, Daejeon, Korea, (2008-8). (oral) (査読あり)

氏名 古林 敬顕

所属 徳山・寺田研究室 博士後期課程3年

指導教員 原子分子材料科学高等研究機構

徳山 道夫 教授

研究タイトル

二成分荷電コロイド分散系のブラウン動力学シミュレーション
による研究

平成20年度 研究成果概要

コロイド粒子とは数nm～数 μ m程度の大きさをもつ粒子を指し、大気中で電氣的に中性なコロイド粒子であっても、水などの液体中では表面がイオン化されて電荷を帯びることが知られている。コロイド溶液にはコロイドだけではなく粒子表面から電離したイオンも存在しており、そのような系は自然界に多く見られる。近年ではバイオ科学の分野で多くの関心を集めており、例として蛋白質の抱き込み現象 (protein folding) などは実験やシミュレーションなどで活発に研究が行われている。これは高分子からなる紐状の蛋白質が動物の体内で三次元的な構造を持つことによって様々な機能を発揮するという現象であり、時にはその構造が壊れることによって病気を引き起こすこともある。未だにそのメカニズムは完全に解明されておらず、蛋白質と溶媒中のイオンがもつ電荷によるクーロン相互作用が重要であるとの指摘もある。しかし荷電コロイドの挙動に関しても未だに未解明な点があり、世界中で議論をよんでいる。

本研究は粒子状の荷電コロイドと異符号の電荷を持つイオンが溶媒中に漂っているとした荷電コロイド分散系をブラウン動力学シミュレーションで扱うことによって、荷電コロイドの挙動を観察することが目的である。特にイオンがコロイドの挙動にどのような影響を与えるのかに注目する。

今までの研究により、イオンがクーロン相互によって荷電コロイド周囲に集まり、荷電コロイドの運動を抑える様子が観察された。同一のサイズであった場合、電荷や密度が大きくなるほど荷電コロイドの短時間拡散係数が減少する。これは電荷が大きくなったり平均二粒子間距離が短くなったりしたために荷電コロイド同士の相互作用が強く影響したのではなく、周囲にイオンが集まりやすくなったことが原因であることが理論との比較からわかっている。一般に荷電コロイドの挙動は時間を追うごとにブラウン運動から自由拡散、短時間拡散、長時間拡散へと変化するとされているが、シミュレーションにおいて粒子間の流体力学的相互作用を考慮しないモデルでは短時間拡散は観察されないことが知られている。しかし本研究では流体力学的相互作用を考慮しないモデルであるにも関わらず、短時間拡散が周囲に存在している小イオンの影響によって観察されており、世界的に例がない研究成果となっている。

また、コロイドに関する従来の考え方として、コロイドとイオンのクーロン相互作用が強い場合、イオンはコロイドの周囲に引きつけられて凝集層を形成し、コロイドの周囲以外の領域にはイオンはほとんど存在しないという意見が述べられてきた。しかし本研究で得られたイオンの分布の様子はそれとは異なり、一部のイオンはコロイドの周囲に凝集されているが、多くのイオンはコロイドが存在しない領域に分散しているという結果が得られた。これはコロイドの大きさに関係すると考えられる。本研究では粒子間相互作用は粒子間の中心距離を用いて求めるが、コロイドが大きくなると体積効果によって最近接距離が大きくなり、その結果コロイドの半径が大きくなると最近接距離での相互作用は小さくなる。そのためイオンがコロイドの周囲に近づいても凝集しにくいのだと考えられる。一方、実験で得られる荷電コロイドは表面が帯電しており、中心距離で求める相互作用とでは力の大きさが異なってくることが予想されるため、今後イオンの分布を観察する際にはこの点に留意する必要がある。

さらに、シミュレーションによって得られた動径分布関数より、荷電コロイドの電荷数を大きくすることで荷電コロイド間に微小な引力が働いているような振る舞いが観察されている。しかしこの振る舞いは条件次第では斥力が働いている場合でも観察され得るため、さらなる詳細な解析が求められる。

現時点でコロイドのダイナミクスに対する小イオンの効果、コロイド間に働く微小な引力の存在、電荷や体積分率の変化によるコロイドの相変化の様子などは観察された。しかし、実験における荷電コロイドの電荷数は現在シミュレーションで扱っている電荷数よりも大きいため、実験値との比較には至っていない。現在さらなる高電荷条件でのシミュレーションを計算中である。また、より強い引力を観察するために、液相でのコロイド間のポテンシャルを明確に求める必要があると考えられる。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. K. Nanbu, T. Furubayashi, and H. Takekida, “Coulomb collisions in material processing plasmas”, *Thin Solid Films*, Vol. 506-507(2006), pp.720-723.
2. K. Nanbu and T. Furubayashi, “Effect of Coulomb Collisions on Low Gas Pressure Plasmas”, *AIP Conference Proceedings*, Vol. 832(2006), pp.582-585.
3. K. Nanbu and T. Furubayashi, “Modeling of Multi-Time Scale Particles in Rarefied Gas and Plasma”, K. Nanbu and T. Furubayashi, *Rarefied Gas Dynamics*, Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2007, pp.991-998.
4. T. Furubayashi, M. Tokuyama, and Y. Terada, “Size Effects on Short-Time Self-Diffusion in Dilute Highly-Charged Colloidal-Suspension”, *AIP Conference Proceedings*, Vol. 982(2008), pp.391—394.
5. T. Furubayashi, M. Tokuyama, and Y. Terada, “Effects of small ions on short-time self-diffusion of macro ions in dilute suspensions”, *European Physical Journal B*, 投稿予定

【学会発表】

【国内】

1. 日本機械学会 2004年度 年次大会, “エネルギー分布関数におよぼすクーロン衝突の効果”, 口頭発表, 2004/9/5 – 9, 札幌

【国外】

1. AVS 52nd International Symposium & Exhibition, “Effect of Coulomb Collision on Oxygen Plasma”, poster presentation, 2005/10/30 – 11/4, Boston
2. Second International Conference on Flow Dynamics, “Effect of Coulomb Collision on Low Gas Pressure Plasmas”, poster presentation, 2005/11/16 – 18, Sendai
3. ICRP-6/SPP-23, “Particle modeling of self-sputtering of copper target”, poster presentation, 2006/1/24 – 27, Sendai
4. 3rd International Conference on Flow Dynamics, “Short-Time Self-Diffusion of Highly Charged Colloidal Suspension”, poster presentation, 2006/11/7 – 9, Sendai
5. The 1st Japan Korea Student Workshop, “Particle Modeling Simulation of Charged Colloidal Suspension”, oral presentation, 2006/11/13 —15, Sendai
6. 5th International Conference on Flow Dynamics, “Size Effects on Short-Time Self-Diffusion in Dilute Highly-Charged Colloidal-Suspension”, poster presentation, 2007/9/25 – 28, Sendai
7. 1st Discussion Meeting on Glass Transition, “Brownian Dynamics Simulation of Charged Colloidal Suspension”, oral presentation, 2008/1/14 – 16, Sendai
8. WPI & IFCAM Joint Workshop, “Effects of small ions on the dynamics of macro ions in dilute charged colloidal suspensions”, poster presentation, 2008/2/18 – 19, Sendai
9. XI International Workshop on Complex Systems, “Charge Effects on Self-Diffusion in dilute suspensions of charged colloids”, oral presentation, 2008/3/17 – 20, Andalo, Trento, Italy
10. 4th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology, “Modeling of the Charged Colloidal Particles in a Solvent”, oral presentation, 2008/5/21-24, Sendai
11. 2009 WPI-AIMR Annual Workshop, “Short-time self-diffusion in binary-charged colloidal suspensions”, poster presentation, 2009/3/1-6, Zao, Miyagi



氏名 中野 雄大

所属 工学研究科 ナノメカニクス専攻 博士後期課程2年

指導教員 流体科学研究所 小原 拓 教授

研究タイトル

ナノスケール膜構造における熱・物質輸送機構とその制御

平成20年度 研究成果概要

ナノデバイスの実現を志向して行われている固体や液体などを用いたナノスケール構造の研究の中で、生体由来の巧妙で優れた機能を持つソフトマターとして脂質分子が構成する二重膜が大きな注目を集めている。脂質二重膜は膜面方向への流動性や膜垂直方向への分子の選択透過性を有しており、物質輸送特性を利用した味覚センサーや自己拡散を利用した分子の分離・選別デバイスなどが提案されている。しかし、ナノデバイスを制御するためには分子スケールのメカニズムを明らかにする必要があり、材料の特性として重要な熱の輸送現象に関しては明らかになっていないことから、分子動力学シミュレーションで膜の熱伝導や異方性の解析を行っている。また、材料としてデバイスに用いる場合、何らかのメカニカルなストレスが膜に加えられる可能性がある。その際に膜を伝搬する運動量とそれに付随する脂質膜から励起された場合の

熱輸送の解析及び物質輸送の変化の解析を行い、脂質膜内の伝搬に関する基礎原理を明らかにすることを目的としている。

1) 定熱流束下の熱輸送

分子動力学シミュレーションにより水中で自発的に形成する脂質二重膜の熱エネルギー輸送の解析を行った。膜平面方向と垂直方向ではエネルギーの伝搬の仕方が異なっている。膜平面方向では、分子間相互作用の寄与により伝搬するが脂質による寄与は非常に小さく水が支配的であった。一方、膜垂直方向では膜内は分子内相互作用による寄与が大きい。また、膜垂直方向に関して、熱抵抗は水の層、脂質頭部の層、脂質尾部の層で異なっていた。その中では特に尾部先端が向き合う位置において最大であった。さらに熱伝導率を算出し、膜平面方向より垂直方向のほうが約5倍以上と大きな値となり熱伝導に異方性が存在することが確認された。

2) せん断流中の熱・運動量輸送

脂質膜の面方向に対しせん断を課した際の膜の構造はそのすべり速度により変化する。速度が小さい場合では脂質のアルキル鎖は主に膜垂直(z)方向に配向するのが、速度を大きくしてゆくと傾き角は増加し、最大40度をとる。すべり速度を約100m/sまで増加させると脂質分子は水の層へ抜け、最終的に膜は崩壊した。

すべり速度が約15m/sの場合において系内の温度(Fig.3)と運動量流束(Fig.4)の計測を行った。温度分布から水の層と脂のアルキル鎖先端部(0Å)において粘性加熱が生じている。水の層に関しては脂質との界面付近では温度勾配は小さく、界面から離れるほど大きくなっている。この原因は現在調査中である。水の温度を並進と回転に分けたところ、界面において、脂質と水の温度は並進温度とよく一致し、回転温度は並進温度より低いことから熱は並進運動により伝搬されていることがわかる。

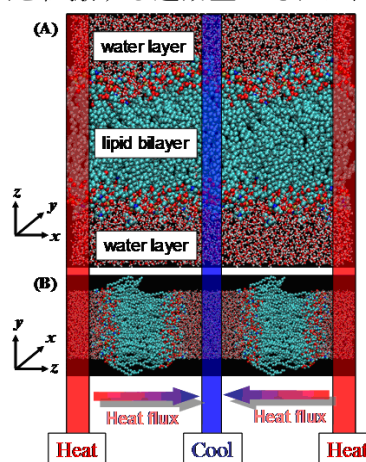


Fig.1. Simulation systems for the steady thermal energy transfer in the directions of (A) along and (B) normal to the bilayer plane.

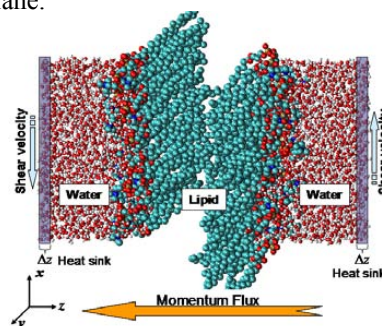


Fig.2. Schematic of a simulation system.

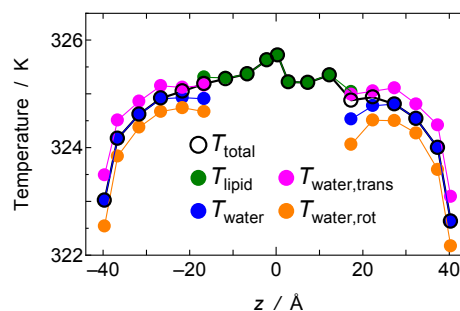


Fig.3. Temperature distribution.

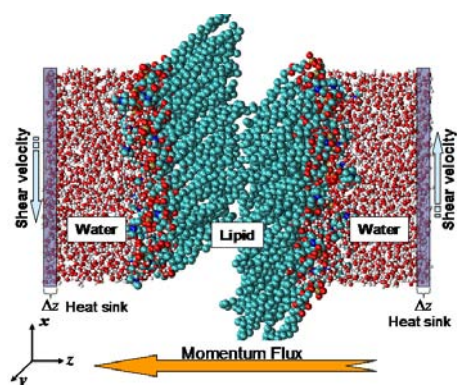


Fig.2. A schematic of simulation system.

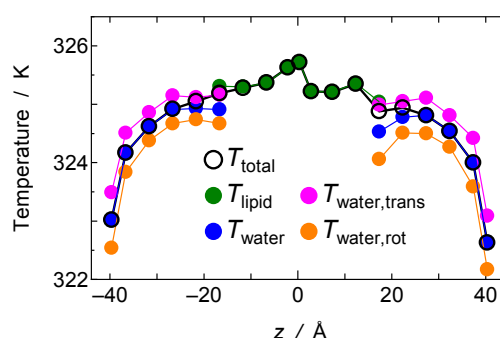


Fig.3. Temperature distribution.

Fig.4左図におけるバーは系内の各位置を通過する運動量流束の合計を示す。各バーのうち、青色が分子自身の移動による運動量流束、オレンジ色の部分が相互作用により伝えられる運動量流束を示す。バーの高さが位置によらないことから、系内に様な運動量流束が発生し、脂質膜の層及び水の層において相互作用による寄与は全体の90%以上を占めている。その寄与はさらに、分子間相互作用と分子内サイト間相互作用の寄与に分けられるが、ここではそれらをそれぞれ赤色と緑色で示した。水の層では水分子間の寄与からなる。脂質の層では分子内相互作用は全体の流束に対して負の寄与をなす。それでも、マクロな運動量流束に正の寄与をなすのは、分子間相互作用の寄与が大きいからである。脂質-水界面では各相互作用の寄与の正負は脂質層内とは逆となっている。Fig.4右図は、左図において緑色のプロットで示される分子内サイト間相互作用を、隣接2サイト間の伸縮、隣接3サイト間の曲げ、隣接4サイト間のねじれ、及び分子内非共有結合相互作用の各寄与に分解したものである。脂質の層では伸縮とファンデルワールスの相互作用が正の寄与をなし、曲げとねじれの相互作用が負の寄与をなしている。一方、界面ではねじれ、クーロンが正の寄与をなし、伸縮、曲げ、ファンデルワールスが負の寄与をなしている。分子間相互作用の寄与はここでは示していないが、ファンデルワールスとクーロンの各相互作用による寄与の成分の正負、大きさは分子内相互作用の寄与と同様に各位置により異なっていた。

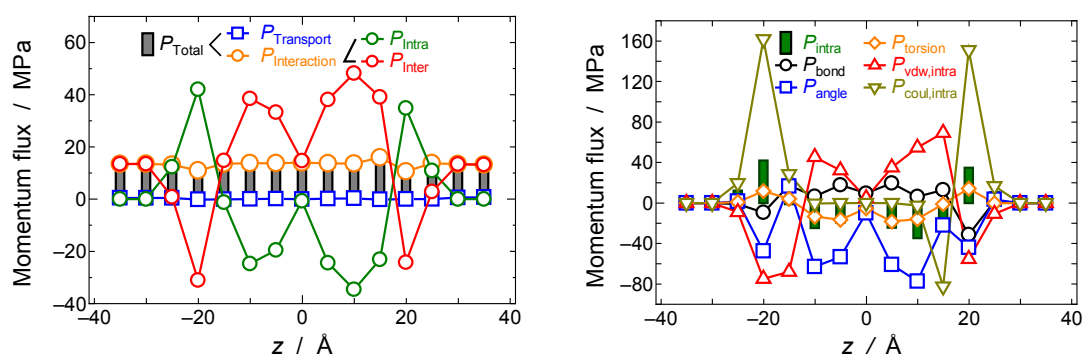


Fig.4. Total and contributions of momentum flux.

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Takeo Nakano, Taku Ohara and Gota Kikugawa, 「Study on Molecular Thermal Energy Transfer in a Lipid Bilayer」, *Journal of Thermal Science and Technology*, Vol.3 (Jul. 2008), No.3, pp.421-429
2. 「せん断流中における脂質膜の熱・運動量輸送に関する研究」は発表予定
3. Daichi Torii, Takeo Nakano and Taku Ohara, 「Contribution of inter- and intramolecular energy transfers to heat conduction in liquids」, *The Journal of Chemical Physics*, Vol.128 (Jan. 2008), 044504
4. 鳥居 大地, 中野 雄大, 小原 拓, 「多体ポテンシャルによる液体中の熱伝導(分子内及び分子間エネルギー伝搬の寄与)」, 日本機械学会論文集B編, Vol.73 (2007), pp. 2122-2129
5. Taku Ohara, Takeo Nakano and Daichi Torii, 「Ion Transport by the Thermally Rectified Brownian Ratchet」, *Nanoscale and Microscale Thermophysical Engineering*, Vol.12 (2008), pp.144-153
6. Taku Ohara, Takeo Nakano and Daichi Torii, 「Transport of ions by the thermally anisotropic Brownian

ratchet microchip」, *International Journal of Transport Phenomena*, Vol.9 (2007), pp. 41-53

【学会発表】

【国内】

1. *The 2nd International Forum on Heat Transfer*, 「Molecular Dynamics Study on Heat Conduction Characteristics in Lipid Membranes」, 166, Tokyo, Japan, Sep. 19, 2008. ポスター発表
2. *The 7th JSME-KSME Thermal and Fluid Engineering Conference*, 「Molecular Dynamics Study on Lipid Bilayer Membranes in Shear Flow」, H126, Sapporo, Japan, Oct. 14, 2008. 口頭発表
3. *8th International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration*, 「A Molecular Dynamics Study on Heat Transfer Characteristics in Lipid Membranes」, P-14, Sendai, Japan, Dec. 20, 2008. ポスター発表
4. *The 4th International Conference on Flow Dynamics*, 「Molecular Dynamics Study on Thermal Energy Transfer in Lipid Bilayer Membranes」, OS2-G9, Sendai, Japan, Sep. 27, 2007. ポスター発表
5. *The 5th International Symposium on Advanced Fluid Information*, 「Ion pump by the thermally anisotropic Brownian ratchet」, P-20, Sendai, Japan, Dec. 9, 2005. ポスター発表
6. *17th International Symposium on Transport Phenomena*, 「Transport of ions by the thermally anisotropic Brownian ratchet microchip」, 2-B-IV-1, Toyama, Japan, Sep. 5, 2006. 口頭発表
7. *The 3rd International Conference on Flow Dynamics*, 「Ion pump by the thermally anisotropic Brownian ratchet microchip」, OS2-P3, Matsushima, Japan, Nov. 8, 2006. ポスター発表
8. 第45回日本伝熱シンポジウム, 「脂質二重膜界面における熱エネルギー輸送特性」, C232, つくば, 2008年5月22日. 口頭発表
9. 日本機械学会 2008年度年次大会, 「せん断流中における脂質二重膜の分子動力学的研究」, 506, 横浜, 2008年8月4日. 口頭発表
10. 第1回流動ダイナミクス国際若手研究発表会, 「ナノスケール膜構造における熱・物質輸送機構とその制御」, 仙台, 2009年1月14日, ポスター発表
11. 第44回日本伝熱シンポジウム, 「脂質二重膜の熱エネルギー輸送特性」, B312, 長崎, 2007年5月25日. ポスター発表
12. 第43回日本伝熱シンポジウム, 「温度勾配に駆動されるブラウニアンラチェットのイオン輸送」, F121, 名古屋, 2006年5月31日. 口頭発表

【国外】

1. *2007 ASME-JSME Thermal Engineering Conference and Summer Heat Transfer*, 「Study on Molecular Thermal Energy Transfer in a Lipid Bilayer」, HT2007-32034, Vancouver, Canada, Jul. 2007. 口頭発表



氏名 齋藤 泰洋

所属 工学研究科化学工学専攻 博士課程後期1年

指導教員 工学研究科化学工学専攻 三浦 隆利教授

研究タイトル

超高速回転する回転ベルカップを用いた塗料微粒化の液体流動特性に関する数値解析

平成20年度 研究成果概要

【目的】工業塗装では高速回転する回転ベルカップを用いて塗料を微粒化し、塗布する噴霧塗装が広く用いられている。噴霧塗装はバルク塗装と比較して高い生産性と優れた仕上がり品質を有しているものの、塗料飛散による塗着効率の低下や作業環境を悪化および環境汚染を招く欠点を有する。これに対し、ノズル後方からの空気の吹きつけや強電場の印加による微細粒子の塗装面に対する付着性を向上させることにより塗着効率を向上させることが考えられる。これらの制御因子の決定には製品の成否による試行錯誤的な方法により決定されているのが現状であるため、理論に基づいた解明が必要である。しかしながら、30,000 rpm以上で高速回転する回転ベルカップまわりの流動現象は、複雑な乱流場を形成するだけでなく、塗料がベルカップ表面を流れる自由表面流れを形成し、高電圧による電磁場による液滴流動が起こるため、非常に複雑な現象である。これに対し、対象を絞った実験例はあるものの、これらのトータルシミュレーションを行った研究例はない。そこで、本研究では高速回転回転乱流電磁場二相流練成解析コードを開発し、微粒化プロセスの定量化を行い、制御因子を特定し、設計および操業指針の提案することが目的である。

【研究方策】回転ベルカップ静電塗装機を対象に共同研究者とともに実験および数値解析を用いた解析を行い、申請者は高速回転する回転ベルカップ表面における自由表面流れの解析を試みる。

【研究内容】気液界面(自由表面)を追跡する界面追跡法としてVOF法[1]コードを開発し、ベルカップ表面における液体流動特性を対象に数値解析を行う。VOF法を用いた液体流動解析は非常に細かい時間刻みを用いてセミDNS(Direct Numerical Simulation)として扱われ、非常に計算負荷が大きいため、実用的な計算ツール開発もしくは数多くのケーススタディを行うためには計算負荷の軽減は重要な問題である。そこで、申請者は非圧縮性粘性流体解析に最も計算負荷の寄与が大きい連続の式と運動量保存式のカップリングスキームに着目し、圧力速度結合解法の比較を行った。

1) SIMPLE 系アルゴリズムの比較

始めに定常解析で広く適用されているSIMPLE系アルゴリズムの比較を行った。定常状態における比較が行われているものの、非定常状態におけるSIMPLE系アルゴリズム同士の比較は少ない。一般に定常解析においてSIMPLERアルゴリズムはSIMPLEアルゴリズムと比較して演算量が多くなるものの高い収束性のため、全体の計算時間を短縮できるといわれている。本研究では、計算格子にスタガード格子を用いて、圧力速度結合解法としてSIMPLEおよびSIMPLERアルゴリズムを適用し、密度一定の二次元非定常Cavity流れ解析において解析精度、数値安定性および計算時間を比較した。その結果の一例をFigure 2に示す。いずれのスキームも解析精度が同程度に高く、

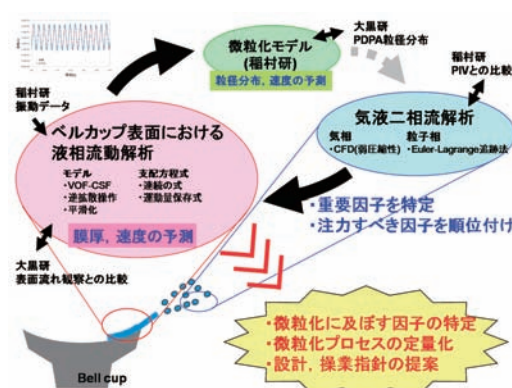


Figure 1 Research approach

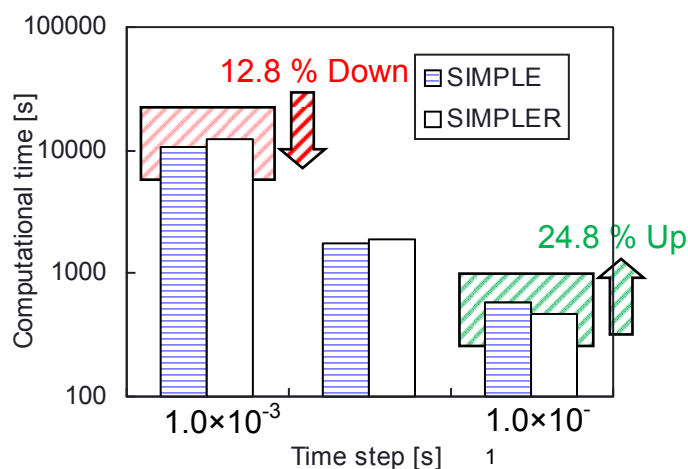


Figure 2 Comparison of computational time

数値安定性について同程度に高い。時間刻みが大きい場合にはSIMPLERアルゴリズムがSIMPLEアルゴリズムよりも計算時間が短いものの、時間刻みが小さい場合にはSIMPLEアルゴリズムの計算時間が短く、時間刻みに応じて圧力結合解法を選択する必要があることを示した。(Frontier of Energy Flow Dynamics in Atomistic and Electronic Scaleにて発表予定)

2) MAC系解法とSIMPLE系アルゴリズムの比較

非定常解析としてSIMPLE系アルゴリズムとは他にMAC系解法が広く用いられている。しかしながら、これらの異なる圧力速度結合解法を比較した研究は希少である。そこで本研究では、圧力速度結合解法にMAC系解法としてSMAC法とSIMPLE系解法としてSIMPLEアルゴリズムを適用し、SIMPLE系アルゴリズムの比較で用いた解析条件と同じ条件で比較した。その結果の一例をFigure 3に示す。SMAC法はSIMPLEアルゴリズムと比較して解析精度が同程度に高く、数値安定性は低いものの、安定に計算できる場合にかぎり、計算時間を短縮できることを示した。(5th International Conference on Fluid Dynamics(Most Attractive for Poster賞受賞)および化学工学論文集 (査読中)にて発表した。)

以上の結果より、密度一定の非圧縮性粘性流体において計算負荷が少ない速度圧力結合解法が得られた。今後はこれをVOF法コードに適用し、高精度でかつ計算負荷の少ない回転ベルカップ表面上における流動解析を行い、乱流場や電磁場とのカップリングを目指す。

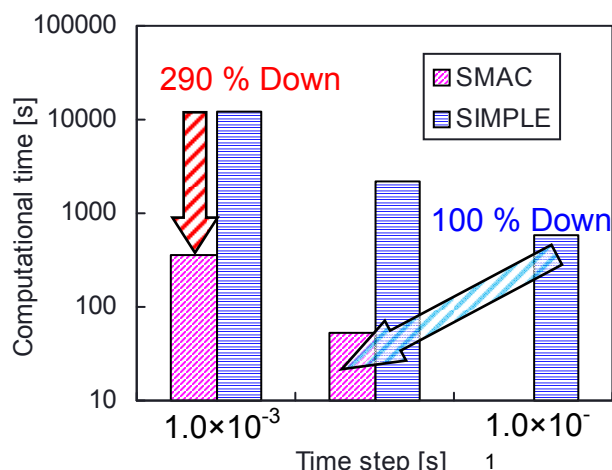


Figure 3 Comparison of computational time
(note that it is only SIMPLE solution for $\Delta t = 1.0 \times 10^{-1}$ s)

SMAC法はSIMPLEアルゴリズムと比較して解析精度が同程度に高く、数値安定性は低いものの、安定に計算できる場合にかぎり、計算時間を短縮できることを示した。(5th International Conference on Fluid Dynamics(Most Attractive for Poster賞受賞)および化学工学論文集 (査読中)にて発表した。)

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. 齋藤泰洋, 安村光太郎, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 小笠原慎, 大黒正敏, 五十嵐貴之, 稲村隆夫, 非定常Cavity流れを対象としたSMAC法とSIMPLEアルゴリズムを用いた圧力速度結合解法の比較, 化学工学論文集 (査読中)
2. 松下洋介, 小山敦暢, 齋藤泰洋, 青木秀之, 三浦隆利, スタッガード格子あるいはコロケート格子を適用した場合のSIMPLEの並列化特性の比較, SENAC, 41(4), pp. 9-19 (2008)

【学会発表】

【国内】

1. Yasuhiro Saito, Kotaro Yasumura, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura Comparison of SIMPLE and SIMPLER Algorithms with Different Time Step in Unsteady-steady Cavity Flow (Invited), Frontier of Energy Flow Dynamics in Atomistic and Electronic Scale, S-1, Sendai, Japan, February 26-37 (2009) 発表決定
2. Yasuhiro Saito, Kotaro Yasumura, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura, Shin Ogasawara, Masatoshi Daikoku and Takao Inamura, Comparison of Solution Algorithms of Pressure-velocity Coupling for Unsteady-state Fluid Flow Calculations, 5th International Conference on Fluid Dynamics, OS8-22, Sendai, Japan, November 17-19 (2008)
3. 齋藤泰洋, 安村光太郎, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 小笠原慎, 大黒正敏, 五十嵐貴文, 稲村隆夫, 角柱周りの非定常流れを対象とした圧力・速度場カップリングスキームの比較, 化学工学会第74年会, L113, 横浜, 3月18-20日 (2009) 発表決定
4. 齋藤泰洋, 安村光太郎, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 小笠原慎, 大黒正敏, 五十嵐貴文, 稲村隆夫, 角柱周りに発生する非定常カルマン渦流れを対象としたSMACとSIMPLEの比較, 宮城化学工学

懇話会第4回先端研究発表会, 仙台, 3月9日 (2009) 発表決定

5. 安村光太郎, 齋藤泰洋, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利, 小笠原慎, 大黒正敏, 稲村隆夫,
超高速回転噴霧塗装機におけるベルカップ周りの空気流動解析,
第11回化学工学会学生発表会(郡山大会), 郡山, 3月7日(2009) 発表決定
6. 小笠原慎, 大黒正敏, 稲村 隆夫, 齋藤泰洋, 松下洋介, 青木秀之, 三浦隆利
超高速回転体による微粒化特性,
第17回微粒化シンポジウム講演論文集, pp. 299-304, 東京, 12月17-19日 (2008)

【国外】

1. Shin Ogasawara, Masatoshi Daikoku, Takao Inamura, Yasuhiro Saito, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura
Atomization of Liquid Issued from An Ultra High-Speed Rotary Bell,
11th International Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, Colorado, USA, July 26-30 (2009)
査読中

【受賞等】

1. **Participant Award for Most Attractive Poster**, 5th International Conference on Fluid Dynamics,
November 17-19 (2008)

【その他（新聞、雑誌等への記事掲載など）】

1. 著書
(原著) H. K. Versteeg and W. Malalasekera,
An Introduction to Computational Fluid Dynamics -The Finite Volume Method-,
Prentice Hall, Harlow, 2nd edition, 2007
(訳著) 松下洋介, 齋藤泰洋, 青木秀之, 三浦隆利,
数値流体解析入門 (仮題) —有限体積法 (FVM) へのアプローチ (仮題) —,
株式会社森北出版, 東京, 2010年刊行決定
2. 研究助成金
松下洋介, 齋藤泰洋(研究分担者), 燃焼場における温度測定技術の高度化, 研究助成金, 165万円,
(財) 谷川熱技術振興基金, 2008年10月
3. 化工誌学生編集委員 東北支部長2009年4月内定
4. GCOE学内発表
Yasuhiro Saito, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki and Takatoshi Miura,
An Investigation of a Time Step in SIMPLE and SIMPLER Algorithms for Unsteady-state Cavity Flow
Calculations,
第1回流動ダイナミクス国際若手研究発表会, 仙台, 1月14日 (2009)



氏名 山下 博

所属 工学研究科情報科学研究科 博士後期課程三年
 指導教員 流体科学研究所 大林 茂教授
 副指導教員
 研究タイトル
 サイレント超音速複葉旅客機の実現に向けた実験・計算融合研究

平成20年度 研究成果概要

●サイレント複葉超音速翼プロジェクトの概要:

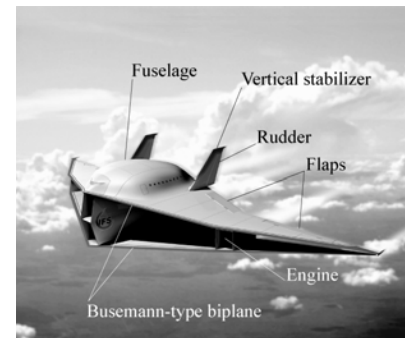
現在、東北大学GCOEプログラム「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」において、ソニックブームのないサイレント超音速複葉旅客機 (Fig. 1) の実現に向けた実験・計算融合研究プロジェクトに取り組んでいる。本プロジェクトは、1950年頃注目されたブーゼマン複葉翼の概念を応用した二枚の翼を用いて衝撃波を干渉・相殺させることで、造波抵抗を低減しつつソニックブームを抜本的に削減することを目指している。これは大型超音速旅客機にも応用可能な革新的ソニックブーム低減技術を探った、きわめて独創的な研究である。

これまでの研究で、東北大学21世紀COEプログラム「流動ダイナミクス国際研究教育拠点」で招聘した楠瀬博士の協力のもと、数値流体力学 (CFD) と風洞実験 (EFD) により二枚翼の低ブーム効果を中心に検証してきた。その結果、本プロジェクトとして「超音速複葉翼理論」を確立するに至っている。現在、本プロジェクトは2011年の飛行実証を目標としており、平成20年度においてはCFDによる複葉翼の空力性能および、ソニックブームの大域的な推算コードの開発に取り組んだ。これら得られた研究成果は飛行実証実現に必要な要素技術となっている。現在までの研究実績とその成果を以下に述べる。

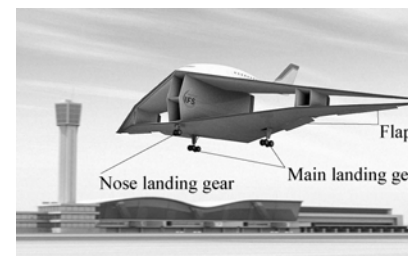
●複葉超音速翼型の非設計点における抵抗増加の回避法の構築:

複葉超音速機に採用する二枚翼は、飛行実証および実用化まで考慮に入れると、設計点 (巡航マッハ数 $M_\infty = 1.7$) で低ブームを実現できるだけでなく、離着陸から超音速巡航まで幅広い速度域で空力性能のよい二枚翼である必要がある。二枚翼に関しては、とくに非設計点において流れのチョーク・ヒステリシス現象に伴う造波抵抗の増加を克服することが課題となっていた。

これに対して、本研究では飛行機が離着陸に使用する高揚力装置のフラップを、この問題に対する解決策として利用する方法を提案し、その効果を検証してきた。その結果Fig. 2に示すように、フラップを用いることでオリジナルのBusemann複葉翼に比べ、低速域から抵抗増加を抑えつつ音速を突破でき、またチョーク・ヒステリシス現象を回避しながら設計点までスムーズに到達できる事を示した。ここで提案された手法は、飛行実証機および超音速複葉機を実現するために重要な成果であり、本年度ではこれまでに得られた知見を国際学術誌International Journal of Emerging Multidisciplinary Fluid Sciences に投稿しており現在査読中である。



(Supersonic level flight)



(Takeoff and landing)

Fig. 1 Conceptual drawing of the boomless supersonic biplane MISORA. Cruise Mach number is assumed to be $M_\infty = 1.7$ for supersonic level flight.

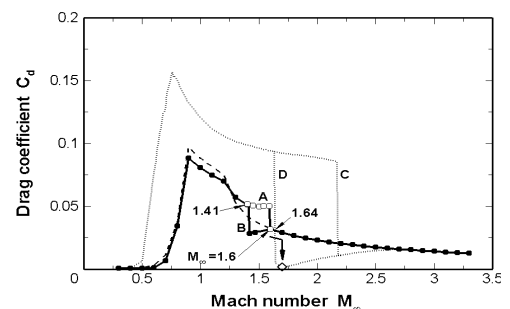
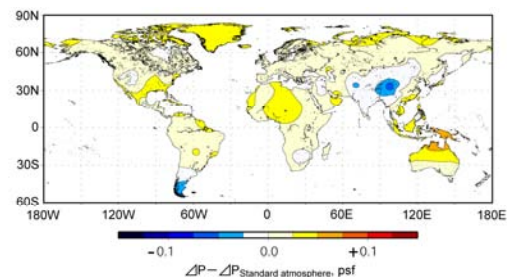


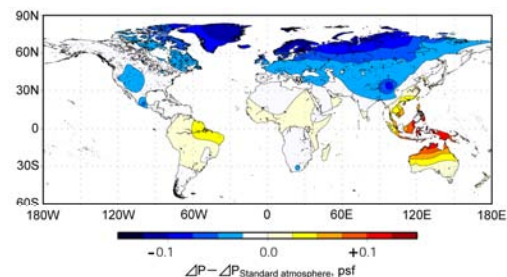
Fig. 2 Comparison of the drag characteristics. The solid line represents the HLD-3, while the dotted line shows the Busemann biplane. In both cases, when accelerating, C_d follows curves A and C. When decelerating, C_d follows curves B and D. In addition, the dashed line shows the baseline diamond airfoil. The diamond symbol indicates the design point at Mach number $M_\infty = 1.7$.

●実環境下におけるソニックブーム強度の大域的な変動評価:

現在、2014年の就航を目指して小型超音速ビジネスジェット機が開発されている。この背景をうけ、実際に超音速旅客機が飛行した場合のソニックブームによる影響を正確に評価することが重要になってきた。これに対して本年度の研究では、気象条件に高層気象観測用のラジオゾンデデータを利用し、加えて高度など地理的条件も考慮した実環境下におけるソニックブームのグローバルな変動を評価する手法を構築した。この結果、Fig. 3に示すように北半球ではブーム強度は夏に増加し、冬に減少することがわかった。また季節に関係なくヒマラヤ山脈などの高高度地帯ではブーム強度が減少する事がわかった。これらの知見はこれまで知られていなかった実環境下でのブーム強度の変動をあきらかにしたものであり、非常に有用な成果である。また、本研究で構築されたグローバルなブーム評価手法を進展させていくことで、MISORA実験機が飛行する際に発生するソニックブームが実環境へ及ぼす影響を評価することが可能となることが予想される。また一般的には、ブーム低減化は機体設計側からアプローチしているが、得られた結果は適切な飛行ルートを選定することでさらなる低ブーム化の可能性を示しており、重要な知見であるといえる。本年度の研究成果で得られた結果は、国際学術誌に投稿予定である。



(Northern summer)



(Northern winter)

Fig. 3 Global distribution maps of variations in sonic boom intensity throughout the world for four seasons north of 60S. In both figures, the contours represent the differences in sonic boom intensity between the value for each observation point and that of the standard atmosphere. The contour interval is 0.025.

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. H., Yamashita and S., Obayashi, "Variability of Sonic Boom Intensity and Propagation Path Due to Homogeneous Atmospheric Turbulence," Journal of Aircraft (査読中)
2. H., Yamashita, S., Obayashi and K., Kusunose, "Plain Flaps for the Prevention of Severe Drag Penalty Due to Choked Flow and Flow Hysteresis in the Busemann Biplane," International Journal of Emerging Multidisciplinary Fluid Sciences (査読中)
3. Sato, K., Kumano, T., Yonezawa, M., Yamashita, H., Jeong, S., and Obayashi, S., "Low-boom and Low-Drag Optimization of the Twin Engine Version of Silent Supersonic Business Jet," Journal of Fluid Science and Technology, Vol. 3, No. 4, 2008.
4. 楠瀬一洋, 松島紀佐, 後藤悠一郎, 丸山大悟, 山下博, 米澤誠仁, "衝撃波の相殺効果を利用した複葉超音速翼型の研究 (A Study in the Supersonic Biplane utilizing its Shock Wave Cancellation Effect)", 日本航空宇宙学会論文誌, Vol.55, No.636, pp.1-7, 2007.
5. 米澤誠仁, 山下博, 大林茂, 楠瀬一洋, "超音速複葉翼における流れの履歴現象の2次元CFD解析 (Two-Dimensional Computational Fluid Dynamics Analysis of Hysteresis around Supersonic Biplane in Supersonic Flow)", 日本航空宇宙学会論文集 技術ノート (印刷中).
6. Yamashita, H., and Obayashi, S., "Global Variation of Sonic Boom Intensity Due to Seasonal Atmospheric Gradients," (投稿予定).

【学会発表】

【国内】

1. 山下博, 大林茂, "ソニックブーム伝播における大気擾乱効果", 航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2008, 仙台, 2008年6月.
2. 山下博, 米澤誠仁, 大林茂, "低ブーム胴体形状に関する研究", 航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2007, 東京, 2007年6月.
3. 山下博, 米澤誠仁, 大林茂, 楠瀬一洋, "複葉超音速機におけるチョーク回避法の検討", 第44回飛行機シンポジウム, 大宮, 2006年10月.

4. 山下博, 米澤誠仁, 大林 茂, 楠瀬一洋, “超音速二枚翼型におけるチョーク回避形状の空力解析,” 日本機械学会年次大会, 熊本, 2006年9月.

【国外】

1. Yamashita, H., and Obayashi, S., “Sonic Boom Propagation with Atmospheric Fluctuations of Wind and Temperature,” The Fifth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan, Nov. 2008, OS5-4.
2. Yamashita, H., and Obayashi, S., “Numerical Investigation on Sonic Boom Reduction with Non-axisymmetric Body Shapes,” AIAA Paper 2008-0059, 46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, USA, Jan. 2008.
3. Yamashita, H., Yonezawa, M., and Obayashi, S., “Numerical Study on the Asymmetric Propagation of Near-field Pressure Waves for Sonic Boom Reduction,” The Fourth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan, Sep. 2007, p. 3-4-3.

【受賞等】

1. 東北大学大学院 情報科学研究科研究科長賞 受賞, 2006年度
2. 日本学術振興会特別研究員DC1 (COE枠) 採用, 2006年—2007年
3. 第40回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2008 学生プレゼンテーション賞受賞

【その他（新聞、雑誌等への記事掲載など）】

研究関連記事掲載等

1. 河北新報 2008年12月19日 「複葉翼でサイレント超音速機を作る」
2. 読売新聞宮城版「衝撃波消し夢の空へ」 (2007年12月30日掲載)
3. 朝日新聞宮城版「衝撃波無し超音速旅客機」 (2007年11月15日掲載)
4. 科学雑誌Newton「超音速複葉旅客機MISORA」 (2007年12月号掲載)
5. 日本経済新聞「超音速の複葉機」 (2007年9月14日掲載)
6. 東日本放送「東北大学の新世紀」環境にやさしい超音速への挑戦！ (2007年8月27日放映)
7. 東北大学機械系HP「瀬名秀明がゆく！」シリーズ19: 超音速複葉翼機の世界へ(2007年8月10日掲載)
8. 仙台放送「東北大学100年物語」未来の超音速旅客機をめざして (2006年7月24日放映)
9. 日本航空宇宙学会誌 Vol.55 No.637にてサイレント超音速旅客機コンセプト「MISORA (みそら) (MItegated SOnic-boom Research Airplane)」が表紙画像に採用。 (2007年2月掲載)
10. 河北新報 (2006年1月18日掲載) 下記記念講演概要の掲載
11. NHKニュース (2005年11月17日放映)
12. 東北大新聞 (2005年11月19日掲載)
13. 河北新報 (2005年9月23日、一面記事掲載)

氏名 柳 昌 昊

所属 医工学研究科 博士課程後期1年

指導教員 流体科学研究所 太田 信准教授

副指導教員

研究タイトル

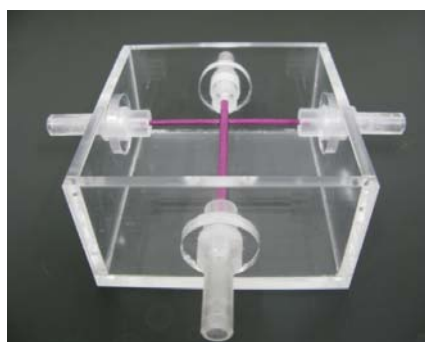
Development of a prediction system of catheter tracking for endovascular treatments

平成20年度 研究成果概要

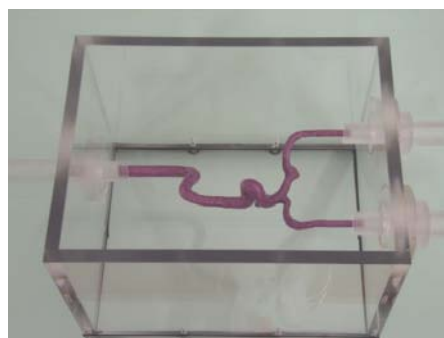
My theme in doctoral program I'm studying is entitled as “*Development of a prediction system of catheter tracking for endovascular treatments*”. And thus, my considerable efforts have been forced on training to make in-vitro artery models representing human blood vessel with Poly(vinyl alcohol) Hydro-gel for almost half a year. Substantial research on PVA-H has already been performed, and has yielded many useful results. There are several methods to promote gelation of PVA. Especially, useful modality is called low-temperature crystallization reported by Hyon et al. to obtain PVA-H with good transparency and good mechanical properties as a biomodeling.

Gelation of PVA-H and Lost wax Technique

Poly (vinyl alcohol) (PVA) (JAPAN VAM & POVAL CO., LTD., Japan) was added into a dimethyl sulfoxide (DMSO) (Toray Fine Chemicals Co., Ltd., Japan) / H₂O (80/20, w/w). After stirred for 2 hours at 100 °C, the PVA solution cast into an acrylic box with the mold to make a PVA-H box model of a realistic geometry and cross geometry shown as Figure 2(a) and (b) described in the following session. Two different models were used for the catheter tracking. These PVAs was maintained at -30 °C for 24 hours to promote PVA crystallization. After gelation, the mold material was removed using water like a lost-wax technique.



(a)



(b)

Fig. 2 (a) Acrylic resin with a cross geometry mold (b) Acrylic resin with a realistic geometry mold

Tubular Model with Realistic Geometry

A tubular model with a realistic geometry made of PVA-H was constructed. At first, an original geometry based on a silicone model (ELASTRAT Sali, Switzerland) acquired using a rotational angiography. The silicone model of the cerebral vasculature was set in a conventional angiography with rotational data acquisition. Three-dimensional angiography was performed on a biplane C-arc unit (BV 3000; Philips Medical Systems, the Netherlands). The intra-arterial bolus injection of contrast material was performed selectively for the artery of interest by hand. The rotational run was then transferred to the angiography workstation (INTEGRIS 3D-RA, Philips Medical System) and a 3-D reconstruction was performed. The 3-D geometry was transferred to a shape made of gypsum, and PVA solution painted on the model. After gelation, the gypsum materials were removed as a lost-wax technique.

Cross model for tracking System and Motion Capture of Catheter

A model with a cross branch was constructed using Magics software (Magics RP 8.5; Materialise, Leuven, Belgium) shown as Figure 3(a). The diameter of main artery was 4 mm as a mean of intracranial artery. A zebra pattern (2 mm distance and 2 mm thickness) was painted on a catheter (Micro Catheter; Cat.No.E102-130S1, GMA Co., Ltd., Japan) using an oily marker pen (MO-120-MC-BK, Zebra, Japan) shown as Figure 3(b). The catheter was inserted into circulation system made of resin with a sheath as Figure 3(c) and was moved by hand slowly and the motion was recorded by digital camera (Canon PowerShot G9, Japan).

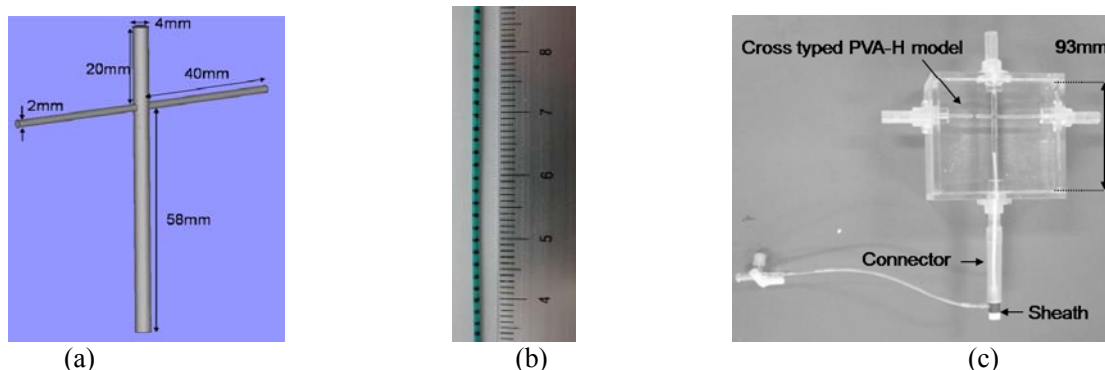


Fig. 3 (a) Cross model for tracking system (b) Catheter with zebra pattern for motion capture (c) Circulation system for tracking motion of catheter

Figure 4(a) shows the photograph of the catheter in artery with a cross geometry. The catheter can be inserted into the artery smoothly. PVA-H as shown as Figure 4(b) is transparent and sufficient to observe the catheter zebra patterns. The artery is soft and can be moved by force of the catheter.

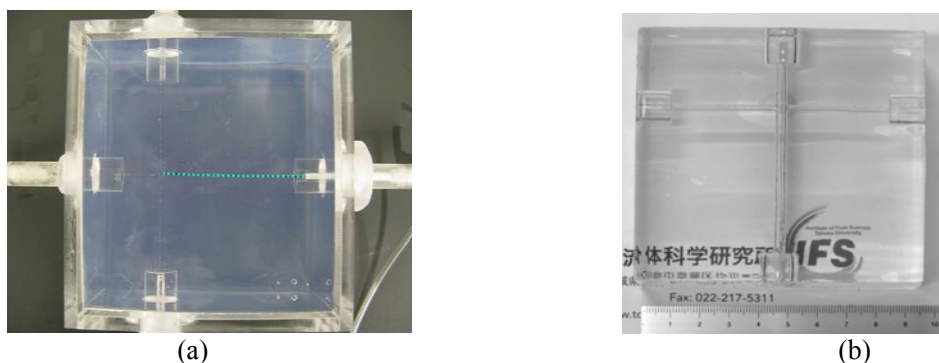


Fig. 4 (a) Micro catheter in PVA-H model with a cross geometry (b) Cross typed of PVA-H model

研究業績

【学会発表】

【国内】

1. AFI/TFI 2008, Development for Catheter Motion Tracking System for using Poly (vinyl alcohol) Hydro-gel Biomodel, Poster, December 19-20 2008
2. 東北大学グローバルCOE「新世紀世界の成長焦点に築くナノ医工学拠点」
第9回国際シンポジウム, Development of an In-vitro Tracking System for Catheter Motion, Poster, March 27-28 2009

【国外】

1. AP biomech 2009 conference, Study on a Catheter Movement with Poly (vinyl alcohol) hydrogel for the Development In-vitro Tracking system, Oral, April 15-17 2009

12. 基本支援リサーチ・アシスタントの取り組みと実績

氏名 高橋 俊

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻博士後期課程3年
指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻中橋 和博教授
研究タイトル
大規模非定常流体解析手法の研究

平成20年度 研究成果概要

近年、流体シミュレーションは新たな局面を迎えつつある。等間隔直交格子法から始まった流体シミュレーションは、構造格子を経て非構造格子へと進歩し、そして現在等間隔直交格子法が見直され始めている。等間隔直交格子が応用流体シミュレーションに用いられなくなったのは乱流場を解像するために膨大な格子点が必要になるからであったが、今後さらに巨大化していく計算機資源を用いればこの点は近い将来完全に克服することができる。このような考えに基づいて提案されたのが直交格子積み上げ法 (Building-Cube Method) である。この手法では等間隔直交格子の利点を生かしつつ実用的な工学問題へ適用することを目指しており、直交格子法の特徴である単純なアルゴリズムによる高速な格子生成を実現し、物体近傍では高解像度のシミュレーションを実行することができる。また等間隔直交格子法の弱点である格子点の増大を緩和するためにマルチブロック格子を採用することで、局所的に格子解像度を上げる解適合格子細分化も容易に行なうことができる。本章ではこの直交格子積み上げ法に基づいた非圧縮性流体解析ソルバーを構築してその性能と特徴に関して議論し、良好な一致を示すことを確認した。また、現在数値シミュレーションの規模は増加の一途をたどっているが、この背景にはスーパーコンピュータの急速な性能向上がある。世界最高速のスーパーコンピュータの性能は、1993年に60GFLOPSだったが15年後の2008年には約17万倍の1PFLOPSに到達した。現在のスーパーコンピュータの多くは多数のプロセッサによる並列計算によって実行性能を伸ばしており、単一のプロセッサの性能を向上させるよりも多くのプロセッサでいかに効率の良い並列計算を実現するかに重点が置かれているといえる。そこで本章の目的の一つは直交格子積み上げ法に対してOpenMPとMPIによる並列計算を行ない、その並列化効率を議論することである。また2008年に東北大学サイバーサイエンスセンターに大規模計算機システムとして最新のベクトル並列型のスーパーコンピュータであるNECのSX-9が導入されたが、この計算機は単一プロセッサとしては世界最速の102GFLOPSを達成するプロセッサを1台のノードの中に16個配置して1.8TFLOPSの理論演算性能を備え、さらに1TBという巨大な共有メモリを各ノードに兼ね備えている。このスーパーコンピュータを用いて直交格子積み上げ法による大規模並列流体シミュレーションを行ない、本手法の性能を検討した。結果的に1ノードによる並列計算の場合にはOpenMPとMPIのどちらでも理想的な速度向上率が得られ、またフォーミュラカー周りにおける2億セルを用いた大規模流体シミュレーションの結果では定性的に良好な結果が得られており、今後はさらに大規模なシミュレーションによってより高解像度の流れ場が得られることを示した。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Shun Takahashi, Ichie Monjugawa and Kazuhiro Nakahashi
“Unsteady Flow Computation around Moving Airfoils by Overset Unstructured Grid Method”
Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol.51, No.172, Aug., 2008

【学会発表】

【国内】

1. 高橋 俊, 石田 崇, 中橋 和博,
小林 広明, 岡部 公起, 下村 陽一, 曾我 隆, 撫佐 昭裕
“高性能計算機を用いた大規模流体解析手法の研究”
次世代スーパーコンピューティングシンポジウム2008, 東京
2. 高橋 俊, 石田 崇, 中橋 和博,
小林 広明, 岡部 公起, 下村 陽一, 曾我 隆, 撫佐 昭裕
“ベクトル-パラレル計算機を用いたBuilding-Cube法による高密度数値計算”

【国外】

1. Shun Takahashi, Takashi Ishida and Kazuhiro Nakahashi
“Building-Cube Method for Incompressible Flow Simulations of Complex Geometries”
The Fifth International Conference on Computational Fluid Dynamics, Seoul, Korea, 2008
2. Shun Takahashi, Takashi Ishida, Kazuhiro Nakahashi,
Hiroaki Kobayashi, Koki Okabe, Youichi Shimomura, Takashi Soga and Akihiko Musa
“Large Scaled Computation of Incompressible Flows on Cartesian Mesh
Using a Vector-Parallel Supercomputer”
Parallel Computational Fluid Dynamics 2008, Lyon, France, 2008
3. Shun Takahashi, Takashi Ishida and Kazuhiro Nakahashi
“Dynamic Load Balancing for Flow Simulation Using Adaptive Refinement”
AIAA Paper 2008-920, 46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, USA, 2008

氏名 崔 柄一

所属 工学研究科航宇宙工学専攻 博士後期課程3年
指導教員 工学研究科航宇宙工学専攻 升谷五郎教授
研究タイトル
擬似衝撃波による燃料混合メカニズムの研究

平成20年度 研究成果概要

研究室で行っている、飛行マッハ数4～8付近で作動するデュアルモードラムジェットエンジンでの擬似衝撃波による燃料混合機構を解明する研究に関するテーマを研究しています。平成20年度の研究成果は次の通りです。

デュアルモードラムジェットエンジンは飛行マッハ数が約6以下では亜音速燃焼、それ以上では超音速燃焼と作動モードを切り替え、広いマッハ数範囲にわたって高い性能を維持します。作動モードの切り替えには、燃焼器前方における擬似衝撃波の形成と挙動が重要な役割を果たします。しかし、擬似衝撃波を伴う燃焼器内部の流れ場や混合の機構についてはまだ不明な点が多いです。そこで、粒子画像速度計測法(PIV)を用いて擬似衝撃波を伴う流れの速度場およびMie散乱可視化計測による噴射ガスの分布を計測し、擬似衝撃波による燃料混合機構を解明する研究を行いました。

PIV計測は1mm間隔で測定断面を移動しながら擬似衝撃波の先頭位置を4ヶ所で調節・固定して、各断面当たり240枚の画像を撮影し、2次元の速度ベクトルを分析し、それから3次元ベクトルを合成する方式で進めました。噴射孔からの噴流の挙動を定性的に把握するため、Mie散乱可視化計測により噴流の可視化も行いました。測定は主流に直交する断面(6段階)で、各断面につき100枚の画像を撮影し、それらを単純平均することで、輝度値分布を得ました。

その結果、擬似衝撃波が発生すると主流の速度は減少しており、噴流の貫通高さは全体的に高くなります。しかしながら、擬似衝撃波が上流に遡るに伴って噴流の貫通および主流との混合が単調に増大するわけではないです。一方、擬似衝撃波中の噴流の貫通高さの変化は噴射孔直上流で見積った主流の有効動圧に基く有効速度比を導入したモデルでよく相関づけられます。この結果は擬似衝撃波の混合促進効果が主に主流動圧の低下によることを示しています。この実験は、今後にも持続的に実施される予定であり、今後2つのカメラにより直接3次元速度ベクトルを計測できるステレオPIV測定方法を導入した実験も行う予定です。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. 崔柄一, 緒川修治, 市川典孝, 升谷五郎, 滝田謙一, 高温ガス噴射と燃焼による擬似衝撃波の形成とその混合への影響, 日本航空宇宙学会論文集, 第55巻第639号, 2007年4月

【学会発表】

【国内】

1. 日本航空宇宙学会北部支部2008年講演会ならびに第9回再使用型宇宙推進系シンポジウム, 擬似衝撃波による燃料混合メカニズムの研究, 口頭発表, 2009.3.11-12
: スクラムジェットエンジンの燃焼器内での擬似衝撃波による燃料混合促進効果を詳細に究明するため、流れ場を乱さない非接触方式の流速計測法である粒子画像流速計測法(PIV)およびMie散乱可視化計測法を用いて実験を行いました。それらの計測法によって構築された3次元速度場及び燃料分布図から擬似衝撃波が起こす燃料促進機構を検討しました。その結果、燃料混合程度は境界層厚さの増加、主流運動量流速の減少と関係しているのわかりました。
2. 第1回GCOE流動ダイナミクス国際若手研究発表会, Mechanism of Mixing Enhanced by Pseudo Shock Wave, ポスター発表, 2009.1.14

【国外】

1. Byungil Choi, Hideki Yamauchi, Toshinori Kouchi and Goro Masuya, The 3rd Tohoku-SNU Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicle, Experimental Investigation of Mixing Enhancement by Pseudo-Shock Wave, 口頭発表, 2008.9.25-26

2. Hideki Yamauchi, Byongil Choi, Toshinori Kouchi and Goro Masuya, AIAA Conference, Mechanism of Mixing Enhanced by Pseudo-Shock Wave, 口頭発表, 2009.1.5-9
3. Byongil Choi, Masayaki Goto, Hiroyuki Mizushima and Goro Masuya, XVII ISABE (International Symposium on Air Breathing Engine) Conference, Effects of Heat Addition and Duct Divergence on Pseudo-Shock Waves, 口頭発表, 2007.9.2-7



氏名 芳賀 臣紀

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻 博士課程後期3年
指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 澤田恵介教授
研究タイトル
高次精度非構造スペクトル体積法による航空機周りの乱流解析

平成20年度 研究成果概要

空間高次精度の非構造格子法の一つとして知られる、スペクトル体積法を用いた圧縮性高レイノルズ数流れ場解析コードを構築した。本手法では、流れ場を離散化する各格子セルをさらに構造的なサブセルに分割することで、格子セル内の局所解分布を高次多項式で近似するための内部自由度を導入する。高次精度化に関して周囲セルの情報を必要としないため、非構造格子上で定式化通りの空間精度を達成できるが、内部自由度の数に比例する大きな計算コストが問題となっている。特に高レイノルズ数流れの計算では、壁近傍の境界層内部に格子点を集める必要があり、最小格子幅による時間刻みへの制約を回避する効率的な陰解法の適用が不可欠である。本研究では、組込みが容易で速い収束が期待できるLU-SGS陰解法を適用し、高レイノルズ数の定常流れ場に対して大幅な計算時間の短縮が可能となった。

また、高マッハ数流れで現れる衝撃波のような不連続の解近傍では、数値振動を抑えるために近似解の勾配や曲率を制限するリミッターが必要となる。不連続近傍の格子セルにおいて勾配を制限した線形近似を仮定する従来法では、高次項を打ち切ることによって精度が低下し、また収束性への悪影響が懸念されていた。本研究では、格子セル内のセル平均値と高次多項式による近似解の適当な重み付け和によって解を制限することで、線形移流問題に対して解の精度が改善することを確認した。また、翼周りの遷音速流れ場を求め、従来法に比べ収束性が大きく改善することを示した。

構築した手法を用いて、遷音速翼周りおよび高揚力装置周りの流れ場を求めた。本手法により得られた結果は、他の計算結果や実験値と良好に一致し、特に空間精度の高次化による解の予測精度の改善が得られた。また、流体科学研究所の大規模スカラ並列計算機を用いて、JAXA高揚力装置風洞模型形状に対するRANS解析を行った。スペクトル体積法を用いたこのような大規模な解析例は他に無く、複雑形状に対する高精度空力解析への本手法の有効性を示唆した。本手法による大規模な解析をより日常的に行うには、さらなる効率化およびロバスト性の向上が望まれる。効率化については解適合手法と物体近傍での高次形状要素による格子点数の最適化（削減）、ロバスト性の向上については陰解法部分の修正および乱流モデルの離散化についてのより詳細な検討が考えられる。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Takanori Haga, Keisuke Sawada, Z. J. Wang, “An Implicit LU-SGS Scheme for the Spectral Volume Method on Unstructured Tetrahedral Grids”, *Communications in Computational Physics*, Accepted February 12, 2009
2. Takanori Haga, Keisuke Sawada, “An Improved Limiter for High-order Spectral Volume Methods Solving the 3D Compressible Euler Equations”, In preparation
3. Takanori Haga, Michiko Furudate, Keisuke Sawada, “RANS Simulation Using High-order Spectral Volume Method on Unstructured Tetrahedral Grids”, In preparation

【学会発表】

【国内】

1. 航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2005, “Spectral Volume法による高次精度非構造格子法の構築”, 口頭発表, ○芳賀臣紀, 澤田恵介, 2005年6月, 東京
2. 第19回数値流体力学シンポジウム, “高次精度非構造Spectral Volume法の圧縮性非粘性流れ場への適用”, 口頭発表, ○芳賀臣紀, 大西直文, 澤田恵介, 2005年12月, 東京
3. 第44回飛行機シンポジウム JAXA高揚力装置風洞模型を用いたCFDワークショップ, “高次精度非構造格子法によるJAXA高揚力装置風洞模型まわりの流れ解析”, 口頭発表, 芳賀臣紀, 大西直文, 澤田恵介, ○増永晶久, 内山直樹, 2006年10月, 大宮
4. 第20回数値流体力学シンポジウム, “高次精度非構造Spectral Volume法に対する陰的LU-SGS法”, 口頭発表, ○芳賀臣紀, 澤田恵介, Wang Z.J., 2006年12月, 名古屋

5. 第39回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2007, “高次精度非構造格子法によるJAXA高揚力装置風洞模型まわりの流れ解析”, 口頭発表, ○芳賀臣紀, 大西直文, 澤田恵介, 増永晶久, 内山直樹, 2007年6月, 東京
6. The 5th International Conference on Flow Dynamics, “Development of a High-order Spectral Volume Method for 3D RANS Computation”, ポスター発表, ○芳賀臣紀, 澤田恵介, 2008年11月, 仙台

【国外】

1. The 24th AIAA Applied Aerodynamics Conference, “Spectral Volume Computation of Flowfield in Aerospace Application Using Earth Simulator”, Oral presentation, Takanori Haga, Naofumi Ohnishi, Keisuke Sawada, Akihisa Masunaga, San Francisco, California, June 2006
2. International Conference on Spectral and High Order Methods 2007, “An Implicit LU-SGS Scheme for Spectral Volume Method on Unstructured Tetrahedral Grids”, Oral presentation, Takanori Haga, Keisuke Sawada, Z.J. Wang, Beijing, China, June 2007
3. The 38th AIAA Fluid Dynamics Conference and Exhibit, “RANS Simulation Over JAXA High-Lift Configuration Model Using Spectral Volume Method”, Oral presentation, Takanori Haga, Michiko Furudate, Keisuke Sawada, Akihisa Masunaga, Seattle, Washington, June 2008
4. The 47th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, “RANS Simulation Using High-order Spectral Volume Method on Unstructured Tetrahedral Grids”, Oral presentation, Takanori Haga, Michiko Furudate, Keisuke Sawada, Orlando, Florida, January 2009

【受賞等】

大学院研究奨励賞, 社団法人自動車技術会, 2005年

氏名 松本 祐子

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻 博士課程後期3年
指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 上野和之准教授
研究タイトル
非圧縮性流れのための双極子を用いたラグランジュ的数値解析
手法の研究

平成20年度 研究成果概要

本研究の目的は、双極子をラグランジュ的な計算要素として用いる新しい数値解析法（双極子法）を構築することである。そのためには、流れ場を多数の双極子で表すこと、双極子の運動をラグランジュ的に追跡することが必要である。

本研究における筆者の主な研究は、後者の双極子の運動を追跡する方法を確立することである。これまでに、質量、運動量保存則を満足するような双極子の運動を記述する方程式を導出し、その妥当性を検証した。その研究成果は、IUTAMの国際会議で発表し、現在Physics of Fluidsに論文を投稿中である。

また、共同研究者である指導教員とともに、流れ場を多数の双極子で表す手法を開発した。これは、場の関数である流れ場を、ウェーブレット変換を用いて位置と波数空間に分解する新しい試みである。その研究成果は、現在論文を投稿中である。

以上の研究を用いて、流れ場を多数の双極子に置き換え、その運動を追跡するラグランジュ的な数値解析法を構築した。その研究成果は、博士学位論文にまとめられた。また、学術雑誌にも投稿予定であり、現在原稿を執筆中である。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Yuko Matsumoto, Kazuyuki Ueno, and Tsunenari Saito, “A moment model with variable length scale for the motion of a vortex pair in two-dimensional incompressible flows”, *Physics of Fluids*, 投稿中
2. Kazuyuki Ueno and Yuko Matsumoto, “Dipole decomposition of incompressible flows”, *J. Fluid Mech.* 投稿中

【学会発表】

【国内】

1. 第20回数値流体力学シンポジウム, “非圧縮性流れ解析のための双極子法の提案とその検証”, 口頭, 2006
2. 日本航空宇宙学会北部支部20周年記念講演会, “非圧縮性流れ解析のための双極子法に関する研究”, 口頭, 2007
3. 流体力学会年会2007, “非圧縮性流れのラグランジュ的数値解析手法構築に向けた双極子運動の検討”, 口頭, 2007

【国外】

1. 59th Annual Meeting Division of Fluid Dynamics of American Physical Society, “Dipole method for incompressible flows and its test calculation of time evolution of a dipolar vortex”, 口頭, 2006
2. 60th Annual Meeting Division of Fluid Dynamics of American Physical Society, “Evolution of a dipole in two-dimensional flows”, 口頭, 2007
3. IUTAM Symposium 150 Years of Vortex Dynamics, “Lagrangian numerical method using dipole elements for two-dimensional incompressible flows”, 口頭・ポスター, 2008

【受賞等】

日本航空宇宙学会北部支部20周年記念講演会 学生プレゼンテーション賞, 航空宇宙学会北部支部, 2007年3月9日

氏名 保江 かな子

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻 博士課程後期3年
指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 澤田恵介教授
研究タイトル
高次精度流体解析法の開発および実用化と航空宇宙工学への適用

平成20年度 研究成果概要

本研究では、高次精度計算手法を用いた航空機全機周りのような複雑形状周りの流れ場の大規模解析を目的とし、近年非常に注目されているDiscontinuous Galerkin (DG) 法を用いて、高次精度非構造格子法の構築をおこなっている。

平成20年度は、これまでに構築してきたDiscontinuous Galerkinソルバーを構造解析ソフトNastranとカップリングさせ、風洞試験の模型変形に関する解析した。航空機開発においては正確な空力特性予測が非常に重要であるが、それを達成するためには、実際の飛行環境下と同程度の、高いレイノルズ数で風洞実験をおこなう必要がある。我が国の風洞施設においては気流を加圧することでしか、風洞実験において高レイノルズ数を達成することができない。しかし、気流を加圧することで模型に大きな負荷がかかり、風洞模型が変形してしまうことが知られている。この模型変形は、空力特性に大きく影響を与えてしまう。アメリカにある高レイノルズ数風洞NTF(National Transonic Facility) やドイツにある高レイノルズ数風洞ETW(European Transonic Wind-tunnel) など、海外の高レイノルズ数風洞では総温、総圧を個別に設定することができるため、風洞実験により模型変形効果を抽出することができるが、日本の高レイノルズ数風洞では総温しか設定できないため、模型変形効果を抽出することが不可能である。そこで、模型変形効果の影響を調べるために、流体解析にはこれまでに構築してきたDiscontinuous Galerkin法を用い、構造解析ソフトNastranとカップリングさせることで、静的空力弾性解析を行った。AGARD-B標準模型の空力弾性解析を行い、模型の変形量を見積もり、三音速風洞において測定された空力係数と、計算により得られた空力係数とを比較した。

研究業績

【学会発表】

【国内】

題 名：直交基底関数を用いる高次精度Discontinuous Galerkin法の検討 (口頭発表)

学 会 名：航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2005

場所・年月：宇宙航空研究開発機構 航空宇宙技術センター (東京), 2005年6月

題 名：高次精度Discontinuous Galerkin法による圧縮性粘性流れ場の計算 (口頭発表)

学 会 名：第19回数値流体力学シンポジウム

場所・年月：国立オリンピック記念青少年総合センター (東京), 2005年12月

題 名：点緩和型陰的Discontinuous Galerkin法を用いた圧縮性流れ場の並列計算

学 会 名：第20回数値流体力学シンポジウム

場所・年月：名古屋大学 (名古屋), 2006年12月

題 名：Hybrid格子を用いた点緩和型陰的Discontinuous Galerkin法の検討 (口頭発表) 学 会

名：第39回流体力学講演会／航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2007

場所・年月：宇宙航空研究開発機構 航空宇宙技術センター (東京), 2007年6月

題 名：Discontinuous Galerkin有限要素法による圧縮性流れ場の数値計算 (口頭発表) 学 会

名：日本機学会 第20回計算力学講演会 CMD2007

場所・年月：同志社大学京田辺キャンパス (京都), 2007年11月

題 名：点緩和型陰的Discontinuous Galerkin法の収束加速 (口頭発表)

学 会 名：第39回流体力学講演会／航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2008

場所・年月：東北大学流体科学研究所 さくらホール (仙台), 2008年6月

題 名：Discontinuous Galerkin法を用いたAGARD-B標準模型の静的空力弾性解析
(英語による口頭発表)

学 会 名：第2回EFD/CFD融合ワークショップ

場所・年月：宇宙航空研究開発機構 航空宇宙技術センター (東京), 2009年2月

【国外】

題 名：A Pointwise Relaxation Computation of Viscous Compressible Flowfield
Using Discontinuous Galerkin Method (英語による口頭発表)

学 会 名：36th AIAA Fluid Dynamics Conference and Exhibit

場所・年月：San Francisco (America), 2006. 6

題 名：A Study of Pointwise Relaxation Computation Using Discontinuous Galerkin
Method for Viscous Compressible Flowfield (英語による口頭発表)

学 会 名：2006 KSAS-JSASS Joint International Symposium on Aerospace Engineering

場所・年月：Busan (Korea), 2006. 11

題 名：A Pointwise Relaxation Implicit Discontinuous Galerkin Method in Hybrid Grids

学 会 名：International Conference On Spectral and High Order Methods (ICOSAHOM07)

場所・年月：Bei-jing (China), 2007. 6

題 名：Static Aeroelasticity Analysis of Wind Tunnel Model Using Discontinuous Galerkin CFD Solver
(Invited)

学 会 名：47th AIAA Aerospace Sciences Meeting

場所・年月：Orlando (America), 2009. 1

【受賞等】

学生プレゼンテーション賞 受賞

題 名：点緩和型陰的Discontinuous Galerkin法の収束加速 (口頭発表, 査読なし)

学 会 名：第39回流体力学講演会／航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2008

場所・年月：東北大学流体科学研究所 さくらホール (仙台), 2008年6月

氏名 大木 智久

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻 博士課程後期2年

指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 吉田和哉教授

研究タイトル

宇宙ロボットのモーメントフローを利用した軌道上衛星捕獲作業のためのダイナミクスと制御

平成20年度 研究成果概要

本研究題目である「宇宙ロボットのモーメントフローを利用した軌道上衛星捕獲作業のためのダイナミクスと制御」は、将来のスペースデブリ除去に必要な宇宙ロボットによる軌道上故障衛星捕獲作業における、ロボット技術確立において重要となる角運動量の「流れ」を取り扱っており、本グローバルCOEプログラムの主題である流動ダイナミクスとの関連性が高い。当研究にて注目する「モーメントフロー」は、将来の宇宙ロボットに搭載されるであろうと予測される作業用マニピュレータアーム、衛星姿勢制御デバイス、そしてロボット本体の回転運動に起因する角運動量の分布が運動制御によって変化する現象を示す言葉として申請者の研究では定義される。アーム制御やロボット姿勢制御によって刻一刻と変化する角運動量の流れを上手に利用することにより、宇宙ロボット制御においてこれまで懸念されてきた数々の問題解決を試みようというのが申請者の研究テーマの目的である。

平成20年度における研究成果としては、ロボットアームを動作させる際に発生する反動を姿勢制御デバイスによって抑制する際に問題となる、デバイスの出力制限を考慮したアーム制御手法を構築した。この時、地上用ロボットアームにて用いられてきた最短時間制御手法を、宇宙用ロボットアームに適合した形に応用することにより、アーム反動を完全に抑制した衛星捕獲作業を行うための基礎を築いた。（研究業績：国外発表[2]）

さらに本手法により衛星捕獲直前のロボットアームの角運動量を調節することが可能であることに着目し、衛星捕獲直後のシステム全体の挙動を解析する手法に応用する手段を考案した。（研究業績：学術雑誌[1]）

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Tomohisa Oki, Hiroki Nakanishi, and Kazuya Yoshida,
“Time-Optimal Manipulator Control of Free-Floating Space Robots under Constraints on Reaction Devices, and Its Application to Post-Impact Estimation,”
Advanced Robotics（投稿中）

【学会発表】

【国内】

1. 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2006,
“角運動量分配制御を用いたフリーフライング宇宙ロボットによるターゲット捕獲”,
早稲田大学, 2006年5月26日-28日.（5月27日ポスター発表・査読無）
2. The 15th Workshop on JAXA Astrodynamics and Flight Mechanics,
“ターゲット捕獲時における宇宙ロボットの角運動量分配制御”,
宇宙科学研究所, 2005年7月25日・26日.（7月26日口頭発表・査読無）

【国外】

1. 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems,
“Whole-Body Motion Control for Capturing a Tumbling Target by a Free-Floating Space Robot”,
San Diego, CA, USA, 29 Oct. – 2 Nov., 2007.（10月31日口頭発表・査読有）
2. 2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems,
“Time-Optimal Manipulator Control of a Free-Floating Space Robot with Constraint on Reaction Torque”,
Nice, France, 21 Sep. – 25 Sep., 2008.（9月24日口頭発表・査読有）

氏名 柴崎 陽介

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻博士課程後期2年
指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 上野和之准教授
研究タイトル
磁場下で大変形する導電性流体自由界面の数値的研究

平成20年度 研究成果概要

鉄鋼プロセス工学における工学応用に向けた初段階研究として、外部磁場に影響される導電性流体—ガスの挙動を基礎的観点から解明していくことを目的とし、現在まで取り組んできた、一様温度場での、液体金属、気泡を含む直方体容器に対して鉛直方向、水平方向の磁場を印加した数値シミュレーションによる三次元気泡上昇計算は、比較的順調に遂行することができました。また、解析結果に対して、気泡形状、気泡上昇速度の検討を行い、他研究者らによる実験結果と極めて近い数値解を得ました。系に鉛直方向の磁場を印加した場合、気泡は、低磁場空間において無磁場でのものよりも上昇速度増加領域をもつことを発見し、その際の気泡は、縦長の楕円面形状に変形することをつきとめました。一方、系に水平方向磁場を印加した場合、気泡は、磁場強度の増加にともない、極端に上昇速度を減少させ、磁場方向に扁平し、クロワッサンのような複雑形状に近づきながら容器内を上昇する様子をとらえることができ、本ケースに関しては現在論文投稿に向けて取り組んでいるところです。

他方、国際学会での発表を通して、MHDに関わる他研究者らの意見・議論から本研究における有益な情報を得るとともに、本分野における著名な研究者の講演を聴講することができました。また二相計算についての資料収集を行い研究推進を図ることで本研究に関する更なる理解を深めました。国内学会では、先の流動ダイナミクス国際若手研究発表会において、諸先生方からの大変有益な情報やご意見を賜うことができ今後の研究に対する指針を得ることができました。また本学会にて最優秀賞を受賞することができたことは、大変嬉しく思うと同時に今後の研究に対する自信につながりました。

研究業績

【学会発表】

【国内】

学会名：4th International Marangoni Association Conference on Interfacial and Micro-Fluid Dynamics and Processes

発表題目名：Numerical Simulation of a Single Rising Bubble in a Liquid Metal under the Influence of a Uniform Magnetic Field

発表年月日等：Tokyo, October 21 - 23, 2008

学会名：第一回流動ダイナミクス国際若手研究発表会

発表題目名：Effect of an External Magnetic Field on a Rising Air Bubble in a Liquid Metal

発表年月日等：Sendai, January 14, 2009

【国外】

学会名：7th PAMIR International Conference on Fundamental and Applied MHD

発表題目名：EFFECT OF AN EXTERNAL MAGNETIC FIELD ON A RISING AIR BUBBLE IN A LIQUID METAL

発表年月日等：France, September 8 - 12, 2008

【受賞等】

最優秀賞

流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点

平成21年1月14日



氏名 船川 幸寛

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻 博士課程後期2年
指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 近野敦准教授
研究タイトル
可変剛性を有する改良型デルタ機構の開発

平成20年度 研究成果概要

今年度を通して、可変剛性を実装した改良型デルタ機構の設計と開発を行った（図参照）。デルタ機構は三基のアクチュエータから得られる回転出力を、閉ループ機構によって並進出力に変換する三自由度を有する触覚提示デバイスである。さらに、回転出力側に剛性を任意に変化できる可変剛性機構を組み込むことで、後述するように異なる周波数特性を同時に触覚としてオペレータに提示させることが可能となる。

学会のアウトプットの予定としては、すでにハードウェアの開発を完了させたので、本機構を用いて基礎的な実験を行い、その結果を来春の日本機械学会の講演会で発表する予定である。内容はデルタ機構の回転出力側にそれぞれ可変剛性機構が実装されているので、これらが剛性を変化させた時の閉ループ機構で得られる剛性特性を検証する。今回の発表内容の焦点は可変剛性機構単体から得られる剛性特性ではなく、これが更に三軸を成し閉ループ機構として機能した場合の合算された剛性特性（効果）を明確にすることである。

今後の方針として、動的挙動による剛性変化について実験と検証を行う。これは並進運動を決定する運動学計算と、剛性を動的に変化させることを考慮した反力計算が必要になる。



このサーボ系による高周波帯域と線形ばねを用いた可変剛性機構による低周波帯域の混成によって、仮想的に物体を押し進める感覚（高周波帯域）が提示され、同時に物体を押し出す時に発生する物体からの反力、すなわちその物体固有の弾性挙動（低周波帯域）もオペレータ側に提示することが可能であり、本機構によってより臨場感の高い操作感覚が実現できると考えられる。

図：可変剛性を有する改良型デルタ機構

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. 船川幸寛，近野敦，内山勝：可変剛性を有する関節機構，日本機械学会論文集C編，Vol.74，No.744，pp.2045-2051，2008/08.

【学会発表】

【国内】

日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会2009（発表予定），
可変剛性を有する改良型デルタ機構の開発，ポスターセッション，2009/05/25

【その他（新聞、雑誌等への記事掲載など）】

【特許】

近野敦，船川幸寛，阿部幸勇，内山勝：可変剛性を有する関節機構，特願2007-201464，
2007/08.

氏名 頼 晨光 (Lai Chenguang)

所属 工学研究科航空宇宙工学専攻 博士課程後期2年

指導教員 流体科学研究所 小濱泰昭教授

研究タイトル

Control of Passenger Vehicle's Aerodynamic Performance in
Combination with Engine Cooling Flow and Under Floor Flow

平成20年度 研究成果概要

Diffuser, as one of the important factors influencing under floor floor flows and wakes, as well as its easiness and economy of deformation comparing with other underbody components, is worth to take a more elaborate study. In last year, wind tunnel experiment and CFD was employed to research the trends of aerodynamic coefficients on different diffuser angles of passenger vehicle. A 1/8 simplified passenger vehicle model with three changeable ground clearance and a more complicated full scale model were used for wind tunnel experiment and CFD research, respectively. And separate analyses were carried out on these two models based on experiment and CFD data and pressure distribution diagrams. Moreover, Influence degree coefficient was employed to evaluate the influence degree of aerodynamic coefficients on diffuser angel. By comparing experiment analysis results with CFD analysis results, trends of C_D and C_L on different diffuser angels were established. These trends are established as follows:

1. When the diffuser angle increases from 0° to a certain range, the C_D value decreases at first and then increase.
2. The C_L value decreases with the increasing of diffuser angle from 0° to a certain range.
3. There is a remarkable influence on C_L by changing the diffuser angel.

In addition, based on the experiment research, the influence of different ground clearances on these trends was studied. And a recommendable trend was given as following: with the increasing of the ground clearance in a certain range, the influence degrees of diffuser angle on aerodynamic coefficients become stronger.

These studies help to understand the mechanism of under floor flow, and offered a frame of reference to the research of combinative flow of engine cooling flow and under floor flow. And these conclusions can give a significant indication to the design and optimization of passenger vehicle.

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Wang Jingyu and Lai Chenguang. Influence of Automotive Underbody Shape on Aerodynamic Performance. *China Journal of Highway and Transport*. 2008-02(21)

【学会発表】

【国内】

1. The 3rd Tohoku University – Seoul National University Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicles. Trends of Aerodynamic Coefficients on Different Diffuser Angles of Passenger Vehicle. 口頭. 2008年9月26日

氏名 仁木 隆裕

所属 工学研究科機械システムデザイン工学専攻博士課程後期3年
指導教員 エネルギー安全科学国際研究センター 小川 和洋准教授
副指導教員 流体科学研究所 西山秀哉教授
研究タイトル
高温ガスタービン動翼材の経年劣化とコールドスプレー法による補修技術に関する研究

平成20年度 研究成果概要

本年度は、現在主流である1100℃あるいは1300℃級ガスタービンの高温保安部材に使用されている多結晶Ni基超合金INCONEL738LC のコールドスプレー法による補修に焦点を当て、コールドスプレー皮膜の諸特性向上のための評価式の提案および後処理による付着層の強度向上を試みた。また強度信頼性を保証するため付着層に各種試験を行い、その強度に合理的解釈を与えた。以下に成果概要を記載する。

1) コールドスプレー付着層の質を評価する式の提案

粒子の付着に關与する運動エネルギーと反発エネルギーに着目し、コールドスプレー皮膜の諸特性向上のための評価式を提案した。本評価式により、付着エネルギーを見積もることが可能となった。付着エネルギーが高くなるスプレー条件を選択した場合、気孔の少ない緻密な皮膜を得ることが可能である。このことは、実際に各条件でスプレーした付着層の組織を観察することにより確認した。

2) 後処理によるコールドスプレー付着層の界面付着層の強度向上

コールドスプレーにて施工した付着層に対しスプレー後熱処理を施し、粒子間および基材との界面の結合強度の向上について検討を行った。評価方法として微小サンプル試験法であるスモールパンチ試験を実施し、き裂感受性および延性の評価を行った。その結果、熱処理によって、粒子間の結合力の向上による強度の顕著な向上が確認された。最大強度に関しては、熱処理しないものに比べ4倍、荷重-変位曲線で描かれる面積から得られるSPエネルギーに関しては30倍以上の強度向上が認められた。

3) クリープ破断強度に基づくコールドスプレー付着層の長期信頼性評価

対象とする高温保安部材は、高温環境下で長時間使用されるため、経年劣化の発生が危惧される。そこで、Ni基超合金INCONEL738LCの補修部における耐高温クリープ特性を評価した。クリープ試験を900℃、156MPaで実施したところ、基材のみの場合は630時間、コールドスプレー付着層付きでは705時間と、同等あるいは若干付着層付きの試験片が良好なクリープ破断特性を示した。この理由を検討する目的で、クリープ破断後の外観、および断面の微細組織を観察した結果、き裂は主に基材側へ進展しており、皮膜のクリープ特性は基材に比較し、遜色ないあるいはそれ以上の特性を有するものと判断できた。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. T. NIKI, K. OGAWA, T. SHOJI, 'Segregation of Alloying Elements of Directionally Solidified Nickel Based Superalloy CM247LC during Creep Degradation Process', Key Engineering Materials, Vol. 353-358, pp.537-540(2007).
2. T. NIKI, K. OGAWA, T. SHOJI, 'Mechanical and High Temperature Oxidation Properties of Cold Sprayed CoNiCrAlY Coatings for Thermal Barrier Coating', Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering Vol. 2, No. 6 Special Issue on Advanced Technology of Experimental Mechanics II pp.739-747(2008).

【学会発表】

【国内】

1. 仁木隆裕, 信澤幸平, 小川和洋, 庄子哲雄, γ/γ' 界面近傍における固溶元素の偏析に着目したNi基超合金のクリープ損傷機構, 日本材料学会第43回高温強度シンポジウム, 福井, 12月, 2005年.
2. 仁木隆裕, 小川和洋, 三浦英生, 庄子哲雄, クリープ劣化過程における一方向凝固Ni基超合金CM247LC材微視組織中の合金元素の偏析, 日本機械学会M&M2006材料力学カンファレンス, 浜松, 8月, 2006年.
3. 仁木隆裕, 小川和洋, 庄子哲雄, ボンドコートを高速ガススプレー法で施工した遮熱コーティングの基礎的検討, 日本材料学会第44回高温強度シンポジウム, 12月, 茨城, 2006年.

4. 市川 裕士, 小川 和洋, 伊藤 潔洋, 市村 賢司, 仁木 隆裕, 庄子哲雄, 新しい表面改質技術「コールドスプレー法」, 火力原子力発電技術協会 東北支部 研究発表会, 11月, 山形, 2007年.
5. 仁木隆裕, 小川和洋, 庄子哲雄, ボンドコートをコールドスプレー法で施工した遮熱コーティングの残留応力に及ぼす熱サイクルの影響, 日本材料学会第45回高温強度シンポジウム, 東京, 12月, 2007年.

【国外】

1. T. NIKI, K. OGAWA, T. SHOJI, 'THE EFFECTS OF SHAPE, SIZE OR DISTRIBUTION OF GRAPHITE ON FATIGUE CRACK GROWTH AND FRACTURE TOUGHNESS OF AUSTEMPERED DUCTILE IRON', FRACTURE DAMAGE OF STRUCTURAL PARTS, Ostrava, Czech Republic, 6-9 September 2004.
2. T. NIKI, K. OGAWA, T. SHOJI, 'Segregation of Alloying Elements of Directionally Solidified Nickel Based Superalloy CM247LC during Creep Degradation Process', 2006 Asian Pacific Conference for Fracture and Strength, Sanya, China, 22-25 November, 2006.
3. T. NIKI, K. OGAWA, T. SHOJI, 'Evaluation of Residual Stress of Thermal Barrier Coatings by Using Synchrotron Radiation Beam, 6th Japan-China Bilateral Symposium on High Temperature Strength of Materials, Sendai, Japan, 20-24 August, 2007.
4. Takahiro Niki, Kazuhiro Ogawa, Tetsuo Shoji, 'Residual Stress Evaluation of Thermal Barrier Coating with Cold Sprayed CoNiCrAlY Bond Coating', FABTECH International & AWS Welding Show 2007, Chicago IL, USA, 11-14 November, 2007.
5. T. Niki, K. Ogawa, K. Suzuki, T. Shobu, T. Shoji, 'Influence of thermal cycling on internal residual stresses in a thermal barrier coating with a cold sprayed bond coating', International Thermal Spray Conference 2008, Maastricht, Netherlands, 02-04 June, 2008.

【受賞等】

日本材料学会 44回高温強度シンポジウム 最優秀講演賞 (2006.12)



氏名 丹羽 栄貴

所属 工学研究科機械システムデザイン工学専攻博士課程後期3年

指導教員 多元物質科学研究所 水崎純一郎教授

研究タイトル

導電性酸化物の組成制御による高温導電設計

平成20年度 研究成果概要

【緒言】 SrTiO_3 は SrCO_3 と TiO_2 などから高温で作製しようとする、 Sr_2TiO_4 や $\text{Sr}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$ などが第2相として生成してしまうという問題点がある。本研究では、 TiO_2 が標準状態で2つの相（ルチル構造・アナターゼ構造）が存在することに注目して、 SrCO_3 とアナターゼ構造の TiO_2 及び SrCO_3 とルチル構造の TiO_2 を作製し、比較を行い、 SrTiO_3 単相の作製条件の最適化を行った。

【実験】 用意した2種類の混合粉に対し、反応速度を計測するために、熱重量測定を行った。混合粉から SrTiO_3 が生成するとき、 CO_2 が生成し、気相へ逃げる分の重量減が生じる性質を利用し、反応速度を求めた。混合粉を一定の温度に保持し、温度と反応速度の関係を調べた。保持温度は750℃から950℃まで50℃おき、 CO_2 雰囲気の中で測定を行った。さらに、反応速度から SrTiO_3 生成に対する活性化エネルギーを算出した。

【結果と考察】 反応率は混合粉の反応が完全に進み、全てが SrTiO_3 になると、初めの重量の80.66%になることを利用して求めた。反応の進み方の傾向から、この反応が一般的な放物線則の反応モデルであるヤンダーモデルに従って進むと仮定して、ヤンダーの反応速度式（Eq.1）を使って、ヤンダーモデルに適合するか確認した^[1]。

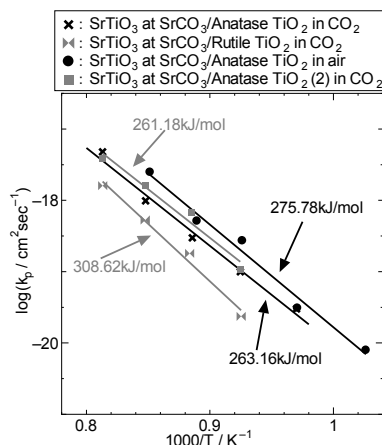


Fig.1 The Relationship between Reaction Temperature and Parabolic Rate Constant

$$(1 - (1-x)^{1/3})^2 = \frac{2k_p t}{r^2} \quad (1)$$

x が反応率、 r が反応物の半径、 k_p が反応速度定数である。この式は反応がヤンダーモデルに適合するならば、 $(1 - (1-x)^{1/3})^2$ と反応時間との関係をプロットすると、 $2k_p/r$ を比例定数とした比例関係になることを意味している。さらに、反応速度定数 k_p の算出を行った。本研究では、 Sr の拡散の方が Ti の拡散より圧倒的に早く、 TiO_2 の粒の回りに SrTiO_3 が生成すると仮定し、 TiO_2 の粒径を粒度分布計を用いて計測した。得られた粒の半径の値（ $4.47 \times 10^{-7} \text{m}$ ）を使って、ヤンダーの式に代入し、 k_p を求めた。 k_p と反応温度の関係をFig.1に示す。放物線則では、この活性化エネルギーは、反応物中のカチオン拡散の障壁高さに相当する。データを比較すると、雰囲気依存・粒形依存・反応物の結晶構造に依存なく、ほぼ同じ活性化エネルギーであることが分かった。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. E. Niwa, S. Wakamiko, T. Ichikawa, S. Wang, T. Hashimoto, K. Takahashi and Y. Morito, "Preparation of Dense $\text{ZrO}_2/\text{ZrW}_2\text{O}_8$ Cosintered Ceramics with Controlled Thermal Expansion Coefficients", Journal of the Ceramic Society of Japan **112** [5] 271-275 (2004)
2. E. Niwa, K. Sato, K. Yashiro and J. Mizusaki, "High-Temperature Gravimetric Study on the Kinetics of the Formation of SrTiO_3 by Solid State Reaction of SrCO_3 and TiO_2 ", High Temperature Corrosion and Materials Chemistry **7** (2009)(査読付プロシーディングス)

【学会発表】

【国内】

1. 第14回 日本セラミックス協会 秋季シンポジウム「 ZrW_2O_8 の高温安定性」、口頭発表、2001年1月
2. 第15回 日本セラミックス協会 秋季シンポジウム「酸化物複合化によるゼロ熱膨張材料の作製」口頭発表、2002年9月
3. 日本セラミックス協会 2004年年会「 $\text{Al}_2(\text{WO}_3)_4$ の熱膨張・収縮挙動」口頭発表、2004年3月
4. 第45回 日本セラミックス基礎科学討論会「 SrTiO_3 単相生成と炭酸塩存在の影響」、口頭発表、2007

年1月

5. 第47回セラミックス基礎科学討論会、「 SrCO_3 と TiO_2 の固相反応による SrTiO_3 生成—その速度論と熱力学的解析」、口頭発表、2009年1月
6. 電気化学会第76回大会、「n-dopeした SrTiO_3 系セラミックスの導電率とゼーベック係数」、口頭発表、2009年3月（発表予定）

【国外】

1. The 5th Meeting of Pacific Rim Ceramic Societies Incorporating the 16th Fall Meeting of the Ceramic Society of Japan, “Preparation of $\text{ZrO}_2/\text{ZrW}_2\text{O}_8$ and $\text{SnO}_2/\text{ZrW}_2\text{O}_8$ Cosintered Ceramics with Controlled Thermal Expansion Coefficient” Poster Presentation, October 1st, 2003
2. 214th Meeting of the Electrochemical Society and 2008 Fall Meeting of The Electrochemical Society of Japan, “High-Temperature Gravimetric Study on the Kinetics of the Formation of SrTiO_3 by Solid State Reaction of SrCO_3 and TiO_2 ”, Oral Presentation, October 16th, 2008

氏名 落合 直哉

所属 工学研究科機械システムデザイン工学専攻博士課程後期1年
指導教員 流体科学研究所 井小萩利明教授
研究タイトル
キャビテーション壊食の数値予測に関する研究

平成20年度 研究成果概要

キャビテーション流れ解析とこの流れ場内のキャビティ気泡挙動解析の連成解析を行い、キャビテーション流れ内の壊食の予測手法を提案した。この方法は、気泡が崩壊、再膨張する際に発生する圧力波が材料表面まで伝播していき、壊食を引き起こすと仮定しており、最小気泡半径時の気泡の半径などの情報から、1次元的な気泡周囲の流体方程式から、材料表面での圧力を評価する。また、キャビテーション壊食の速度は材料表面に及ぼされたエネルギーに比例していることと、材料表面に及ぼされる圧力のエネルギーは圧力の2乗に比例することから、計算時間全体における材料表面圧力の2乗の和を計算しての壊食の評価も行った。

壊食の数値予測の試験として、2次元翼形まわりの流れ場を対象に計算を行った。計算から、シートキャビティ後端より下流で壊食が起きやすいと予測され、この傾向は実験での壊食傾向と一致していることがわかった。また、圧力のエネルギーからの壊食評価から数は小さくても、及ぼされる圧力の値が大きいと壊食に非常に影響を与えることがわかり、このエネルギーからの評価が、及ぼされる圧力の数からの評価よりも明確な壊食への影響を示すと考えられる。また、キャビテーション数が等しいとき、壊食速度が流速の n 乗で増加する(ここで n は実験的には4から8程度の値をとる)というよく知られている傾向について調べるために、今回は2ケースの流速の計算を行った。これらの計算から、まずキャビテーション数が等しいとき、流れはほぼ相似な流れになること、そのため気泡に作用する圧力勾配が大きく異なること(流速が早いと気泡に作用する圧力勾配が大きい)が示された。そして気泡に作用する圧力勾配が大きいと、固有振動数の大きなより小さな気泡が激しい変動を見せるようになり、低速の計算では壊食への寄与が小さいという結果になった、比較的小さな気泡も高速の計算では壊食に大きな影響を与えていることがわかった。気泡核分布の測定から、より半径の小さな気泡核の数が多いと知られているが、流速を早くしていくと、より半径の小さな気泡が壊食に影響を与えるようになり、その数が多いために壊食速度が流速の n 乗で増加する可能性があるのではないかと考えられる。このことについては、今後詳細に調査をしていく。

研究業績

【学会発表】

【国内】

1. 日本混相流学会年会講演会2008, キャビテーション流れ中の気泡挙動解析と壊食性予測, 口頭, 2008年8月10日発表
2. キャビテーションに関するシンポジウム(第14回), キャビテーションエロージョンの数値予測法の研究, 口頭, 2009年3月19, 20日(発表予定)

【国外】

1. The 9th ASIAN International Conference on Fluid Machinery / AICFM9, Numerical Analysis of Erosive-Bubble Behavior in Cavitating Flow, 口頭, 2007年10月17日
2. 7th International Symposium on Cavitation / CAV2009, Numerical Prediction of Cavitation Erosion in Cavitating Flow, 口頭, 2009年8月16-22日(発表予定)

氏名 何 佳

所属 工学研究科機械システムデザイン工学専攻博士課程後期1年

指導教員 流体科学研究所 圓山重直教授

研究タイトル

大規模環境の熱輻射シミュレーション

平成20年度 研究成果概要

建築伝熱解析には、主に熱伝導と熱対流が考えられている。しかし、床輻射暖房を代表としている輻射暖房システムには、輻射伝熱の解析は重要になった。床輻射暖房システムを研究対象として、室内の自然対流と輻射伝熱を解析する。3次元輻射・対流複合伝熱モデルを用いる。

床輻射暖房システムの室内気流は非圧縮流に見なされる。自然対流のシミュレーションモデルにはDNS、 κ - ϵ 、LESモデルなどがある。本研究の場合はLES(ラージエディシミュレーション)のSmagorinskyモデルを用いた。ふく射伝熱シミュレーションはふく射要素法を用いた。密度分布による浮力項を考えて、室内気流の温度と速度を解析する。温度と速度の計算によって、換気効率などパラメータを計算するし、熱的快適性を評価する。

今の研究段階にはLESのプログラムを作っている。自然対流と輻射伝熱の複合問題を考えている。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. 何佳 「使用天然气的除湿供冷系统」 「上海煤气」 2004.4



氏名 山本 元貴

所属 工学研究科機械システムデザイン工学専攻博士課程後期1年

指導教員 流体科学研究所 井小萩 利明教授

研究タイトル

キャビテーション乱流の数値解析に関する研究

平成20年度 研究成果概要

キャビテーション乱流の数値計算に適していると考えられる、動的にRANSとLESを切り替えるRANS/LESハイブリッドモデルを提案した。本モデルでLESに用いるMILESは、陽的にSub-gridscaleモデルを与えないので、複雑な流れ場への適用が容易であるが、高次精度のスキームが単調性を保持することを要求する。しかし高次精度スキームをキャビテーション流れに適用すると、計算が不安定になることが経験的に分かっており、本研究室で高次精度化のために従来用いられてきた3次精度MUSCL TVDスキームも、キャビティ界面では精度を1次精度に落として計算していた。この問題を解決し安定にキャビテーション流れを計算するために、特に流速が遅い領域に対して有効なPreconditioning Methodを導入した。この効果を確かめるために、3次精度および5次精度のWENOと3次精度MUSCL TVDスキームを、気液二相の衝撃波管問題に適用し、Preconditioning Methodを用いた場合とそうでない場合それぞれの結果を比較した。その結果、Preconditioning Methodを用いない場合は、どのスキームも気液界面で激しい振動を示した。一方、Preconditioning Methodを用いた場合は、気液界面での振動が軽減された。このことから、Preconditioning Methodの有効性を確認した。

また、上記の手法を用いて、ITTC(International Towing Tank Conference) Headformと呼ばれる物体まわりのキャビテーション流れを計算した。ITTC Headformまわりのキャビテーション流れは、実験施設や条件により様々なキャビティの様相を呈することが知られている。それらの変化は実際の流れ場のレイノルズ数と基準となる臨界レイノルズ数との大小関係で変化することが示唆されており、キャビティの形状には層流はく離や乱流への遷移など乱流が深く関わっていると考えられ、キャビテーション乱流の計算対象として適している。そこで、異なるレイノルズ数の流れ場を計算し、流れ場の様相の違いが数値計算で表れるか調べ、また違いがあるとしたらそれらの原因を解明することが目的である。まず、周方向の格子を1セルとして、臨界レイノルズ数におけるキャビテーション未発生状態の流れ場を計算し、時間平均圧力分布が実験とほぼ一致することを確認した。今後は周方向の格子を増加させ、またキャビテーション発生状態での計算を行い、時間平均物理量や変動成分などを評価する予定である。

氏名 蔣 永剛

所属 工学研究科ナノメカニクス専攻 博士課程後期3年
指導教員 原子分子材料科学高等研究機構 江刺正喜教授
副指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 升谷五郎教授
研究タイトル
力検出型磁気共鳴顕微鏡のためのピエゾ抵抗型ナノカンチレバー

平成20年度 研究成果概要

半導体微細加工技術を発展させたMEMS技術を用いると、様々な機能を集積化した小型のデバイスが実現できる。一方、振動型の力センサは小型化すると高感度化し、熱機械ノイズの影響を低減できる。MEMS技術を用いた振動型の力センサを小型化すると、アトニュートンのオーダーの非常に小さい力を検出でき、様々な応用が拓かれる。この力センサに磁性体を載せると高感度な磁気センサになり、磁気スピンの変化などが検出できる。磁気共鳴を組み合わせることにより、分子などのナノスケールの物質の3次元イメージングができると考えられる。電気容量検出型や、光学的な検出型などに比較すると、ピエゾ抵抗検出型はナノスケールの力センサの応用に優れている。私は力検出型磁気共鳴顕微鏡用のピエゾ抵抗式プローブを提案した。

ピエゾ抵抗型力センサの感度やノイズ、形状に依存する因子、磁石効果などのそれぞれのサイズ効果について分析し、最適化設計を行った。理論上、最適化した力センサが室温で200aNの力を検出することが可能である。核磁気共鳴イメージング用プローブとして使用すると、100 nmスケールの空間分解能が実現できる。力センサとして高感度化するために、シリコンを100 nm程度まで薄くし、その表面に薄くピエゾ抵抗型の歪センサを作製した。電子ビーム描画装置を用いて、電極・カンチレバー・ナノスケールの磁石のパターニング及びアラインメントを行った。反応性イオンエッチングとXeF₂ガスエッチングの二段階エッチングにより、精密なナノカンチレバーが完成した。小型化した力センサが強い機械的な非線形性を示すことが実験からわかった。センサの形状が非線形性に与える影響について評価した。これはセンサのダイナミックレンジを決める大きな要因である。ピエゾ抵抗型センサの室温及び低温での特性について評価した。低温では機械損失が低減しQ値が大きくなり、ピエゾ抵抗型センサのゲージファクターが増加し感度が向上することを確認した。低温での電気機械特性によりピエゾ抵抗型ナノカンチレバーが微弱な力センサとして有効であり、力検出型磁気共鳴イメージングに利用できることを示した。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Y. G. Jiang, T. Ono, M. Esashi, "High Aspect Ratio Spiral Microcoils Fabricated by A Silicon Lost Molding Technique", Journal of Micromechanics and Microengineering, Vol.16 (2006), pp.1057-1061.
2. Bo Zhang, Yonggang Jiang, Xin Han, Deyuan Zhang, "A Piezoelectric Ultrasonic Focusing System for Jetting Biological Microarrays ", Piezoelectrics & Acoustooptics, No.1 (2007).
3. Y. G. Jiang, T. Ono, M. Esashi, "Fabrication of Piezoresistive Nanocantilevers for Ultra-sensitive Force Detection", Measurement Science and Technology, 19 (2008) 084011.
4. T. Ono, Y. Yoshida, Y.G. Jiang, and M. Esashi, "Noise-Enhanced Sensing of Light and Magnetic Force Based on a Nonlinear Silicon Microresonator", Applied Physics Express, Vol. 1 (2008) 123001

【学会発表】

【国内】

1. Y. G. Jiang, T. Ono, M. Esashi, "Development of Piezoresistive Nanocantilevers for Ultra-sensitive Force Detection", Proc. The 8th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments 2007, pp. 417~420.
2. Y. G. Jiang, T. Ono, J. Y. Feng, M. Esashi, " Experimental Investigation on Nonlinearity of Single Crystal Silicon Nanocantilevers", The IEEE Nanotechnology Materials and Device Conference 2008, Tu P40.
3. Y. G. Jiang, T. Ono, and M. Esashi, "Characterization of the Temperature Dependent Mechanical Properties of Piezoresistive Nanocantilevers", Proc. AFI-TFI 2008, paper ID: 1505

【国外】

1. Y. G. Jiang, T. Ono, M. Esashi, "NEMS-based Piezoresistive Cantilevers for Magnetic Resonance Force Microscopy", International Conference on Nano Science and Technology 2007, NS34-or4.
2. Y. G. Jiang, T. Ono, Z. L. An, M. Esashi, "Piezoresistive Nanocantilevers with an Ultra-shallow Boron Doped Layer Using Spin-on Diffusion Method for MRFM Application", Proc. Asia-Pacific Conference of Transducers and Micro-Nano Technology 2008, 3B2-5

氏名 大見 敏仁

所属 工学研究科ナノメカニクス専攻 博士課程後期2年
指導教員 工学研究科ナノメカニクス専攻 横堀壽光教授
副指導教員 工学研究科機械システムデザイン専攻 福西祐教授
研究タイトル
水素脆化に対する工学的制御手法に関する研究

平成20年度 研究成果概要

鉄鋼材料中に進入した水素による材料の水素脆化現象に対して、脆化防止及び工学的的手法による制御を目的とし、数値解析と実験の両方からアプローチした研究を行ってきた。これまでは、主に数値解析によりき裂先端近傍の水素の拡散・凝集挙動を解析してきた。これにより、材料物性（降伏応力）・温度・負荷条件（疲労・一定応力速度）などでの水素の拡散凝集挙動を系統的に評価してきた。さらには、き裂成長を考慮した場合の解析も行い新たな知見も得られた。き裂成長を考慮した水素挙動の解析は他に例を見ない新たなものである。

平成20年10月以降（RA採用以降）の研究成果としては、実験と解析の2つが上げられる。

1つは、試験片内の水素挙動を力学的に制御する手法を提案し、これを水素チャージ試験により実験室的に証明したことである。力学的な制御手法自体は、これまでの解析結果から推測されるものであり、解析結果の妥当性も同時に示すことができたと考える。

もう一方は、数値解析手法に対するより詳細な検討である。これまで用いてきた基礎方程式は他の研究者も使用する一般的な式であるが、水素の応力誘起拡散項については取り扱いが研究者によって多少異なる。よりミクロ的な視点に立ったモデルの構築と方程式へのフィードバックにより解析手法および解析結果についてより深い知見を得ることができた。

GCOE基本支援RAとしては、ICFDにおいて本研究の解析手法の手本となりえる研究発表（ポスター）を聞くことができ、手法についても参考にすることができた。また、当研究室の別の研究内容に近い種類の発表に関しては、その内容を伝えることによって研究の補助（知の融合の一端）を担えることができた。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. A. Toshimitsu Yokobori, Jr., Yoru Wada, Tadao Iwadate, Kunihiko Yamada, Toshihito Ohmi
The effect of hydrogen diffusion behavior on the embrittlement of steel under hydrogen atmospheric condition, Proc. of ICF11, Turin (Italy), March 20-25(2005), in the contents of corrosion, CD-ROM
2. 横堀壽光, 櫛田隆弘, 大見敏仁, 解析解による溶接HAZ部の応力誘起水素拡散挙動解析と水素感受性評価, 日本金属学会誌, 第70巻, 第6号(2006)489-494
3. 和田洋流, 田中恭彦, 岩館忠雄, 大見敏仁, 横堀壽光, 水素を吸蔵した2.25Cr-1Mo圧肉圧力容器鋼の水素脆化割れ進展挙動におよぼす試験片サイズの影響,
日本金属学会誌, 第71巻, 第9号(2007)772-780

【学会発表】

【国内】

1. 水素環境下における鋼の脆化に及ぼす水素凝集効果
日本機械学会2005年度年次大会, 電気通信大学, 9月20日(2005)
横堀壽光, 大見敏仁, 和田洋流, 岩館忠雄, 山田邦彦
2. 数値解析を用いたき裂先端近傍における水素凝集挙動に及ぼす力学的効果
日本金属学会秋期講演大会, 岐阜大学, 9月20日(2007)
大見敏仁, 横堀壽光
3. き裂先端近傍の水素凝集挙動に及ぼす負荷速度効果
日本機械学会東北支部第42期総会・講演会, 東北大学, 3月15日(2007)
大見敏仁, 横堀壽光, 和田洋流, 武井健一
4. き裂先端近傍の水素凝集挙動に及ぼす負荷速度効果

第51回日本学術会議材料工学連合会講演会，京都大学，11月29日(2007)

横堀壽光，大見敏仁

5. 数値解析を用いたき裂先端近傍における水素凝集挙動に及ぼすき裂成長速度効果
日本金属学会秋期講演大会，熊本大学，9月23日(2008)

大見敏仁，横堀壽光

氏名 邵 川煜

所属 工学研究科ナノメカニクス専攻 博士課程後期2年
指導教員 原子分子材料科学高等研究機構 江刺正喜教授
副指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 升谷五郎教授
研究タイトル
化学分析原子間力顕微鏡のための静電プローブ

平成20年度 研究成果概要

物質の科学的評価の第一歩は物質形態をしっかりと観ることから始まる。現在ナノスケールで電子、生体材料を解析する手法や機能材料を創成する手法が急速に発展し初めている。原子間力を用いて原子間力顕微鏡 (Atom Force Microscope) は極めて強力なツールであり、試料を原子分解能で観察、評価し、さらに表面に原子や分子並べたりすることが可能。ナノテクノロジーに不可欠な道具である。

様々な分析手法中で、質量分析とは、原子、分子、クラスター等の粒子を何等かの方法で気体状のイオンとし、真空中で運動させ電磁気力を用いてそれらイオンを質量電荷比 (m/z) に応じて分離・検出する事です。すなわち、試料の質量電荷比 (質量を電荷の数で割った値) を求めるときに使用される分析法である。物質の同定や未知物質の構造決定にはきわめて強力な手段となるため、有機化学や生化学の分野で非常に多用され、また重要な分析法となっている。一方、電子顕微鏡には光の代わりに電子を利用した物質の表面形態観察用のツールです。走査トンネル顕微鏡 (Scanning Tunneling Microscope: STM) 開発以来、様々な走査トンネル顕微鏡や走査力顕微鏡 (Scanning Force Microscope: SFM) が開発される。数多く走査型プローブ顕微鏡 (Scanning Probe Microscope: SPM) が研究され、微小領域における熱や電流、物理量を測定することが可能になっている。走査型顕微鏡に残された課題の一つに、表面に分布する原子、分子の同定がある。この機能を達成するために多くの研究がされている。飛行時間測定 (Time of Flight) と電界イオン顕微鏡を組み合わせたアトムプローブは尖った針の先端を原子分解能で、かつ原子同定をしながら観察することが出来ることから、原子分解能の任意表面測定と原子同定を同時に行うために走査型アトムプローブやTime-of-Flight STM などが開発されてきた。

TOF-SFMはまたChemical AFMともよばれ、表面にどんな原子がどのように並んでいるのかを知ることによって、その表面の化学的な性質を調べることも出来るようになるため、MEMS技術を用いて、静電プローブを作ります。現在の段階で、作ったプローブに180V電を圧印加すると、プローブは255 μ m変位が出来て、表面走査と原子同定モードの切り替えるに應用することが出来ました。

研究業績

【国外】

1. IEEE MEMS2009 Conference 25-29 January, 2009 Italy, Sorrento.
Mass-analysis scanning force microscopy with electrostatic switching mechanism
ポスター

氏名 李 榮敏

所属 工学研究科ナノメカニクス専攻博士課程後期1年
指導教員 工学研究科ナノメカニクス専攻 小野崇人准教授
副指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 澤田恵介教授
研究タイトル
静電気actuatorを利用してマイクロFT-IR干渉計の製作

平成20年度 研究成果概要

FT-IR分光器は赤外光を利用して物質の化学状態の情報を直接的に得ることができる。光が物質に当たると、その一部は透過し、残りは吸収されたり散乱されたりする。光の吸収と散乱は光と物質の相互作用することで起こる現象である。赤外光の吸収と散乱は物質内の原子や分子が振動しているときに光と相互作用によって起こられる現象であるから、このことを利用する分子構造と化学結合及び結晶構造などを直接的に決定することができる。これらの物質情報を正確に分かるためには、FT-IR分光の分解能を向上させなければならない。この分解能は干渉計の中であるミラーの移動距離によって決定される。ミラーの移動距離の移動距離がもっと高くなると分解能はそのほど向上する。それで 本研究では静電気actuatorを利用してマイクロFT-IR干渉計を製作し、低い電圧でも高い移動距離を持つようにすることを目指している。

今回6ヶ月間、マイクロ干渉計を作成したが、デバイスがまったく動かなかった。この問題の原因を探するため、資料を調査した結果、原因がデバイスの中にあるばねがあまり硬いのでデバイスがまったく動かないことを分かった。ばねはデバイスが動いた後、元のどこかに戻るようにする役割だ。だから、デバイスが元のどこかに戻るため、ある程度は硬くなければならないが、あまり硬くなるとデバイスは動きにくくなる。それで、これらのばねの問題を解決するため、ばねの幅、長さ、高さなどを考えてデバイスのデザインをもっと動きやすい構造で変えて研究を進行している。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Y. M. Lee, B. S. Lee, C. G. Lee, B. H. Koo, Y. Shimada, O. Kitakami, S. Okamoto, T. Miyazaki, Structural and Magnetic Properties in Annealed FePt-Bx(x=0.05 and 0.33) Thin Films, JKPS, Vol. 49 pp.1034 (2006)
2. Y. M. Lee, B. S. Lee, C. G. Lee, B. H. Koo, Y. Shimada, Effect of Boron Addition on Disorder-Order Transformation of FePt Thin Films, JMMM, 310 e918–e920 (2007)
3. Y. M. Lee, G. W. Qin, C. G. Lee, B. H. Koo, K. Y. Moon, Y. Shimada, O. Kitakami,) Effect of Reaction Time on Formation of CoNi Particles Prepared by Polyol Method, MMI, Vol. 13, No. 3, pp. 207 (2007)
4. Y. M. Lee, C. W. Park, H. K. Choi, B. H. Koo, C. G. Lee,) Effect of Nucleating Agents on Synthesis of CoNi Alloy Particles via Polyol Process, MMI, Vol. 14, No. 1, pp. 117 (2008)

氏名 木村 祐人

所属 工学研究科ナノメカニクス専攻 博士課程後期1年
指導教員 原子分子材料科学高等研究機構 徳山道夫教授
研究タイトル
二成分バルク金属ガラスにおける過冷却液体の分子動力学シミュレーションによる研究

平成20年度 研究成果概要

1. 研究目的

本研究では二成分金属ガラス系を対象とし、系が液体金属状態からガラス状態へと遷移する課程、すなわち過冷却液体状態を計算機実験により詳細に調査するものである。計算機実験は実験に比較して全ての原子の位置、速度、粒子間の相互作用等、モデルの範囲内であればあらゆる情報を得られるという利点を備えている。これを生かし、原子が作るクラスタの様子等、実験からは得られない詳細な構造の解析を行う。また、相互作用が明確であるため提案された理論との比較、考察が容易であるという利点も備えている。これを生かし、動的な物理量の計算、および理論との比較を行う。以上を組み合わせて行う事により、二成分バルク金属ガラスにおける過冷却液体状態の構造およびダイナミクスを詳細に調査する。

2. 研究の進捗状況

現在、計算機実験に用いる計算プログラムの作成を完了し、原子数4000個の系で試験計算を遂行中である。系の数密度、動径分布関数、平均二乗変位、長時間自己拡散係数、自己中間散乱関数等の物理量を計算し、定性的に過液体状態の特徴が示されている。系の構造解析の手法に関しては、現在解析プログラムの作成を行っている。理論計算に関しては式の導出をほぼ終え、プログラムの作成を行っている。

3. まとめと今後の展望

本研究では二成分金属ガラス系の過冷却液体状態の詳細な性質を調べるため、大規模な計算機実験を行う。そのために計算機実験に用いるプログラムと、解析手法、および理論の調査を行った。

今後は計算機実験の妥当性が確認された後に、プログラムの高速化を行い、原子数10000個程度の大規模な系における計算機実験を行う。この計算結果に関して系の構造を詳細に解析し、過冷却液体状態、およびガラス状態における系の短距離、中距離、および長距離の秩序を明らかにする。また、理論計算も併せて行い、計算機実験との比較を行う事で、理論の検証を行う。以上の結果を併せて考察し、新たな理論の提案、過冷却液体状態の粗視化モデルの提案等を行う。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. 木村祐人, 徳山道夫, 寺田弥生, 二成分系におけるドロップレットの拡散・合体による相分離過程のブラウン動力学シミュレーション, 東北大学流体科学研究所報告 **17**, 35 (2006).
2. Yuto Kimura and Michio Tokuyama, Brownian-dynamics Simulation of Colloidal Suspensions with Kob-Andersen Type Lennard-Jones Potentials, Re. Inst. Fluid Sci. **19**, 85 (2007).
3. Michio Tokuyama and Yuto Kimura, Test of the mode-coupling theory near the colloidal glass transition by extensive Brownian-dynamics simulations, Physica A **387**, 4749 (2008).
4. Yuto Kimura and Michio Tokuyama, Simulation Study of Supercooled Liquids of Binary Metallic Glass Forming System (proceedings of 2009 WPI-AIMR Annual Workshop), Springer (2009), 投稿予定.

【学会発表】

【国内】

1. 木村祐人, 徳山道夫, 寺田弥生, 第20回分子シミュレーション討論会, 二成分系におけるドロップレットの拡散・合体における相分離過程の計算機シミュレーション(予稿集45頁), 口頭発表, 2006年11月29日.

【国外】

1. Y. Kimura, M. Tokuyama and Y. Terada, Computer Modeling of Phase Separation Dynamics due to Brownian Coagulation in Quenched Binary Mixtures (abstract book p.191), Third International Conference on Flow Dynamics, poster presentation, November 9 2006.
2. Y. Kimura, M. Tokuyama and Y. Terada, The 1st Japan Korea Student Workshop, Power Law Growth and Unordinary Distribution Observed in a Simulation Model of Droplet Growth Driven by the Thermal Fluctuation (abstract book p.14), oral presentation, November 14 2006.
3. Y. Kimura, M. Tokuyama and Y. Terada, The 4th Workshop on Complex Systems, Brownian-Dynamics Simulation of Binary Colloidal Suspensions with Lennard-Jones Potentials (abstract book p.17), poster presentation, January 10 2007.
4. Y. Kimura and M. Tokuyama, Time Scales of Mean Square Displacement and Non-Gaussian Parameter of Binary Colloid Mixture, The 1st Discussion Meeting on Glass Transition, oral presentation, January 15 2008.
5. Y. Kimura and M. Tokuyama, WPI & IFCAM Joint Workshop, Mean-Field Theory Analysis of Lennard-Jones Binary Colloids Near the Glass Transitions (abstract book p.67), poster presentation, February 18 and 19 2008.
6. Y. Kimura and M. Tokuyama, The 4th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology, Simulation Study of Relations between Time Scales near the Glass Transition (abstract book p.76), oral presentation, May 22 2008.
7. Y. Kimura and M. Tokuyama, 2009 WPI-AIMR Annual Workshop, Simulation Study of Supercooled Liquids of Binary Metallic Glass Forming System, poster presentation (発表予定).



氏名 張 志宇

所属 工学研究科ナノメカニクス専攻 博士課程後期1年
指導教員 工学研究科ナノメカニクス専攻 閻紀旺准教授
副指導教員 流体科学研究所 西山秀哉教授
研究タイトル
反応焼結SiCの超精密切削における材料の塑性流動

平成20年度 研究成果概要

次世代高機能SiCは、高剛性、高熱伝導、低熱膨張、低比重といった優れた特性を持ち、半導体製造装置用部品や次世紀遠望鏡用ミラーとして着実にその用途を広げている。しかし、SiC材料は超硬脆性質を持つため、ナノレベル精密に加工することが極めて困難である。

これまでの硬質脆性材料に対する超精密切削では、先端半径の小さなダイヤモンドバイト ($R < 1\text{ mm}$) が用いられてきた。しかし、先端半径の小さなダイヤモンドバイトを用いて平滑な加工面を得るには、送り速度を非常に小さくしなければならない。そのため、加工能率が非常に低くなってしまいうという問題点があった。そこで本研究では超硬脆材料に対し高能率な精密切削を実現するために、先端半径 R の大きなダイヤモンドバイト ($R > 1\text{ mm}$) を開発し、種々の切削条件と加工精度の関係を明らかにした。一般的に、 R バイトで切削を行った場合、理論粗さ R_y は、工具送り速度 f 、工具刃先端半径 R とした場合、 $R_y = f/2R$ で表される。つまり、先端半径の大きいバイトを用いることで、従来の切削工具を用いた場合と比較して非常に高い送り速度が実現可能となる。また、高い送り速度はバイトの切削距離を相対的に小さくする。つまり、バイトの摩耗の抑制も可能となる。

本研究で大曲率半径 R バイト ($R = 10\text{ mm}$) を用いることで、従来小半径 R バイトと比較して切削能率を数倍に高めることが可能になった。加工能率を高めながらも良好な切削面を得られたことが確認できる。さらに、切削距離を低減された結果、バイト摩耗を抑制することにも成功した。この研究で結果を用いて、精密光学部品製造業の発展に多く貢献するものとして期待されています。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. ○Zhiyu Zhang, Jiwang Yan, Tsunemoto Kuriyagawa. Machinability investigation of reaction-bonded silicon carbide by single-point diamond turning. *Key Engineering Materials*, 389-390, (2009): 151-156.
2. ○J. Yan, Z. Zhang, T. Kuriyagawa: Mechanism for material removal in diamond turning of reaction-bonded silicon carbide, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, In Press, Available online.
3. Boda Wu, Zhiyu Zhang, Xiaofeng Sun, Xu Yang, Guangming Cheng, Zhigang Yang. Characteristics of piezoelectric pump with optimal flow rate frequency 50 Hz. *Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition)*. 2008, 38: 107-110.
4. Zhiyu Zhang, Boda Wu, Jianfang Liu. Development and Application of Electrorheological Technology. *Machine Tool & Hydraulics*. 2007, 35(6): 203-207.
5. Boda Wu, Zhiyu Zhang, Yang Xu, Hongwei Zhao, Guangming Cheng, Zhigang Yang. "The Design Research on the Piezoelectric Actuators for Precision Micro-Displacement". *Mechanical Engineer*. 2007, 2: 44-46.
6. Xianqiang Xiao, Zhiyu Zhang, Wen Zhang, Xinxin Li. Research of Macro/Micro Dual-Drive and Control System Based on Machine Vision. *Small & Special Electrical Machines*. 2008, 6: 26-29.
7. ZHAO Hong-wei; YANG Zhi-gang; FAN Zun-qiang; ZHANG Zhi-yu; WU Bo-da; CHENG Guang-ming. Close-loop control of inchworm-type piezoelectric actuator. *Optics and Precision Engineering*. 2008. 16(9):1727-1731

【学会発表】

【国内】

1. 張 志宇, 閻 紀旺, 厨川 常元, 反応焼結SiCの超精密ダイヤモンド切削加工特性, 2008年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, 口頭. 2008年9月19日.
2. Zhiyu Zhang, Jiwang Yan, Tsunemoto Kuriyagawa. Machinability investigation of reaction-bonded silicon carbide by single-point diamond turning. ISAAT, 口頭. 2008年10月2日.



氏名 Phan Anh Tuan

所属 工学研究科ナノメカニクス専攻 博士課程後期1年

指導教員 工学研究科ナノメカニクス専攻 桑野博喜教授

副指導教員 工学研究科航空宇宙工学専攻 升谷五郎教授

研究タイトル

Micro generation devices and sensors using metallic glass thin film

平成20年度 研究成果概要

I have begun my research since October, 2008, which in the first stage has been focused to survey scientific papers, books and then prepared metallic glass thin film on a silicon substrate by using the sputtering method. An amorphous metal is a metallic material which has a disordered atomic scale structure. Therefore it is referred to as a metallic glass. Metallic glasses have a lot of advantageous properties: for example excellent mechanical properties such as high strength, high toughness, high resilience and low mechanical damping. There are metallic glasses with various shapes such as bulk, ribbon, wire and thin film, etc depending on applications.

In my research, material was chosen based on iron – silicon material with nominal composition of $\text{Fe}_{78}\text{Si}_{10}\text{B}_{12}$ of target. Thin films were deposited on the silicon substrates and the pyrex substrates with dimensions 20x20 (cm x cm) by using an ECR (Electron Cyclotron Resonance) sputtering system. The substrates were kept at room temperature and argon gas was used during the deposition process. The structure of the thin films was investigated by employing an X-ray diffractometer system named JEOL-JDX 3530 using $\text{Cu-K}\alpha$ radiation and its thickness was measured by employing a Tencor P-10 Surface profiler. The SEM was employed to investigate surface of the as-deposited films.

The resultant X-ray diffraction spectra reveal that the thin film was amorphous, because there is no any peak in the X-ray diffraction spectra of both the substrates, except for the silicon's peaks. The research is still continuing for investigation of crystallization after annealing of as-deposited films and the use of other analytical methods to obtain better results.

氏名 水谷 公一

所属 工学研究科ナノメカニクス専攻博士課程後期1年
指導教員 工学研究科ナノメカニクス専攻 厨川常元教授
副指導教員 流体科学研究所 西山秀哉教授
研究タイトル
パウダージェットデポジションの成膜メカニズムに関する研究

平成20年度 研究成果概要

パウダージェットデポジション法は圧縮ガスにより粉体を加速させ、基板に衝突させることにより成膜を行う方法である。このような多数の粒子の衝突によって行われる成膜現象のメカニズムを解明するために、平滑化粒子法を用いて衝突時の粒子の変形挙動を解析した。その結果粒子が基板に付着する場合、粒子の衝突によって粒子自体が破砕し、その一部が基板側に付着し、それが繰り返されることにより成膜がおこなわれていると考えられることを示した。また粒子の基板への衝突速度の違いが、衝突時の現象にどのような影響を与えるのかを把握するために、粒子の衝突速度を粒子画像流速測定法を用いて測定した。その結果、粒子は基板直前で急激に減速し、基板と衝突していることがわかった。またシュリーレン法を用いて、パウダージェットデポジション装置から噴射される圧縮ガスの流れを観察したところ、基板とその装置との間に衝撃波が発生していることをわかった。その結果より、粒子の基板直前での急激な減速の原因は衝撃波の影響であると考えられることを示した。

またパウダージェットデポジション法による成膜を、新しい齲蝕(虫歯)の治療法として応用しようと研究を行っている。従来の歯科治療法では、齲蝕部を機械的に切削除去し、その欠損部にレジンなどを充填、あるいは金属、セラミックス等で作成したインレーを合着して修復することにより行われている。しかし歯の修復物は唾液や歯垢による酸、温度変化の繰り返しなど、治療後も絶え間なく過酷な環境にさらされている。そのため接着界面は破壊されて2次齲蝕がかなりの頻度で誘発される。すなわち修復材と歯質の物性の違い、界面性状が治療の予後に大きく関わるといえる。この問題の多くは人工的な材料を接着や合着することなく、歯質と同質の物質であるハイドロキシアパタイトを歯質上に直接付着・築盛することで解決できると考えられる。

そこでパウダージェットデポジション法を用いて、歯質上にハイドロキシアパタイト膜を生成するために歯科用のハンドピース型パウダージェットデポジション装置を開発した。その装置を用いて成膜実験を行ったところ厚さ10 μm 程度のハイドロキシアパタイト膜を安定して作製することができた。またその膜の引張強度などを測定したところ、従来の歯科治療法に用いられている材料よりも良好な試験結果が得られた。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. Toshihiko Shibuya, Mohammad Saeed Sepasy, Koichi Mizutani, Nobuhito Yoshihara, Jiwang Yan and Tsunemoto Kuriyagawa, Design of Double Nozzle Type Powder Jet Device Optimized for PJD, Key engineering materials, 389-390(2009)398-403.

【学会発表】

【国内】

1. 日本機械学会東北学生会第36回学生員卒業研究発表講演会, パウダージェットデポジション法によるハイドロキシアパタイト成膜の分子動力学解析, 口頭, 2006年3月4日
2. 2006年度精密工学会秋季大会学術講演会, パウダージェットデポジション法に関する研究—パウダージェットデポジション装置の開発—, 口頭, 2006年9月22日
3. 日本機械学会第6回生産加工・工作機械部門講演会, 2重ノズル型パウダージェットデポジション装置の開発, 口頭, 2006年11月24日
4. 2007年度精密工学会秋季大会学術講演会, 平滑化粒子法(SPH)による微粒子衝突現象の解析—パウダージェットデポジション法によるセラミックス膜創成に関する研究—, 口頭, 2007年9月12日

5. 2008年度精密工学会春季大会学術講演会, 微粒子衝突現象の数値解析—パウダージェットデポジション法によるセラミックス膜創成に関する研究—, 口頭, 2008年3月17日
6. 2008年度精密工学会秋季大会学術講演会, 微粒子衝突速度が成膜および基板に与える影響—パウダージェットデポジション法によるセラミックス膜創成に関する研究—, 口頭, 2008年9月19日
7. 日本機械学会第7回生産加工・工作機械部門講演会, パウダージェットデポジション用二重ノズルの最適化, 口頭, 2008年11月22日
8. 2009年度精密工学会春季大会学術講演会, パウダージェットデポジション法によるハイドロキシアパタイト膜の生成, 口頭, 2009年3月13日 発表予定
9. 2009年度精密工学会春季大会学術講演会, 基板の表面性状が成膜に与える影響—パウダージェットデポジション法によるセラミックス膜創成に関する研究—, 口頭, 2009年3月13日 発表予定

【国外】

1. The 10th International Symposium on Advances in Abrasive Technology, Study on Powder Jet Deposition -Development of Double Nozzle Type Powder Jet Deposition Devise-, Oral, 25-28 September 2007

【受賞等】

1. 優秀賞、流動ダイナミクス知の融合研究教育世界拠点、2008年1月14日

氏名 豊田 篤

所属 情報科学研究科システム情報科学専攻 博士課程後期3年

指導教員 流体科学研究所 大林茂教授

研究タイトル

複葉翼超音速旅客機の概念設計

平成20年度 研究成果概要

現在の航空機市場には小型機から大型機、ショートレンジからロングレンジの航空機まで、多種多様な航空機が投入されている。しかし現在の民間航空機は全て亜音速で飛行しているので、大陸横断飛行や太平洋横断飛行のような長距離飛行では10時間以上の長時間飛行になってしまう。長時間飛行はエコノミークラス症候群に代表される体への悪影響が懸念される。また、長時間かけての移動はビジネスを行う上で非常にコストパフォーマンスが悪い。そこで航空機的高速化、つまり超音速旅客機の実用化が望まれている。

現在に至るまでに二種類の超音速旅客機が実用化されたが、両方とも現在は就航を取りやめている。これは超音速飛行時に衝撃波が発生するために抵抗が増え、燃料効率が悪くなっているためである。また同時に発生した衝撃波は大気中を地上まで伝播しソニックブームとなってしまう。ソニックブームは地上で大きな爆発音として聞こえるので、現在大陸上での超音速飛行は禁止されている。超音速旅客機の実現にはソニックブームの低減、つまりは発生する衝撃波の低減が必要不可欠である。

我々の研究室では超音速複葉翼を採用することにより、衝撃波の低減を目指している。現在までに超音速複葉翼の空力性能を数値計算や風洞実験を用いて解明してきた。数値計算では超音速複葉翼を採用することにより発生する衝撃波が低減される事が確認できたが、未だ実験では証明されていない。そこで、バリスティックレンジという超音速で模型の自由飛行が可能な設備を用いて超音速複葉翼の衝撃波低減性能を証明する。実験では単葉の模型、及び超音速複葉翼の模型の二種類を自由飛行させ、それぞれから発生する衝撃波を圧力センサを用いて計測する。その実験模型の設計をCFDを用いて行ってきた。飛行模型設計において一番の問題であったのが、超音速複葉翼は設計マッハ数に達する前に不始動を起こしてしまうという問題である。これは最適な翼端板を設計し、意図的に横流れを発生させる事により回避に成功した。次に、飛行模型を加速させるためのサボの設計を行った。今までバリスティックレンジを用いて超音速複葉翼のような複雑形状の飛行試験を行われていない為、手探り状態ではあるが、名古屋大学佐宗教授の助言を元にサボの設計を行った。今後、実際に設計した模型で飛行試験を行う。

研究業績

【学会発表】

【国内】

1. 第44回飛行機シンポジウム, JAXA高揚力装置風洞模型への簡易遷移予測法の適用, 口頭発表及び論文, 2006年10月18日-20日 埼玉県さいたま市

【国外】

1. 25th AIAA Applied Aerodynamics Conference, “An Application of Local Correlation-Based Transition Model to JAXA High-Lift Configuration Model”, Oral presentation and research paper, 25-28th June 2007, Miami, FL
2. Super Computing 08, “Silent Supersonic Transport – Towards the realization of supersonic transport”, Poster session, 15-21st November, 2008, Austin, Texas

氏名 米澤 誠仁

所属 情報科学研究科システム情報科学専攻博士課程後期3年

指導教員 流体科学研究所 大林茂教授

研究タイトル

CFDを用いた超音速複葉翼の空力設計

平成20年度 研究成果概要

現在、超音速旅客機実現のために最も難しい技術的な課題は超音速飛行時のソニックブームである。ソニックブームによる騒音の大きさから、アメリカ連邦航空局では大陸上空の超音速飛行を禁止している。この状況を解決するために、多くの研究機関でソニックブーム過剰圧について0.5 psf以下という目標値を定め、研究を進めている。しかしながら、現在欧米の大学や企業で研究されている小型のビジネスジェット機クラスの超音速機でも、この目標値を達成できていない。そのため様々な低ブーム化技術が研究されているが、現状では大幅な改善は難しく、ソニックブームの原因となる機体から発生する衝撃波自体を低減する必要があると考えられる。そこでその機体から発生する衝撃波を低減することができる技術として超音速複葉翼理論が注目されている。しかしながら、この理論は本来2次元超音速流れの考察に基づく理論であり、3次元形状に関する研究はいまだに十分ではなく、有限の翼幅を持つ3次元翼での衝撃相殺によるソニックブーム低減の可能性は示されていない。

今年度は、3次元超音速複葉翼によるソニックブーム低減の可能性を示すために、後退角やテーパ比などの翼平面形を決める形状パラメータで3次元超音速複葉翼を定義する形状定義法を作製し、3次元性による抵抗増大を軽減する超音速複葉翼形状を求め、翼としての空力特性を明らかにした。

まず、衝撃波干渉により衝撃波を相殺できる3次元超音速複葉翼を定義する形状定義法を作製し、零揚力設計時の形状パラメータの空力抵抗への影響を調べ、低抵抗となる形状の特徴を考察している。形状パラメータとして後退角とテーパ比に着目し、この二つが結果として翼弦長中央にある翼型の頂点線が一樣流に対して直交するような翼平面形を与えるときに、低抵抗な翼になることを明らかにしている。

その上で3次元超音速複葉翼の空力特性を解明した。3次元超音速複葉翼を実用化するには、要素ごとの抵抗の振る舞いを把握する必要があることを指摘し、そのために2次元超音速複葉翼の空力特性と、3次元の矩形超音速複葉翼・テーパ超音速複葉翼の空力特性を比較した。とくに3次元超音速複葉翼では零揚力において渦抗力が存在することを示した上で、これがテーパ超音速複葉翼にすることで低減可能であることを示した。

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. 2009年1月号 日本航空宇宙学会論文集
米澤誠仁，大林茂，“CFD解析による有限幅の超音速複葉翼の空力特性評価，”日本航空宇宙学会論文集，Vol. 57，No. 660，2009。
2009年3月号 日本航空宇宙学会論文集（技術ノート）掲載予定
2. 米澤誠仁，大林茂，“超音速複葉翼における超音速流れの履歴現象の2次元CFD解析，”日本航空宇宙学会論文集，Vol. 57，No. 662，2009. 投稿中
3. Yonezawa, M. and Obayashi, S., “Reducing Drag Penalty in the Three-Dimensional Supersonic Biplane,” Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G Journal of Aerospace Engineering.

【学会発表】

【国内】

1. 2006年4月 社団法人日本航空宇宙学会 第37期講演会（年会），口頭発表
米澤誠仁，山下博，大林茂，楠瀬一洋，“超音速飛行における複葉翼の効果，”日本航空宇宙学会第37期講演会，東京，2006.
2. 2006年6月 航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2006，口頭発表
米澤誠仁，山下博，大林茂，楠瀬一洋，“実験と計算による複葉超音速旅客機の研究，”航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2006，東京，2006，pp.19-20.

3. 2006年10月 第44回飛行機シンポジウム, 口頭発表
米澤誠仁, 山下博, 大林茂, 楠瀬一洋, “超音速機における低ブーム胴体形状の研究,” 第44回飛行機シンポジウム, 大宮, 2006.
4. 2008年6月 第40回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2008, 口頭発表
米澤誠仁, 大林茂, “CFD解析を基にした超音速複葉翼の抵抗要素検討,” 第40回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2008, 仙台, 2008, pp.91-94.

【国外】

1. Nov. 2006 Third International Conference on Flow Dynamics, oral presentation
Yonezawa, M., Yamashita, H., Obayashi, S. and Kusunose, K., “Sweep Effect in Three-dimensional Busemann Biplane,” Third International Conference of Fluid Dynamics, Miyagi, 2006, pp.23-24.
2. Jan. 2007 45th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, oral presentation
Yonezawa, M., Yamashita, H., Obayashi, S. and Kusunose, K., “Investigation of Supersonic Wing Shape Using Busemann Biplane Airfoil,” The 45th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, AIAA Paper, AIAA-2007-0686, Reno, Nevada, January 2007.
3. Sep. 2007 Fourth International Conference on Flow Dynamics, oral presentation
Yonezawa, M., Yamashita, H., Obayashi, S. and Kusunose, K., “Comparison of Shock Wave Interaction for the Three-dimensional Supersonic Biplane with Different Planar Shapes,” Fourth International Conference of Fluid Dynamics, Sendai, 2007, p.3-4-3.
4. Dec. 2007 KAIST, TIT, Tohoku University, and HIT Joint Workshop on Multidisciplinary Design Problems, oral presentation
Yonezawa, M., Yamashita, H. and Obayashi, S., “Three-Dimensional Effect on Shock Wave Interaction for Supersonic Biplane,” KAIST, TIT, Tohoku University, and HIT Joint Workshop on Multidisciplinary Design Problems, Daejeon, 2007
5. Sep. 2008 26th International Congress of the Aeronautical Sciences, oral presentation
Yonezawa, M. and Yamashita, H., “Comparison of Shock Wave Interaction for the Three-Dimensional Supersonic Biplane with Different Planar Shapes,” 26th International Congress of the Aeronautical Sciences, Anchorage, 2008.

【その他（新聞、雑誌等への記事掲載など）】

1. Mar. 2007 The 21st Century COE Program International COE of Flow Dynamics Lecture Series Volume 5
Kusunose, K., Matsushima, K., Obayashi, S., Furukawa, T., Kuratani, N., Goto, Y., Maruyama, D., Yamashita, H., and Yonezawa, M., “Aerodynamic Design of Supersonic Biplane: Cutting Edge and Related Topics,” The 21st Century COE Program International COE of Flow Dynamics Lecture Series Vol. 5, Tohoku University Press, Sendai, 2007, pp.120-129, 157-170.

氏名 侯 蕾

所属 情報科学研究科システム情報科学専攻博士課程後期1年
指導教員 情報科学研究科システム情報科学専攻 鏡慎吾准教授
副指導教員 流体科学研究所 藤代一成教授
研究タイトル
Illumination-based Synchronization of High-Speed Vision Sensors

平成20年度 研究成果概要

To acquire images of a scene from multiple points of view simultaneously, the acquisition time of vision sensors should be synchronized.

An illumination-based synchronization technique derived from the phase-locked loop algorithm is proposed and evaluated in dynamic scenes.

Both simulation results and experimental results show that the operation of a vision sensor can be successfully locked to the corresponding edges of an intensity-modulated LED illumination signal in real time, as long as the feedback gain is empirically chosen.

It is experimentally shown that the effects of fluctuation of background light can be tolerated by virtue of the proposed synchronization algorithm.

Simulation results based on image sequences of real-world scenario approve that the effects of fluctuation of the modulated illumination signal can be tolerated if the fluctuation is sufficiently small.

研究業績

【学会発表】

【国内】

1. L. Hou, S. Kagami, and K. Hashimoto: "Illumination-based Synchronization of High-Speed Vision Sensors", JSME, Robotics and Mechatronics Conference 2008 (ROBOMECH2008), p. 161 (2P2-B24), 2008. (Nagano, 2008. 6. 7, poster)

【国外】

1. L. Hou, S. Kagami, and K. Hashimoto: "Illumination-based Real-Time Contactless Synchronization of High-Speed Vision Sensors", 2008 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, February 22 -25, 2009, Bangkok, Thailand.(Accepted, oral)
2. L. Hou, S. Kagami, and K. Hashimoto: "Illumination-based Synchronization of High-Speed Vision Sensors in Dynamic Scenes" IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM2009), submitted.

氏名 鈴木 靖子

所属 情報科学研究科応用情報科学専攻博士課程後期3年
指導教員 流体科学研究所 藤代一成教授
副指導教員
研究タイトル
テクスチャベースのベクトル場・テンソル場の並列可視化

平成20年度 研究成果概要

拡散テンソルは、MRI (Magnetic Resonance Imaging: 核磁気共鳴撮影法)により計測される水分子の不等方性拡散を表す物理量である。特に、ヒトの脳内白質における不等方性拡散は、神経軸索の方向に対応することが知られており、拡散の方向をたどることで神経線維の走行状態を抽出し、脳神経疾患の診断に役立てる研究が進められている。われわれはこの神経路を抽出する可視化法として、拡散トラクトグラフィ(Diffusion-Based Tractography: DBT)法を提案してきた。DBT法は、拡散方程式に従ってランダムドットテクスチャを拡散方向にぼかしていくテクスチャベースの可視化方法で、拡散テンソル場を密に表現することができる。本成果では、このDBT法の高速度の構築および計測を行った。近年普及してきたGPGPU(General Purpose computation on GPUs)の概念を用い、多数の画素に対して拡散計算を実行する処理をGPUにて並列に実行し、高速化を実現した。さらにこのGPU上での拡散計算により、CPU-GPU間のバス転送なしに、GPUボリュームレンダリングが実行することができた。実験では、CPUにくらべGPUでの拡散は10～20倍の速度で拡散処理を実行できることが判明した。またレンダリング処理までの計測では、CPU拡散を行った場合はレンダリング完了まで約1秒かかるのに対し、GPU拡散ではバス転送が発生しないために0.2～0.3秒程度で実行できた。

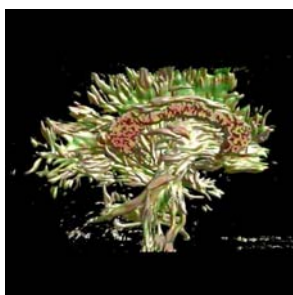


図1 DBTテクスチャボリュームレンダリング

表 1 CPUおよびGPU拡散の計測結果

反復数	30	60	90
CPU 拡散	9.73s	19.5s	27.8s
GPU 拡散	1.23s	1.69s	1.72s
CPU 拡散+GPU レンダリング	10.3s	20.4s	28.6s
GPU 拡散+GPU レンダリング	1.47s	1.88s	2.05s

研究業績

【学術雑誌等への発表】

1. I. Fujishiro, L. Chen, Y. Takeshima, H. Nakamura, and **Y. Suzuki**: "Parallel visualization of gigabyte datasets in GeoFEM," In *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, vol.14, p.529, May 2002
2. **鈴木靖子**, 藤代一成, 陳莉: 重要度マップと流線照明モデルに基づく 選択的3次元LICボリュームレンダリング, *Imaging Visual & Computing*, no.153 (画像電子学会誌, vol.30, no.4), pp.379--387, 2001年7月

【学会発表】

【国内】

1. 小川雄太, **鈴木靖子**, 竹島由里子, 藤代一成: 「3D拡散テンソルフィールドの効果的な解析のための視覚化と力覚化の融合」, *Visual Computing / グラフィクスとCAD 合同シンポジウム* 2008, 2008年6月
2. **鈴木靖子**, 原田雅之, 緒方正人, Jeroen van Baar: 「半球型スクリーンを用いた分散レンダリングシステム」, *情報処理学会 第13回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ*, 2005年12月
3. 徳永百恵, 安藤祥子, **鈴木靖子**, 村木茂, 竹島由里子, 高橋成夫, 藤代一成: 「プログラマ

- ブルGPUを用いた属性付き3D LICの実時間可視化法」, *Visual Computing / グラフィクスとCAD 合同シンポジウム2003*, 2003年6月
4. 鈴木靖子, 竹島由里子, 藤代一成: 「GPUによる拡散トラクトグラフィの高速化」, オーガナイズドセッション『ビジュアルデータマイニング』, 可視化情報学会誌, 第36回可視化情報シンポジウム講演論文集, 2008年7月.
 5. 鈴木靖子, 村木茂, 藤代一成, 竹島由里子: 「拡散トラクトグラフィ法による脳内神経線維の可視化」, オーガナイズドセッション『ビジュアルデータマイニング』, 可視化情報学会誌, Vol.26 Suppl., No.1 (第34回可視化情報シンポジウム講演論文集), pp.31-34, 2006年7月.
 6. 鈴木靖子, 櫻井満将, 藤本仁志, 亀山正俊: 「マルチ大画面3Dグラフィックス表示システム(2)-高臨場空間の実現」, 2004年電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-11-150, 2004年3月.
 7. 櫻井満将, 鈴木靖子, 藤本仁志, 亀山正俊: 「マルチ大画面3Dグラフィックス表示システム(1)-アーキテクチャ概要」, 2004年電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-11-149, 2004年3月.
 8. 村木茂, 鈴木靖子, 藤代一成: 「ボリュームグラフィックス(VG)クラスタによる 3D LICレンダリングの並列化」, 情報処理学会研究報告, CG 108-12, 2002年8月
 9. 鈴木靖子, L. Chen, 藤代一成, 竹島由里子: 「重要度マップを用いた3次元ボリュームLICの実現」, 第62回情報処理学会全国大会, 慶応義塾大学日吉キャンパス, 2E-08, 2001年3月
 10. 鈴木靖子, 藤代一成, 竹島由里子: 「LICテクスチャマッピングを用いた3次元流れ場の対話的可視化」, 第60回情報処理学会全国大会, 拓殖大学八王子キャンパス, 3ZA-06, 2000年3月

【国外】

1. Y. Ogawa, Y. Suzuki, Y. Takeshima, I. Fujishiro: "Designing 6DOF haptic transfer functions for effective exploration of 3D diffusion tensor fields," In *proceedings of Third Joint Eurohaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems*, IEEE Computer Society Press, March 2009.
2. S. Muraki, I. Fujishiro, Y. Suzuki, and Y. Takeshima.: "Diffusion-Based Tractography: Visualizing dense white matter connectivity from 3D tensor fields," In *proceedings of Volume Graphics 2006*, Boston, July 2006, pp.119-126, p.146(Color plate).
3. Y. Suzuki, I. Fujishiro, L. Chen, and H. Nakamura: "Case study: Hardware-accelerated selective LIC volume rendering," In *proceedings of IEEE Visualization 2002*, Boston, November 2001, pp.485--488.
4. L. Chen, I. Fujishiro, and Y. Suzuki: "Comprehensible volume LIC rendering based on 3D significance map," In *proceedings of SPIE Conference on Visualization and Data Analysis (VDA) 2002*, San Jose, January 2002, pp.142--153.
5. I. Fujishiro, Y. Takeshima, L. Chen, H. Nakamura, and Y. Suzuki: "Parallel visualization of gigabyte datasets in GeoFEM," In *proceedings of 2nd APEC Cooperation for Earthquake Simulation (ACES) Workshop*, M. Matsu'ura, K. Nakajima, and P. Mora (eds.), Hakone, October 2000, GoPRINT (ISBN 1 86499 510 6), pp.557--562.
6. I. Fujishiro, Y. Takeshima, H. Nakamura, and Y. Suzuki: "Parallel visualization utilities for solid earth simulation platform GeoFEM," In *proceedings of The 4th International Conference on Supercomputing in Nuclear Application (SNA2000)*, September 2000, HPCC-I-3-G1.
7. Y. Suzuki, M. Tokunaga, S. Ando, S. Muraki, Y. Takeshima, S. Takahashi and I. Fujishiro: "Real-time rendering of attributed LIC-volumes using programmable GPUs," In *CDROM proceedings of Supercomputing 2003 (SC2003)*, Phoenix, November 2003, Poster Session #29.
8. Y. Suzuki, I. Fujishiro, and Y. Takeshima.: "Diffusion-Based Tractography: Effective visualization of diffusion tensor fields," In *proceedings of Third International Symposium of Transdisciplinary Fluid Integration*, Matsushima, June 2006, P-18 (pp.65-66).
9. I. Fujishiro, Li. Chen, Y. Takeshima, H. Nakamura, and Y. Suzuki: "Current parallel visualization utilities in GeoFEM," In *abstracts of Workshop on Scalable Solver Software (SSS) 2001*, Tokyo, December 2001, pp.39--40.



氏名 井上 大輔

所属 情報科学研究科応用科学専攻博士課程後期2年

指導教員 情報科学研究科応用科学専攻 田所諭教授

副指導教員 流体科学研究所 藤代一成教授

研究タイトル

柔軟機構の移動に伴う動的な接触の計測・状態推定・制御

平成20年度 研究成果概要

本研究は、柔軟機構の接触ダイナミクスに関する研究開発を通して、流動ダイナミクス研究の推進に貢献する。柔軟機構のひとつとしてクローラを対象とし、クローラと路面の動的な接触を計測、状態推定、制御するための方法論について研究開発を行なっている。クローラは建設機械などに用いられる代表的な不整地移動機構であり、脚に比べ移動速度が速く、また車輪に比べて接地面が広く、接地圧が低いいため不整地での安定性に優れている。クローラロボットは変形機構をもつ多自由度のクローラであり、クローラが地形に沿うように変形することで、不整地においても上手に推進力を発生させ踏破することができる。この変形を効率的に制御するためには、路面との接触状態を計測することが重要である。この計測により、クローラと不整地の複雑なダイナミクスモデルを用いずに、未知の不整地環境に適応した柔軟な制御が可能となる。しかし、接触センサはクローラへの実装が困難であり、内界センサや非接触型センサを用いた接触状態の簡易的な予測がなされているのみであった。以上の背景から、本研究では不整地におけるクローラロボットの分布的な接触状態を計測する手法を提案し、その有効性を示してきた（業績国外3）。この手法によって得られる詳細な接触情報は、柔軟機構の接触ダイナミクスの解明に役立つと期待される。

本年度は、接触計測に基づく全身クローラロボットの自律転倒防止制御手法を提案した。開発した全身接触センサが提案手法の要求仕様を満たしていることを評価実験により確認した。試験的に転倒防止制御を実装し、通常は転倒してしまう地形において転倒を自律的に防止することに成功した。また、提案手法のほうが姿勢角度よりも早く転倒を予測できることがわかった。これらの成果をまとめ、国際学会にて発表、討論を行なった（業績国外1）。また、全身クローラロボットの不整地移動時のスリップや衝撃を回避するための制御を、接触計測に基づいて実現する手法を考案した。現在はこれらの手法をロボットに実装するためのシステム開発を行なっている。これらの制御システムの実現によって、クローラロボットの不整地移動能力が飛躍的に改善され、レスキューロボットや宇宙探査ロボット、地雷除去ロボット、建設ロボットなどの不整地移動における信頼性・安全性が向上する。

研究業績

【学会発表】

【国内】

1. 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会, “フリッパアームを有するクローラ型ロボットの遠隔操縦支援 - 分布接触センサを用いた転倒回避戦略”, ポスター発表, 2008年6月.
2. 第6回人工知能学会「社会におけるAI」研究会(SIG-SAI), “知能化技術を用いたフリッパを有するクローラロボットの遠隔操縦支援 - 分布的接触センサを用いた転倒回避戦略”, 口頭発表, 2008年3月.
3. 第13回ロボティクス・シンポジウム, “クローラロボットの履板の傾斜を利用した段差接触位置の検出 - 傾斜計測反射面の改良と実機への実装”, 口頭発表, 2008年3月.
4. 第25回日本ロボット学会学術講演会, “クローラ型ロボットのための分布触覚センサ - センサの較正と段差接触位置の計測”, 口頭発表, 2007年9月.
5. 2007年度第1回山彦シンポジウム, “クローラ型ロボットのための分布触覚センサ - 実機への実装に向けた計測精度の向上”, 口頭発表, 2007年7月.
6. 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会, “クローラ型ロボットのための分布触覚センサ - 履板傾斜分布の計測”, ポスター発表, 2007年5月.
7. 第7回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, “クローラ型ロボットのための分布触覚センサ - 反射面の性能評価”, 口頭発表, 2006年12月.
- 8.
9. 第24回日本ロボット学会学術講演会, “クローラ型ロボットのための分布触覚センサの開発”, ロ

頭発表, 2006年9月.

10. 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会, “クローラー用触覚分布センサの開発”, ポスター発表, 2006年5月.
11. 日本機械学会東北学生会第33回学生員卒業研究発表講演会, “振動子形マイクロトラクションドライブの研究”, 口頭発表, 2003年3月.

【国外】

1. *IEEE Int'l Workshop on Safety, Security, and Rescue Robotics*, “Whole-Body Touch Sensors for Tracked Vehicle Robots Using Force-sensitive Chain Guides,” Oral Presentation, Oct 2008.
2. *IEEE/ASME Int'l Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics*, “Contact Points Detection for Tracked Mobile Robots Using Inclination of Track Chains,” Oral Presentation, Jul 2008.
3. *5th IEEE International Conference on Sensors*, “Distributed Tactile Sensors for Tracked Robots,” Oral Presentation, Oct 2006.

【受賞等】

1. SSRR2008 Best Paper Award Finalist, Committee of IEEE Int'l Workshop on Safety, Security, and Rescue Robotics, Oct 2008.



流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点

Tohoku University Global COE Program
World Center of Education and Research for Trans-disciplinary Flow Dynamics