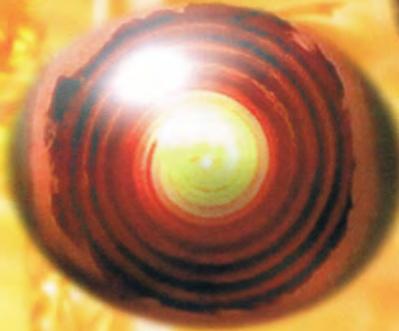
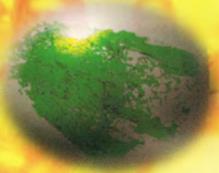


東北大学 流体科学研究所

# 未到エネルギー研究センター



## 未到エネルギー研究センターとは

本センターは、流体科学に基づく基盤エネルギーおよび新エネルギー分野において、従来有効なエネルギー変換が困難であった未到エネルギーの変換やエネルギー貯蔵、輸送、および管理に関する研究、開発を通じて、高効率で無駄の無い革新的なエネルギー利用体系を実現することを目的とします。

### SDGsに立脚した 新たなエネルギー技術立国日本を

本研究センターは、流体科学研究所で長年培われてきた燃焼、地熱、原子力、水素、グリーンナノテクノロジーを結集して、SDGsに立脚したエネルギー社会基盤を実現すべく、活動を推進しております。2011年の大震災により、原子力発電に代わる新しいエネルギーシステムの開発が求められております。



東北大学  
流体科学研究所  
教授

石本 淳

ISHIMOTO Jun

従来型のエネルギーだけでも、また、再生可能なエネルギーだけでも今後の日本のエネルギー問題を解決することは難しく、従来型エネルギーにおいてエクセルギー損失ミニマムを実現するとともに次世代再生可能エネルギーの超高効率化を実現することで未到エネルギー領域をブレイクスルーし、化石燃料の使用を極限まで抑制した環境調和型エネルギー供給システムを実現することが必要不可欠になっています。更に、これらの創エネルギーを調和的に組み込んでいくスマートエネルギー供給システムを確立し、SDGsエネルギー社会基盤を実現することが求められております。

流体科学研究所では、従来からナノ界面材料構造制御技術、超低損傷プロセス技術、マイクロ燃焼技術、大深度環境測定技術および非破壊評価技術を基に、革新的エネルギー生成貯蔵技術及び管理保全技術、高密度水素エネルギー循環技術を確立してまいりました。今後はこれらの研究に加え、最適化設計技術の導入により、コストと効率のバランスを踏まえた各種発電方式の融合および発電システムと蓄電システムの融合による革新的スマートエネルギー供給システムの実現を目指す研究を行い、持続可能社会に貢献したいと思います。また、将来のエネルギー技術立国日本の実現に向けて、ビジネスモデル構築やエネルギー科学技術政策提言も積極的に行っていきたく思っております。

そのため学内外や海外との連携も積極的に進め、世界から人材が集結し、世界に技術及び人材を発信できる未到エネルギーセンターにしていきたいと決意しております。

## ● 設置趣旨

附属未到エネルギー研究センターは、本研究が目標として掲げ、組織横断的に実施してきたエネルギー分野に関わる流体科学の研究を発展強化するとともに、異分野の学術領域とも相互に連携することにより、流体科学を基盤とする多様なエネルギー研究を展開し、エネルギー問題解決の鍵となる、従来は有効なエネルギー変換が困難であった未到エネルギーの活用のための研究を強力に推進するセンターとして設置するものです。

本センターにおいては、流体科学における多様なエネルギー研究の連携により、基盤エネルギーおよび新エネルギー分野において、高効率で無駄の無い革新的なエネルギー利用体系を実現するため、従来有効利用できなかった未到エネルギーの変換やエネルギー貯蔵、輸送、および管理に関する研究を行います。具体的には、知的ナノプロセスを用いた革新的グリーンナノデバイスの研究、地球環境問題とエネルギー問題の解決を目指した地殻の高度利用のための研究、燃料多様化時代に向けた、新概念燃焼技術を基盤とした高エクセルギー効率燃焼技術の創成、マイクロ燃焼・微小重力燃焼・高温酸素燃焼を柱にした、環境負荷低減や循環型社会対応などの社会的要請に応える高効率で革新的なエネルギー利用体系の構築、エネルギープラントの保全高度化と機器の省エネルギー化を実現することを目的とした、知的センサ、モニタリング技術の開発、非破壊評価技術の開発、低摩擦化による省エネルギーシステム構築等に関する研究、スーパーコンピューティングと先端的計測の融合に基づく革新的混相流体解析手法の開発ならびに環境調和型混相流動エネルギーシステムの創成に関する研究等を行います。

## 各研究室の研究内容

### グリーンナノテクノロジー研究分野



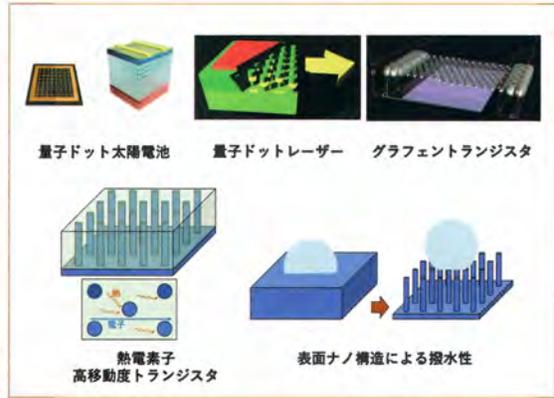
教授  
寒川 誠二



助教  
都甲 将

現代社会にとって安全で安価なエネルギーの確保やエネルギーの効率的利用は重要な問題です。この問題を解決し、エネルギー技術立国を目指すため、革新的グリーンナノデバイスの研究を行っています。

具体的には、発電デバイス(量子ドット太陽電池など)、蓄電デバイス(ナノ材料を用いた高効率蓄電池など)、低消費電力デバイス(量子ドットレーザー・Geトランジスタ・グラフェントランジスタなど)やこれらを合わせたナノエネルギーシステムの開発を行っています。これらのナノデバイスを作製するためには、ナノ構造を正確にダメージなく作製し、物質や量子ナノ構造の持つ本来の特性を引き出すことが必要です。本研究室のバックグラウンドであるビームプロセスやバイオテンプレート極限加工技術などの独自の知的ナノプロセス技術を駆使することによって初めてそのような加工が可能となります。



### 地殻環境エネルギー研究分野



教授  
伊藤 高敏



助教  
椋平 祐輔

”Geomechanics = Geo(地球) + Mechanics(力学)”による地球温暖化ガスを削減するためのエネルギーと新技術の開発

近年、非在来型資源開発の発展と共に、Geomechanics(ジオメカニクス)の理解が、地下の破壊現象の理解や資源開発に重要であることが分かってきました。当研究分野では、ジオメカニクスを軸に、二酸化炭素地下貯留、メタンハイドレート、非在来型資源、高精度地殻応力測定、超臨界地熱開発を対象として研究を実施しています。地球環境問題とエネルギー問題の解決を目指し、地殻内に天然に存在する特殊環境(温度、圧力、閉鎖性)を高度に利用することで、調和のとれた人と自然の関係を達成することを目指した様々な研究を行っています。

地熱や非在来型石油・ガス資源の開発では、地下の対象地層にかかっている地殻応力が、流体資源の生産性を決定する重要なパラメータとなります。対象深部地下岩体のボーリングで回収される地下岩石片(コア)の変形を高精度に測定することで、従来は困難であった地殻応力を直接推定する手法の開発を行っています。

国外の地熱や非在来型石油・ガス資源の開発時に稀に地震が発生し地上の設備に被害を与える事例があります。エネルギー開発のリスク低減の為に、岩石実験や実データ解析を通して、地殻応力、水と地震発生の関係性の解明を目指し、研究を行なっています。

### エネルギー動態研究分野



教授  
丸田 薫



准教授  
中村 寿



助教  
森井 雄飛

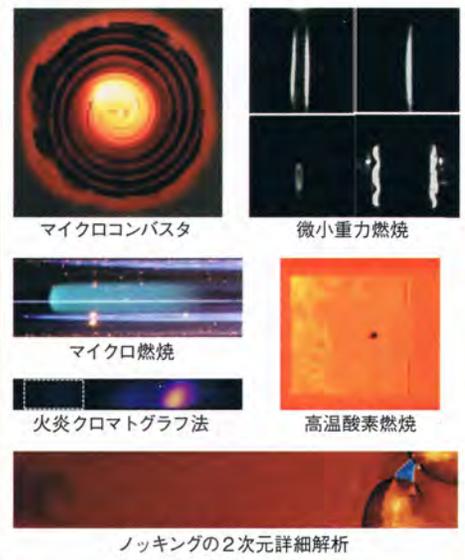


助教(数理科学連携研究センター)  
Ajit Kumar Dubey

当研究分野では、多様化する燃料の高度利用による革新的なエネルギー利用体系の構築を目指し、新コンセプト燃焼技術の研究開発に取り組んでいます。

新コンセプト燃焼による高エクセルギー効率燃焼システムの創成を通じ、エネルギー問題への貢献を目指しています。具体的には、マイクロ燃焼、微小重力場燃焼、高温酸素燃焼を三つのキーワードとし、レシプロエンジンやガスタービン・工業炉など、実用燃焼機器における燃焼過程の高エクセルギー効率化を目指しています。

また、数値解析を用いた調査も進めており、大規模解析に向けた解析手法の構築及び開発手法を用いた研究を実施しています。



## システムエネルギー保全研究分野



(兼) 教授  
内一 哲哉



准教授  
三木 寛之

本研究室では材料の機能性を高めることによって、システムとしての信頼性と安定性を向上させる研究を進めています。材料プロセスの省エネルギー化やセンシング技術、材料評価技術等を用いた省エネルギーかつ高効率な機械システムの実現を目指しています。

具体的には、①動的な界面の制御技術を用いた高性能・多機能材料の創成、②中低温塑性プロセスによる高機能材料成形技術の開発、③センサ・アクチュエータの高度化のための電磁機能性材料の開発④ナノラスタ金属を分散した機能性薄膜材料の開発⑤電磁センシングによる水素脆性メカニズムの解明に関する研究を行っています。

### 新しい材料プロセスの創成

**圧縮せん断プロセスによる高性能・高機能材料の創成**

塑性変形によって金属粉やワイヤ材を常温で固化成形する圧縮せん断法を用いて、致密な結晶粒を持つ高強度材料を開発する

これまでない機能を持った材料の開発

**センサ・アクチュエータの高度化のための電磁機能性材料の開発**

物理・化学的手法を用いて強度や電磁機能性に優れた材料や、それらを用いた複合材料を開発する

薄層材料のナノ組織化

形状記憶合金を用いた熱電変換アクチュエータ

解凍し応力負荷による DLC センサの電気抵抗の変化

**中低温塑性プロセスによる高機能材料成形技術の開発**

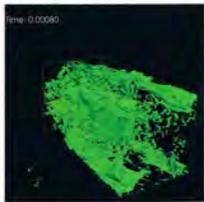
室温～200℃の温域で圧縮せん断法を行い、合金や化合物を原材料から直接固化成形する手法を開発する

電磁センシングによる材料評価技術の開発

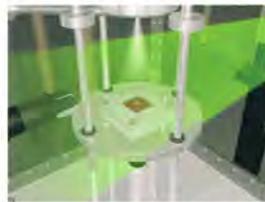
**電磁センシングによる水素脆性メカニズムの解明**

水素チャージしたオーステナイト系ステンレス鋼疲労試験片を対象とし、渦電流試験を用いた相分析により水素脆性メカニズムを明らかにする

水素チャージの有無により疲労亀裂周りの渦電流信号が変化 EBSD による相分析結果と一致



高圧タンクき裂伝ばを伴う水素漏えい現象に関する流体-構造体連成コンピューティング



極低温ファイン固体粒子噴霧を用いたナノデバイスクリーニング

## 混相流動エネルギー研究分野



教授  
石本 淳



助教  
落合 直哉

### マルチスケール異分野融合型混相エネルギーシステムの創成

本研究分野では、超並列分散型コンピューティングと先端的光学計測の革新的融合研究に基づくマルチスケール先端混相流体解析手法の開発・体系化を目指している。さらに、高密度水素に代表される環境調和型エネルギーに直結した新しい混相流体システムとそれに伴うリスク科学の創成を目的とした基盤研究を推進している。特に、サブミクロン・ナノオーダー極低温微細粒子の有する高機能性に着目し、ヘリウムを使用しない新型の一成分ラバルノズル方式によって生成される超音速極低温微細粒子噴霧の活用による環境調和型ナノクリーニング技術の創成、ならびに太陽電池・タッチパネル用ITO 膜(酸化インジウムスズ)のはく離技術に関し、異分野融合型の研究開発を行っている。また、メガソニック洗浄における粒子除去メカニズムの解明のため、メガソニック場中の複数気泡ダイナミクスの大規模数値解析を行っている。さらには、自然災害リスク科学における混相流体力学的アプローチとして、漂流物・震災がれきが混入した津波ダメージや衝撃力、また、メガフロートを用いた沖合津波の波高軽減効果を評価するFSIスーパーコンピューティング(模擬実験)技術を開発している。

## 次世代電池ナノ流動制御研究分野



教授  
徳増 崇

近年の地球温暖化問題、原発問題などから、クリーンなエネルギー源である太陽電池、リチウムイオン電池、燃料電池等の開発が世界的に急がれています。

これら電池の効率を向上させ、コストを低下させるには、電池内部で起こっている反応物質の流動を把握し、制御することが必要不可欠ですが、電池内部はナノスケールレベルの非常に微細な構造の集合体により構成されているため、通常の実験・計算技術ではその流れの様相を正確に把握することができません。本研究分野では、このような電池内部の反応物質の「流動」、すなわち輸送現象をスーパーコンピュータを用いた大規模量子/分子動力学法により解析し、その現象の特性を把握し、影響を及ぼす支配因子を特定することによって、高効率・低コストな次世代電池の理論設計を行うことを目指して研究を行っています。

### 数値シミュレーション (量子科学計算・分子動力学法・粗視化法) を用いて燃料電池内部での物質輸送特性と材料の構造特性の相関を解析

**高分子電解質膜**

水分子の連結特性とプロトン輸送特性の相関

高分子電解質膜の自己組織化メカニズム

**ガス拡散層・撥水層**

ナノ液滴の輸送現象

ナノ多孔体内の凝縮現象と表面のぬれ性の相関

**触媒層 (電極)**

アイオノマー(厚さ数 nm の高分子薄膜)での触媒層形成プロセス

触媒層の粗構造形成プロセス

触媒層の粗構造形成プロセス

触媒層の粗構造形成プロセス



## 組織

研究分野	所属教員
グリーンナノテクノロジー研究分野	教授：寒川 誠二 客員教授：遠藤 和彦 助教：都甲 将
地殻環境エネルギー研究分野	教授：伊藤 高敏 助教：椋平 祐輔
エネルギー動態研究分野	教授：丸田 薫 准教授：中村 寿 助教：森井 雄飛 助教：(数理科学連携研究センター) Ajit Kumar Dubey
システムエネルギー保全研究分野	(兼)教授：内一 哲哉 准教授：三木 寛之
混相流動エネルギー研究分野	教授：石本 淳 助教：落合 直哉
エネルギー科学技術研究分野	客員教授：福山 敦彦
先端エネルギー工学研究分野	国際研究教育センター(GCORE) 客員教授：Yiming Li(2018年7月12日～8月21日) Pierre CALMON(2018年8月10日～9月10日) Philippe GUY(2018年8月24日～10月5日) Chenguang LAI(2019年1月23日～2月28日) 客員准教授：KHALID M. SAQR(2018年10月11日～2019年1月31日)
次世代電池ナノ流動制御研究分野	教授：徳増 崇

## アクセス



IER 東北大学 流体科学研究所  
未到エネルギー研究センター

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1 TEL: 022-217-5302 FAX: 022-217-5311

URL <http://www.ifs.tohoku.ac.jp/mito/jpn/>