

はじめに

東北大学流体科学研究所附属流体融合研究センターは、衝撃波に関する世界的研究拠点として研究成果を挙げてきた衝撃波研究センターを改組拡充して、平成 15 年 4 月に発足した。本センターの目的は、実験と計算を一体化した新しい研究手法（次世代融合研究手法）を用いて、流体科学の先端融合領域における諸問題を解決することである。人類社会の永続的発展のためには、環境・エネルギー、ライフサイエンス、情報通信技術、ナノテクノロジー、航空宇宙などの重点分野に横断的に関わる流体科学研究が欠かせない。本センターは、流体科学研究所が推進する独創的実験装置による実験研究とスーパーコンピュータシステムによる大規模計算研究を一体化した研究を行うのが特徴である。これまでの実験や計算だけでは解決が困難だった複雑・多様化した流体科学の諸問題を次世代融合研究手法を駆使して解決するとともに、異分野の研究者・技術者の協力により、新しい研究分野である流体情報学(フルードインフォマティクス, **Fluid Informatics**)の確立を目指す。

本研究活動報告書は、本センター設置後 9 年目の 1 年間の研究活動を纏めたものである。今後もしご支援ご鞭撻をお願い申し上げると共に、本活動報告書について、忌憚のないご意見をいただければ幸甚である。

附属流体融合研究センター
センター長 大林 茂

目 次

はじめに

1. センター構成員	.....
2. 平成23年度の主な研究活動	.....
3. 平成23年度の研究発表	.....
4. 主な論文別刷り	
融合流体情報学研究分野	.....
融合可視化情報学研究分野	.....
学際衝撃波研究分野	.....
超実時間医療工学研究分野	.....
知的ナノプロセス研究分野	.....
エネルギー動態研究分野	.....
実事象融合計算研究分野	.....
5. 参考資料	
マスコミ発表	.....
新聞記事・専門誌記事	.....
その他	.....

1. センター構成員

平成23年度のセンター構成員は以下の通りである。なお技術職員は、組織上、技術室所属であるが、センターの研究活動に深く関わることから、本リストに加えた。また事務補佐員は本リストに含めていない。

基幹研究部

融合流体情報学研究分野

教授	大林 茂
准教授	鄭 信圭
助教	下山 幸治
技術職員	奥泉 寛之
技術補佐員	小田 陽子
COE フェロー	Gojani Ardian
大学院生 D2	磯島 宣之
D2	加藤 博司
D2	森澤 征一郎
M2	小野 大地
M2	米山 拓也
M2	鵜飼 孝博
M2	中名生 大樹
M1	伊藤 秀太
M1	苗村 伸夫
M1	森本 敬太
M1	内田 貴也
M1	安藤 善紀
M1	伊丹 達生
M1	小野里 卓也
M1	齋藤 雄太

融合可視化情報学研究分野

教授	大林 茂 (兼担)
講師	竹島 由里子

プロジェクト研究部

学際衝撃波研究分野

教授	大林 茂 (兼担)
准教授	孫 明宇 (兼担)
D2	小坂 丈敏
M2	ムハマド ヒルミ

M1	石川 大樹
M1	鈴木 勝久
M1	林 健太郎
M1	リン トウ

超実時間医療工学研究分野

教授	早瀬 敏幸
准教授	白井 敦
助教	船本 健一
技術職員	井上 浩介
大学院生 D2	曾根 周作
M2	田中 裕志
M2	佐藤 博紀
M2	沢尾 鷹之
M1	押部 峻
M1	門脇 弘子
M1	高島 稔

知的ナノプロセス研究分野

教授	寒川 誠二
准教授	久保田 智広
助教	胡 衛国
助教	岡田 健
博士研究員	塚本 里加子
博士研究員	バトナサン アルタンスック
博士研究員	林 士弘
博士研究員	和田 章良
技術職員	尾崎 卓哉
大学院生 D2	五十嵐 誠
M2	荒木 良亮
M2	上杉 拓志
M2	モハマド ファイルズ ブディマン
M1	田村 洋典
M1	柳沢 優希
共同研究員	菊地 良幸

エネルギー動態研究分野

教授	丸田 薫
助教	中村 寿
技術職員	手塚 卓也

技術補佐員	長谷川 進
大学院生 M2	堀 幹人
M2	猿渡 堅一郎
M2	高瀬 光一
M1	鎌田 大輝
M1	鈴木 聡史
研究生	李 星

実事象融合計算研究分野

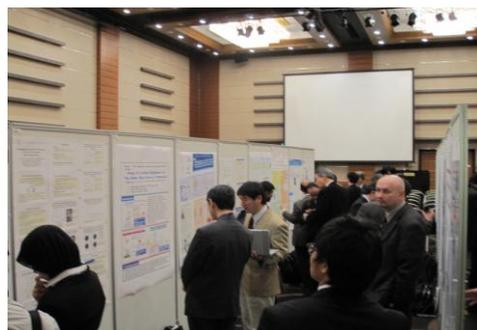
准教授	石本 淳
助教	松浦 一雄 (国際高等融合領域研究所, 流体研中野研究室 兼任)
博士研究員	Pierre Le Fur
客員研究員	佐藤 史教 (㈱ケーヒン)
大学院生 M1	王 宇
共同研究員	秋葉 真司 (㈱東北電力)
共同研究員	丹治 和宏 (㈱東北電力)
共同研究員	筒井 喜平 (㈱ランスモア)

2. 平成23年度の主な研究活動

センター設置後9年目の主な活動を以下にまとめる。最初に、センター全体の活動について述べた後、各研究分野の研究活動について述べる。

第11回高度流体情報および第9回横断的流体研究融合化に関する国際シンポジウムの開催

平成23年11月9日～11日、ホテルメトロポリタン仙台において、流体科学研究所主催の第11回高度流体情報に関する国際シンポジウムならびに第9回横断的流体研究融合化に関する国際シンポジウムが合同で開催された(AFI/TFI-2011)。今回のシンポジウムでは、Plenary Lecture (1件)、Workshop on Clean and Efficient Combustion Technology (12件)、IFS Collaborative Research Forum(流体研公募共同研究成果報告会) (70件)が実施された。なお、本シンポジウムの参加者数は113名であった。



IFS Collaborative Research Forum
(AFI/TFI-2011)

流体融合研究センター研究活動報告会およびプロジェクト評価委員会の開催

平成23年7月12日、研究活動報告会を開催し、平成22年度の活動報告及び平成23年度の活動計画の発表を行い、最後に共同利用・共同研究拠点に関するパネルディスカッションを行った。今回の報告会も流体研全体の研究報告会と同時開催で行われた。活動報告では、参加者からもセンター活動に対する活発な質問がなされ、またパネルディスカッションでは、活発な討論が行われた。研究活動報告会はプロジェクト評価委員会も兼ねて行われ、プロジェクト評価委員による評価結果と提言は、プロジェクト評価委員会報告書として纏められている。

研究報告会・研究会の開催

センターでは、運営委員会の開催日にあわせて研究報告会を公開で実施し、融合研究に関する情報交換を行っている。毎回、センター所属の研究者、大学院生を中心に50名余りの参加者がある。

第34回 平成23年12月12日 丸田 薫教授「エネルギー動態研究分野について」

第35回 平成24年2月20日 寒川 誠二教授「知的ナノプロセス研究分野について」

融合センターセミナー、ワークショップの開催

研究分野が主体となって融合センターセミナーを開催している。平成23年度は7件のセミナーが開催された。

1. 平成 23 年 7 月 6 日 泉 耕二氏 (宇宙航空研究開発機構)
教員職能開発プログラム「構想力講座」東日本大震災と構想力
2. 平成 23 年 8 月 10 日 藤井 啓介氏 (宇宙航空研究開発機構)
極超境界層遷移への高温効果に関する実験
3. 平成 23 年 9 月 1 日 瀬尾 和哉 准教授 (山形大学)
スポーツ工学キックオフ
4. 平成 23 年 10 月 6 日 Prof. Brian Haynes 氏 (The School of Chemical and Biomolecular Engineering
The University of Sydney)
When Microreactors Get Big
5. 平成 23 年 11 月 2 日 河合宗司氏 (宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)
圧縮性乱流の高次精度シミュレーション法：衝撃波や接触界面と乱流との干渉問題
6. 平成 23 年 12 月 15 日 姫野 武洋 准教授 (東京大学)
液体燃料ロケットに関する自由表面現象
7. 平成 24 年 1 月 27 日 エネルギー動態セミナー「燃焼研究」
長岡技術科学大学 門脇 敏 教授との共同企画
櫻井 篤 助教 (新潟大学) 最新輻射計算技術の紹介 ～燃焼研究への応用を目指して～
福島 直哉 特任助教 (東京工業大学) 乱流燃焼の DNS とレーザー計測
横森 剛 専任講師 (慶応義塾大学) 燃焼合成による各種機能性粒子の創製

各研究分野の活動状況

融合流体情報学研究分野

本研究分野では、従来の数値流体力学（CFD）技術に加えて、新たな情報科学技術を駆使した融合研究を積極的に推進している。この一環として、「多目的設計探査」「静粛超音速機の開発」「計測融合シミュレーション」の3つの研究テーマを取り上げ、重点的に調査を進めている。

● 多目的設計探査

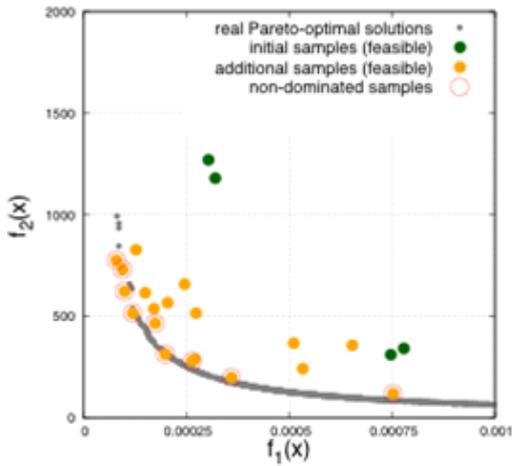
設計者の知識や経験・勘に捕われることなく、多種多様な性能を同時に改善するための設計情報を抽出するために、進化的計算・データマイニングをベースとした「多目的設計探査」を提案し、これを実行するための計算・処理システムを開発し、様々な工学設計問題への実用展開に取り組んでいる。図 1(a)は、多目的問題において応答曲面を構築するために必要とされるサンプル点の追加方法を検討し、EI（Expected Improvement）値に基づく従来法に比べて EHVI（Expected Hypervolume Improvement）に基づく新手法の方がより良い追加サンプル点を発生することを示した。図 1(b)は、BCM（Building-Cube Method）による直交格子流体ソルバーを用いて翼型の空力最適化を行い、従来の非構造格子流体ソルバーを用いた時と同等の最適解を探索することに成功した。今後は、非構造格子法では対応の難しい、より複雑な形状を有する物体の空力最適化に取り組む。図 1(c)および(d)はそれぞれ、ボルテックスジェネレータを配置した航空機主翼および自動車用タイヤについて流体解析を行い、これらの空力性能を支配する流れ場の特徴について調査した。今後は、最適化アルゴリズムを併用することで、これらの形状の空力最適化に取り組む。

● 静粛超音速機の開発

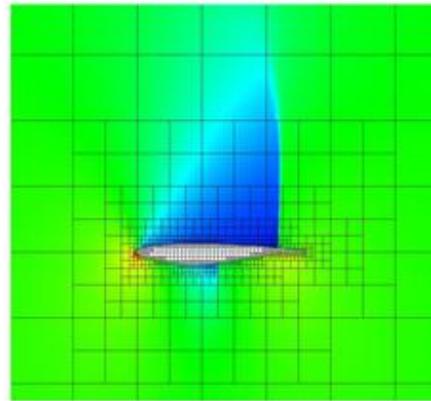
次世代超音速機実現に向け、大気擾乱を考慮したソニックブームの研究とソニックブームの計測機器の開発、計測手法の構築を進めている。図 2(a)は、実在大気効果を考慮した長距離非線形伝播音響解析ツールを開発し、これを用いて推算したソニックブーム波形を示す。大気減衰効果によってブーム波形の先端と後端の立ち上がり時間が有限の幅をもつことが分かった。低湿度の場合に先端衝撃波が大きく低減され、立ち上がり時間も大きくなることが確認できた。図 2(b)は、模型の支持干渉を避けるために弾道飛行装置を用いて計測した軸対象飛行体の近傍場圧力波形を、既存の風洞試験での測定結果と比較したものである。両試験の波形は良く一致しており、本実験装置の計測精度が高いことを確認した。図 2(c)は、機械的な支持機構を必要としない磁力支持天秤装置において、高速度ラインセンサーカメラを使用した位置・姿勢センサー系の構成を示す。カメラ信号を処理できる CPLD を用いることで、カメラ 5 台の同期駆動、姿勢識別信号生成の高応答化を達成した。図 2(d)は、磁力支持天秤装置を用いた一様マッハ数 1.7 の通風試験実施に向け、CFD 解析により超音速ノズルを設計した結果を示す。現段階では、設計マッハ数 1.7 が得られていないため、今後もノズルの設計作業を継続する。図 2(e)は、BOS（Background Oriented Schlieren）法と呼ばれる可視化手法を用いて、アジ化銀爆破実験の非定常圧力波を計測した結果である。BOS 法により算出された背景画像の移動量と実際の圧力変動は傾向が一致していることから、BOS 法は流れ場の定量的計測を可能とする有効な可視化手法であることが確認された。

● 計測融合シミュレーション

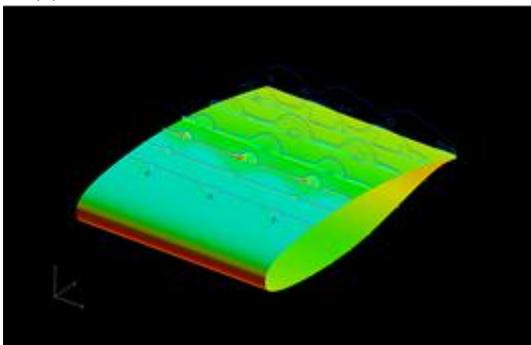
数値流体力学から一歩踏み出した新しい技術シードとして、実験における計測技術の短所を補い計算におけるモデル化の短所を補う「計測融合シミュレーション」の開発を進めている。図 3(a)は、気象予測データと地形データを用いて CFD 解析を行い、冬季に庄内空港周辺で発生する乱気流の CFD 解析を行った結果である。この結果から、空港周辺の地形性乱流の発生箇所・原因の特定を行なった。図 3(b)は、自動車の空気抵抗を増大させる車体全体の非定常な流れ構造を明らかにすることを目的として、現在実施中の CFD 解析の結果である。今後、データ同化技術を応用し、CFD と実験を融合させることでより詳細な流れ場の解析を行う予定である。図 3(c)は、晴天乱気流の発達過程および乱流構造の予測精度向上を目指し、これまでの LES 解析コードにコンパクト差分スキームを適用した解析結果である。これにより、より細かなスケールでの渦構造の再現を目指している。図 3(d)は、デルタ翼の多自由度動的風洞試験に関する非定常計測融合シミュレーションの CFD 解析結果を示す。この研究でも、将来的にデータ同化技術を応用し、これまでの CFD 解析のみでは得られないような新たな解析データセットの構築を目指している。図 3(e)は、乱流モデルのパラメータ推定をデータ同化により行った結果である。この結果から、異なる乱流モデルでもパラメータを調整することで同じ流れ場を予測できることが確認でき、データ同化の考え方がパラメータ推定に応用可能であることを示せた。



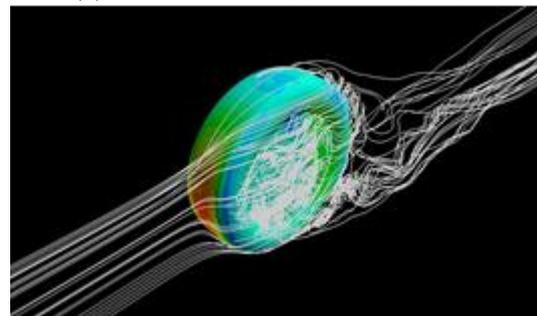
(a) 応答曲面サンプル追加方法の検討



(b) BCM による翼型空力最適化

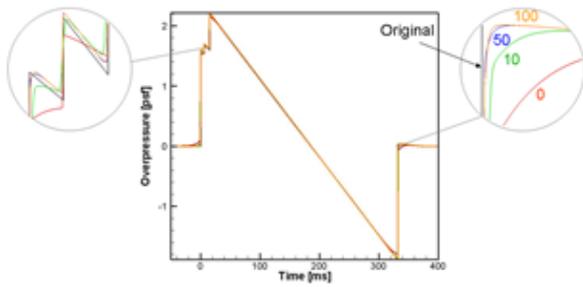


(c) ボルテックスジェネレータ空力最適化

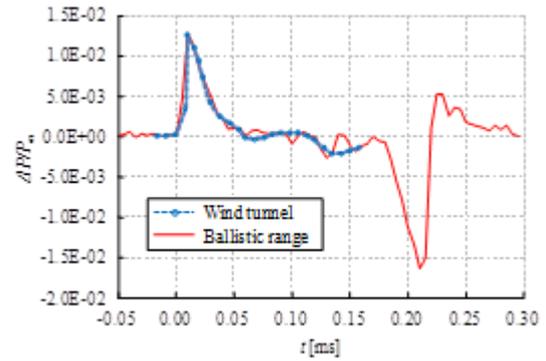


(b) BCM による翼型空力最適化

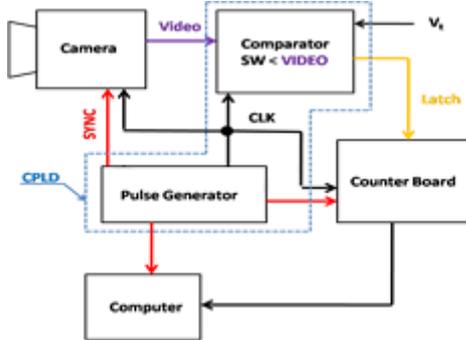
図 1 多目的設計探査に関する取り組み



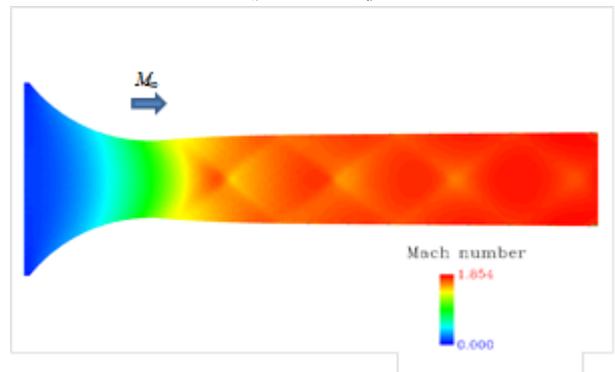
(a) 大気減衰効果を加えたソニックブーム波形の比較 (図中の数値は相対湿度)



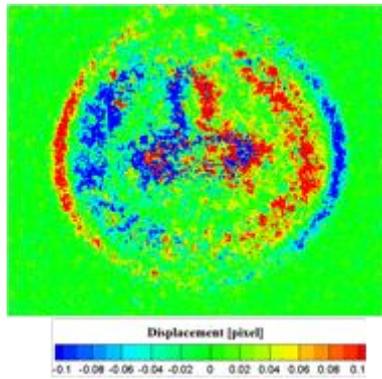
(b) 既存試験と弾道飛行実験で計測された圧力波形の比較



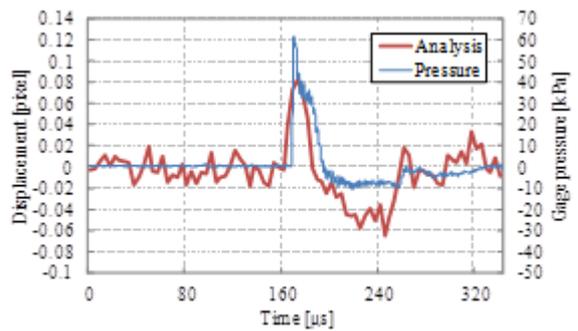
(c) 磁力支持天秤装置用位置・姿勢センサー系の構成



(d) 超音速ノズルの設計 (マッハ数分布)



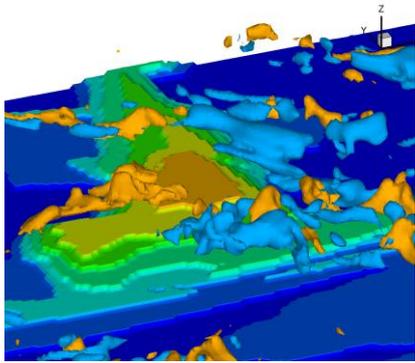
背景画像の移動量分布



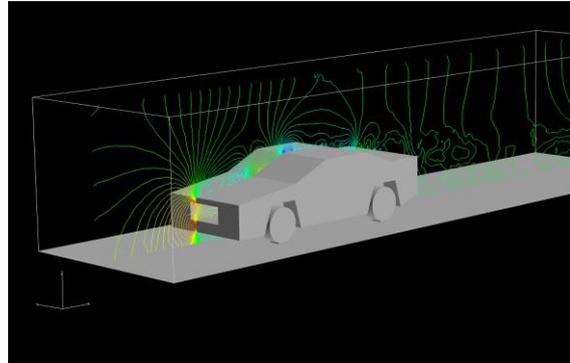
圧力変動と移動量の関係

(e) BOS 法によるアジ化銀爆破実験における非定常圧力波の計測

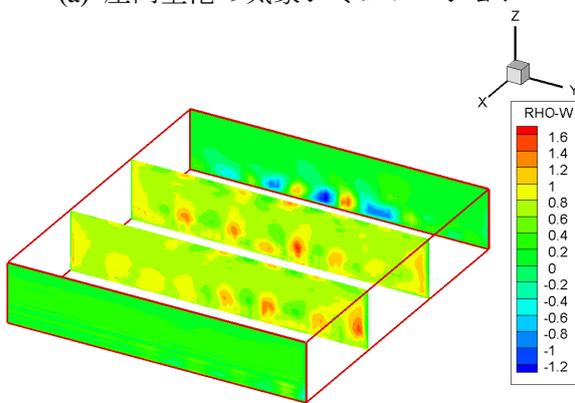
図 2 静粛超音速機の開発に関する取り組み



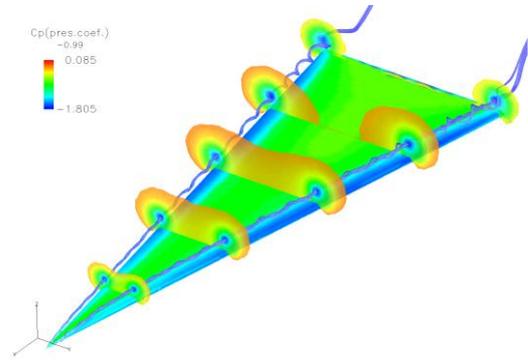
(a) 庄内空港の気象シミュレーション



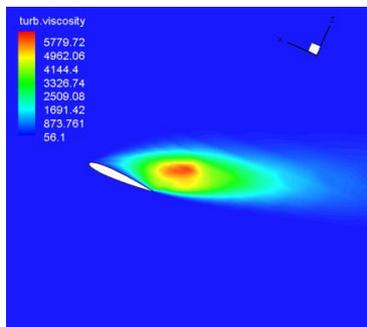
(b) 車体周りの非定常流れ場のCFD解析



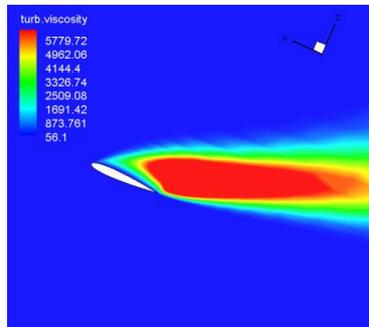
(c) コンパクトスキームによる仙台空港の気象シミュレーション



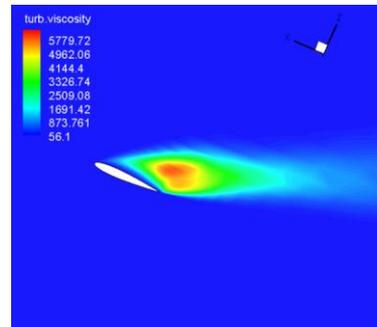
(d) デルタ翼の非定常CFD解析



Menter SST 乱流モデル



Splart-Allmaras 乱流モデル
(パラメータ推定前)



Splart-Allmaras 乱流モデル
(パラメータ推定後)

(e) 乱流モデルパラメータの最適化

図3 計測融合シミュレーションに関する取り組み

融合可視化情報学研究分野

本研究分野では、流体融合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する研究開発を展開している。以下、代表的な2つの研究テーマについて説明する。

(1) カルマン渦列の適応的可視化

流体融合研究センターでは、数値計算に実験データを反映させる計測融合シミュレーションが数多く行われている。その中の一つとして、風洞内におけるカルマン渦列の計測融合シミュレーションが挙げられる。カルマン渦列の計測融合シミュレーションでは、実験と同時にリアルタイムに数値計算が行われており、その計算結果を視覚的に確認するためには、リアルタイム可視化が必要不可欠である。そこで本研究では、数値計算で得られた計算結果をリアルタイムに可視化するだけでなく、オイルミストを用いた実世界での可視化結果の上に重畳することにより、実験と数値計算結果を効果的に比較することができる環境を開発した。数値計算によって得られる圧力場の可視化では、圧力値の分布に偏りがあるため、一般的な伝達関数ではうまく可視化することができない。本研究では、得られた圧力場の微分位相解析を行い、圧力場の極小点を渦中心として抽出し、それを強調する伝達関数設計法を提案した。また、圧力場の極小点を囲む尾根環領域を渦領域と仮定すると、尾根環を時刻に沿って追跡することにより、渦の遷移を同定することができる。図4は実世界で風洞内を可視化した結果に数値計算によって得られた圧力場を提案手法で可視化した結果を重畳したものである。数値計算結果では、圧力場の臨界点、尾根環も同時に表示している。実験では、動的に流入速度を変化させることにより、レイノルズ数の異なる環境を実現している。可視化結果から、提案手法はレイノルズ数によらず渦構造をとらえることができていることがわかる。

(2) 大規模粒子系可視化

粒子法は形状が複雑な系や、大変形が起こるような系の解析に広く用いられている。粒子法で扱う粒子数は計算機資源の発達とともに増加しており、現在では数万から数百万程度の粒子数を用いた解析が行われている。そのため、これらを直感的に解析するためのツールである視覚解析環境においても、同等数の粒子を対話的に描画することが要求される。しかし、描画手法において精度と描画速度にトレードオフがあることが知られているため、単一の描

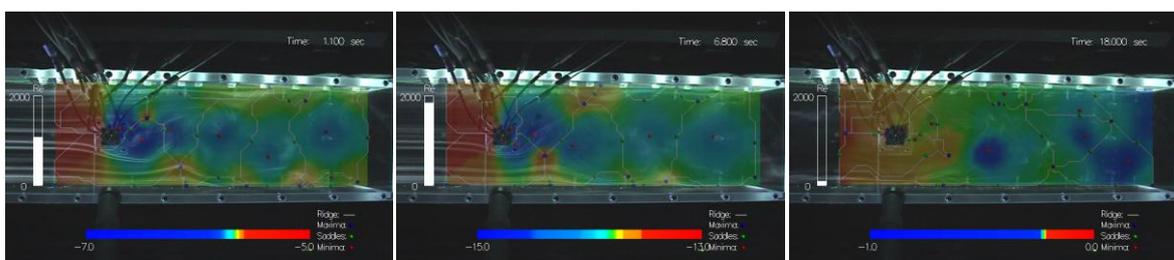


図4：カルマン渦列の適応的可視化結果

画手法を用いて、対話的な速度を保ちながら描画精度を維持することは困難である。また、解析途中に描画速度が変動してしまうと、ユーザに負荷がかかることが知られていることから、描画速度を安定に保たなければならない。そこで本研究では、これらの問題を解決するために、精度は低いが高速描画が可能な動的陰影付きテクスチャを用いた方法と、速度は遅いが精度よく粒子を描画できる陰関数曲面を用いた方法の2種類を併用することにより、描画速度と精度の維持を図った。具体的には、ユーザが注目している領域の粒子を優先的に精度高く描画することを前提とし、それぞれの手法で描画する粒子数を制御することにより描画速度の調整を行った。また、粒子以外の高次属性として密度分布の同時可視化機能の開発を行った。一般的に、等値面はマーチングキューブ法によってポリゴンとしてちゅしゅつされるが、本研究ではサーフェルとよばれる円盤を空間上に配置することにより、ポリゴンを抽出することなく等値面描画を実現する。図5は水分子の粒子系に瞬間密度の分布を等値面として可視化した結果である。図から、ポリゴンによって抽出された等値面と損失のない結果が得られていることがわかる。サーフェルを用いた等値面描画では、サーフェルを適応的にサンプリングすることによって、等値面の詳細度制御を行うことが可能となる。また、粒子描画と同じ枠組みで等値面を描画できるため、粒子と同様に2種類の描画手法を併用して描画速度の安定化を図ることが可能となる。

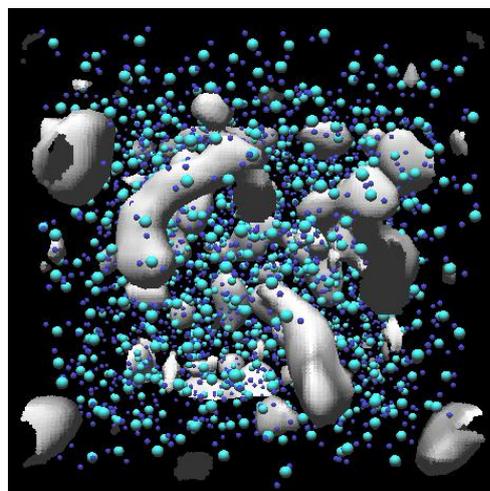


図5：水分子および瞬間密度分布の可視化

学際衝撃波研究分野

本研究分野では、衝撃波現象における基礎研究を始め、従来の実験及び数値計算手法を更に発展させた次世代融合手法を用いて強力に推進している。以下に、研究テーマについて説明する。

圧縮性気液二相流現象の数値計算及び実験

レーザー誘起液体ジェットや水中キャビテーションなどの非定常現象は気泡の成長・崩壊過程を含め、圧縮性が顕著な気液二相流れである。圧縮性流体を対象とするとき、リーマン問題の解

析に重点があるため、この流れ場の数値解析には気泡の成長・崩壊などが関係する変形をいかに巧妙にリーマン解析に組み込むかは数値流体力学の分野での難関である。また、そのため、レーザー誘起液体ジェットに関する解析モデルの確立は現在のところ空白であり、数値解析も行われていない。本研究は、リーマン問題を考慮した精度の高いかつ効率の良い全速度二相流解析技術の開発を目標とする。流体力学にとって基礎的な知識を与え、火山噴火の原理究明やマイクロジェット発生装置の設計及び特性予測などに値する。さらに、関連するいくつかの応用分野として、例えば、水中爆発、燃焼問題における燃料ジェットの発生及び混合問題などをあげることができる。本年度には、固体壁の弾性を考慮したレーザー誘起液体ジェットの解析手法の開発に成功した。

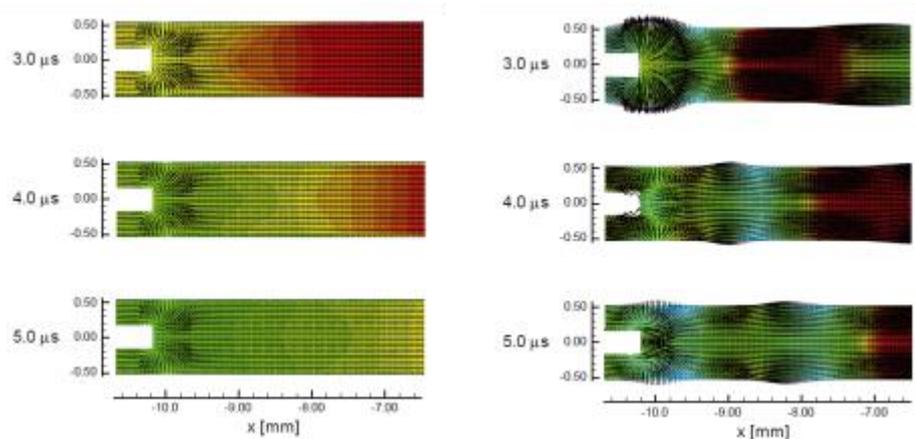


図6 弾性管内のレーザー誘起水ジェット（左図：ステンレス管； 右図：アクリル樹脂管）

超実時間医療工学研究分野

本研究室では、実験計測、数値計算、およびそれらを一体化した次世代融合研究手法に基づく高精度超高速計算（超実時間計算）により、生体内の複雑な血流を解明し、高度医療を実現するための研究を行っている。

以下に、代表的な研究テーマについて説明する。

臨床用2次元超音波計測融合血流シミュレーションシステムによる頸動脈内血流解析

循環器系疾患のより高精度な診断方法の確立のため、血流の数値シミュレーションに超音波計測結果をフィードバックする超音波融合シミュレーションによる血流可視化システムを開発している。臨床応用を目的に、複数のヒト頸動脈内の血流の超音波カラー Doppler 計測データを用いて解析を行い、計算結果と医師による診断との比較を行った。その結果、血行力学パラメータ（壁せん断応力の時間平均値やその振動の指標である OSI）と疾患（狭窄や拡張、蛇行）との関係が明らかとなり、疾患の有無を判定するための指標を提案することができた。また、動脈硬化の頻発部位として知られる血管分岐部における血流の解析に対応するため、血流の分流比を推定するアルゴリズムを提案し、分流比が精度良く推定できることを数値実験により確認した（図7参照）。

小動物の血管内血流の超音波計測連成血流解析

循環器系疾患の機序の解明を目的とした動物実験に用いるため、小動物の微小な血管内の血流を再現する超音波計測連成血流解析手法の開発を行っている。超音波 B モード画像から血管断面の輪郭を抽出すると共に、超音波プローブの位置と姿勢を 6 軸アームにより取得し、血管の 3 次元形状を再構築して、超音波ドプラ計測結果に基づき血流と血管変形を解析するオンラインシステムを構築した。ヒトの指の動脈を対象として、開発システムの有用性を検証した (図 8 参照)。

サイトカイン刺激が血管内皮細胞上における好中球の挙動に与える影響の解析

細静脈は、細動脈や毛細血管と異なり、炎症刺激に敏感に反応することが知られており、細静脈における好中球の挙動を明らかにすることは免疫反応の解明のために不可欠である。そのため、傾斜遠心顕微鏡を用いて、細静脈の内皮細胞上における好中球の挙動を解析してきた (図 9 参照)。本研究では、サイトカイン刺激が血管内皮細胞上における好中球の挙動に与える影響を、血球の移動速度に注目して解析している。好中球のモデル細胞である HL60 細胞を用い、ガラス平板上に培養した HUVEC 上における挙動を解析した結果、HL60 細胞の fMLP 刺激によって移動速度が増加し、HUVEC の IL8 刺激によって移動速度が減少することが示された。

連続血圧計測手法の開発

脈診の科学的検証に関する研究の中で、腕部血管系の一次元数学モデルを用いた数値解析を通して、圧力センサの押し込み量の変化に伴う脈波振幅の変化より血管固さを推定することが可能であることが示唆された。その結果を基に、圧力センサを用いた連続血圧計測手法を提案した。本手法では、圧力センサを数 mm 手首橈骨動脈に押し込み (図 10 参照)、得られる脈波情報から血圧を推定するものである。この中で、血圧振幅とセンサ出力振幅は比例すること、平均血圧の変化に伴ってセンサ出力の圧振幅も直線的に変化することが明らかになった。このことより、二回の校正血圧測定結果を用いることで、連続的に血圧推定が可能であることが示唆された。

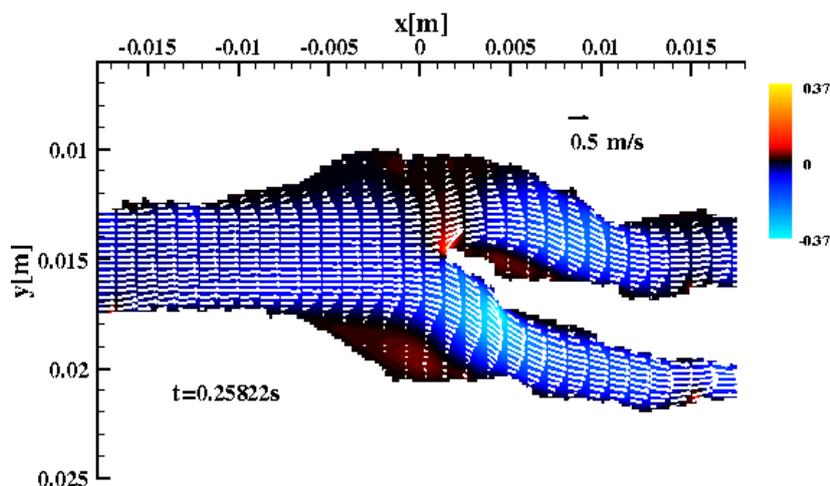


図 7 頸動脈分岐部の収縮期における血流速度とドプラ速度

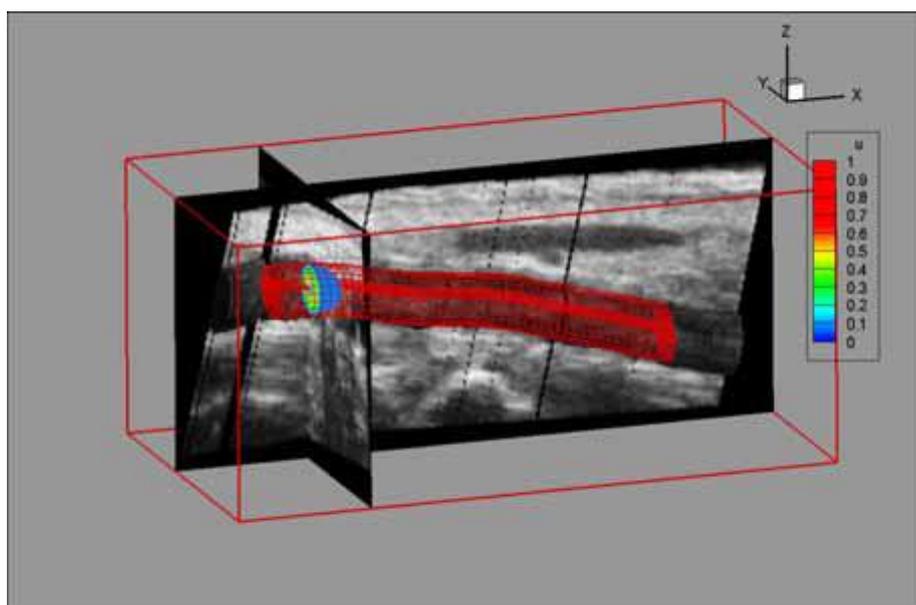


図 8 ヒト指動脈の超音波計測融合連成解析結果

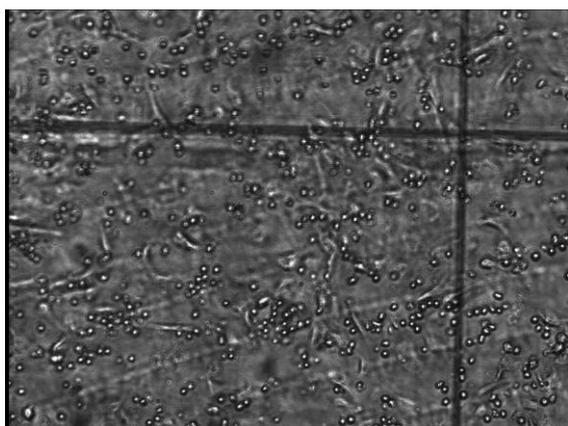


図 9 HUVEC 基板上的の HL60



図 10 橈骨動脈部の圧力計測実験

知的ナノプロセス研究分野

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、フォトン）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。

バイオテンプレート極限加工による量子ドット太陽電池および量子ドットレーザーの研究

2009年度からのJST-CRESTプロジェクト「バイオテンプレート極限加工による3次元量子構造の制御と新機能発現」において、東京大学・北海道大学・慶應義塾大学・奈良先端科学技術大学院大学と共同で、量子ドット太陽電池及び量子ドットレーザーの開発を目指した研究を行っている。今年度は、作製した高密度規則配列シリコンナノディスクアレイの量子特性を膜厚・直径・間隔によって制御できること、ナノディスク同士の波動関数の重なりによりミニバンドができていることを示し、さらに実際に太陽電池構造を作製することに成功した。また、GaAsの表面処理方法を確立することにより、GaAsナノディスクアレイの作製に成功し、発光を初めて観測することに成功した。特に今年度からは新たに量子ドットの理論的な解析を進め、ミニバンドが生成できる条件や最適な太陽電池特性が得られる条件などについて検討した。

中性粒子ビームによる次世代デバイスの研究

次世代の高性能トランジスタとして注目されるFin型FETやゲルマニウムトランジスタを実現するため、中性粒子ビームを用いた超高性能極薄酸化膜作製技術の研究を行っている。とくに今年度はゲルマニウム酸化膜の作製に中性粒子ビームが有効であることを実証し、従来にない低界面準位密度・極薄ゲルマニウム酸化膜の作製に成功した。また、中性粒子ビーム酸化の機構について詳細に調査し、従来の熱酸化やラジカル酸化に比べ活性化エネルギーが極めて低いことを見いだした。さらに4端子シリコンFinFETの作製に成功した。また、中性粒子ビームを用いたグラフィエントランジスタ・高性能MEMSデバイス等の新デバイスへの応用を目指した研究や、中性粒子ビーム・プラズマプロセスシミュレーションの研究、実用的な大口径中性粒子ビーム装置の開発を進めている。

環境共生型プラズマ・ビームプロセスの研究

環境に優しいプラズマプロセスの研究を行っている。地球温暖化係数が低く、紫外線照射量の少ないCF₃Iガスを用いた中性粒子ビームにより、シリコン窒化膜(SiN)の高選択エッチングに成功した。また、プラズマプロセスに用いるフォトレジストのプラズマダメージのメカニズムを解明し、プラズマ耐性の高いフォトレジストの提案に成功した。

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。本年度はシース形状センサによるエッチング形状予測を実現するとともに、みずほ情報総研(株)・(株)アドバンテスト・原田産業(株)と共同でより実用性を高めるためのワイヤレス化の検討を行った。

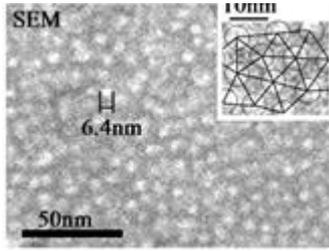


図 11 高密度 ($1.4 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$) シリコンナノディスク配列

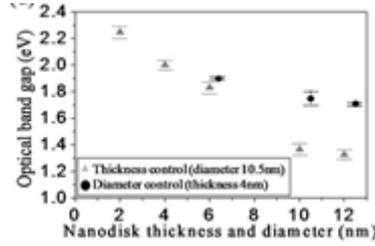


図 12 ナノディスクの光学ギャップの直径・厚さによる制御

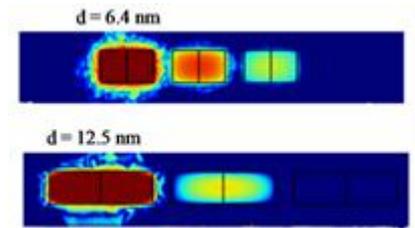


図 13 隣接ナノディスク間の波動関数の重なり (理論計算)

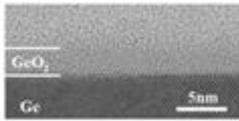


図 14 中性粒子ビーム酸化により作製した Ge 酸化膜

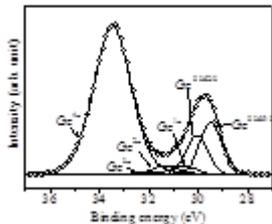


図 15 中性粒子ビーム酸化により作製した Ge 酸化膜の XPS スペクトル

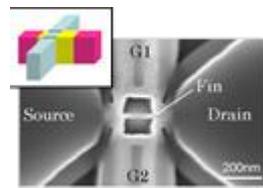


図 16 中性粒子ビーム酸化を用いて作製した 4 端子 Si FinFET

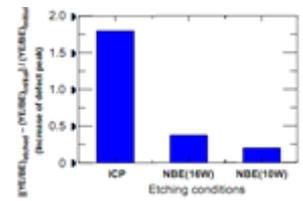


図 17 GaN の中性粒子ビームによる低損傷エッチング

エネルギー動態研究分野

本研究分野では、多様化する燃料の高度利用を軸に、超燃焼、熱・物質再循環をキーワードとして、マイクロ燃焼、微小重力場燃焼、高温酸素燃焼、触媒反応制御反応系における非線形現象など、新コンセプト燃焼技術の実現に向けて研究に取り組んでいる。これらの研究を通じて、エネルギー変換過程、主として燃焼過程におけるエクセルギー損失の低減を通じて総合効率の向上を図り、エネルギー・環境問題に資することを目標としている。以下、代表的な研究テーマについて説明する。

・熱源用マイクロコンバスタの開発

産業界で多用される抵抗加熱（電気ヒータによる熱処理など）を代替するマイクロコンバスタに関する研究開発であり、燃焼式ながら電気ヒータ並の $\pm 1^\circ\text{C}$ レベル（ 900°C 域）の温度制御性と、電気ヒータの2倍を越える総合エネルギー効率を有する特徴がある。スイスロール型マイクロコンバスタを基幹技術として、手のひらサイズの標準型からコインサイズ、加熱の各種用途に合わせた大型サイズの研究開発に成功（IHI と共同）している。平成 23 年には IHI による NEDO 実証研究事業への着手が決まり、実用化に向けて秒読みの段階に入っている。

・マイクロ燃焼の基礎研究

微小領域における燃焼工学の構築を目指した基礎研究を行っている。高温かつ温度勾配を有する流路内の燃焼現象を系統的に調べた結果、振動燃焼現象や、火炎伝播速度が極端に遅い weak

flame, さらにはその下限界の存在などを新たに見いだしている。これらの内容を第 33 回国際燃焼シンポジウムにおいて基調講演したほか, 平成 23 年 12 月には, 日本燃焼学会の論文賞を受けている。

・温度分布制御型マイクロフローリアクタの開発

温度分布制御型マイクロフローリアクタによる大規模炭化水素燃料の化学反応機構の検証を行うため, オクタン価の計測, すず粒子生成プロセスの研究を行ってきたが, 本年度はガソリン標準燃料であるイソオクタンと正ヘプタン, さらにトルエンの効果について系統的に解明した。なお本リアクタは IHI と共同で燃料特性評価装置として実用化されている。

・「きぼう」実験棟と航空機による微小重力燃焼実験

国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」での宇宙燃焼実験が候補テーマとして選定されている。Flame ball と伝ば火炎の燃焼限界を統一的に扱う理論の構築を目指しており, その準備段階として, 航空機による微小重力燃焼実験を実施した。航空機実験では, 伝ば火炎から Flame ball への遷移を捉えることに成功している。

・高温酸素燃焼技術の研究開発

高性能工業炉を実現する高温燃焼技術 (HiCOT) をさらに発展させ, 空気ではなく純酸素を酸化剤として用いることでさらなる高効率化, NO_x 無排出を実現する, 高温酸素燃焼技術の研究開発に着手した (平成 23 年度)。

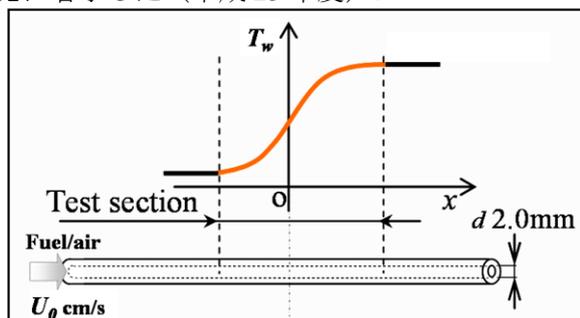


図 18 温度分布制御マイクロリアクタ概念図

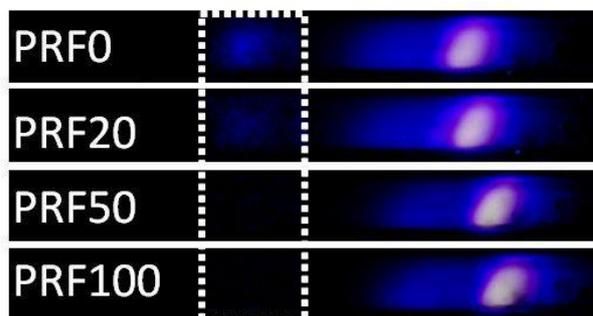


図 19 ガソリン標準燃料の weak flame

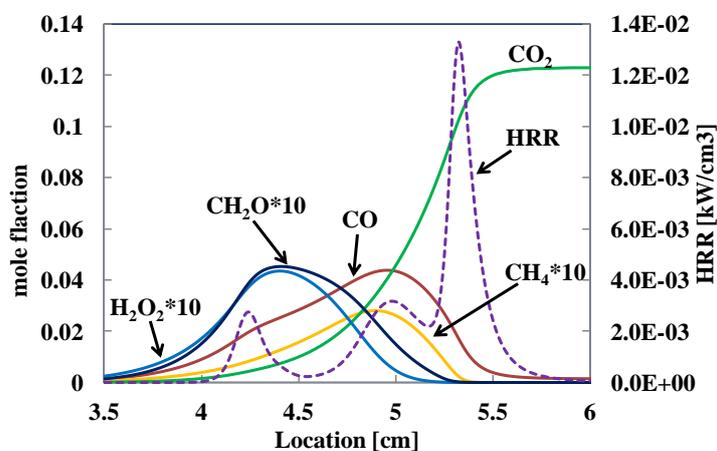


図 20 PRF0 (正ヘプタン) の weak flame における化学種分布および発熱速度分布

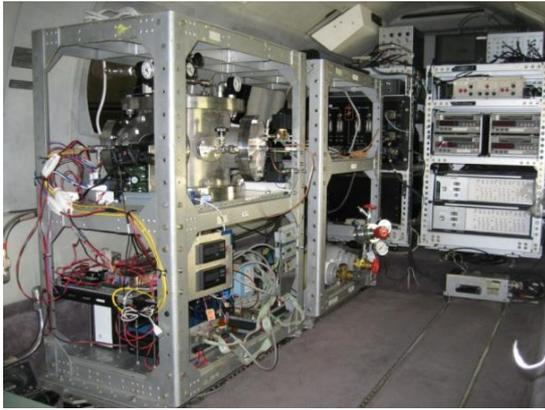


図 21 航空機内に設置された実験装置



図 22 微小重力実験を実施した航空機

実事象融合計算研究分野

本研究分野では、PIA-Shadow レーザー粒子計測と超並列分散型コンピューテーションの革新的融合研究に基づくマルチスケール先端流体解析手法の開発・体系化を目指すとともに、次世代エネルギーに直結した新しい混相流体力学工学応用機器の開発・最適設計ならびに創成を目的とした応用研究を推進している。特に数値解析の手法としては近年その発展が著しいクラスター型の並列計算による分散型コンピューティング手法を積極的に取り入れ、計測結果の分散型取りこみと並列計算の融合研究により高精度の流体機器設計手法を確立することを目標としている。以下に、代表的な研究テーマについて説明する。

【マイクロ固体窒素噴霧利用型超高熱流束冷却システムの開発】

本研究はマイクロ固体窒素 (Solid Nitrogen, SN_2) 噴霧流を利用した新型超高熱流束冷却システム開発のための基礎データを得ることを目的とし、 SN_2 噴霧流の熱流束冷却特性に関して融合計算と基礎実験による総合的検討を行った。その結果、 SN_2 粒子が加熱平板に衝突すると同時に急激な温度降下が生じ、マイクロ固体粒子噴霧による超高熱流束冷却特性が得られ、特に、基板表面の粒子数密度が大きい領域においては噴霧冷却が効果的に行われていることを明らかにした。さらに、良好な壁面平均冷却熱流束を得るためには、初期 SN_2 粒子径・初期 SN_2 流入流速条件に最適値が存在することが判明し、この条件下においてマイクロ SN_2 噴霧の半導体洗浄適用する際のレジストの熱収縮効果が期待できることが明らかとなった。

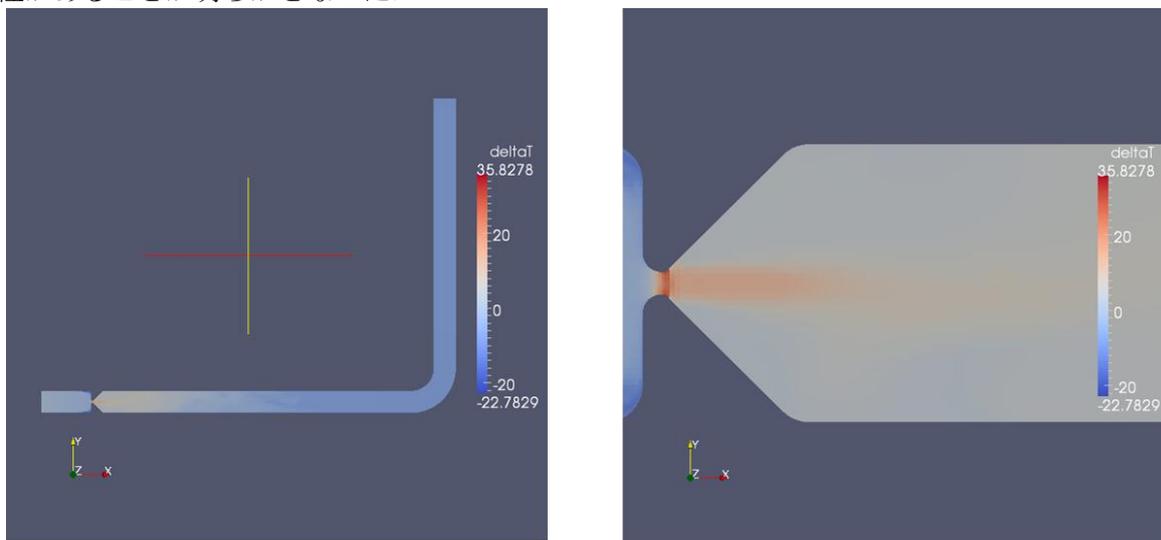
【原子力発電所における液滴衝撃エロージョン予測に関する研究】

原子力発電所において最も多くトラブルが頻発し大事故に直結する事象となりうるのが、配管系における減肉現象である。減肉とは高速流動・腐食 (エロージョン・コロージョン) その他の要因により配管内部の材料組織が浸食され、配管に穴が開き、ついには破断に至る現象である。これは原子炉内配管が非常に複雑な形状を有し、なおかつ高温・高速という非常にシビアな条件で配管内流動が行われているからであり、現在のところ減肉現象を事前に予測あるいは未然に防

止することは非常に困難である。

本研究は、原子力発電所の配管系と高速熱流動をスーパーコンピュータ上に再現し、トラブルの発生箇所・原因を事前に予測するシステムを確立することを目的とする。本システムの実用化により、原子炉保守・点検に要する時間的・人的コストは大幅に軽減化し、極めて安全性の高い原子力発電の運用が可能になると言える。

本年度実施した数値計算結果より、オリフィス絞り部直下において過冷却度が急激に上昇することを明らかにするとともに凝縮液滴発生位置を特定した。また、蒸気流の湿り度が上昇した場合、オリフィス下流は超音速流れになり、テーパ型オリフィスでは流速の急激な上昇が起こる可能性があることが明らかとなった。



(Overall profile of tapered type orifice to bent section)

図 23 原子力配管内オリフィスを通り直後における蒸気過冷却度に関する融合数値計算結果

3. 平成23年度の研究発表

平成23年度における、センター全体の研究発表件数は251編で、内訳は以下のとおりである*。

学術雑誌(解説等を含む)	45編
著書	2編
国際学会での発表	108編
国内学会・研究会等での発表	96編

*: 本報告書取纏め時点のデータである。昨年度成果報告書取纏め以降の業績を含む。これまでの発表件数は、平成15年度166編、平成16年度224編、平成17年度241編、平成18年度196編、平成19年度259編、平成20年度253編、平成21年度247編、平成22年度255編である。

以下に、各研究分野の研究発表をまとめる。なお4章に主要論文の別刷りを掲載した。

融合流体情報学研究分野

学術雑誌（解説等を含む）

1. Jongsoo HA, Shinkyu JEONG, Shigeru OBAYASHI, Drag Reduction of a Pickup Truck by a Rear Downward Flap, International Journal of Automotive Technology, Vol.12, No.3, pp.369-374, (2011.6).
2. Chenguang Lai, Yasuaki Kohama Shigeru Obayashi, Shinkyu Jeong, “Experimental and Numerical Investigations on the Influence of Vehicle Rear Diffuser Angle on Aerodynamic Drag and Wake Structure, International Journal of Automotive Engineering 2, 47-53 (2011).
3. 大久保正幸, 豊田篤, 山下博, 小川俊広, 大林茂, 清水克也, 鈴木角栄, 松田淳, 佐宗章弘, 胴体先端形状修正による翼胴型超音速複葉翼機のソニックブーム低減化, 日本航空宇宙学会論文集, Vol.59, No.688, pp.119-125 (2011.5.5).
4. S. Jeong and K. Shimoyama, Review of Data Mining for Multi-disciplinary Design, Optimization Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G : Journal of Aerospace Engineering, Vol. 225, No.5, pp. 469-479(2011.5)
5. Shinkyu Jeong, Toru Sasaki, Sanghyun Chae, Kwanjung Yee and Takashi Aoyama, Design Exploration of Helicopter Blades for HSI Noise and Aerodynamic Performance, Transaction of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 54, No.184, pp. 153-159 (2011.8)
6. Seigo Kitta, Hiroaki Hasegawa, Masahide Murakami, and Shigeru Obayashi, Aerodynamic properties of a shuttlecock with spin at high Reynolds number, 5th Asia-Pacific Congress on Spots Technology, Procedia Engineering 13, Vol.13, pp.271-277 (2011.8.29).
7. Seiichiro Morizawa, Koji Shimoyama, Shigeru Obayashi, Kenichi Funamoto, Toshiyuki Hayase, “Implementation of visual data mining for unsteady blood flow field in an aortic aneurysm,” Journal of Visualization Vol. 14, pp.393-398, 2011, DOI 10.1007/s12650-011-0101-2 (2011.11.10).
8. Koji Shimoyama, Shu Yoshimizu, Shinkyu Jeong, Shigeru Obayashi, and Yasuyuki Yokono,

- “Multi-Objective Design Optimization for a Steam Turbine Stator Blade Using LES and GA,” *Journal of Computational Science and Technology*, Vol. 5, No.3, pp. 134-147 (2011.11).
9. Koji Shimoyama, Kazuya Seo, Tsuyoshi Nishiwaki, Shinkyu Jeong, and Shigeru Obayashi, “Design Optimization of a Sport Shoe Sole Structure by Evolutionary Computation and Finite Element Method Analysis,” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, Vol.225, No.4, pp.179-188 (2011.12)
 10. 藤園崇, 山下博, 豊田篤, 永井大樹, 浅井圭介, 鄭信圭, 大林茂, テーパ型超音速複葉翼の始動特性と翼端板効果, Aerodynamic Characteristics and Effects of Winglets of the Boomless Tapered Supersonic Biplane during the Starting Process, *日本航空宇宙学会論文集*, Vol.60, No.1, pp.1~8(2012.2.5.)

国際学会

(招待講演)

11. Shigeru Obayashi, MULTIOBJECTIVE TEST PROBLEMS FOR AEROSPACE DESIGN OPTIMIZATION, ECCOMAS thematic conference CFD & OPTIMIZATION, Antalya, Turkey (2011.5.24).
12. Shigeru Obayashi, Kazuhisa Chiba, Multidisciplinary Design Exploration Applied to Supersonic Aircraft, EUROGEN2011, Capua, Italy (2011.9.16).
13. Seiichiro Morizawa, Taku Nonomura, Seiji Tsutsumi, Nobuhiro Yamanishi, Keita Terashima, Shigeru Obayashi, and Kozo Fuji, “Validation study on computational aeroacoustics of acoustics waves from sub-scale rocket plume,” 162nd Meeting Acoustical Society of America, San Diego, USA (2011.11.9-11)

国際学会

(一般講演)

14. Nobuo Namura, Koji Shimoyama, Shinkyu Jeong and Shigeru Obayashi, Kriging/RBF-Hybrid Response Surface Method for Highly Nonlinear Functions, CEC2011, New Orleans, U.A (2011.6.8).
15. Kazuya Seo and Koji Shimoyama, “The Optimization of Style Points and Flight Distance in Ski Jumping Flight,” *11th Asian Symposium on Visualization*, Niigata, Japan, 5–9 June 2011.
16. Takashi Fujisono, Hiroshi Yamashita, Atsushi Toyoda, Hiroki Nagai, Keisuke Asai, Takashi Matsuno, Hiromitsu Kawazoe, Shinkyu Jeong, Shigeru Obayashi, SUPERSONIC WIND TUNNEL EXPERIMENT ON AERODYNAMIC CHARACTERISTICS AND WINGLETS EFFECTS OF THE TAPERED SUPERSONIC BIPLANE, ASME-JSME-KSME Joint Fluids Engineering Conference 2011, Hamamatsu, Japan, Proceedings of ASME-JSME-KSME Joint Fluids Engineering Conference 2011 (2011.7.28). 論文番号:AJK2011-15015
17. Koji Shimoyama, Shinkyu Jeong, Shigeru Obayashi, and Kazuyuki Sugimura, “Data Mining for Performance Map Construction in Centrifugal Diffuser Design,” *EUROGEN 2011: Evolutionary and*

Deterministic Methods for Design, Optimization and Control with Applications to Industrial and Societal Problems, Capua, Italy, 14–16 September 2011.

18. Shigeru Obayashi, Applications of Multi-Objective Design Exploration (MODE) to a Regional Jet Design, 2011 KAIST, TIT, Tohoku University and HIT Joint Workshop on Multidisciplinary Design Problems, Daejeon, Korea (2011.10.6).
19. Takuya Yoneyama, Visualization of Pressure Wave Form Biplane using BOS Method, 2011 KAIST, TIT, Tohoku University and HIT Joint Workshop on Multidisciplinary Design Problems, Daejeon, Korea (2011.10.6).
20. Hiroki Nakanomyo, Wake Turbulence Simulation Integrated with Weather Prediction Data Using Two-way Nesting Method, 2011 KAIST, TIT, Tohoku University and HIT Joint Workshop on Multidisciplinary Design Problems, Daejeon, Korea (2011.10.6).
21. Ardian B. Gojani, Shigeru Obayashi, Background Oriented Schlieren: Principle, Review of Applications, and Development for Ballistic Range Measurements, The 6th SNU-Tohoku University Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicle, Seoul, Korea (2011.10.13).
22. Takahiro Ukai, Kiyonobu Ohtani and Shigeru Obayashi, Evaluation of Shock Wave above Pressure Instrument for Supersonic Spherical Projectile Using Ballistic Range, The 6th SNU-Tohoku University Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicle, Seoul, Korea (2011.10.13).
23. Kiyonobu Ohtani, Toshihiro Ogawa, Shigeru Obayashi and Kazuyoshi Takayama, Study on Laboratory-scale Shock Wave phenomena by Micro-gram Explosive detonation, The 6th SNU-Tohoku University Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicle, Seoul, Korea (2011.10.13).
24. Hiroshi Kato and Shigeru Obayashi, An Identical Twin Experiment for the Development of FaSTAR with an Ensemble Kalman Filter, The 6th SNU-Tohoku University Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicle, Seoul, Korea (2011.10.14).
25. Daichi Ono, Atsushi Hashimoto, Koji Shimoyama, Shinkyu Jeong and Shigeru Obayashi, Sonic Boom Analysis Considering Multiple Atmospheric Uncertainties Using a Polynomial Chaos Method, The 6th SNU-Tohoku University Joint Workshop on Next Generation Aero Vehicle, Seoul, Korea (2011.10.14).
26. Seigo Kitta, Hiroaki Hasegawa, Masahide Murakami, and Shigeru Obayashi, Aerodynamic Characteristics of a Badminton Shuttlecock at High Reynolds Numbers, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.10).
27. Ardian B. Gojani, Toshiharu Mizukaki, Toshihiro Ogawa, Kiyonobu Ohtani, Takamasa Kikuchi, Takuya Yoneyama and Shigeru Obayashi, Development of Background Oriented Schlieren for Supersonic Flow Over Inclined Plane, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.10).
28. Hiromitsu Kawazoe, Hiroshi Suemura, Gouji Yamada, Takashi Matsuno and Shigeru Obayashi, Development of Force Balance for Its Application to a Silent Supersonic Biplane Model in the Low

- Speed Wind Tunnel, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.10).
29. Gouji Yamada, Shota Ago, Shingo Otsuta, Takashi Matsuno, Hiromitsu Kawazoe and Shigeru Obayashi, Effect of Electron Behavior in front of Shock Wave on Thermo-Chemical Process behind the Shock Wave, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.10).
 30. Kazuaki Hatanaka, Tsutomu Saito, Kiyonobu Ohtani, Toshihiro Ogawa, Shigeru Obayashi and Masahide Katayama, Experimental Studies of Sonic Boom Using a Two-stage Light Gas Gun, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.10).
 31. Chenguang Lai, Shigeru Obayashi, Yuting Zhou and Haibin Xing, Numerical Simulation of the Aerodynamic Characteristics on a Detailed Motorcycle, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.10).
 32. Toshiharu Mizukaki, Ardian Gojani and Shigeru Obayashi, Quantitative Visualization by using Background-Oriented Schieren, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.10).
 33. Toshiharu Mizukaki, Shigeru Obayashi, Shock Induced Temperature Measurement using Laser-Induced Thermal Acoustics, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.10).
 34. Takahiro Ukai, Kiyonobu Ohtani, Takamasa Kikuchi and Shigeru Obayashi, Development of Measuring Technique on Near-Field Pressure for Supersonic Projectiles Using Ballistic Range, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.11).
 35. Kiyonobu Ohtani, Toshihiro Ogawa and Shigeru Obayashi, Expansion Wave and Bubble Generation by Underwater Micro Explosion, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.11).
 36. Daichi Ono, Atsushi Hashimoto, Koji Shimoyama, Shinkyu Jeong and Shigeru Obayashi, Sonic Boom Analysis Considering Multiple Atmospheric Uncertainties Using a Polynomial Chaos Method, Eighth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan (2011.11.11).
 37. Koji Shimoyama, "Uncertainty Quantification of Atmospheric Effects in Sonic Boom Analysis," *International Workshop on Simulation, Experiments and Optimisation for the Design of a Future Aviation*, Châtillon, France, 22 February 2012.

国内学会，研究会等

(招待講演)

38. 加藤博司，データ同化による乱流モデルの最適化，第5回 EFD/CFD 融合ワークショップ，秋葉原コンベンションホール，東京(2012.1.23).

(一般講演)

39. 磯島宣之，小野寺誠，大林茂，中立面を活用した物体表裏面圧力差評価に基づく流体解析結果のデータマイニング手法の検討と冷却実装問題への適用，第39回可視化情報シンポジウム，工学院大学，東京(2011.7.18).

40. 米山 拓也, BOSによる複葉翼周りの圧力波の可視化, グローバル COE 航空宇宙流体科学サマースクール 2011, 鳥取県鳥取市(2011.8.3).
41. Ardian Gojani, Principle of Background Oriented Schlieren and Review of Applications, グローバル COE 航空宇宙流体科学サマースクール 2011, 鳥取県鳥取市(2011.8.3).
42. 大谷 清伸, 流体研衝撃波関連施設における衝撃波実験研究, グローバル COE 航空宇宙流体科学サマースクール 2011, 鳥取県鳥取市(2011.8.3).
43. 中名生 大樹, 気象予測データを融合した後方乱気流解析への Two-way Nesting 手法の適用, グローバル COE 航空宇宙流体科学サマースクール 2011, 鳥取県鳥取市(2011.8.4).
44. 加藤 博司, 数値解析グループにおける音響解析技術の研究, グローバル COE 航空宇宙流体科学サマースクール 2011, 鳥取県鳥取市(2011.8.4).
45. 鶴飼 孝博, 超音速飛行する模型表面と衝撃波の同時可視化手法の確立に向けた研究, グローバル COE 航空宇宙流体科学サマースクール 2011, 鳥取県鳥取市(2011.8.4).
46. 小野 大地, 大気温度の不確定性を考慮したソニックブーム予測手法に関する研究, グローバル COE 航空宇宙流体科学サマースクール 2011, 鳥取県鳥取市(2011.8.5).
47. 瀬尾和哉, 下山幸治, 太田憲, 仰木裕嗣, “円盤投げの投げ出し条件の最適化”, 日本流体力学会年会 2011, 東京, 2011年9月7-9日.
48. 橋田征吾, 長谷川裕晃, 村上正秀, 大林茂, シャトルコック羽根付け根部隙間が引起す高い減速特性, 日本流体力学会年会 2011, 東京都八王子市(2011.9.8).
49. 加藤 博司, 大林 茂, 橋本 敦, アンサンブルカルマンフィルタによる FaSTAR データ同化実験, 日本機械学会第 24 回計算力学講演会 (CMD2011), 岡山県岡山市(2011.10.9).
50. 米山 拓也, BOS 法による複葉翼から発生する圧力波の可視化, 会議名称:第 49 回飛行機シンポジウム, 石川県金沢市(2011.10.26).
51. 中名生大樹, 気象予測データを融合した後方乱気流解析への Two-way Nesting 手法の適用, 第 49 回飛行機シンポジウム, 石川県金沢市(2011.10.26).
52. 森本 敬太, 晴天乱気流予測に向けたメソ数値シミュレーションに対するデータマイニング, 第 49 回飛行機シンポジウム, 石川県金沢市(2011.10.26).
53. 小野大地, 大気温度の不確定性を考慮したソニックブーム解析手法の開発, 第 49 回飛行機シンポジウム, 石川県金沢市(2011.10.27). 日本航空宇宙学会学生講演賞受賞
54. 鶴飼 孝博, 超音速飛行する模型表面と衝撃波の同時可視化手法の確立, 第 49 回飛行機シンポジウム, 石川県金沢市(2011.10.27).
55. 瀬尾和哉, 下山幸治, 太田憲, 仰木裕嗣, “円盤投げ用円盤の空力特性と最適投げ出し条件”, 日本機械学会シンポジウム:スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2011, 京都, 2011年10月31日-11月2日.
56. 加藤 博司, 大林 茂, 橋本 敦, 吉澤徹, 上野玄太, 樋口知之, データ同化を利用した乱流の適応型シミュレーション, 第 25 回数値流体力学シンポジウム, 大阪府吹田市(2011.12.19).

著書

57. 下山幸治, 大林茂, “流体力学におけるビジュアルデータマイニング”, シミュレーション辞典, 日本シミュレーション学会 (編), コロナ社, 東京, 2012年, pp. 348.
58. Koji Shimoyama, Shu Yoshimizu, Shinkyu Jeong, Shigeru Obayashi, and Yasuyuki Yokono, “Multi-Objective Design Optimization for a Steam Turbine Stator Blade Using LES,” *Evolutionary and Deterministic Methods for Design, Optimization and Control with Applications to Industrial and Societal Problems*, Tadeusz Burczynski and Jacques Périaux (Eds.), CIMNE, Barcelona, 2011, pp. 176–181.

受賞

(指導学生の受賞)

1. 米澤 誠仁, 平成 22 年度日本航空宇宙学会奨励賞, CFD 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, p.p.32-38
2. 小野大地, 日本航空宇宙学会学生講演賞受賞, 大気温度の不確定性を考慮したソニックブーム解析手法の開発, 第 49 回飛行機シンポジウム, 石川県金沢市(2011.10.27).

融合可視化情報学研究分野

学術雑誌 (解説等を含む)

1. 小田川 雅人, 竹島 由里子, 藤代 一成, 菊川 豪太, 小原 拓: 「GPU を用いた適応的粒子系可視化」, 日本機械学会論文集 B 編, Vol. 77, No. 781, pp. 1767-1778 (2011.9).
2. 伊賀 由佳, 寺田 弥生, 中野 (岩上) わかな, 竹島 由里子: 「流体科学研究所の女性研究者たち」, 日本機械学会流体工学部門ニューズレター「流れ」(2011.9).
3. Shigeo Takahashi, Issei Fujishiro, Yuriko Takeshima, and Chongke Bi: “Previewing Volume Decomposition through Optimal Viewpoints,” *Scientific Visualization: Interactions, Features, Metaphors*, Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum fuer Informatik, pp. 346-359 (2011.10).

国際学会

(一般講演)

4. Yuriko Takeshima, Issei Fujishiro, and Toshiyuki Hayase: “Measurement-Integrated Simulation and Visualization of Karman Vortex Streets in Hybrid Wind Tunnel,” in *Proc. ASIAGRAPH2011*, pp.30-35 (2011.10).
5. Yuriko Takeshima: “Goal-Oriented Visualization Support System for Fluid Analysis,” 8th Japanese-German Frontiers of Science Symposium (2011.10).
6. Yuriko Takeshima, Issei Fujishiro: “Goal-Oriented Support System for Visual Analysis,” ELYT Workshop (2012.3).

国内学会, 研究会等

(招待講演)

7. 視覚によるデータ解析～可視化の基礎から最新技術まで～, 画像電子学会第 35 回秋季セミナー

学際衝撃波研究分野

学術雑誌 (解説等を含む)

1. T. Koita, Y. Zhu, M. Sun, Investigation of bubble collapse and water jet induced by underwater explosion in a rectangular tube, ISSW28, UK, 2011.
2. T. Koita, Y. Zhu, M. Sun, The Behavior of Bubble and Water Jet Induced by Underwater Explosion in a Rectangular Tube, AIAA-2011-0187
3. K. Hayashi, T. Koita, M. Sun, Experimental Study of Water Jet Formation by Electric Discharge in Tubes with Various Width, 8th Intl. Conference on Fluid Dynamics, 2011, Sendai, Japan
4. T. Koita, K. Hayashi, M. Sun, Secondary Cavitation Induced by Underwater Electric Discharge in a Tube, 8th Intl. Conference on Fluid Dynamics, 2011, Sendai, Japan
5. M.H. Bin Shapien, M. Sun, The Effects of Standoff Distance on the Laser-Induced Liquid Jet in a narrow Channel, 8th Intl. Conference on Fluid Dynamics, 2011, Sendai, Japan
6. K. Suzuki, M. Sun, A Numerical Study of Bubble Collapsing in Cavitating Flows over A Hydrofoil, 8th Intl. Conference on Fluid Dynamics, 2011, Sendai, Japan

国内学会, 研究会等

7. 小坂丈敏, 孫明宇, 水中心爆発気泡現象の初期条件の設定に関する研究, 平成 22 年度衝撃波シンポジウム, 2011
8. ムハマドヒルミビンシャピエン, 孫明宇, 相変化を考慮したレーザー誘起液体ジェットの数値解析, 平成 22 年度衝撃波シンポジウム, 2011
9. 石川大樹, 孫明宇, 中川敦寛, 富永悌二, 管壁の弾性変形を考慮したレーザー誘起液体ジェットの数値解析モデルの開発, 第 25 回数値流体力学シンポジウム, A06-1, 2011
10. 鈴木勝久, 孫明宇, 全速域に対応した Lagrange-Remap 法による数値解析, 第 25 回数値流体力学シンポジウム, C06-4, 2011
11. 小坂丈敏, 孫明宇, 水中放電により誘起される強非定常なセカンドキャビテーションの数値解析, 第 25 回数値流体力学シンポジウム, C07-3, 2011

超実時間医療工学研究分野

学術雑誌 (解説等を含む)

1. Kenichi Funamoto, Toshiyuki Hayase, Yoshifumi Saijo, Tomoyuki Yambe: Numerical Analysis of Effects of Measurement Errors on Ultrasonic-Measurement-Integrated Simulation, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 58 No. 3, (2011-3), 653-663.

2. Toshiyuki Hayase: Theoretical Analysis of Measurement Coupled Simulation and Determination of Local Fine Structure of Blood Flows, *Annals of nanoBME*, Vol. 4, (2011-3), 15-24.
3. 須藤誠一, 星加恭平, 白井敦, 早瀬敏幸: 微小な海浜生物のいくつかの移動様式, *日本実験力学学会*, Vol. 11 No. 2, (2011-6), 91-100.
4. Seiichiro Morizawa, Koji Shimoyama, Shigeru Obayashi, Kenichi Funamoto, Toshiyuki Hayase: Implementation of Visual Data Mining for Unsteady Blood Flow Field in an Aortic Aneurysm, *Journal of Visualization*, Vol. 14 No. 4, (2011-8), 393-398.
5. Tetsuya Kodama, Noriko Tomita, Yoko Yagishita, Sachiko Horie, Kenichi Funamoto, Toshiyuki Hayase, Maya Sakamoto, Shiro Mori: Volumetric and Angiogenic Evaluation of Antitumor Effects with Acoustic Liposome and High-Frequency Ultrasound, *Cancer Research*, Vol. 71 No. 22, (2011-10), 6957-6964.
6. Shin-ichiro Sugiyama, Hui Meng, Kenichi Funamoto, Takashi Inoue, Miki Fujimura, Toshio Nakayama, Shunsuke Omodaka, Hiroaki Shimizu, Akira Takahashi, Teiji Tominaga: Hemodynamic Analysis of Growing Intracranial Aneurysms Arising from a Posterior Inferior Cerebellar Artery, *World Neurosurgery*, Vol. Online, (2011-11), 1-7.
7. Atsushi Shirai, Tsutomu Nakanishi, Toshiyuki Hayase: Numerical Analysis of One-dimensional Mathematical Model of Blood Flow to Reproduce Fundamental Pulse Wave Measurement for Scientific Verification of Pulse Diagnosis, *Journal of Biomechanical Science and Engineering*, Vol. 6 No. 4, (2011-11), 330-342.

国際学会

8. Toshiyuki Hayase: Theoretical Analysis of Measurement Coupled Simulation and Determination of Local Fine Structure of Blood Flows, 16th International Symposium of Nano-Biomedical Engineering in the East Asian-Pacific Rim Region, (2011-3), 111-114.
9. Kenichi Funamoto, Takaumi Kato, Toshiyuki Hayase: Integration of Ultrasound Color Doppler Imaging and Numerical Simulation, 2nd International Conference on Computational and Mathematical Biomedical Engineering (CMBE11), (2011-4), 262-265.
10. Kenichi Funamoto, Ryo Koizumi, Toshiyuki Hayase, Muneichi Shibata, Tomoyuki Yambe: Hemodynamic Changes in the Left Atrium due to Atrial Fibrillation, *Proceedings of the ASME 2011 Summer Bioengineering Conference (CD-ROM)*, (2011-6), 1-2.
11. Yasuhiko Sakai, Kouji Nagata, Hiroki Suzuki, Toshiyuki Hayase: Direct Numerical Simulation on the Effects of Free-stream Turbulence on a Turbulent Boundary Layer with Heat Transfer, *Proceedings of The Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration*, (2011-11), 38-39.
12. Takuya Ito, Kenichi Funamoto, Kiyoe Funamoto, Kaori Tanabe, Ai Nakamura, Toshiyuki Hayase, Yoshitaka Kimura: Rheological Analysis of the Mechanism of Fetal Brain Hemorrhage, *Proceedings of The Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid*

- Integration, (2011-11), 86-87.
13. Muneichi Shibata, Tomoyuki Yambe, Kenichi Funamoto, Toshiyuki Hayase: Left Atrial Vortex, Proceedings of The Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, (2011-11), 88-89.
 14. Shin-ichiro Sugiyama, Kenichi Funamoto, Toshiyuki Hayase, Teiji Tominaga: Computational Simulation of Blood Flow in Intracranial Aneurysms under Patient-Specific Pulsatile Inlet Condition, Proceedings of The Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, (2011-11), 90-91.
 15. Lei Liu, Kei Ozawa, Kenichi Funamoto, Makoto Ohta, Toshiyuki Hayase, Masafumi Ogasawara: Detection of Microcalcification in Soft Tissue Employing B-Flow "Twinkling" Sign, Proceedings of The Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, (2011-11), 94-95.
 16. Atsuhiko Nakagawa, Kinonobu Ohtani, Keisuke Goda, Tatsuhiko Arafune, Toshikatsu Washio, Toshiyuki Hayase, Teiji Tominaga: Preliminary Experiments For Investigation On Mechanism Of Contra-coup Injury In Blast-induced Traumatic Brain Injury, Proceedings of The Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, (2011-11), 96-97.
 17. Toshiya Kainuma, Seiichi Sudo, Atsushi Shirai, Toshiyuki Hayase: Springtail Jump on Water Surface, Proceedings of The Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, (2011-11), 104-105.
 18. Shusaku Sone, Takaumi Kato, Kenichi Funamoto, Toshiyuki Hayase, Masafumi Ogasawara, Takao Jibiki, Hiroshi Hashimoto, Koji Miyama: Comparison between Ultrasonic-Measurement-Integrated Simulation and Ordinary Simulation with Measured Upstream Velocity Condition, Eighth International Conference on Flow-Dynamics, (2011-11), 456-457.
 19. Masahiro Shiono, Seiichi Sudo, Atsushi Shirai, Toshiyuki Hayase: Movement of Springtail in Air, Eighth International Conference on Flow Dynamics, (2011-11), 152-153.
 20. Kohei Kitadera, Seiichi Sudo, Atsushi Shirai, Toshiyuki Hayase: Observation of Fly Wings and Flight Behavior, Eighth International Conference on Flow Dynamics, (2011-11), 154-155.
 21. Takashi OSHIBE, Toshiyuki Hayase, Kenichi Funamoto, Atsushi SHIRAI: Numerical Analysis for the Effect of Angle of Attack on a Red Blood Cell Moving in an Inclined Centrifuge Microscope, 5th East Asian Pacific Student Workshop on Nano-Biomedical Engineering, (2011-12), 82-83.
 22. Minoru Takashima, Atsushi Shirai, Toshiyuki Hayase: Contribution of Ulnar Artery to Numerical Reproduction of Indentation Experiment of Radial Artery for Scientific Verification of Pulse Diagnosis, 5th East Asian Pacific Student Workshop on Nano-Biomedical Engineering, (2011-12), 84-85.
 23. Hiroko KADOWAKI, Kenichi FUNAMOTO, Toshiyuki HAYASE, Shusaku SONE, Masafumi OGASAWARA, Takao JIBIKI, Hiroshi HASHIMOTO, Koji MIYAMA: Two-Dimensional

Ultrasonic-Measurement-Integrated Simulation of Blood Flow in Bifurcation of Carotid Artery, 5th East Asian Pacific Student Workshop on Nano-Biomedical Engineering, (2011-12), 80-81.

24. Shunsuke Omodaka, Shin-ichirou Sugiyama, Takashi Inoue, Kenichi Funamoto, Miki Fujimura, Hiroaki Shimizu, Toshiyuki Hayase, Akira Takahashi, Teiji Tominaga: Flow Analysis of Rupture Point in Cerebral Aneurysms: Computational Fluid Dynamics Study, 5th East Asian Pacific Student Workshop on Nano-Biomedical Engineering, (2011-12), 68-69.

国内学会，研究会等

25. 劉磊，小澤桂，船本健一，太田信，早瀬敏幸，小笠原正文: "Twinkling Sign"を応用した軟組織内微細石灰化検出に関する基礎的研究，超音波医学, Vol. 38 No. Supplement, (2011-4), S324.
26. 曾根周作，加藤宇海，船本健一，早瀬敏幸，小笠原正文，地挽隆夫，橋本浩，見山広二: 超音波計測融合シミュレーションと計測による上流速度を与えたシミュレーションの比較，日本超音波医学会 第 84 回学術集会プログラム・講演妙録集, Vol. 38, (2011-5), 326.
27. 早瀬敏幸: 流体解析における計測とシミュレーションの融合 (招待講演)，日本機械学会 2011 年度年次大会 CD-ROM, (2011-9), F051001 1-5.
28. 押部峻，早瀬敏幸，船本健一，白井敦: 傾斜遠心顕微鏡下での赤血球浮上機構に関する数値解析，日本機械学会第 22 回バイオフィロンティア講演会講演論文集, No. 11-14, (2011-10), 77-78.
29. 高島稔，白井敦，早瀬敏幸: 脈診を模擬した脈波計測の数値実験における尺骨動脈の影響，日本機械学会第 22 回バイオフィロンティア講演会講演論文集, No. 11-14, (2011-10), 91-92.
30. 白井 敦，浦沼 晴香，早瀬 敏幸: HUVEC 基板上を移動する HL60 に対する押しつけ力の影響，日本機械学会第 24 回バイオエンジニアリング講演会講演論文集, No. 11-47, (2012-1), 8F21.
31. 押部峻，早瀬敏幸，船本健一，白井敦: 傾斜遠心顕微鏡下での赤血球浮上機構に関する数値解析 第 2 報: 剛体赤血球モデルによる摩擦特性の再現性の検討，日本機械学会第 24 回バイオエンジニアリング講演会講演論文集, No. 11-47, (2012-1), 8F24.
32. 佐藤博紀，白井敦，早瀬敏幸: ガラス平板上における HL60 の挙動に与える fMLP 刺激の影響に関する傾斜遠心顕微鏡を用いた実験的研究，日本機械学会第 24 回バイオエンジニアリング講演会講演論文集, No. 11-47, (2012-1), 8F23.
33. 門脇弘子，船本健一，早瀬敏幸，曾根周作，小笠原正文，地挽隆夫，橋本浩，見山広二: 2 次元超音波計測融合シミュレーションによる頸動脈分岐部の非定常血流量推定，日本機械学会第 24 回バイオエンジニアリング講演会講演論文集, No. 11-47, (2012-1), 8F37.

特許

1. 特許出願名称: 血管固さ評価装置、血管固さ評価方法、血管固さ評価プログラムおよび、血管固さ評価プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体
出願番号: 特願 2011-233050 (2011 年 10 月 24 日) [特許出願中]
発明者名・出願人名: 白井 敦，中西 勉，松野 史子，早瀬 敏幸 (東北大学)
2. 特許出願名称: 連続血圧測定システム、連続血圧測定方法、連続血圧測定プログラムおよび、連続血圧測定プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

出願番号：特願 2011-284770（2011 年 12 月 27 日）[特許出願中]

発明者名・出願人名： 白井 敦，早瀬 敏幸（東北大学）

知的ナノプロセス研究分野

学術雑誌（解説等を含む）

1. Chi-Hsien Huang, Xuan-Yu Wang, Makoto Igarashi, Akihiro Murayama, Yoshitaka Okada, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa, Optical absorption characteristic of highly ordered and dense two-dimensional array of silicon nanodisks, *Nanotechnology*, Vol. 22 (2011), pp. 105301 (8pp).
2. Makoto Igarashi, Rikako Tsukamoto, Chi-Hsien Huang, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa, Direct Fabrication of Uniform and High Density Sub-10-nm Etching Mask Using Ferritin Molecules on Si and GaAs Surface for Actual Quantum-Dot Superlattice, *Applied Physics Express*, Vol. 4 (2011), pp. 015202 (3pp).
3. Michio Sato, Hiroto Ohtake, and Seiji Samukawa, Reduction in Number of Sparks Generated in High-Density Plasma Process by Fixing the Wall Potential, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 50 (2011), pp. 036204.
4. Shinji Ueki, Yuki Nishimori, Hiroshi Imamoto, Tomohiro Kubota, Masakazu Sugiyama, Hideki Kawakatsu, Seiji Samukawa, and Gen Hashiguchi, Method to evaluate the influence of etching damage on microcantilever surface on its mechanical properties, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 50 (2011), pp. 026503.
5. Tomohiro Kubota, Naoki Watanabe, Shingo Ohtsuka, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, Yasuroh Iriye, and Seiji Samukawa, Numerical simulation on neutral beam generation mechanism by collision of positive and negative chlorine ions with graphite surface, *Journal of Physics D: Applied Physics*, Vol. 44 (2011), pp. 125203.
6. Akira Wada, Kazuhiko Endo, Meishoku Masahara, Chi-Hsien Huang and Seiji Samukawa, Low activation energy, high-quality oxidation of Si and Ge using neutral beam, *Applied Physics Letters*, Vol. 98 (2011), pp. 203111.
7. Noriaki Matsunaga, Hirokatsu Okumura, Butsurin Jinnai, and Seiji Samukawa, Measurement and simulation of spreading current in interlayer dielectric film deposition by plasma-enhanced chemical vapor deposition, *Journal of Vacuum and Science and Technology A*, Vol. 29 (2011), pp. 041302.
8. Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Rikako Tsukamoto, Pierre-Andre Mortemousque, Kohei M Itoh, Yuzo Ohno, and Seiji Samukawa, Damage-free top-down processes for fabricating two-dimensional arrays of 7 nm GaAs nanodiscs using bio-templates and neutral beam etching, *Nanotechnology* Vol. 22 (2011), pp. 365301.
9. Takuji Uesugi, Takeru Okada, Akira Wada, Keisuke Kato, Atsushi Yasuda, Shinichi Maeda, and Seiji Samukawa, The effects of polymer side-chain structure on roughness formation of ArF photoresist in

- plasma etching processes, *Journal of Physics D: Applied Physics*, Vol. 45 (2012), pp. 075203 (7pp).
10. Takayuki Kiba, Yoshiya Mizushima, Makoto Igarashi, Chi-Hsien Huang, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama, Picosecond transient photoluminescence in high-density Si-nanodisk arrays fabricated using bio-nano-templates, *Applied Physics Letters*, Vol. 100 (2012), pp. 053117 (4pp).
 11. Mohd Fairuz Budiman, Weiguo Hu, Makoto Igarashi, Rikako Tsukamoto, Taiga Isoda, Kohei M. Itoh, Ichiro Yamashita, Akihiro Murayama, Yoshitaka Okada, and Seiji Samukawa, Control of optical bandgap energy and optical absorption coefficient by geometric parameters in sub-10 nm silicon-nanodisc array structure, *Nanotechnology*, Vol. 23 (2012), pp. 065302 (6pp).
 12. Takuji Uesugi, Takeru Okada, Akira Wada, Keisuke Kato, Atsushi Yasuda, Shinichi Maeda, and Seiji Samukawa, Dependence of polymer main-chain structure on roughness formation of ArF photoresists in the plasma etching processes, *Journal of Physics D: Applied Physics*, accepted for publication.
 13. Tomohiro Kubota, Naoki Watanabe, Shingo Ohtsuka, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, Yasuroh Iriye, and Seiji Samukawa, Numerical study on electron transfer mechanism by collision of ions at graphite surface in highly-efficient neutral beam generation, *Journal of Physics D: Applied Physics*, accepted for publication.

国際学会

(招待講演)

14. Seiji Samukawa, Novel Quantum Effect Devices realized by Bio-template and Defect-Free Neutral Beam Etching, 2011 IEEE International NanoElectronics Conference, (Tai-Yuan, 2011).
 15. Seiji Samukawa, Super-low Damage Top-down Processing for Future Nanoscale Devices, American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition, Plasma Prize Lecture, (Nashville, 2011).
 16. Seiji Samukawa, Damage-free Neutral Beam Etching, Deposition and Surface Modification Processes for Novel Nano-scale Devices, 64th Gaseous Electronics Conference and 53rd Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics (Salt Lake City, 2011).
 17. Seiji Samukawa, Numerical study on electron transfer mechanism by collision of ions at graphite surface in highly-efficient neutral beam generation, The 8th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing, (Nara, 2012).
 18. Seiji Samukawa, Ultimate top-down processes for future nanoscale devices, SPIE Advanced Lithography 2012, (San Jose, 2012).
- (一般講演)
19. J. Adachi, T. Kubota, M. Yahiro, S. Sakukawa, and C. Adachi, Minimizing Etching Damages of Organic Semiconductor Layers by Neutral Beams, International Conference on Electronics Packaging 2011, (Nara, 2011).
 20. T. Kubota, S. Ueki, Y. Nishimori, G. Hashiguchi, M. Sugiyama, and S. Samukawa, Damage-free silicon etching using large diameter neutral beam source, International Conference on Electronics Packaging 2011, (Nara, 2011).

21. O. Nukaga, S. Yamamoto, K. V. Tabata, T. Kubota, S. Samukawa, and M. Sugiyama, Embedded Nano-channel Fabricated in Fused Silica by Femtosecond Laser Irradiation and Wet Etching for Nano-scale Fluid Devices, International Conference on Electronics Packaging 2011, (Nara, 2011).
22. Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Rikako Tsukamoto, Toshiyuki Kaizu, Makoto Igarashi, Pierre-Andre Mortemousque, Hajime Shinohara, Yoshitaka Okada, Akihiro Murayama, Kohei Itoh, Yuzo Ohno, Yamashita Ichiro, and Seiji Samukawa, Damage-free Top-down Processes of Fabricating Two-dimensional Array of Sub-10nm Nanometer GaAs Nanodisks using Bio-template and Neutral Beam Etching for Intermediate Band Solar Cell Applications, 37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, (Seattle, 2011).
23. Akira Wada, Kazuhiko Endo, Meishoku Masahara, Chi-Hsien Huang, and Seiji Samukawa, Low-activation-energy and High-quality Oxidation of Si Using Neutral Beam, 2011 IEEE International NanoElectronics Conference, (Tao-Yuan, 2011).
24. Tomohiro Kubota and Seiji Samukawa, Silicon etching using large-diameter neutral beam source, 3rd International Conference on Microelectronics and Plasma Technology, (Dalian, 2011).
25. Akira Wada, Toru Sasaki, Shigeo Yasuhara, and Seiji Samukawa, Super-low-k SiOCH Film with Sufficient Film Modulus and High Thermal Stability Created by Controlling Molecular-level-structure in Neutral-beam-enhanced CVD, Advanced Metallization Conference 2011: 21st Asian Session, (Tokyo, 2011).
26. A. Wada, K. Endo, M. Masahara, S. Samukawa, High Quality Germanium Dioxide Formation using Damage-Free and Low-temperature Neutral Beam Oxidation Process, 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, (Nagoya, 2011).
27. Akira Wada, Yuki Yanagisawa, Maju Tomura, Chi-Hsien Huang, Satoshi Yamasaki, Takahito Ono, and Seiji Samukawa, Effect of thermal annealing on mechanical properties of single-crystal silicon microcantilever after plasma irradiation, 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, (Nagoya, 2011).
28. Yosuke Tamura, Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Tomohiro Kubota, Jitsuo Ohta, Hiroshi Fujioka, and Seiji Samukawa, Damage-free GaN Etching by Chlorine Neutral Beam, 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, (Nagoya, 2011).
29. Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarashi, Kohei M. Itoh, Ichiro Yamashita, Weiguo Hu, and Seiji Samukawa, Fabricating a 2D Array of $\phi 6$ -nm, High Density ($1.2 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$), and Periodic Silicon-Nanodisk Structures and its Optical Characteristics for Solar Cells, 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, (Nagoya, 2011).
30. Jun Ishimoto, Daisuke Tan, U. Oh, Tomohiro Kubota, and Seiji Samukawa, Removal-Cleaning Performance Using Cryogenic Micro-Solid Nitrogen Spray, 220th ECS Meeting & Electrochemical Energy Summit (Boston, 2011).
31. Shih-Hung Lin, Xuan-Yu Wang, Chi Hsien Huang, Yuzo Ohno, Makoto Igarashi, Akihiro Murayama,

- and Seiji Samukawa, Fabrication of Two-dimensional Array of Sub-10nm GaAs Nanodisk using Bio-template Neutral Beam Etching Process, American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition, (Nashville, 2011).
32. Takuji Uesugi, Akira Wada, Shinichi Maeda, Keisuke Kato, Atsushi Yamada, Satoshi Sakuma, Seiji Samukawa, Dependence of ArF Photoresist Polymer Structure on Line-Edge-Roughness Formation during Plasma Etching Processes, American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition, (Nashville, 2011).
 33. Ryosuke Araki, Kazuhiro Miwa, Tomohiro Kubota, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, and Seiji Samukawa, Prediction of ion sheath shape and ion trajectory during plasma etching processing using on-wafer monitoring technique, American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition, (Nashville, 2011).
 34. Tomohiro Kubota, Naoki Watanabe, Shingo Ohtsuka, Kohei Ono, Hiroto Ohtake, Shinji Ueki, Yuki Nishimori, Gen Hashiguchi, and Seiji Samukawa, High-aspect-ratio silicon etching using large-diameter neutral beam source, American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition, (Nashville, 2011).
 35. Akira Wada, Kazuhiko Endo, Meishoku Masahara, and Seiji Samukawa, The mechanism of thin SiO₂ and GeO₂ film formation during low-temperature neutral beam oxidation process, American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition, (Nashville, 2011).
 36. Naoki Watanabe, Shingo Ohtsuka, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, Yasuro Iriye, Shinji Ueki, Osamu Nukaga, Tomohiro Kubota, Masakazu Sugiyama, and Seiji Samukawa, Theoretical analysis of electron transfer during the process of neutral beam generation, American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition, (Nashville, 2011).
 37. Shingo Ohtsuka, Naoki Watanabe, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, Yasuro Iriye, Osamu Nukaga, Shinji Ueki, Tomohiro Kubota, Masakazu Sugiyama, and Seiji Samukawa, Energy and Angular Distribution Analysis for Neutral Beam and Application for Etching Simulation, American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition, (Nashville, 2011).
 38. Yuki Nishimori, Shinji Ueki, Tomohiro Kubota, Seiji Samukawa, Masakazu Sugiyama, and Gen Hashiguchi, Qualitative Research on Low-Damage Neutral Beam Etching Effect of Mechanical Properties, American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition, (Nashville, 2011).
 39. Kazuhiko Endo, Akira Wada, and Seiji Samukawa, Neutral Beam Fabrication Technology for the Double Gate MOSFET, Eighth International Conference on Flow Dynamics, (Sendai, 2011).
 40. Jingnan Cai, Seiji Samukawa, and Kazumi Wada, Low Damage Fabrication of Si Photonic Devices by Neutral Beam Technology, Eighth International Conference on Flow Dynamics, (Sendai, 2011).
 41. Ichiro Yamashita and Seiji Samukawa, Development of Structure-controllable Multi-disk Single-electron Transistors by Ultimate Etching Technique with Bio-templating, Eighth International Conference on Flow Dynamics, (Sendai, 2011).

42. Toru Kurebayashi, Yusuke Hoshi, Kentarou Sawano, Yasuhiro Shiraki, Akira Wada, and Seiji Samukawa, Development of High Performance Strained-Ge Channel Device Utilizing Neutral-beam Oxidized Film, Eighth International Conference on Flow Dynamics, (Sendai, 2011).
43. Takashi Morie, Haichao Liang, Yilai Sun, Makoto Igarashi, and Seiji Samukawa, Fundamental Study on Spiking Neuron Devices, Eighth International Conference on Flow Dynamics, (Sendai, 2011).
44. Nurrul Syafawati Binti Humam, Nobuhiro Tsumori, Motoki Takahashi, Toshiharu Saiki, and Seiji Samukawa, Numerical Simulation of Electronic States of Regularly Arrayed Si Quantum Dot System, Eighth International Conference on Flow Dynamics, (Sendai, 2011).
45. Makoto Igarashi, Mohda Fairuz Budiman, Weiguo Hu, and Seiji Samukawa, A High Density 2D Array of ϕ 6-nm Silicon-Nanodisk Structures and its Optical Characteristics for Solar Cells, Eighth International Conference on Flow Dynamics, (Sendai, 2011).
46. Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarashi, Kohei M. Itoh, Ichiro Yamashita, Weiguo Hu, and Seiji Samukawa, Optical Characteristics of 6-nm Si Quantum Nanodisk Array Structure by Bio-template and Neutral Beam Etching, 21st International Photovoltaic Science and Engineering Conference, (Fukuoka, 2011).
47. Weiguo Hu, Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarashi, Kohei M. Itoh, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa, Energy Band Engineering of Si Nanodisk and Potential Application for Intermediate Band Solar Cell, 21st International Photovoltaic Science and Engineering Conference, (Fukuoka, 2011).
48. Ryosuke Araki, Tomohiro Kubota, and Seiji Samukawa, Prediction of ion sheath shape and ion trajectory during plasma etching processing using on-wafer monitoring technique and simulation, The 8th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing, (Nara, 2012).
49. Yuki Nishimori, Shinji Ueki, Kazuhiro Miwa, Tomohiro Kubota, Seiji Samukawa, Gen Hashiguchi, and Masakazu Sugiyama, Recovery of plasma-induced mechanical damage in resonators using neutral beam etching; wafer-scale validation by arrayed cantilevers, The 25th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, (Paris, 2012).

国内学会，研究会等

(招待講演)

50. 寒川誠二，プラズマ誘起損傷のモニタリングと超低損傷・微細加工技術，日本真空協会 スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会（SP 部会）第 124 回定例研究会，(東京, 2011).
51. 寒川誠二，バイオテンプレート極限加工による量子ナノ構造の作製と新機能発現，第 7 回量子ナノ材料セミナー，(東京, 2011).
52. 寒川誠二，超高精度量子ドット形成技術による高効率太陽電池の実現に向けた挑戦，東北支部・東海支部共同セミナー 交通とエネルギーの統合ークリーンでロバストな社会システムを目指してー，(仙台, 2011).
53. 寒川誠二，和田章良，柳沢優希，小野崇人，プラズマ誘起欠陥による MEMS 機械的特性劣化機構の解明，第 48 回 X 線材料強度に関する討論会，(大阪, 2011).

(一般講演)

54. 柳沢優希, 和田章良, 戸村幕樹, 小野崇人, 寒川誠二, プラズマ照射損傷によるマイクロカナンチレバーの機械特性劣化(5), 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
55. 和田章良, 遠藤和彦, 昌原明植, 寒川誠二, 低温・超低損傷中性粒子ビーム酸化プロセスにおけるSi酸化機構(2), 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
56. 上杉拓志, 和田章良, 岡田健, 加藤圭輔, 安田敦, 佐久間諭, 前田晋一, 寒川誠二, プラズマエッチングにより発生するArFレジストLine-Edge-Roughness (LER)のポリマー主鎖構造依存性, 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
57. 荒木良亮, 久保田智広, 三輪和弘, 岩崎拓也, 小野耕平, 寒川誠二, オンウエハーモニタリングとシミュレーションの融合による立体形状エッチングにおけるシース形状およびイオン軌道予測, 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
58. 田村洋典, 黄啓賢, 王宣又, 久保田智広, 太田実雄, 藤岡洋, 寒川誠二, 塩素中性粒子ビームを用いたGaNの無損傷エッチングプロセス, 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
59. 久保田智広, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 杉山正和, 大竹浩人, 寒川誠二, 中性粒子ビームによるシリコンエッチング(4), 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
60. 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 植木真治, 額賀理, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 中性粒子ビーム生成におけるアパーチャ構造とエッチング特性解析, 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
61. 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 植木真治, 額賀理, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 第一原理電子状態計算による中性粒子ビーム生成メカニズムの解析 V, 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
62. 望月俊輔, 久保田智広, 大塚晋吾, 小野耕平, 岩崎拓也, 渡辺尚貴, 入江康郎, 杉山正和, 寒川誠二, 中性粒子ビームによるエッチングの加工形状シミュレーション, 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
63. モハマド ファイルズ ブディマン, 五十嵐誠, 胡衛国, 磯田大河, 伊藤公平, 寒川誠二, 高密度な ϕ 6nmシリコンナノディスク2次元アレイの作製と光学的特性評価, 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
64. 五十嵐誠, 木場隆之, 水島佳也, 村山明宏, 寒川誠二, Siナノディスク構造のPL特性とその発光起源, 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
65. 水島佳也, 木場隆之, 村山明宏, 五十嵐誠, 寒川誠二, Siナノディスクアレイの発光特性とキャリア状態, 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
66. 木場隆之, 水島佳也, 村山明宏, 五十嵐誠, 寒川誠二, Siナノディスクアレイにおける光励起キャリアの超高速ダイナミクス, 2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
67. 五十嵐誠, 海津利行, 岡田至崇, 寒川誠二, 障壁材料としてSiCを用いたSi量子ナノディスク

- アレイ構造の電気・光学特性, 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
68. 和田章良, 遠藤和彦, 昌原明植, 寒川 誠二, 低温・超低損傷中性粒子ビーム酸化(NBO)を用いた高品質 GeO₂ 膜の形成(2), 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
 69. Weiguo Hu, Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarashi, Tomohiro Kubota, and Seiji Samukawa, Band Structure of Silicon Nanodisk for Photovoltaic Application, 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
 70. Shih-Hung Lin, Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Rikako Tsukamoto, Toshiyuki Kaizu, Makoto Igarashi, Yoshitaka Okada, and Seiji Samukawa, Top-down Process of Fabricating Two-dimensional Array of Sub-10nm GaAs Nanodisk by Bio-template Neutral Beam Etching, 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
 71. 塚本里加子, 山下一郎, 五十嵐誠, 寒川誠二, PEG 修飾フェリチンの分散挙動, 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
 72. 太田実雄, 田村洋典, 黄啓賢, 王宣又, 久保田智広, 藤岡洋, 寒川誠二, 中性粒子ビームを用いた GaN エッチングの特性, 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
 73. 梁海超, 森江隆, 孫意来, 五十嵐誠, 寒川誠二, ノイズを伴うスパイクニューロンモデルを実現するナノディスクアレイ構造, 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会, (山形, 2011)
 74. 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 額賀理, 植木真治, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 第一原理電子状態計算による中性粒子ビーム生成メカニズムの解析, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, (東京, 2011).
 75. 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 額賀理, 植木真治, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 中性粒子ビーム生成におけるアパーチャ構造とエッチング特性解析, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, (東京, 2011).
 76. 脇岡寛之, 額賀理, 田端和仁, 久保田智広, 寒川誠二, 杉山正和, フェムト秒レーザアシストエッチングによるナノ流路形成技術とバクテリア培養デバイスへの応用, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, (東京, 2011).
 77. 植木真治, 西森勇貴, 今本浩史, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口 原, 等価回路設計手法による VB-FET の特性評価, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, (東京, 2011).
 78. 和田 章良, 張 睿, 高木 信一, 寒川 誠二, 低温・超低損傷中性粒子ビーム酸化(NBO)を用いた高品質 GeO₂ 膜の電気特性評価, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 79. 久保田智広, 三輪和弘, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 杉山正和, 寒川誠二, 中性粒子ビームによるシリコンエッチング (5), 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 80. 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 望月俊輔, 杉山正和, 久保田智広, 寒川

- 誠二, 中性粒子ビームエッチングモデルと加工形状解析, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
81. 望月俊輔, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 久保田智弘, 杉山正和, 寒川誠二, 中性粒子ビームエッチングの加工形状シミュレーション(2), 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 82. 荒木良亮, 久保田智広, 岩崎拓也, 小野耕平, 寒川誠二, オンウエハーモニタリングとシミュレーションの融合によるプラズマプロセス中の表面イオンシース形状と入射イオン軌道予測, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 83. 上杉 拓志, 岡田健, 加藤圭輔, 安田敦, 前田晋一, 寒川誠二, プラズマエッチングにおける ArF レジスト Line-Edge-Roughness (LER)の側鎖構造依存性, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 84. 田村洋典, 久保田智広, 太田実雄, 藤岡洋, 寒川誠二, 中性粒子ビームエッチングによる GaN のダメージフリーエッチング(2) —エッチングガスの依存性—, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 85. 岡田 健, 黄 啓賢, 李 連忠, 頼 朝松, 寒川 誠二, 中性粒子ビーム照射によるグラフェンの窒化メカニズム検討, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 86. モハマド ファイルズ, 五十嵐誠, 胡衛国, 村山明宏, 岡田至崇, 寒川誠二, Si 量子ナノディスク 2 次元アレイにおける光吸収特性の構造 (直径・膜厚・障壁材料) 依存性, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 87. 五十嵐誠, Weigu Hu, 木場隆之, 村山明宏, 寒川誠二, 障壁材料として SiC を用いた Si 量子ナノディスクアレイ構造の PL 特性, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 88. 木場 隆之, 水島 佳也, 村山 明宏, 五十嵐 誠, 寒川 誠二, Si ナノディスクアレイにおける時間分解 PL スペクトルの温度依存性, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 89. 胡 衛国, MOHD FAIRUZ, 五十嵐 誠, 李 明義, 李 義明, 寒川 誠二, シリコンナノディスクのミニバンド形成と太陽光発電への応用, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 90. 田村洋典, 五十嵐誠, モハマド・エルマン・ファウジ, 胡衛国, 海津利之, 岡田至崇, 寒川誠二, バイオテンプレート極限加工による GaAs 量子ナノディスク構造の制御, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 91. 三輪和弘, 西森勇貴, 植木真治, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 中性粒子ビームエッチングによる MEMS 側壁の平坦化, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).
 92. 塚本里加子, 山下一郎, 岡本尚文, 五十嵐誠, 寒川誠二, ポリマー修飾 SiO₂ 基板を用いたフェリチン二次元結晶化, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).

93. 伊藤寿, 桑原卓哉, 樋口祐次, 尾澤伸樹, 島崎智実, 寒川誠二, 久保百司, 量子分子動力学法に基づくシリコン酸化膜 SiO_2 の CF_x ラジカルエッチングプロセスシミュレーション, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, (東京, 2012).

受賞

(指導学生の受賞)

1. 2011 年 21st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-21) Student Paper Award: モハマド ファイルズ ブディマン

エネルギー動態研究分野

学術雑誌 (解説等を含む)

1. Yiguang Ju, Kaoru Maruta Microscale combustion: Technology development and fundamental research Progress in Energy and Combustion Science, Vol.37, Issue 6:669-715 (2011.12). doi:10.1016/j.pecs.2011.03.001.
2. Mikito Hori, Akira Yamamoto, Hisashi Nakamura, Takuya Tezuka, Susumu Hasegawa and Kaoru Maruta Study on octane number dependence of PRF/air weak flames at 1-5 atm in a micro flow reactor with a controlled temperature profile Combustion and Flame, Vol.159, Issue 3 : 959-967 (2012.3), doi:10.1016/j.combustflame.2011.09.020.
3. Dae Keun Lee and Kaoru Maruta Heat recirculation effects on flame propagation and flame structure in a mesoscale tube Combustion Theory and Modelling, in press, doi:10.1080/13647830.2011.638400.

国際学会

(招待講演)

4. Kaoru Maruta, Flame Chromatography: Toward Fuel Indexing Based on Multiple Weak Flames in a Meso-Scale Channel With a Prescribed Temperature Profile, ASME2011 The Ninth International Conference on Nanochannels, Microchannels, and Minichannels, (Edmonton, June, 2011).
5. Kaoru Maruta, Dynamic behavior of the "ball of flame" in the expanding channel, FAPMCP Fundamental and Applied Problems in Mechanics and Control Processes, (Vladivostok, Sep., 2011).
6. Kaoru Maruta, New Concept Combustion Technology for Higher Exergy Efficiency, Department of Mechanical Engineering National Central University, (Taiwan, Sep., 2011).
7. Kaoru Maruta, Microcombustion: multiple weak flames in a meso-scale channel with a prescribed temperature profile, IWHT11 2011 International Workshop on Heat Transfer Advances for Energy Conservation and Pollution Control, (Xi'an, Oct., 2011).
8. Kaoru Maruta, Flame Chromatography in a Micro Channel with a Temperature Gradient, Power MEMS2011 The 11th International Workshop on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion, (Seoul, Nov., 2011).

(一般講演)

9. Mikito Hori, Akira Yamamoto, Takuya Tezuka, Susumu Hasegawa, Hisashi Nakamura, Kaoru Maruta, Weak flame responses to octane number and pressure in a micro flow reactor with a controlled temperature profile, 2011 ICDERS The International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reactive Systems, ID 159, (Irvine, July, 2011).
10. Takase Koichi, Hisashi Nakamura, Takuya Tezuka, Susumu Hasegawa, Li Xing, Wang Philip, Kaoru Maruta, Radiative Extinction Characteristics of Low-Lewis-Number Counterflow Premixed Flame in Microgravity and Its Correlation with Flame Ball, 2011 ICDERS The International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reactive Systems, ID 194, (Irvine, July, 2011).
11. Sereschenko EV, SS Minaev, RV Fursenko, Maruta K., Modeling of unsteady combustion waves in gas mixtures of small systems, FAPMCP Fundamental and Applied Problems in Mechanics and Control Processes, (Vladivostok, Sep., 2011).
12. Koichi Takase, Hisashi Nakamura, Takuya Tezuka, Susumu Hasegawa, Xing Li and Kaoru Maruta, Computational Study on Near-Limit Behavior of Low-Lewis-Number Radiative Counterflow Flame under Microgravity, Eighth International Conference on Flow Dynamics Proceedings, 544-545, (Sendai, Nov., 2011).
13. Mikito Hori, Akira Yamamoto, Takuya Tezuka, Susumu Hasegawa, Hisashi Nakamura, Kaoru Maruta, Study on ignition characteristics of PRF/air mixtures at 1-5 atm in a micro flow reactor with a controlled temperature profile, Eighth International Conference on Flow Dynamics Proceedings, 540-541, (Sendai, Nov., 2011).
14. Kenichiro Saruwatari, Hisashi Nakamura, Takuya Tezuka, Susumu Hasegawa, Kaoru Maruta, Gas Phase and Surface Reactions of H₂/O₂/N₂ Mixture in a Micro Flow Reactor with a Controlled Temperature Profile, Eighth International Conference on Flow Dynamics Proceedings, 560-561, (Sendai, Nov., 2011).
15. Taiki Kamada, Hisashi Nakamura, Takuya Tezuka, Susumu Hasegawa, Kaoru Maruta, Study on weak flame behavior of lower alkane fuels in micro flow reactor with controlled temperature profile, Eighth International Conference on Flow Dynamics Proceedings, 548-549, (Sendai, Nov., 2011).
16. Satoshi SUZUKI, Mikito HORI, Akira YAMAMOTO, Takuya TEZUKA, Susumu HASEGAWA, Hisashi NAKAMURA, Kaoru MARUTA, Cetane number and weak flames of diesel PRF in a micro flow reactor with a controlled temperature profile, Eighth International Conference on Flow Dynamics Proceedings, 542-543, (Sendai, Nov., 2011).
17. Xing Li, Hisashi Nakamura, Takuya Tezuka, Susumu Hasegawa, Koichi Takase, Li Jia, Kaoru Maruta, Experimental Study on CH₄-O₂-CO₂ Counterflow Premixed Flame Extinction in Low-Stretch-Rates under Microgravity and Transition from Counterflow Flame to Ball-like Flame, Eighth International Conference on Flow Dynamics Proceedings, 566-567, (Sendai, Nov., 2011).
18. Sergey Minaev, Roman Fursenko, Evgeniy Sereschenko, Aiwu Fan, Sudarshan Kumar and Kaoru Maruta, Oscillating and Rotating Flame Patterns in Microchannels, Proceedings of the

- Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, 20-21, (Sendai, Nov., 2011).
19. Boris Mazurok, Alex Menschikov, Boris Dolgovesov, Roman Fursenko, Sergey Minaev and Kaoru Maruta, Real Time Modeling of Flame Front Evolution by Kinematical Model, Proceedings of the Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, 80-81, (Sendai, Nov., 2011).
 20. Roman Fursenko, Sergey, Kaoru Maruta and Hisashi Nakamura, GPU-based Parallel Computations of Low Lewis Number Stretched Premixed Flames, Proceedings of the Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, 82-83, (Sendai, Nov., 2011).
 21. Yevgeniy Bondar, Georgy Shoev, Kaoru Maruta and Mikhail Ivanov, Numerical Studies of the Reacting Rarefied Flows in Tubes, Proceedings of the Eleventh International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, 84-85, (Sendai, Nov., 2011).
 22. Koichi Takase, Hisashi Nakamura, Takuya Tezuka, Xing Li, Susumu Hasegawa, Kaoru Maruta, Near-Limit Behaviors of CH₄/O₂/Xe and CH₄/O₂/Kr Radiative Counterflow Premixed Flames under Microgravity, TFEC8 The eighth KSME-JSME Thermal and Fluids Engineering Conference, (Incheon, March, 2012).

国内学会，研究会等

(招待講演)

23. 丸田 薫, 温度分布制御型マイクロフローリアクタによる各種燃料の着火燃焼特性の評価原理とデータ, (株)日立製作所 日立研究所講演会, (2011.10).
- (一般講演)
24. 堀 幹人, 山本 晃, 手塚卓也, 長谷川進, 中村 寿, 丸田 薫, 温度分布制御型マイクロフローリアクタにおける PRF/空気 weak flame の圧力およびオクタン価依存性, 自動車技術会 2011 年春季大会学術講演会, 20115399, (2011.5).
 25. 高瀬 光一, 中村 寿, 手塚 卓也, 長谷川 進, Li Xing, Wang Philip, 丸田 薫, 微小重力場における低レイス数対向流予混合火炎と Flame ball の関係, 第 48 回日本伝熱シンポジウム講演論文集 Vol.II+III, 387-388, (2011.5).
 26. 鈴木 聡史, 堀 幹人, 山本 晃, 手塚 卓也, 長谷川 進, 中村 寿, 丸田 薫, 温度分布制御型マイクロフローリアクタを用いたディーゼル基準燃料の化学反応機構の評価, 第 48 回日本伝熱シンポジウム講演論文集 Vol.I, 125-126, (2011.5).
 27. 鎌田 大輝, 手塚 卓也, 長谷川 進, 中村 寿, 丸田 薫, 温度分布制御型マイクロフローリアクタによる低級アルカン燃料の着火特性に関する研究, 日本機械学会東北支部第 47 期秋季講演会, (2011.9).
 28. 高瀬 光一, 中村 寿, 手塚 卓也, 長谷川 進, Li Xing, 丸田 薫, 微小重力場におけるふく射の影響を受ける極低伸長率対向流予混合火炎及び Flame ball との相関, 日本機械学会 熱工学コ

- ンファレンス 2011, E215, (2011.10).
29. 猿渡 堅一郎, 中村 寿, 手塚 卓也, 長谷川 進, 丸田 薫, 温度分布制御型マイクロフローリアクタによる水素の燃焼特性に関する研究, 日本機械学会 熱工学コンファレンス 2011, E113, (2011.10).
 30. 高瀬 光一, 中村 寿, 手塚 卓也, 長谷川 進, Xing Li, 丸田 薫, 微小重力場における低ルイス数極低速対向流予混合火炎のふく射消炎限界近傍における挙動, 第 49 回燃焼シンポジウム講演論文集, 102-103, (2011.11).
 31. Xing Li, 中村 寿, 手塚 卓也, 長谷川 進, 高瀬 光一, Jia Li, 丸田 薫, Experimental Study on Small-Stretch-Rates Low-Lewis-Number Counterflow Premixed Flame Extinction under Microgravity, 第 49 回燃焼シンポジウム講演論文集, 104-105, (2011.11).
 32. 堀 幹人, 手塚 卓也, 長谷川 進, 中村 寿, 丸田 薫, 温度分布制御型マイクロフローリアクタにおける Weak flame の特性に及ぼすトルエン添加の効果, 第 49 回燃焼シンポジウム講演論文集, 436-437, (2011.11).
 33. 猿渡 堅一郎, 中村 寿, 手塚 卓也, 長谷川 進, 丸田 薫, 温度分布制御型マイクロフローリアクタによる水素の燃焼特性および表面反応の影響, 第 49 回燃焼シンポジウム講演論文集, 378-379, (2011.11).
 34. 鈴木 聡史, 堀 幹人, 中村 寿, 手塚 卓也, 長谷川 進, 丸田 薫, 温度分布制御型マイクロフローリアクタを用いたディーゼル基準燃料のセタン価と燃焼特性, 第 49 回燃焼シンポジウム講演論文集, 356-357, (2011.11).
 35. 丸田 薫, 研究内容紹介, 第 21 回機械系産学懇談会, (2011.12).
 36. 丸田 薫, 温度分布制御型マイクロフローリアクタによる各種燃料の着火・燃焼特性の特定, ホンダ 4 輪 R&D センター&東北大学・流体科学研究所第三回技術交流会, (2011.12).
 37. 木崎裕太, 猿渡堅一郎, 手塚卓也, 丸田薫, 温度分布制御型マイクロフローリアクタによるメタンの燃焼特性に及ぼす表面反応の影響, 日本機械学会東北支部 第 47 期総会・講演会, (2012.3).

受賞

1. 丸田 薫

受賞名：日本機械学会熱工学部門「貢献表彰」

受賞理由：熱工学、とりわけ燃焼工学などの分野での研究への貢献、ならびに熱工学部門活動に対する貢献が顕著である

受賞年月日：2011 年 10 月 29 日 日本機械学会熱工学コンファレンス 2011（静岡）

2. 丸田 薫

受賞名：日本燃焼学会「論文賞」

受賞論文：Micro and mesoscale combustion, Proceedings of the Combustion Institute, Vol.33, Issue 1:125-150 (2011).

受賞年月日：2011 年 12 月 6 日 第 49 回燃焼シンポジウム（東京）

特許

1. 特許名称：燃料物性決定方法及び燃料物性決定装置
公開番号：特開 2011-149739
公開日：2011 年 8 月 4 日
発明者：丸田 薫，中村 寿，加藤 壮一郎
2. 特許名称：オクタン価決定方法 2
PCT 出願
発明者：丸田 薫，中村 寿

実事象融合計算研究分野

学術雑誌（解説等を含む）

1. Jun ISHIMOTO , Shinji AKIBA, Kazuhiro TANJI and Kazuo MATSUURA,
Integrated Super Computational Prediction of Liquid Droplet Impingement Erosion,
Progress in Nuclear Science and Technology Vol. 2 (2011) pp.498-502.
2. Jun Ishimoto, Daisuke Tan, U Oh, Tomohiro Kubota, and Seiji Samukawa,
Integrated Experimental and Numerical Study of Thermomechanical Resist Removal-Cleaning
Performance Using Cryogenic Micro-Solid Nitrogen Spray.
ECS Transactions, Vol. 41, No.5, pp. 83-90 (2011).
3. Kazuo MATSUURA, Masami NAKANO, Jun ISHIMOTO,
The Sensing-Based Risk Mitigation Control of Hydrogen Dispersion and Accumulation in a Partially
Open Space with Low-Height Openings by Forced Ventilation,
International Journal of Hydrogen Energy (2011) doi:10.1016/j.ijhydene.2011.08.006.

国際学会

4. Jun Ishimoto,
Thermomechanical Resist Removal-Cleaning Technology Using Cryogenic Micro-Solid Nitrogen
Spray, *Proceedings of The 14th Surface Cleaning Users Group Meeting, Cleaning Technology
Symposium (KSCUGM), November 24 (2011) Hanyang University, ERICA Campus, Ansan, Korea*
[in CD-ROM] (**Invited**)
5. Jun Ishimoto , Shinji Akiba, Kazuhiro Tanji and Kazuo Matsuura
Computational Study of Liquid Droplet Impingement Erosion in Nuclear Power Plant,
Proceedings of the Eighth International Conference on Flow Dynamics (ICFD2011), Sendai,
Miyagi, Japan, Nov. 9-11 (2011) [in USB Memory] (**Invited**).
6. Kazuo Matsuura, , Masami Nakano and Jun ISHIMOTO,
Visualization of Leaking and Accumulating Hydrogen Under a Sensing-Based Ventilation Control in a
Partially Open Space,

Proceedings of The 11th Asian Symposium on Visualization, Niigata, Japan , June 5-9, 2011 [in CD-ROM].

7. Kazuo Matsuura, Masami Nakano and Jun Ishimoto,
The Sensing-Based High-Fidelity Risk Mitigation Control of Hydrogen Dispersion in A Partially Open Space, *Proceedings of the ICCE-2010, 10th International Conference on Clean Energy* (2010) [in CD-ROM]
8. Jun Ishimoto,
Progress in Transdisciplinary Collaborative Research Project,
11th International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, AFI/TFI-2011, Sendai, Miyagi, Japan, Nov. 9-11 (2011).
9. U Oh, Jun Ishimoto and Kozo Saito
Measurement Coupled Computation of Cooling and Wafer Cleaning Performance Using Micro-Solid Nitrogen
Proceedings of the 11th International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, AFI/TFI-2011 (2011) pp. 34-35.

国内学会，研究会等

10. 王 宇（東北大），丹 大輔（東燃化学），石本 淳（東北大）
マイクロ固体窒素噴霧流を用いた超高熱流束冷却と新型半導体洗浄法の開発
日本混相流学会年会講演会 2011 オーガナイズドセッション（OS-6 サステナブル異分野融合型混相流）。 [2011年 8月 6-8日，京都工芸繊維大学（京都市）]
11. 松浦一雄（東北大），中野政身（東北大），石本 淳（東北大）
低開口部を有する部分開放空間におけるセンシングに基づく水素漏洩のリスク緩和制御
日本混相流学会年会講演会 2011 オーガナイズドセッション（OS-6 サステナブル異分野融合型混相流）。 [2011年 8月 6-8日，京都工芸繊維大学（京都市）]
12. 松浦一雄（東北大），中野政身（東北大），石本 淳（東北大）
センシングに基づく水素漏洩のリスク緩和制御アルゴリズムの構築
日本応用数学会 2011 年度年会 一般講演／流体計算(1). [2011年 9月 14-16日，同志社大学（京都市）]

受賞

1. 受賞者名： 王 宇（M1, 指導学生の受賞）
受賞名： 2011 年度 日本混相流学会学生優秀講演賞
受賞題目：
マイクロ固体窒素噴霧流を用いた超高熱流束冷却と新型半導体洗浄法の開発
講演会名・受賞年月日・場所：
日本混相流学会年会講演会 2011 [2011年 8月 6-8日，京都工芸繊維大学（京都市）]

4. 主な論文別刷り

融合流体情報学研究分野

1. Chenguang Lai, Yasuaki Kohama Shigeru Obayashi, Shinkyu Jeong, “Experimental and Numerical Investigations on the Influence of Vehicle Rear Diffuser Angle on Aerodynamic Drag and Wake Structure, *International Journal of Automotive Engineering* 2, 47-53 (2011).
2. 大久保正幸, 豊田篤, 山下博, 小川俊広, 大林茂, 清水克也, 鈴木角栄, 松田淳, 佐宗章弘, 胴体先端形状修正による翼胴型超音速複葉翼機のソニックブーム低減化, *日本航空宇宙学会論文集*, Vol.59, No.688, pp.119-125 (2011.5.5).
3. S. Jeong and K. Shimoyama, Review of Data Mining for Multi-disciplinary Design, Optimization Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G : *Journal of Aerospace Engineering*, Vol. 225, No.5, pp. 469-479(2011.5)
4. Seiichiro Morizawa, Koji Shimoyama, Shigeru Obayashi, Kenichi Funamoto, Toshiyuki Hayase, “Implementation of visual data mining for unsteady blood flow field in an aortic aneurysm,” *Journal of Visualization* Vol. 14, pp.393-398, 2011, DOI 10.1007/s12650-011-0101-2 (2011.11.10).
5. Koji Shimoyama, Kazuya Seo, Tsuyoshi Nishiwaki, Shinkyu Jeong, and Shigeru Obayashi, “Design Optimization of a Sport Shoe Sole Structure by Evolutionary Computation and Finite Element Method Analysis,” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, Vol.225, No.4, pp.179-188 (2011.12)

融合可視化情報学研究分野

1. 小田川 雅人, 竹島 由里子, 藤代 一成, 菊川 豪太, 小原 拓: 「GPU を用いた適応的粒子系可視化」, 日本機械学会論文集 B 編, Vol. 77, No. 781, pp. 1767-1778 (2011.9).
2. Yuriko Takeshima, Issei Fujishiro, and Toshiyuki Hayase: “Measurement-Integrated Simulation and Visualization of Karman Vortex Streets in Hybrid Wind Tunnel,” in *Proc. ASIAGRAPH2011*, pp.30-35 (2011.10)

学際衝撃波研究分野

1. T. Koita, Y. Zhu, M. Sun, The Behavior of Bubble and Water Jet Induced by Underwater Explosion in a Rectangular Tube, AIAA-2011-0187
2. ムハマドヒルミビンシャピエン, 孫明宇, 相変化を考慮したレーザー誘起液体ジェットの数値解析, 平成 22 年度衝撃波シンポジウム, 2011
3. 石川大樹, 孫明宇, 中川敦寛, 富永悌二, 管壁の弾性変形を考慮したレーザー誘起液体ジェットの数値解析モデルの開発, 第 25 回数値流体力学シンポジウム, A06-1, 2011

超実時間医療工学研究分野

1. Kenichi Funamoto, Toshiyuki Hayase, Yoshifumi Saijo, Tomoyuki Yambe: Numerical Analysis of Effects of Measurement Errors on Ultrasonic-Measurement-Integrated Simulation, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 58 No. 3, (2011-3), 653-663.
2. Toshiyuki Hayase: Theoretical Analysis of Measurement Coupled Simulation and Determination of Local Fine Structure of Blood Flows, Annals of nanoBME, Vol. 4, (2011-3), 15-24.
3. Atsushi Shirai, Tsutomu Nakanishi, Toshiyuki Hayase: Numerical Analysis of One-dimensional Mathematical Model of Blood Flow to Reproduce Fundamental Pulse Wave Measurement for Scientific Verification of Pulse Diagnosis, Journal of Biomechanical Science and Engineering, Vol. 6 No. 4, (2011-11), 330-342.
4. Kenichi Funamoto, Takaumi Kato, Toshiyuki Hayase: Integration of Ultrasound Color Doppler Imaging and Numerical Simulation, 2nd International Conference on Computational and Mathematical Biomedical Engineering (CMBE11), (2011-4), 262-265.
5. 早瀬敏幸: 流体解析における計測とシミュレーションの融合 (招待講演), 日本機械学会 2011 年度年次大会 CD-ROM, (2011-9), F051001 1-5.

知的ナノプロセス研究分野

1. Chi-Hsien Huang, Xuan-Yu Wang, Makoto Igarashi, Akihiro Murayama, Yoshitaka Okada, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa, Optical absorption characteristic of highly ordered and dense two-dimensional array of silicon nanodisks, *Nanotechnology*, Vol. 22 (2011), pp. 105301 (8pp).
2. Makoto Igarashi, Rikako Tsukamoto, Chi-Hsien Huang, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa, Direct Fabrication of Uniform and High Density Sub-10-nm Etching Mask Using Ferritin Molecules on Si and GaAs Surface for Actual Quantum-Dot Superlattice, *Applied Physics Express*, Vol. 4 (2011), pp. 015202 (3pp).
3. Michio Sato, Hiroto Ohtake, and Seiji Samukawa, Reduction in Number of Sparks Generated in High-Density Plasma Process by Fixing the Wall Potential, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 50 (2011), pp. 036204.
4. Shinji Ueki, Yuki Nishimori, Hiroshi Imamoto, Tomohiro Kubota, Masakazu Sugiyama, Hideki Kawakatsu, Seiji Samukawa, and Gen Hashiguchi, Method to evaluate the influence of etching damage on microcantilever surface on its mechanical properties, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 50 (2011), pp. 026503.
5. Tomohiro Kubota, Naoki Watanabe, Shingo Ohtsuka, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, Yasuroh Iriye, and Seiji Samukawa, Numerical simulation on neutral beam generation mechanism by collision of positive and negative chlorine ions with graphite surface, *Journal of Physics D: Applied Physics*, Vol. 44 (2011), pp. 125203.
6. Akira Wada, Kazuhiko Endo, Meishoku Masahara, Chi-Hsien Huang and Seiji Samukawa, Low activation energy, high-quality oxidation of Si and Ge using neutral beam, *Applied Physics Letters*, Vol. 98 (2011), pp. 203111.
7. Noriaki Matsunaga, Hirokatsu Okumura, Butsurin Jinnai, and Seiji Samukawa, Measurement and simulation of spreading current in interlayer dielectric film deposition by plasma-enhanced chemical vapor deposition, *Journal of Vacuum and Science and Technology A*, Vol. 29 (2011), pp. 041302.
8. Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Rikako Tsukamoto, Pierre-Andre Mortemousque, Kohei M Itoh, Yuzo Ohno, and Seiji Samukawa, Damage-free top-down processes for fabricating two-dimensional arrays of 7 nm GaAs nanodiscs using bio-templates and neutral beam etching, *Nanotechnology* Vol. 22 (2011), pp. 365301.
9. Takuji Uesugi, Takeru Okada, Akira Wada, Keisuke Kato, Atsushi Yasuda, Shinichi Maeda, and Seiji Samukawa, The effects of polymer side-chain structure on roughness formation of ArF photoresist in plasma etching processes, *Journal of Physics D: Applied Physics*, Vol. 45 (2012), pp. 075203 (7pp).
10. Takayuki Kiba, Yoshiya Mizushima, Makoto Igarashi, Chi-Hsien Huang, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama, Picosecond transient photoluminescence in high-density Si-nanodisk arrays fabricated using bio-nano-templates, *Applied Physics Letters*, Vol. 100 (2012), pp. 053117 (4pp).

11. Mohd Fairuz Budiman, Weiguo Hu, Makoto Igarashi, Rikako Tsukamoto, Taiga Isoda, Kohei M. Itoh, Ichiro Yamashita, Akihiro Murayama, Yoshitaka Okada, and Seiji Samukawa, Control of optical bandgap energy and optical absorption coefficient by geometric parameters in sub-10 nm silicon-nanodisc array structure, *Nanotechnology*, Vol. 23 (2012), pp. 065302 (6pp).

エネルギー動態研究分野

1. Mikito Hori, Akira Yamamoto, Hisashi Nakamura, Takuya Tezuka, Susumu Hasegawa and Kaoru Maruta Study on octane number dependence of PRF/air weak flames at 1-5 atm in a micro flow reactor with a controlled temperature profile *Combustion and Flame*, Vol.159, Issue 3:959-967 (2012). doi:10.1016/j.combustflame.2011.09.020,
2. Yiguang Ju, Kaoru Maruta Microscale combustion: Technology development and fundamental research *Progress in Energy and Combustion Science*, Vol.37, Issue 6:669-715 (2011). doi:10.1016/j.pecs.2011.03.001,

実事象融合計算研究分野

1. Jun ISHIMOTO , Shinji AKIBA, Kazuhiro TANJI and Kazuo MATSUURA,
Integrated Super Computational Prediction of Liquid Droplet Impingement Erosion,
Progress in Nuclear Science and Technology Vol. 2 (2011) pp.498-502.
2. Jun Ishimoto, Daisuke Tan, U Oh, Tomohiro Kubota, and Seiji Samukawa,
Integrated Experimental and Numerical Study of Thermomechanical Resist Removal-Cleaning
Performance Using Cryogenic Micro-Solid Nitrogen Spray.
ECS Transactions, Vol. 41, No.5, pp. 83-90 (2011).
3. Kazuo MATSUURA, Masami NAKANO, Jun ISHIMOTO,
The Sensing-Based Risk Mitigation Control of Hydrogen Dispersion and Accumulation in a Partially
Open Space with Low-Height Openings by Forced Ventilation,
International Journal of Hydrogen Energy (2011) doi:10.1016/j.ijhydene.2011.08.006.

5. 参考資料

マスコミ発表

平成 23 年 12 月 2 日 日刊工業新聞ニュースリリース, みずほ情報総研、ワイヤレス化オンウェハセンサ活用のプラズマプロセス解析システムを開発

新聞記事・専門誌記事

平成 23 年 6 月 21 日 日経産業新聞, 原発配管の劣化箇所予測 新システムで画像化
平成 23 年 6 月 21 日 日刊工業新聞, 太陽電池変換効率 シリコンで45%超 量子ドット型、安価に
平成 23 年 7 月 13 日 日刊工業新聞, 研究で復興に貢献
平成 23 年 7 月 13 日 河北新報, シリコンで超格子構造 次世代太陽電池に応用
平成 23 年 10 月 7 日 日経産業新聞, 半導体洗浄, 人体に害無く ー東北大が新技術 固体窒素を利用ー
平成 23 年 11 月 電子情報通信学会誌, ニュース解説 高効率 Si 量子ドット太陽電池実現のための量子ナノ構造作製プロセスの確立
平成 24 年 2 月 28 日 Newton 別冊ハイテクの世界, 超音速複葉旅客機 MISORA 紹介

その他

平成 23 年 12 月 ワイヤレス化オンウェハセンサを活用したプラズマプロセス解析システムを開発. URL:
<http://www.mizuho-ir.co.jp/topics/2011/onwafer1202.html>

東北大学流体科学研究所 流体融合研究センター
平成23年度研究活動報告書

平成24年3月19日発行

編集・発行：東北大学流体科学研究所 流体融合研究センター 事務局
〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

電話 022-217-5724 email: tfi@ifs.tohoku.ac.jp

FAX 022-217-5724 <http://www.ifs.tohoku.ac.jp>