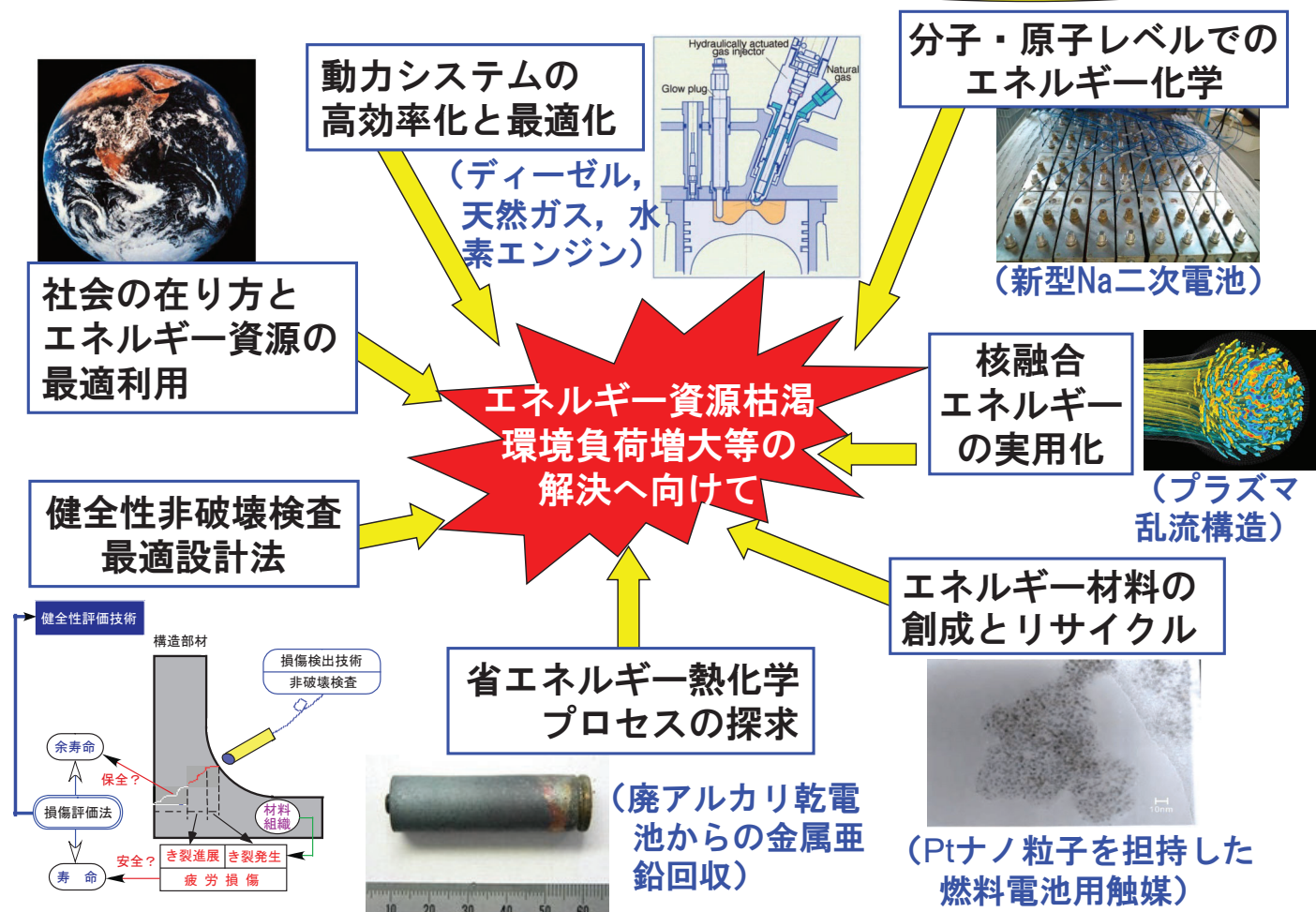


# エネルギー応用工学コース

どういうことを研究??



# エネルギー応用工学コース

どんな科目を学ぶ??



基礎: 数学(微分積分学, 線形代数学, 工業数学), 物理学, 物理化学

# エネルギー社会工学分野

准教授:奥村英之, 准教授:小川敬也

技術職員:武本庸平, 秘書:岡田玲香

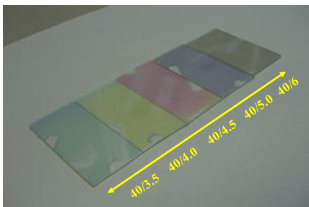
エネルギー社会工学分野では、地球環境調和型社会システムの構築を目指し、エネルギーや資源の有効利用と評価システムの体系化に関する研究を行っています。資源生産性の向上、すなわち出来るだけ少ない資源(エネルギー資源、鉱物資源、土地資源など)で出来るだけ豊かな暮らしを提供するにはどうしたらよいか?を目的として、以下のような研究を進めています。

## ■材料科学からのアプローチ■

「機能性材料・新素材(エコマテリアル)の開発」と「新しいプロセス(エコプロセス)の開発」の2つを軸とし、材料という観点から地球環境に優しい資源の有効利用を研究しています。

### 主な研究テーマ

- ✚ 高機能(光)触媒材料の開発



反応性 RF スパッタリングによる窒素ドーパ酸化チタン薄膜を作製し、光触媒能を評価

- ✚ 光触媒等を利用した二酸化炭素固定/変換プロセスの開発や水分解用光触媒の研究
- ✚ 効率的エネルギーキャリアや農業肥料等に資する高効率アンモニア合成とプロトン伝導膜作製
- ✚ 磁場による材料/プロセスの高機能・高効率化
- ✚ Li 窒化硼素層間化合物の作成と二次電池の電極への応用

Q 太陽電池等の透明電極にも用いるITO材は、In(インジウム)が枯渇すると聞きましたが?

A Inに置き換わるものとしてZnが目されています。当研究室でもAlをドーパしたZnOを研究していて既に一部が実用化されています。

## ■社会分析・評価からのアプローチ■

LCA や産業連関分析法によって、既存もしくは新しい製品、プロセスおよびシステムの環境影響評価を行い、地球環境との調和について研究しています。

### 主な研究テーマ

- ✚ シナリオ分析に基づく廃棄物・資源管理戦略
- ✚ 地域再生可能エネルギー導入計画策定
- ✚ 新規アンモニア合成プロセスの経済性評価
- ✚ エネルギーリテラシーの構造分析

Q 最近太陽電池をあちこちで見ると、どれだけ役立っているのかよくわからないのですが?

A 2022年で太陽光発電は9.6%程度をまかなっており、日本全体の年間電力需要に対する自然エネルギーの割合は20.5%に増加しています。今後、更なる普及が期待されます。研究室では次世代半透明太陽電池の農業応用についても分析しています。

Q いろいろとテーマがあるのはわかりましたが、どのように関連しているのですか?

A 太陽光を利用して環境汚染物質を分解、二酸化炭素を有効利用、水を分解して水素を製造したり農業肥料に役立つアンモニアを合成したりなどの研究だけでは実用になりません。その技術がどの程度役に立つかをLCAなどを用いて評価するとともに、さらに効果的な利用法や制度などについても考えて、本当に役に立つ技術にしていかなければならない、と考えています。

# 量子エネルギープロセス分野

(量子化された状態を巧みに利用するエネルギー変換材料を創る)

佐川 尚 教授 蜂谷 寛 准教授



<http://www.quantenepro.energy.kyoto-u.ac.jp>

## 研究概要

自然光である太陽光や人工光であるレーザーを利用する材料について研究しています。すなわち、

- (1) 金属硫化物や金属酸化物の量子ドット、ナノワイヤー、導電性ポリマーやらせんポリマーのナノファイバーなどの新材料の設計と多重積層薄膜作製プロセスの開発
- (2) 上記材料の光学特性評価、電気特性評価
- (3) 上記材料を用いたエネルギー変換素子の組み立ておよび光電変換や発光などの機能評価

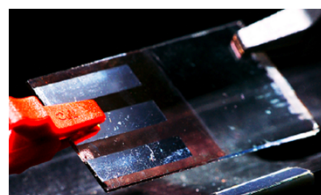
を行なっています。

## 研究実施例

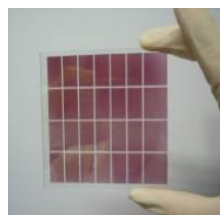
当分野で作製した材料とそれらの材料を用いたエネルギー変換素子の研究実施例を以下に示します。



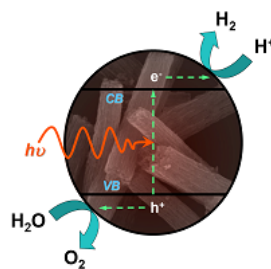
種々の金属硫化物量子ドットが示す多様な発光特性



金属酸化物や金属硫化物のナノ構造体と導電性ポリマーを積層して作製した有機無機ハイブリッド太陽電池



スプレー塗布法で作製した有機薄膜太陽電池 (4×7 = 28) モジュール



水素発生用の金属酸化物ファイバー光触媒

以上のように、ナノテクノロジーを利用した太陽光エネルギー利用・変換システムの材料・プロセス設計と高機能化を検討します。エネルギー変換効率の低さや、不安定性といった理工学的な問題の解決に向けて、高変換効率新材料・高耐久性材料作製プロセスを検討しています。



# エネルギー化学分野

## (分子・原子レベルでのエネルギー変換と貯蔵)

萩原理加 教授 松本一彦 准教授 黄珍光 助教

### 二次電池 Secondary Batteries

近年、二次電池はすでに実用化しているモバイル機器だけでなく、自動車用電源や余剰電力貯蔵への利用を目的に大型化・高出力化が盛んに研究されています。

大型化・高出力化するに当たっては安全性を高める必要があります。我々は可燃性溶媒を用いている現在の二次電池のかわりに、難燃性であるイオン液体を用いた新しい二次電池を提案しています。また、レアメタルの使用について、将来、大量に二次電池が普及した場合は資源枯渇の懸念があるため、特に資源偏在性が低いナトリウムを用いた二次電池に注目し、低温から高温まで幅広い温度域で作動する二次電池を開発しています。

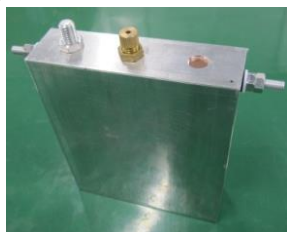


図1 イオン液体を用いたナトリウム電池

### 機能性フッ素化合物 Functional fluorides

フッ素は全元素中最も大きな電気陰性度を持ち、ハロゲン中で最も小さな原子半径を持つため、その化合物は高い機能性を発現します。例えば、電池用

電解液の多くには高電圧に対して安定性の高いフッ化物が使用されていますし、フライパンの表面には高温において安定であり、焦げ付きにくいフッ素系高分子であるテフロンが使用されています。

我々は取扱いが難しい無機フッ化物を用いて、新規化合物を合成し、その物性や構造を調べることで、様々な場面で役立つフッ素化合物の開発に取り組んでいます。

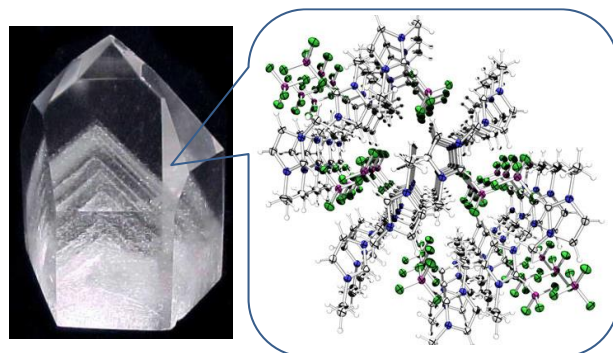


図2 フッ素化合物の結晶構造決定

### イオン液体 Ionic Liquids

イオン液体は第3の液体ともよばれ、塩化ナトリウムと同様に陽イオンと陰イオンから成るイオン性の化合物であるにもかかわらず、室温付近で液体となる物質です(水でも有機溶媒でもないという意味で第3の液体)。イオン間のクーロン相互作用を弱めるため、比較的大きな陽イオンや陰イオンを用いることでこのような状態を作り出すことができます。

我々はイオン液体の難揮発性、難燃性、低融点という特長を生かして、安全な二次電池や電気化学キャパシタへの応用を目指した研究を行っています。また、これまでに世界で最もイオン電度率の高いイオン液体の開発に成功しています。さらに、原子、分子レベルでのミクロな構造的特徴をマクロなイオン液体物性につなげるという視点で基礎研究も行っています。



# プラズマ・核融合基礎学分野

石澤 明宏 教授

今寺 賢志 准教授

松井 隆太郎 助教

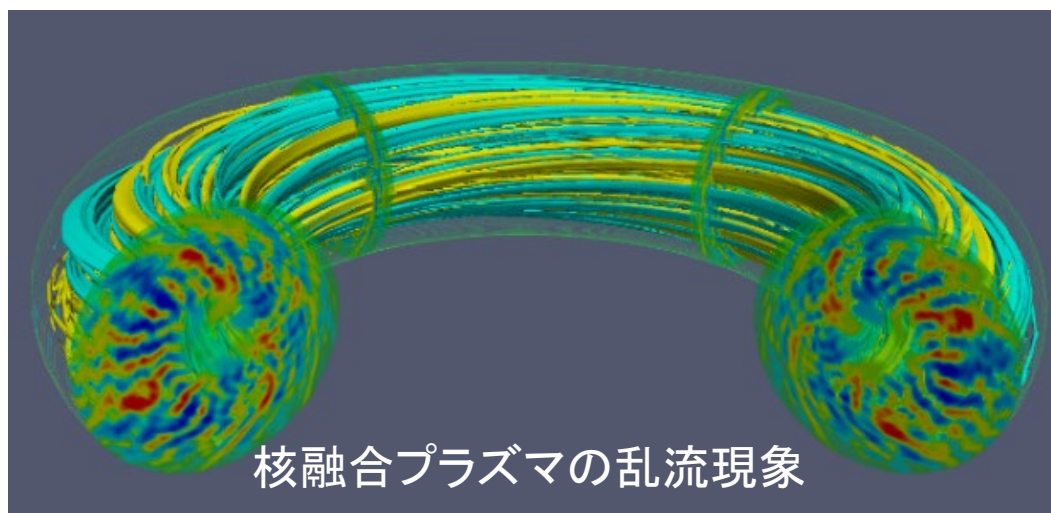
宇宙で最も普遍的な物質状態である「プラズマ」は、高い自由度を有する荷電粒子多体系です。このプラズマが創出する複雑現象の探求は、**カーボンニュートラルなエネルギー源として期待されている核融合**や、**プラズマ過程が深く関与する宇宙・天体物理の物質科学の進展**に重要な役割を果たします。

我々の研究室では、そのようなプラズマの複雑な非線形・非平衡現象を、**スーパーコンピュータによる数値シミュレーション**や**統計・乱流・カオス理論**により研究しています。そして、核融合や宇宙・天体プラズマを中心に、光量子など産業応用も視野に入れた幅広い理論研究と教育に取り組んでいます。

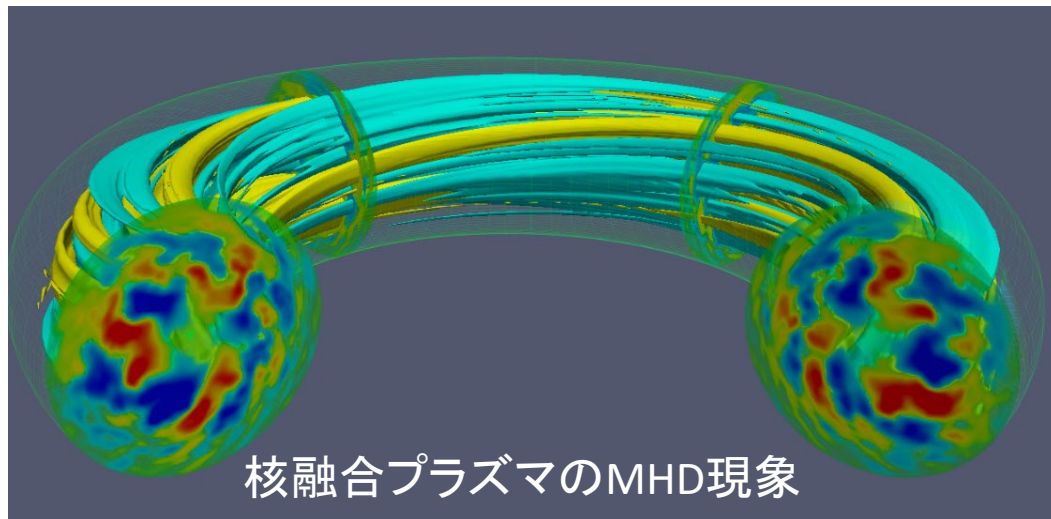
## 01 核融合プラズマの乱流現象および電磁流体现象に関する理論・シミュレーション

**カ**ーボンニュートラルなエネルギー源として期待されている核融合に関する研究は、国際熱核融合実験炉ITERが2025年頃に稼働開始を予定しており、21世紀後半における実用化を目指して、今まさに大きな転換期を迎えようとしています。

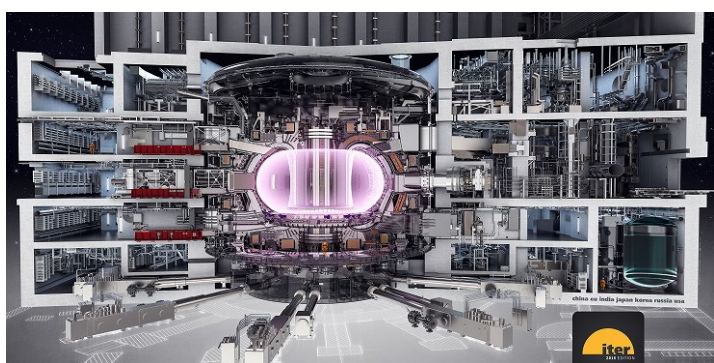
プラズマ・核融合基礎学分野では、核融合におけるミクロな乱流現象やそれに伴う自発的秩序形成、及び電磁流体(MHD)現象と呼ばれるマクロなダイナミクスに関する理論・数値シミュレーションを行うことで、そのような**核融合エネルギーの実現**を目指しています。また同様のダイナミクスによって支配される宇宙プラズマも対象とすることで、**プラズマ物理の多角的な理解**を行っています。



核融合プラズマの乱流現象

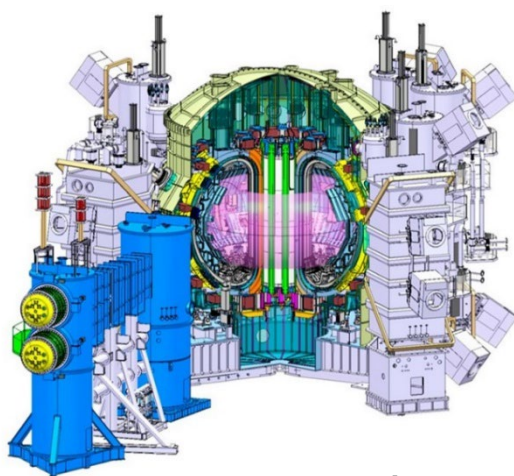


核融合プラズマのMHD現象



国際熱核融合実験炉 (ITER機構)

[<https://www.fusion.qst.go.jp/>]

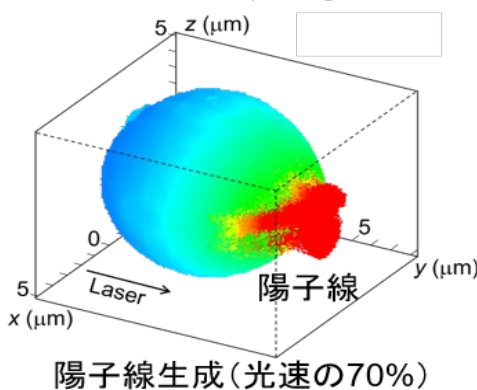


JT-60SA (日本)

[<https://www.qst.go.jp/site/jt60/>]

## 02 レーザー生成高エネルギー密度プラズマに関する実験・シミュレーション

高エネルギー密度プラズマは、次世代の小型の粒子線がん治療装置の開発など、医療・産業等への幅広い応用研究が期待されています。

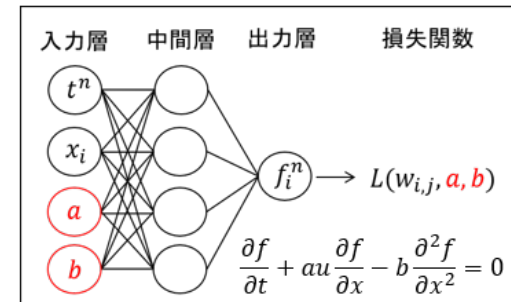


陽子線生成 (光速の70%)

プラズマ・核融合基礎学分野では、超高強度レーザーと物質との相互作用の実験・シミュレーション研究を基礎に、**高エネルギー密度状態の科学に関わる様々な学術・応用研究**に取り組んでいます。

## 03 データ駆動的アプローチを用いたプラズマ現象の数理モデリング

プラズマ・核融合基礎学分野ではまた、得られたデータを機械学習することで、そのデータがどのような物理方程式系で支配されているか推論するアルゴリズムを開発し、**プラズマ現象の数理モデリング**を試みています。



研究室 URL

<http://plasma-fusion.energy.kyoto-u.ac.jp/>



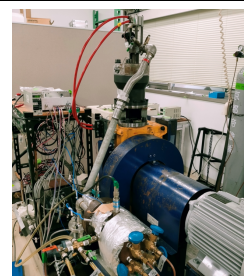
# 熱エネルギー変換分野（クリーン燃焼の研究）

教授 林 潤, 准教授 堀部 直人

カーボンニュートラル (CN) 社会の実現に向けて、熱機関およびこれを中心とする動力システムの高効率化、水素や合成燃料などの新燃料の有効活用が不可欠であり、その利用に際して、有害物質の排出防止を図ることも重要です。本分野では、上記を目的とした研究・開発を進めており、主に、(1) 水素やそれをもとに製造される合成燃料などの新燃料を用いる機関の熱効率向上と排気浄化、(2) ディーゼル機関およびガス機関などの高熱効率化手法の立案、(3) 燃料噴霧、噴流の着火・燃焼現象の解明、(4) 熱機関の燃焼室内における壁面熱伝達現象の解明、(5) エネルギー損失を低減・回収するシステムの総合的検討、などを行っています。

## 水素および CN 燃料の高効率利用

燃焼機器における水素の活用は CN 社会を実現するうえで必須のアイテムと言われており、内燃機関においても水素の利用が強く望まれています。水素を専焼で用いるだけでなく、メタンとの混焼や、水素をもとに製造された合成燃料との混焼利用においても、高熱効率かつ低エミッションで運転するための設計・運転指針を明らかにするために、エンジン実機を用いた研究や、燃焼過程および壁面からの非定常な熱伝達過程を明らかにするための研究を行っています。



燃焼可視化テストベンチ

## 反応性流体と熱移動に関する基礎試験

反応性流体は、宇宙機推進を含めて多くの機器に用いられており、CN を目指した既存燃料の燃焼改善だけでなく、新燃料の燃焼機構に対する研究開発が望まれています。特に複数の物理状態 (相) が混在する環境における燃焼現象は、複雑であり効率が良く、環境負荷物質の排出の少ない燃焼が求められます。(右図: 小型宇宙機の推進に用いられるスラスタ内部で起こる燃焼現象と壁面冷却を模擬した試験の図) 本研究室では、実用機器内の複雑な環境を、単純な反応性流れ場を用いて表現することで、物理現象を抽出するための研究を行っています。



図: 左) こうのとり の 外 観, 中) スラスタ 模 式 図, 右 上) スラスタ 内 部 の 燃 焼 の 様 子, 右 中 下) スラスタ 壁 面 に 形 成 さ れ る 液 膜 を 模 擬 し た 実 験 の 様 子

## プラズマ支援を用いた点火・燃焼制御

燃料の希薄化などによって顕在化する燃焼の不安定化を解決することを目的として、誘電体バリア放電を未燃混合気および燃焼場に対する重畳や、レーザー点火、ナノ秒繰り返し放電による点火支援などのプラズマや電界を用いた燃焼支援・点火支援に関する研究を行っています。プラズマを利用した点火支援によって、反応始動に必要な時間が短縮する (右図) ことが示されるなど、低炭素社会を実現するために必要な技術として期待されています。

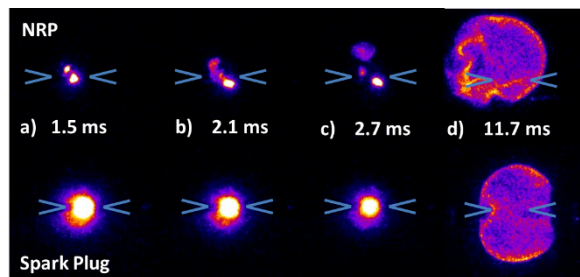


図: ナノ秒繰り返し放電 (NRP) と火花放電によって形成される火炎核の成長の様子。

研究室ホームページ : <http://cpel.energy.kyoto-u.ac.jp>

# 変換システム分野（クリーンエンジンの研究）

教授 川那辺 洋

高効率、安全かつ環境に調和した熱エネルギー変換システムの設計・制御・評価を目的として、種々の変換システム構築の基礎となる熱流体媒体の物理・化学過程の解明とその制御に関する研究を行います。特に、流速・温度・濃度などのレーザー画像計測、ガス流動と燃焼の数値流体力学シミュレーション、有害物質生成の反応動力学、などの燃焼診断・予測手法を基礎として、気体噴流・液体噴霧の挙動ならびに着火・燃焼過程の解析、自由噴流火炎および噴霧火炎における乱流混合とその作用、低環境負荷システム制御とその関連事項などを対象とします。

## エンジン燃焼に関する基礎的研究－複雑な燃焼現象の解明

当研究室では高出力・高効率でクリーンなディーゼル機関を実現するために、過給装置および電子制御高圧燃料噴射システムを備えた単気筒ディーゼル機関を用いて、PCCI 燃焼などの新燃焼方式を含めた燃焼制御ならびに新燃料や排気後処理に関する実験研究を実施しています。

またガスエンジンに他対して、出力全域での高い熱効率を実現するために、過給装置を備えた単気筒機関を用いて、予混合圧縮着火（PCCI）燃焼や軽油を着火油として用いるディーゼルデュアルフューエル（DDF）方式の燃焼に関する実験研究を行っています。



エンジンテストベンチ  
(性能・排気試験, 可視化)

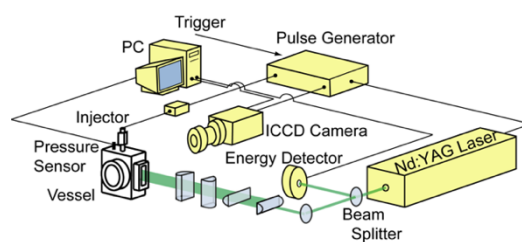
## レーザーを応用した燃焼計測・診断

空気-燃料の混合は、各種燃焼システムの中で基本かつ重要な過程です。効率的な燃焼制御や有害物質生成の予測・抑制のためには、その流動および混合について理解を深める必要があります。

当研究室では、PIV（粒子画像流速測定法）や LIF（レーザー誘起蛍光法）等の各種レーザー計測法を用いて、自由噴流・噴流火炎の流動、濃度および温度の計測を行い、噴流の混合過程の解明を試みています。



点火栓周りの流れ場計測結果（PIV 結果）

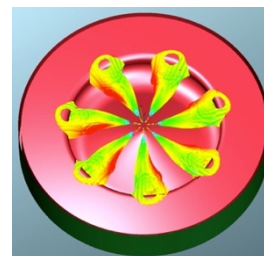


レーザー光学計測 装置配置図（LIF 法）

## 流れと燃焼のシミュレーション

当研究室では、シミュレーションによる燃焼現象の理解や、より有用なシミュレーションツールの構築を目指して、次のような研究を実施しています。

1. FAE (Flame Area Evolution) モデルを用いた火花点火機関内燃焼の CFD シミュレーション
2. セル内の混合気濃度・温度の不均一性を考慮した RANS による PCCI 燃焼のシミュレーション
3. CFD に組み込み可能な化学反応動力学モデルの開発
4. Soot 生成・酸化モデルの開発
5. ゼロ次元確率過程論混合燃焼モデルの開発



エンジン筒内の数値解析  
(燃料濃度分布)

研究室ホームページ : <http://cpel.energy.kyoto-u.ac.jp>

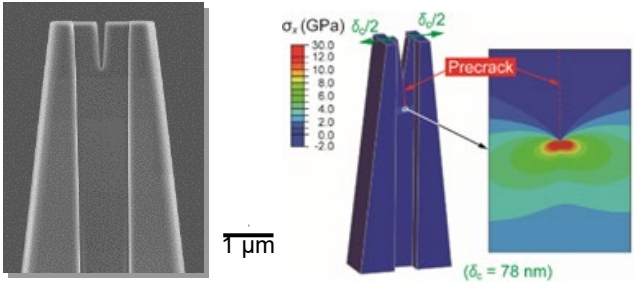
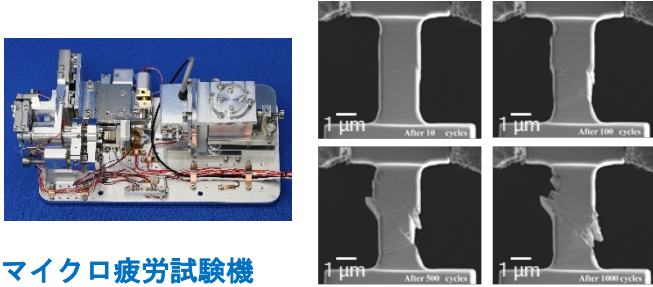
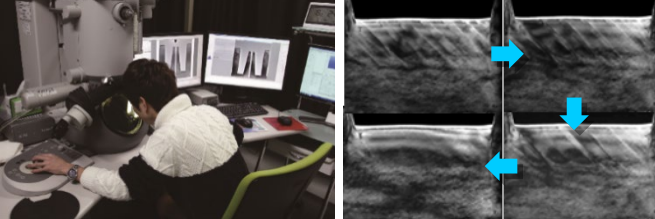
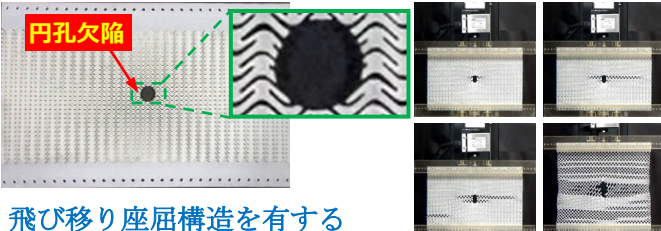
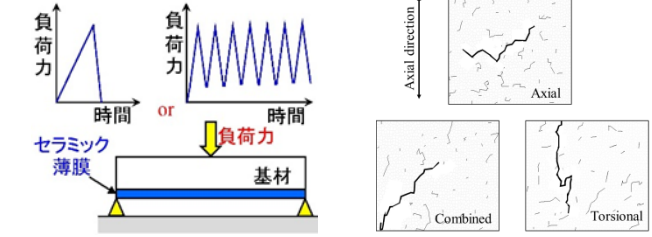
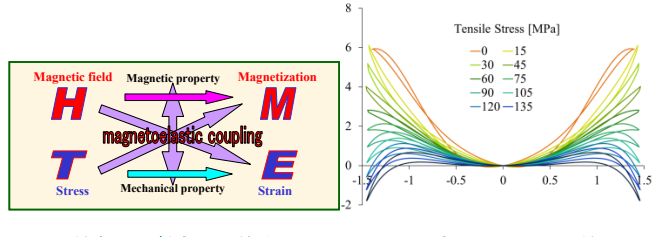


# エネルギー材料設計分野

## (新機能創出型材料のナノ・マルチフィジックス特性の解明と設計)

教授 澄川 貴志 准教授 安部 正高

エネルギー関連材料におけるナノ・マイクロオーダー特有の強度・疲労特性やマルチフィジックス特性に着目した新機能創出型材料の設計を目指し、実験的・解析的研究を行っています。

ナノスケール場の破壊力学	ナノ・マイクロ材料の疲労
<p>き裂先端には応力が無限大に発散する特異応力場が存在します。材料の強さを表す重要な指標の一つである破壊じん性値は、この特異応力場に着目して定義されています。材料がナノサイズまで小さくなるとこの概念に疑義が生じるため、実験と解析による解明を試みています。</p>	<p>構造物の破壊原因の多くが疲労によるものですが、ナノ・マイクロ材料の場合、特有の疲労挙動を示す可能性が示唆されています。三次元的なナノ・マイクロサイズの材料の疲労試験については、世界トップの技術を有しており、その解明を行っています。</p>
 <p><b>試験片 (シリコン)</b>      <b>応力解析結果</b></p> <p>(<math>\delta_c = 78 \text{ nm}</math>)</p>	 <p><b>マイクロ疲労試験機 (当研究室で開発)</b>      <b>疲労損傷の様子</b></p>
ナノ構造体のマルチフィジックス	メカニカルメタマテリアル
<p>ナノスケールまで材料が小さくなると、強誘電性、磁性および電気特性等の物性は、力学場と特有の相互作用を示します。シミュレーションでは解明・予測できない事象も多く、その力学作用を電子顕微鏡内で実験的に明らかにしています。</p>	<p>材料中に制御した人工的な構造を持たせることで、自然界の物質では現れない物性を示す「メタマテリアル (物質を超える物質)」を創り出すことができます。3次元プリンタを用いてメタマテリアルを作製し、その変形・破壊挙動の研究を行っています。</p>
 <p><b>電子顕微鏡内での測定</b>      <b>引張負荷とドメイン変化</b></p>	 <p><b>飛び移り座屈構造を有するメタマテリアル</b>      <b>負荷試験の様子</b></p>
薄膜被覆材の疲労特性	電磁気材料のモデル化
<p>IC基板や電子デバイスなどに多用されている薄膜被覆材料の長期耐用性は、実用環境に即して評価する必要があります。そこで、実際にスパッタ装置を用いて、セラミックス被覆材料を創製し、その強度特性や疲労特性を評価する手法を構築するための研究を行っています。</p>	<p>将来のエネルギーや動力、IT社会を担う核融合炉、電気自動車、超電導リニアやマイクロデバイスにおいて中心的な役割を果たしている電磁気材料に特有な、力や変形と電磁気的な特性の相互作用をモデル化する研究を行っています。</p>
 <p><b>セラミックス被覆材料の疲労</b>      <b>疲労き裂成長解析</b></p>	 <p><b>磁気力学相互作用</b>      <b>応力下での磁歪</b></p>



# 機能システム設計分野

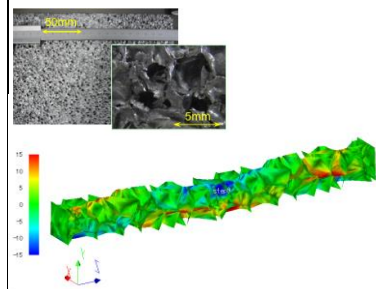
## (未来を担う材料開発と非破壊評価技術)

教授 今谷 勝次 准教授 木下 勝之

構造材料だけでなく、電磁気・光材料、形状記憶材料や発泡金属材料など、より高機能な先進材料等の変形や機能を、理論や実験、コンピュータシミュレーションによって解明し、より高機能で知的な材料システムを設計、創製することを目指しています。また、材料のモデリングならびに熱、超音波、電磁場を利用した機械材料や構造物の機能の劣化、損傷・欠陥などを評価する非破壊計測技術の開発にも力を入れています。

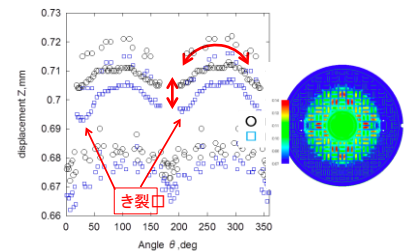
### 複雑だが、究極の軽量材料（材料のモデリング）

気孔率が 90%を超える発泡金属に代表されるセル構造体は、究極の軽量材料と言えます。セルは複雑な構造を持つため、簡単な実験プロセスのシミュレーションでさえも、膨大な計算時間を要します。このような複雑な構造を持つ物質の変形機構を理解した上で、機械特性や機能特性を記述できる新しい巨視的材料モデルを構築し、利用促進/機能向上に貢献しています。



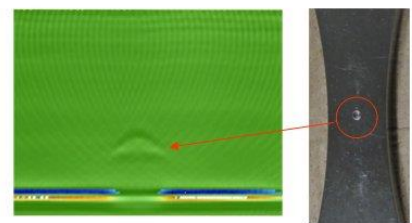
### 温度と変形を連成させて、背面のき裂を探る

下を向いて道路を歩いてみてください... 10分も歩くうちに数十基のマンホールを見つけることができますよ。設置後数十年も経過したマンホールが一杯あるのです。それが突然壊れたら、社会基盤設備の健全性を確保するために、表面から熱を加え、構造表面の凹凸や変形を計測することで、裏面を見ることなしにその場で危険なき裂を見つける探傷装置を開発しています。



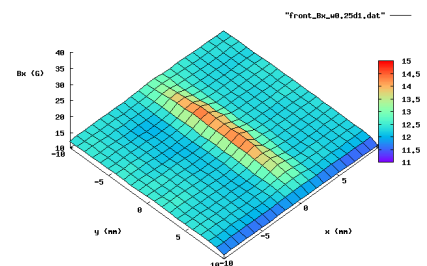
### 超音波を利用して、材料の内部を見るようにする

超音波は、医学での内臓検査や漁業での魚群探知機など様々な場所で活躍しています。最近ではフェーズドアレイと呼ばれる超音波を送受信できる素子を多数並べて、材料の内部を可視化する手法が注目されています。我々は、信号の処理方法に独自の手法を考案し、従来あるものより、より詳細に材料内部を可視化できる手法を研究しています。



### 材料の磁気的な特性を利用して、材料の応力や劣化を診断する

鉄鋼材料は、現在最も構造物や機械部品に使われている構造材料であるだけでなく、磁石にくっつきやすい強磁性という性質も持っています。この性質を持っている材料は力によって材料が変形したり、繰り返し使用され材料が劣化したりすると磁気的な特性が変化する特徴を持っています。我々は、それらの磁気的特性の変化を計測できる様々な計測法を開発しています。



# 材料プロセス科学分野

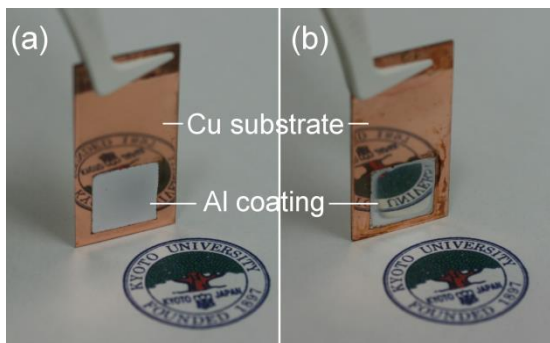
環境にやさしいプロセスで次世代の機能材料を創造する

教授：平藤 哲司， 准教授：三宅 正男， 助教：池之上 卓己

## アルミニウムめっき

アルミニウムは、高い耐食性をもち、資源が豊富で毒性がないため、耐食性めっきや装飾めっきに使用されている亜鉛やクロムの代替として期待されています。アルミニウムは水溶液からは電析できませんが、非水溶媒を浴に用いれば電析させることができます。

当研究室では、独自の有機溶媒（ジメチルスルホン）浴を用いるアルミニウム電気めっき技術の実用化を目指し、めっき膜を高純度化し、光沢化する添加剤の開発を行っています。また、このアルミニウム電析技術を発展させ、アルミニウム合金電析やポーラスアルミニウム材料の作製技術の開発にも取り組んでいます。



アルミニウムめっき膜の外観。光沢剤を発見し、金属光沢を有するアルミニウム膜を電析することに成功しました。

## 溶液プロセスによる半導体製膜

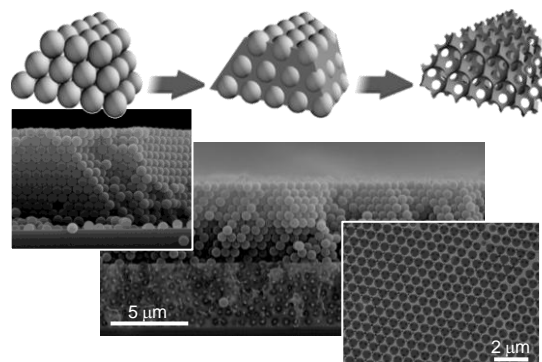
真空装置を利用しない大気圧プロセスは環境に優しい省エネルギーなプロセスとして期待されています。当研究室では、ミスト CVD 法や水溶液中での化学反応を利用した各種半

導体材料の製造プロセスの開発を行っています。

希少・有毒な元素を利用しない太陽電池の光吸収層として注目される硫化物半導体や ITO に代わる透明電極材料・発光デバイス材料として注目されている酸化亜鉛 (ZnO) など、環境に優しい材料系の高品質な製膜に関する研究を行っています。

## フォトリソグラフィ

三次元フォトリソグラフィ結晶は、光の波長と同程度の周期的な屈折率分布を三次元方向にもつナノ構造体です。従来の光学材料では実現できなかった“光の局在化”などの高度な光制御が可能となりえるため、次世代の光学材料として大きな期待が寄せられています。当研究室では、太陽電池などの光電変換デバイスへの応用を目指し、高品質フォトリソグラフィ結晶を作製する新規プロセスの開発を行っています。



テンプレート法による三次元フォトリソグラフィ結晶の作製プロセス。サブミクロン周期の三次元周期構造が形成されています。

研究室ホームページ

<http://www.mater.energy.kyoto-u.ac.jp>



# プロセス熱化学分野 (材料の生産とリサイクル)

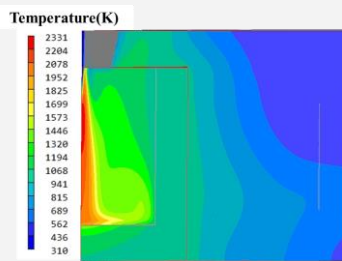
教授 柏谷悦章、准教授 長谷川将克、准教授 川西咲子

「熱化学(化学熱力学)」を基礎学理として、材料の生産プロセスの研究に取り組み、日本のCO<sub>2</sub>削減に貢献することを目指しています。各種材料の生産・リサイクルプロセスを熱化学的に解析し、どうすればより少ないエネルギーと資源で材料が生産できるかを追求しています。

## SDGs(Sustainable Development Goals)のためのプロセス開発

日本のCO<sub>2</sub>排出量の削減に向け、鉄鋼業でのグリーンエネルギー(水素)の有効利用が求められています。私たちは、製造時にCO<sub>2</sub>を生成しない「グリーン水素」の利用を念頭にプロセスを追求しています。

他にも、鉄鋼・非鉄製錬プロセスで発生するスラグの有効利用に向けた検討を行っています。



熱流体計算を用いた  
プロセスシミュレーション

## 酸化物の相平衡と成分活量

金属材料の生産では、不純物を酸化物相(スラグ)に吸収させますが、環境保護の観点からフッ素レス化やスラグ発生量の低減が求められています。

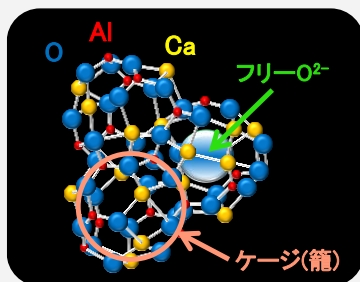
当研究室では、様々なスラグ系の相平衡関係や成分活量を明らかにし、工業的要請を満足する精錬能を持ったスラグの新しい設計指針を提供したいと考えています。



赤熱した試料

## ハロゲン元素の無害化

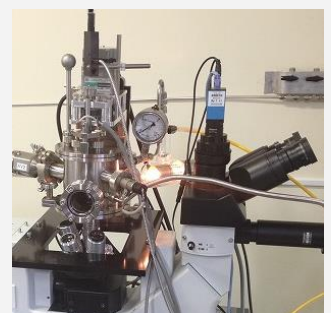
廃電池や廃プラスチックを再資源化する際、フッ素や塩素といったハロゲン元素が反応容器内に放出され、設備の腐食や有害物質生成等の問題が引き起こされる可能性があります。当研究室では、ハロゲン元素を酸化物中へ溶解して無害化する反応機構を熱力学的に解析しています。



塩素を吸収する包接化合物

## 高温反応場のその場観察

材料の高品質化や素材製造プロセスの高効率化を実現するため、反応場で生じるさまざまな現象の解明が求められています。そこで、最高1800℃まで観察可能なその場観察顕微鏡を開発しました。これを用いて、次世代半導体材料の結晶成長など、高温での複雑な界面現象を明らかにしています。



高温その場観察顕微鏡

