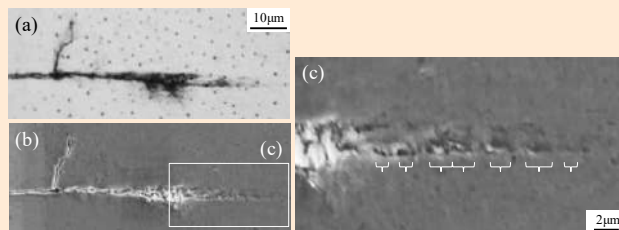
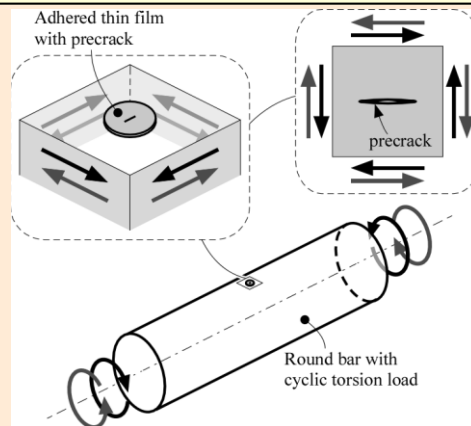


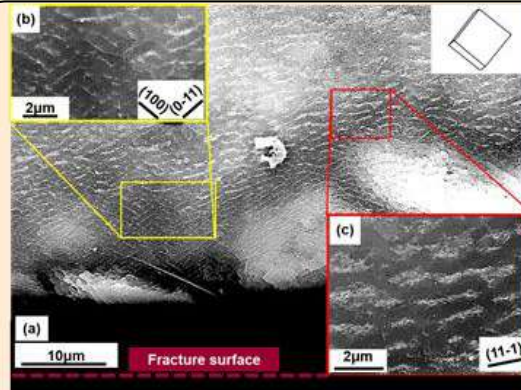


研究内容

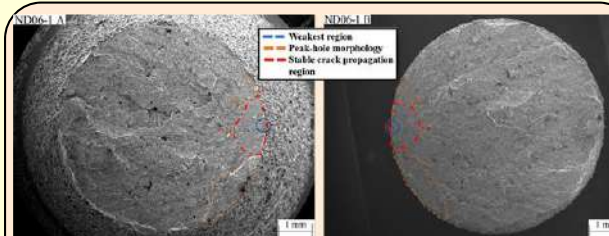
- 繰返し Mode II 負荷による損傷蓄積型疲労き裂進展現象の解明と予測手法の確立
- 金属疲労における破壊モード遷移機構解明と能動制御設計への応用
- 加工による材質変化を生じた材料の疲労強度設計を例とした部品強度学の構築
- 新素材の合理的疲労設計を目的とした疲労き裂閉口現象評価手法の開発
- 3Dプリンタを用いて製作される機械要素の合理的製造プロセスと安全設計手法の開発
- 水素環境下における金属疲労のメカニズム解明に関する研究



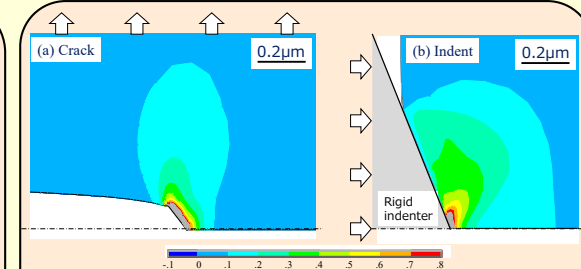
損傷蓄積型疲労き裂進展
現象の解明



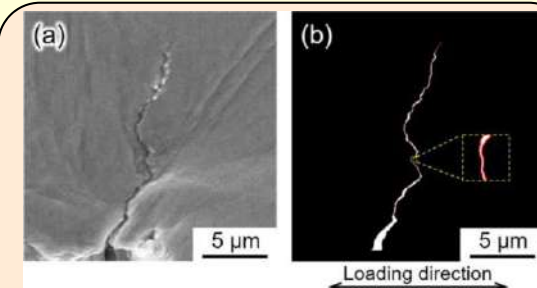
転位下部組織の解析



3Dプリンタ材の破壊解析



き裂と硬さの力学的
等価性シミュレーション

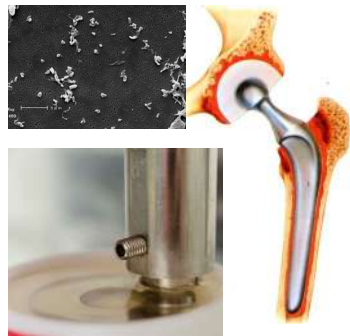


疲労き裂閉口現象解析

設計工学研究室

澤江 義則 教授, 山口 哲生 准教授, 森田 健敬 助教

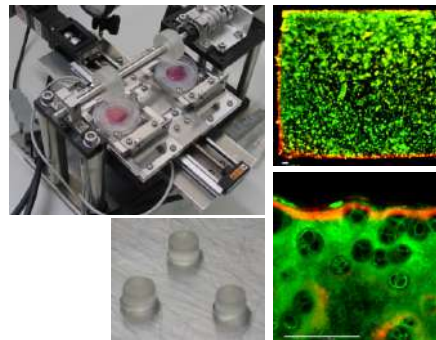
- 社会環境や生活様式の多様化とともに、機械システムには常に機能的進化が求められていますが、それを実現させるには、基礎から応用に渡る幅広い視野と既存の枠に囚われない柔軟な発想が不可欠です。
- 設計工学研究室では、新しい素材や要素技術、基礎理論を巧みに融合し、ソフトマター、金属・セラミクスなどの多様な材料を用いて、生体内から高圧水素環境に至る様々な場面で用いられる新しいデバイスを実現させるべく、機械要素設計に関する研究開発を行なっています。



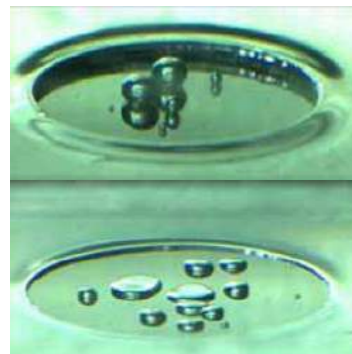
人工関節用樹脂材料
の
摩耗評価技術の確立



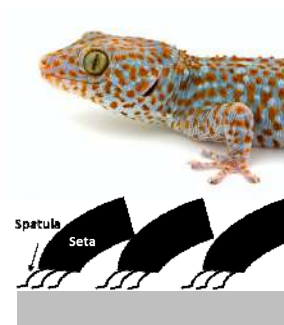
歯科インプラント・補綴デバイスの最適設計



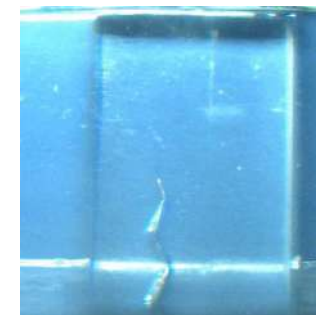
高機能再生軟骨組織の形成技術開発



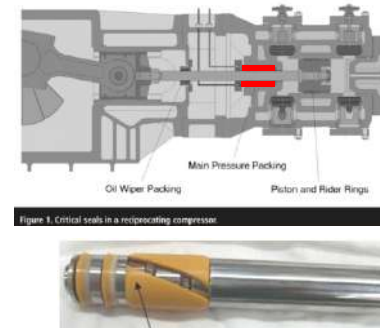
粘着剤の界面破壊と非線形レオロジー



ヤモリ模擬微細構造の開発



ゲルの疲労破壊とき裂パターン形成の数理



高圧水素インフラに用いる樹脂シール材の摩耗評価

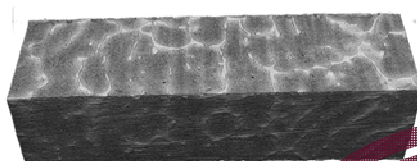
世界最大のシンクロトロン
放射光施設: SPring-8



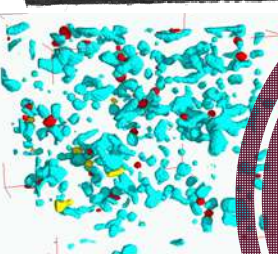
世界最先端の超高压
水素研究設備:
HYDROGENIUS



2D
から
“3D”へ

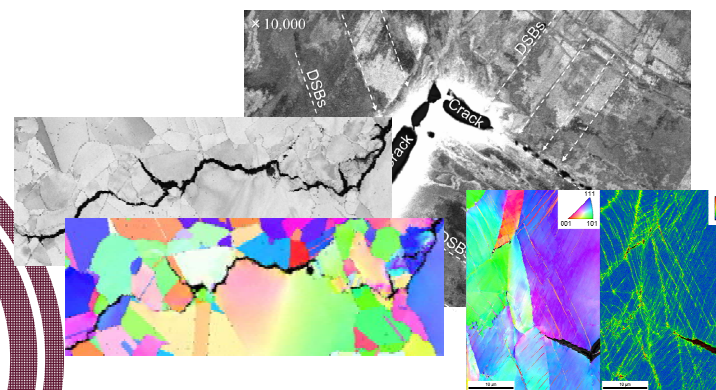


2D
から
“4D”へ



革新的
構造材料評価
×
強度設計

損傷プロセスの高精度可視化
3D/4D(3D+Time)イメージングによる
世界最先端のその場観察の実現



超高压水素環境での特性評価
水素起因の破壊メカニズム解明



©Boeing

チタン合金



©JR-central

アルミニウム合金

FCV



©TOYOTA

ステンレス鋼



©TATSUNO

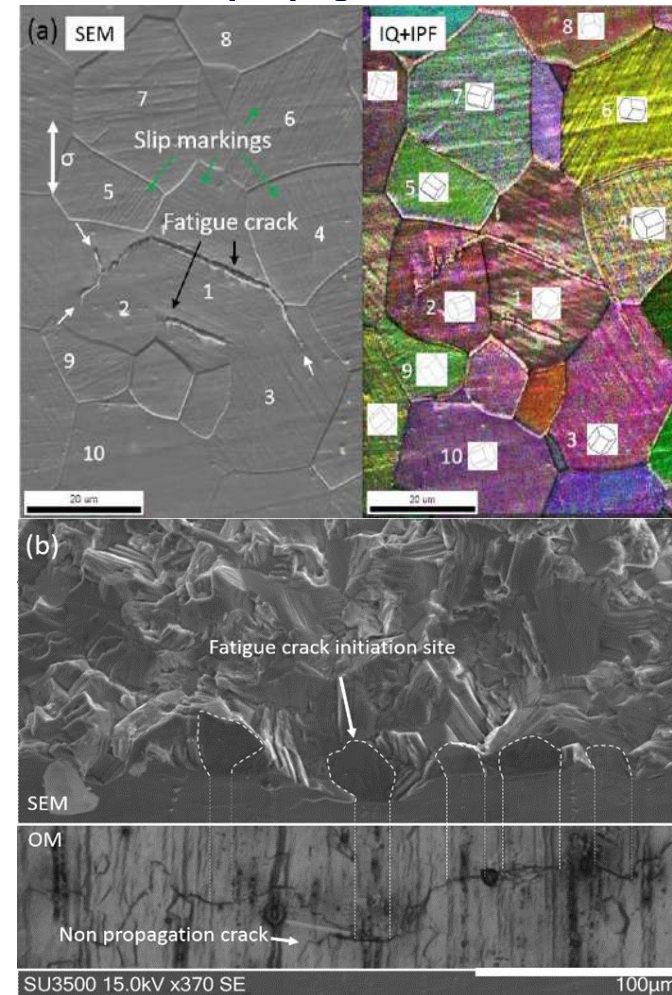
鉄基超合金



©JAXA

N基超合金

これまで知られてない真の破壊プロセス解明, 強度設計最適化



流体工学講座 流体制御研究室

渡邊 聡 教授,
津田 伸一 准教授, 片山 雄介 助教

流体機械の内部流れと関連する諸現象に関する研究

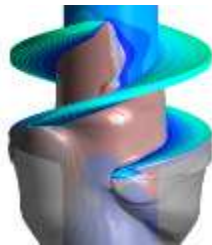
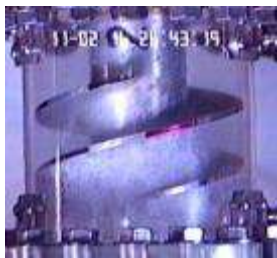
ポンプと不安定現象

- 次世代型二重反転形軸流ポンプの研究開発
- インデューサのキャビテーション不安定現象
- 多段遠心ポンプに作用する非定常流体力

自然エネルギーの有効利用

- ダリウス水車による超小水力の有効利用

インデューサの キャビテーションサージ



ダリウス水車の フィールド試験



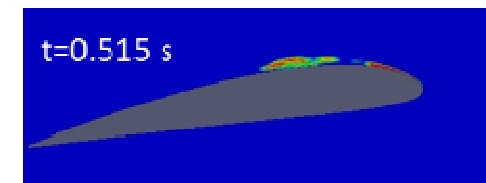
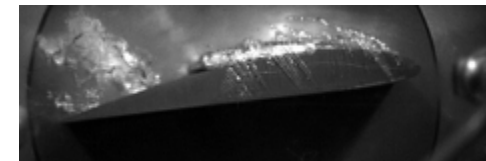
キャビテーション

- 翼・翼列の非定常キャビテーション流れ
- キャビテーションの熱的効果
- 自動車用トルクコンバータのキャビテーション

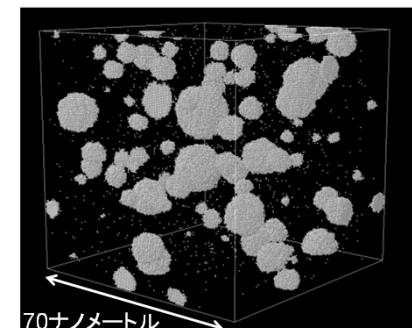
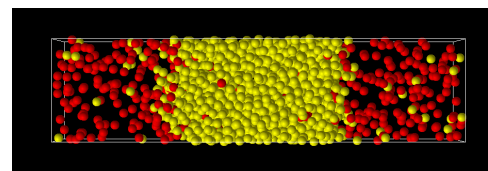
気液界面と気泡の微視的プロセス

- 気液界面における蒸発/凝縮の特性
- 液体ロケット燃料における気泡の発生過程

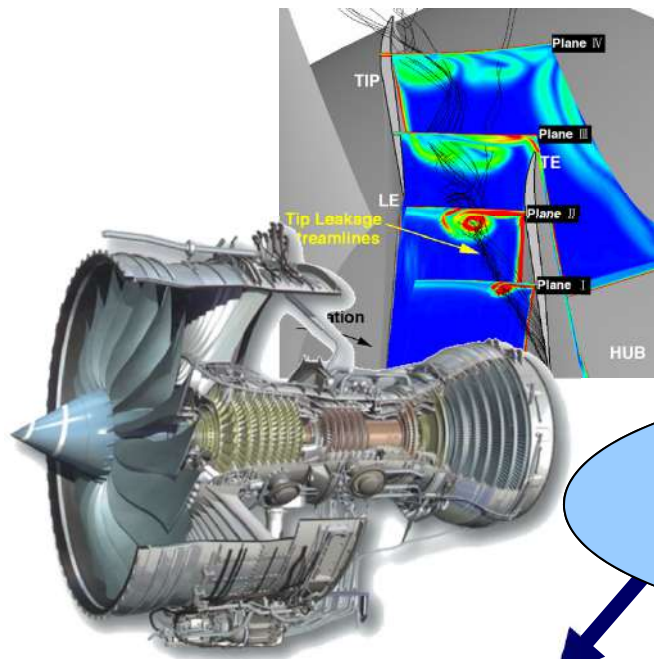
翼周りのキャビ テーション



気液界面および気泡の 分子シミュレーション



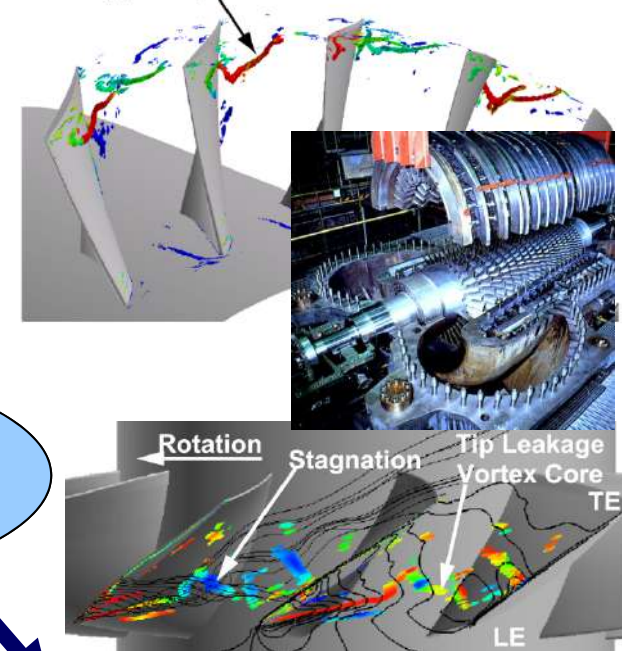
機械工学部門 流体科学研究室



発電用・産業用・航空機用
ガスタービンの内部流れ

- 非定常三次元渦流れ現象の解明
- 異常流動現象(失速)の制御

Tornado-Type Separation Vortex



機械内での気体の
流れに関する研究

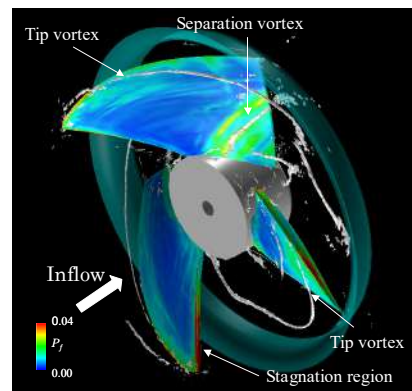
風レンズ風車の開発

- 三次元空力設計法の構築・検証
- 風レンズ体と翼車のマッチング



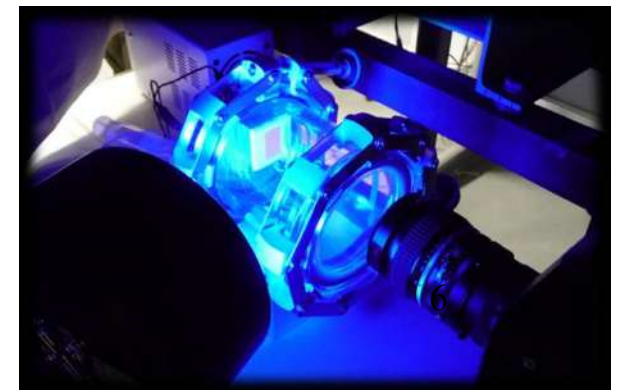
空力騒音の発生機構

- 電子機器・空調システムの騒音低減化



光学的流れ計測の開発

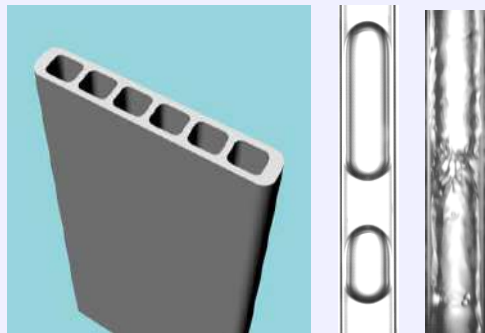
- PSPによる壁面圧力計測
- PIVによる速度ベクトル計測



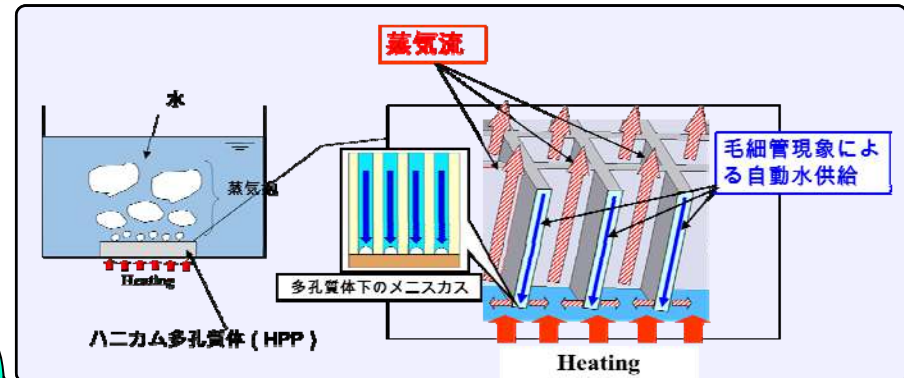
熱エネルギー変換工学研究室(森教授・濱本准教授)

- 動力変換システムや熱エネルギー利用機器における
- 熱エネルギーの変換と高度利用 を目的とした
伝熱流動現象の解明と利用システムの構築に関する研究

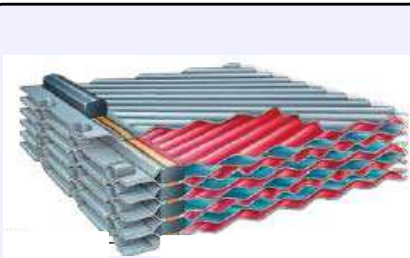
次世代空調
器用高性能
熱交換器開
発のための
微細流路相
変化熱伝達
現象の解明



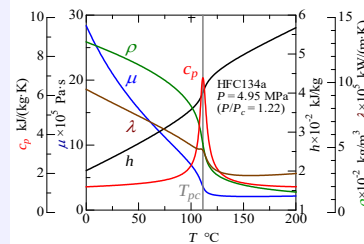
微細流路多穴管 流動可視化



大伝熱面・高熱流束除熱メカニズムの解明とその応用



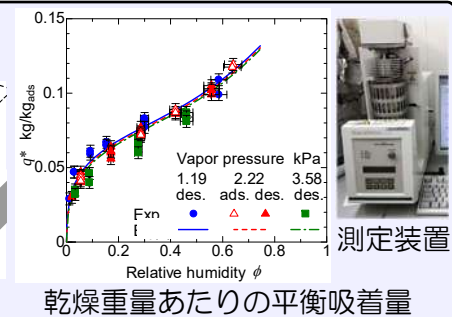
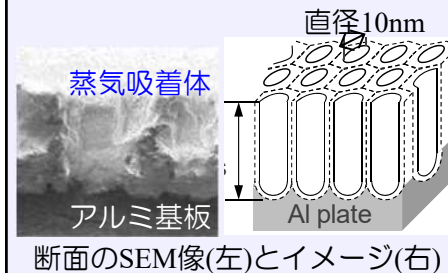
アルファラバルカタログより
プレート式熱交換器



高圧で気液の区別なしも
物性の大きな変化あり
超臨界圧流体の特徴

例えば

ナノ細孔構造の蒸気吸着体



測定装置

産業用高温ヒートポンプ開発のためのプレート式
熱交換器内高圧流体の冷却熱伝達現象の解明

温湿度独立制御用新型デシカント材
の平衡吸着量および物性値の測定

反応性ガス力学

北川敏明 教授



反応性ガス力学：燃焼など反応を伴う流れを広く対象とする学問体系

研究の目的

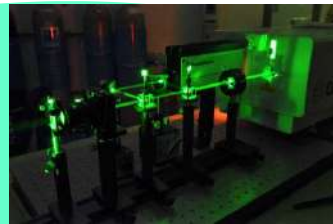
- ◇ 効率の向上(省エネルギー化)
- ◇ 環境性の向上(低炭素化, 環境影響物質低減)
- ◇ 燃料の多様化(低コスト化, エネルギー安全保障確保)

研究の対象

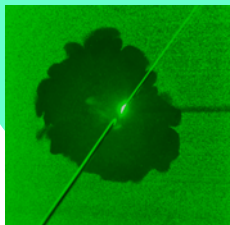
- ◇ 輸送機器(自動車エンジン, 超音速航空用エンジン, etc.)
- ◇ エネルギー機器(ガスタービン, etc.)
- ◇ ガス燃焼, 液体燃焼, 超音速燃焼等の各種燃焼形式

研究テーマ

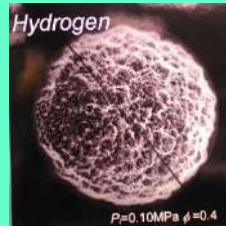
- ◇ 燃焼現象の解明, 燃焼改善, 新燃焼法の開発に関する実験とシミュレーション
エンジン内燃焼, 燃料直噴燃焼, 異常燃焼(エンジンノック), 水素燃焼, 粒子状物質(PM)生成, 改質燃料燃焼, 超音速燃焼, etc.



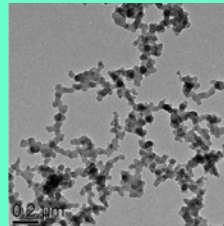
先端的レーザ計測を中心とする実験研究



火炎レーザー可視化



新燃料(水素)実験

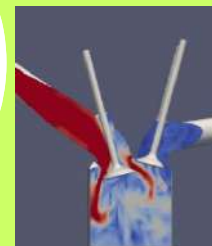


PM生成実験

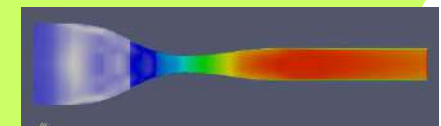
大規模コンピューターシミュレーション



乱流火炎伝播解析



エンジン流動燃焼解析

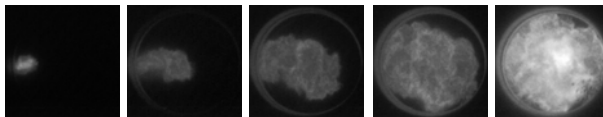
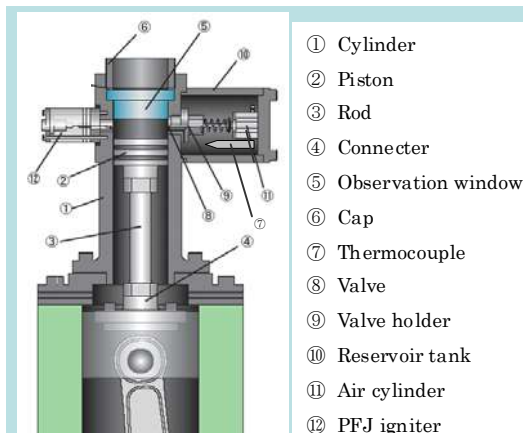


超音速流動燃焼解析



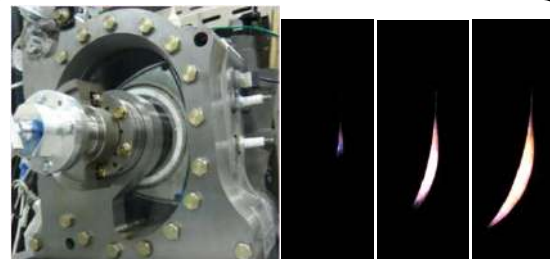
研究内容

- 希薄予混合気のジェット点火に関する研究
- 予混合圧縮点火(HCCI)に関する研究
- 可視化ロータリエンジンを用いたエンジン燃焼に関する研究
- 燃料噴霧の蒸発・点火・燃焼に関する研究
- 流れを伴う希薄予混合気の火花点火特性向上
- 非定常気液混相燃焼の数値シミュレーション



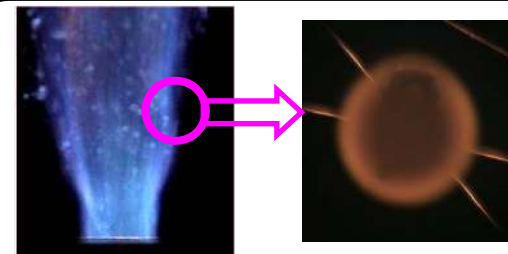
パルスジェット点火によるHCCI燃焼
の点火時期制御

次世代内燃機関



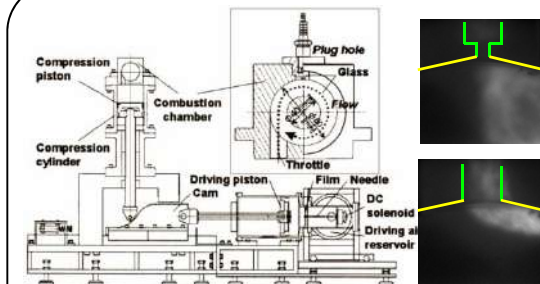
可視化ロータリエンジン

ガソリンエンジン



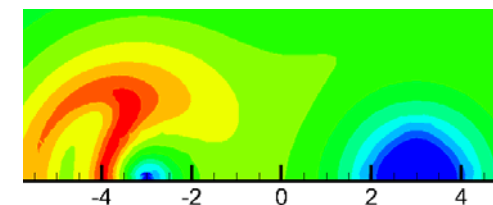
噴霧燃焼のモデル化

ディーゼルエンジン
ガスタービンエンジン



急速圧縮装置

火花点火特性の向上



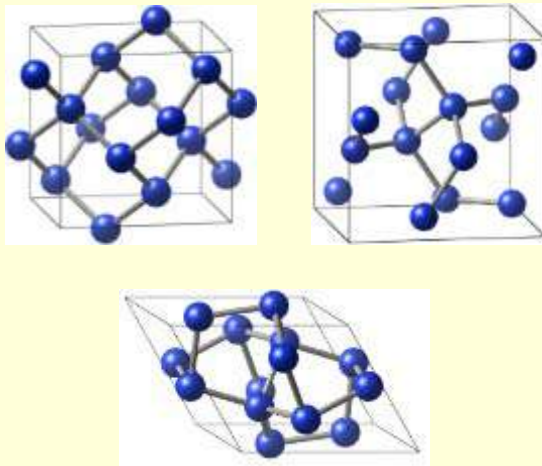
数値シミュレーション

燃焼現象の解明

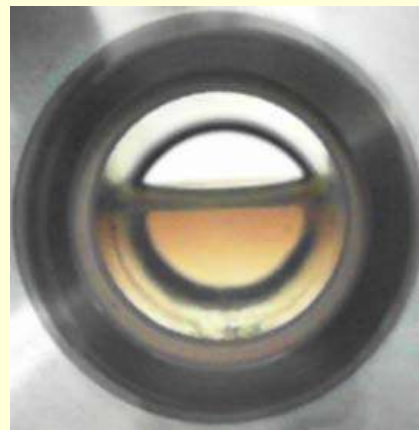


研究テーマ

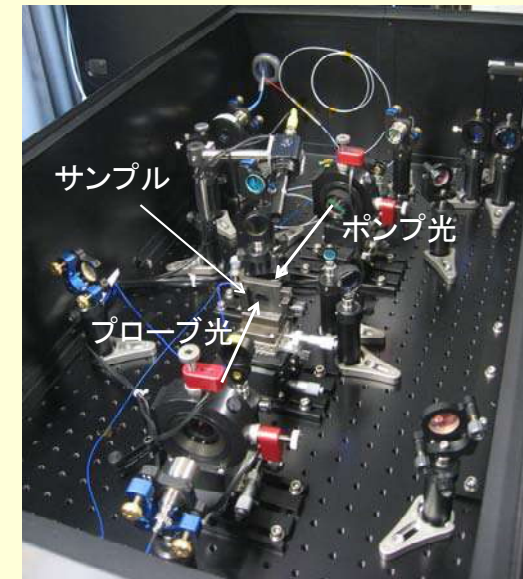
- 高圧ひずみの導入による材料の構造制御と熱輸送特性の研究
- レーザーラマン分光法によるナノ材料の熱物性計測
- 水素混合流体の熱力学性質測定（熱伝導率など）
- 電子顕微鏡によるナノスケール固気液界面現象の研究
- 高温固体面に衝突する微小液滴の挙動と伝熱



材料の構造が熱・電子
輸送現象に及ぼす影響は？
(図は構造が異なるシリコン)



CO₂の臨界点近傍
(31.0 °C, 7.4 MPa)における
臨界タンパク光による着色



レーザー光で固体材料の
熱物性を測定する装置

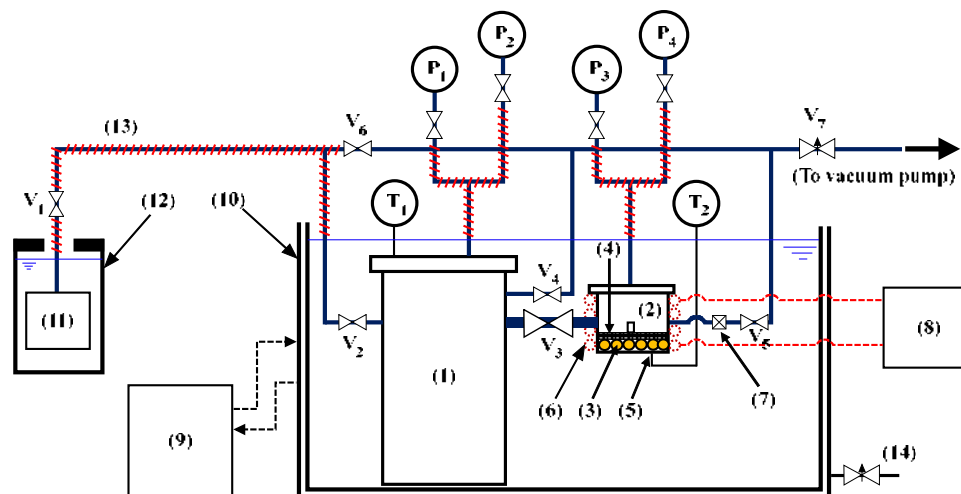
熱エネルギー利用科学研究室 シャハビデュット バラン教授

目的:

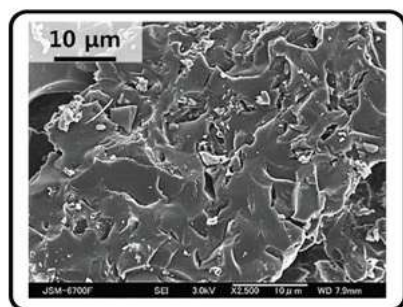
➢ 次世代の吸着冷却・冷凍システムの開発

主な研究分野:

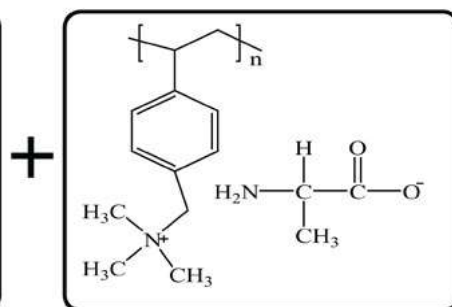
- 吸着剤／吸着質の吸・脱着特性の解明
- イオン液体ベースの複合吸着材
- 原子間力顕微鏡を用いた多孔質特性評価
- 吸着サイクルの熱力学解析
- 高性能な吸着冷却装置の最適設計指針の確立



(1) Load cell; (2) adsorption cell; (3) adsorbent; (4) mesh cap; (5) fitting for adsorbent temperature measurement; (6) copper coil; (7) Filter (8) oil circulator; (9) water circulator; (10) water bath; (11) evaporator; (12) constant temperature water bath; (13) tape heater; (14) drain.
CVVP experimental apparatus for adsorption characteristics measurements.



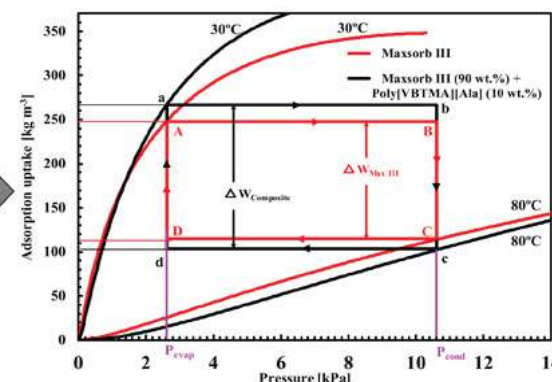
SEM image of Maxsorb III



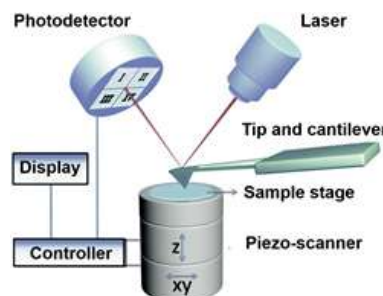
Polymerized ionic liquid [VBTMA][Ala]



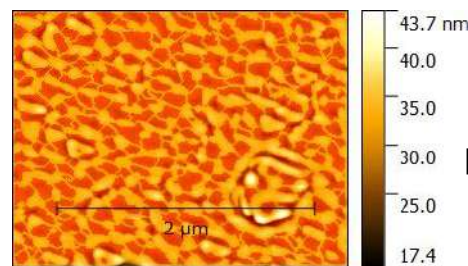
Composite adsorbent



Adsorption cooling cycles using Maxsorb III (90 wt.%) + Poly[VBTMA][Ala] (10 wt.%) / ethanol (solid line) and Maxsorb / ethanol (dashed line) pairs at evaporator, adsorption and desorption temperatures of 7, 30 and 80°C, respectively.



Schematic of AFM apparatus.



Mask

3D image of silica gel (irregular shaped pores are marked).

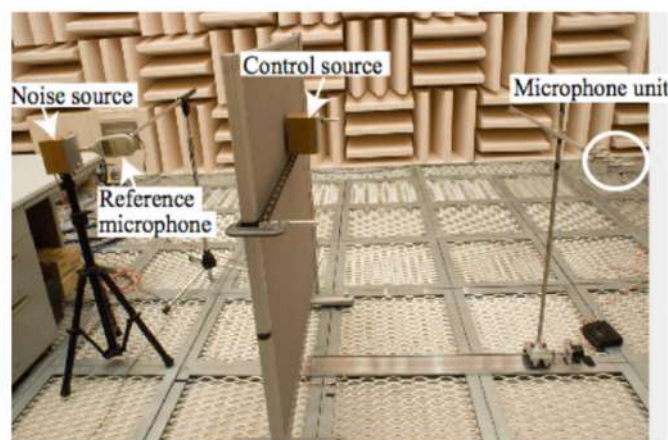
Identified pore statistics:

- Total projected area: 2.27 μm²
- Total area covered by pore: 44.44%
- Mean pore size: 72 nm

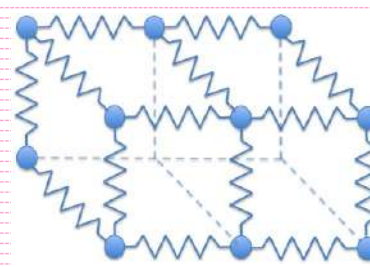
機械波動音響学

教授 雫本信哉
准教授 石川諭

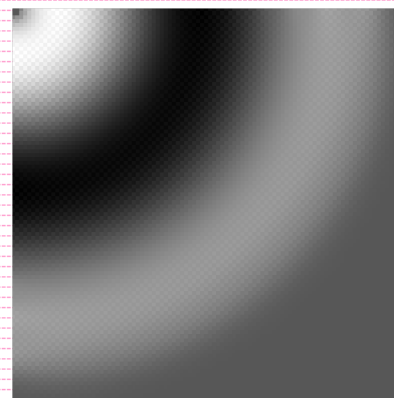
- 3次元空間の能動音響制御
- 集中系モデルによる大規模音響解析手法の開発
- 振動のダンピング技術
- 生体柔軟性の計測及び評価



無響室内での能動音響制御実験



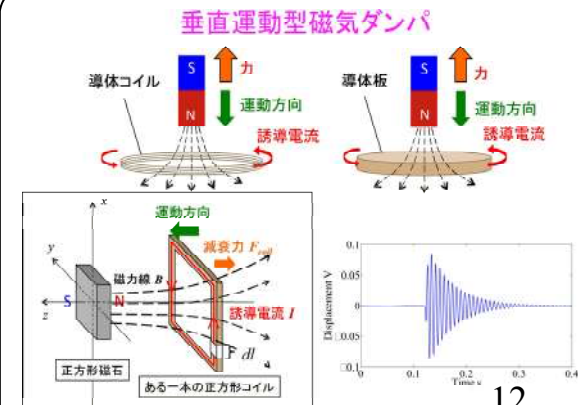
3次元集中系モデル



2次元モデルによる解析結果



生体柔軟性計測実験



磁気ダンパ

機械振動学研究室

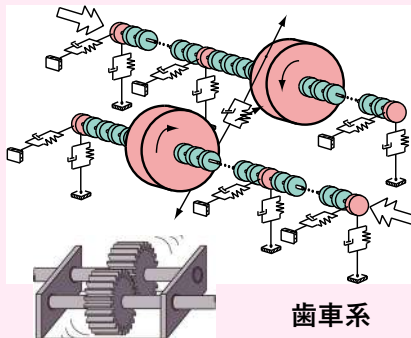
近藤孝広 教授,
森博輝 准教授, 宗和伸行 助教



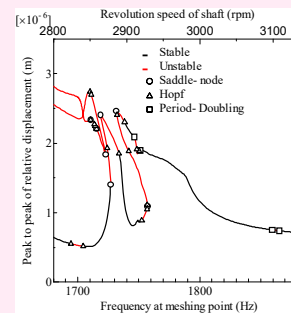
研究テーマ

- 大規模な非線形系の振動解析法
- 固有振動数成分除去法を用いた振動制御
- 自励振動の発生防止法に関する研究
- 衝突系に発生する低周波異常振動
- 機械システムにおける自己同期現象

大規模非線形系の振動解析

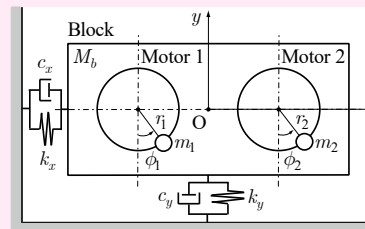


歯車系

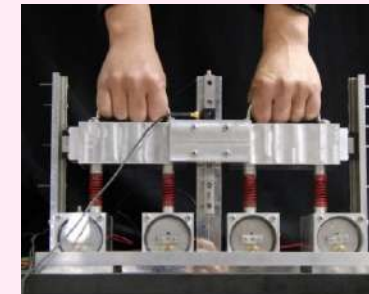


自己同期現象

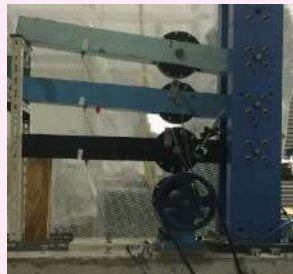
自己同期現象の
発生メカニズム・特性の解明



応用例 (振動ランマ)



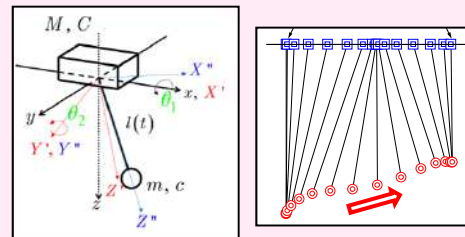
自励振動



接触回転系における
パターン形成現象



固有振動数成分除去法



天井走行クレーンの制振

衝突系



振動ふるい



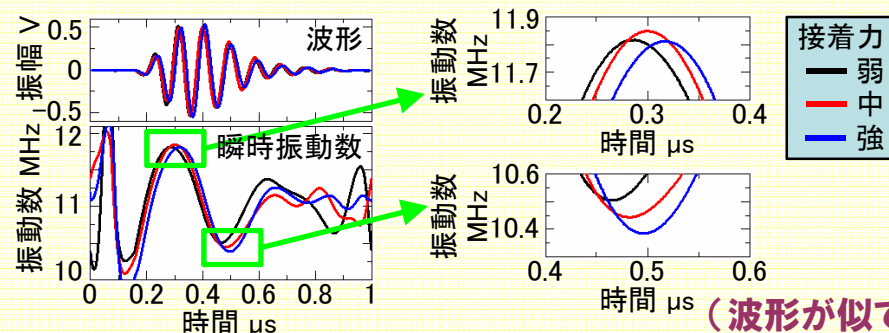
2自由度実験装置

振動ふるいの低周波異常振動



■ 超音波を用いた新しい異常診断技術

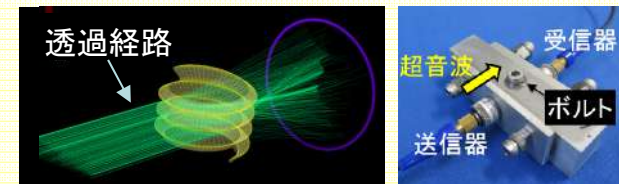
瞬時振動数をはじめとした新診断技術の提案と開発。



熱溶着フィルムの接着力評価 瞬時振動数で評価

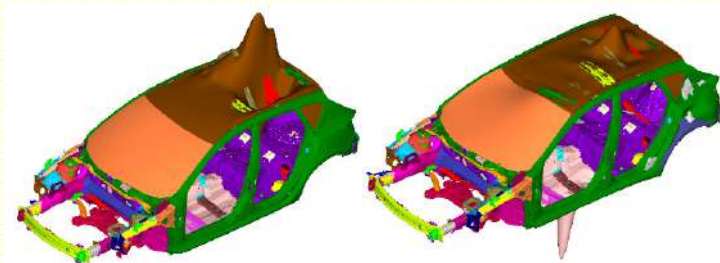


©石川歯科医院

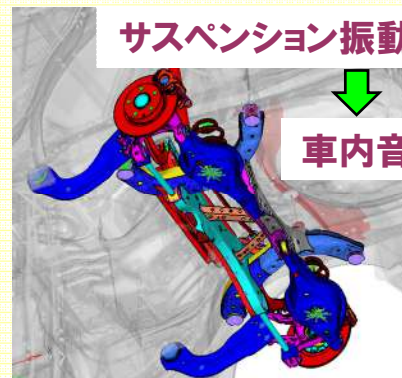


超音波による歯科用インプラントの緩み診断
(シミュレーション、基礎実験)

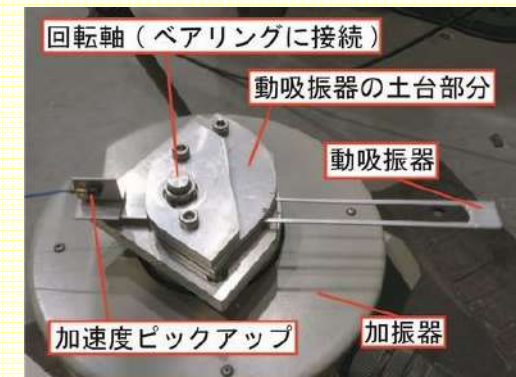
■ 自動車等 複雑な構造の振動解析技術



自動車ボディの効率的な振動解析方法の研究



振動伝達特性の推定



共振同調機構の実験機

■ 共振同調機構, 信号解析, 自励振動, 非線形振動の研究 etc.,

医療・福祉システムに対するロボット技術応用, ロボット応用のための計測と制御, およびシステムの理論と応用に関する研究を行っている. 具体的には, パワーアシストロボットや認知アシストに関する研究, 手術支援ロボットに関する研究, 人間運動シミュレータおよびその応用技術に関する研究, ロボット義手等の人工補綴システムに関する研究, 人体運動特性に関する研究を行っている. また, 機械システムの知能化・機械学習に関する研究を行っている.

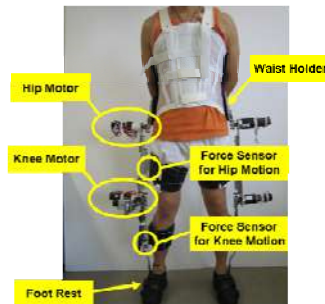
医療・福祉システムに対するロボット技術応用, 人の動作支援, 人体への適応アルゴリズム, 人体補綴システム, 生体機能シミュレータに関する研究



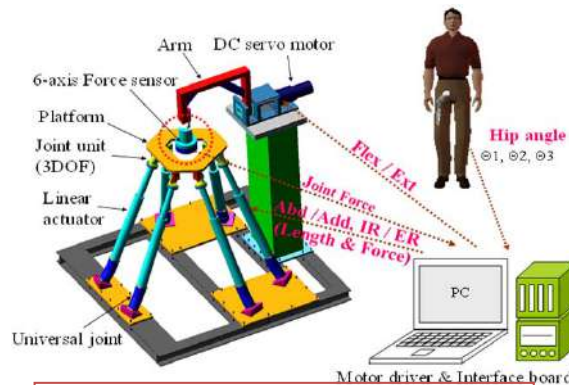
脳波を用いた上肢
パワーアシスト



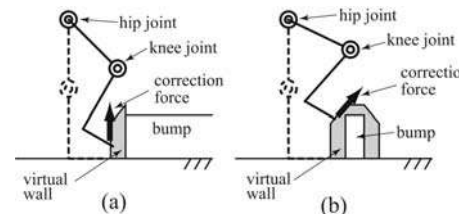
ロボット義手



筋電信号を用いた下肢
パワーアシスト



股関節運動シミュレータ



認知アシスト付パワーアシスト



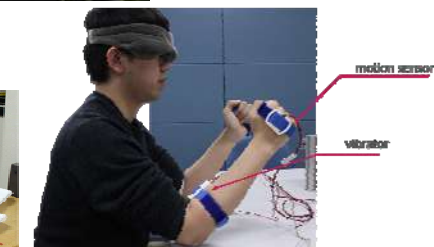
内視鏡手術シミュレータ



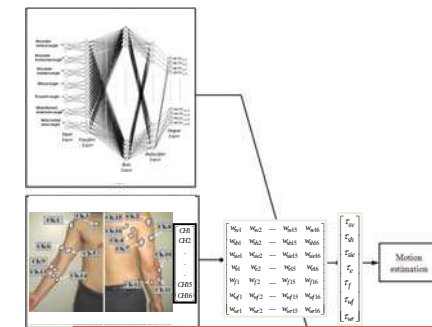
動作推定



振戦抑制



振動刺激を用いた動作変更



機械学習



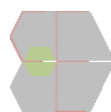
指ロボット

制

工

研

教授：山本 元司
准教授：中島 康貴
助教：金田 礼人
助教：本田 功輝



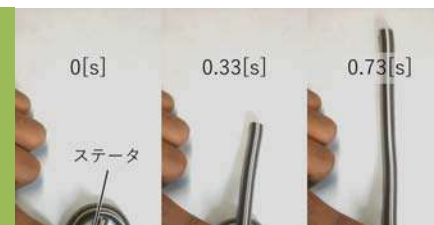
Control
Engineering
Laboratory

御

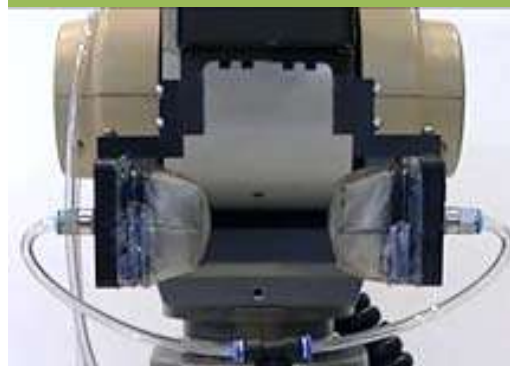
学

室

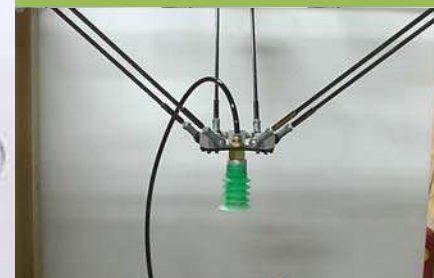
ソフト ロボティクス



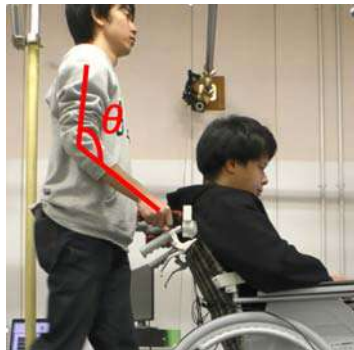
柔軟直動モータを
使ったロボット



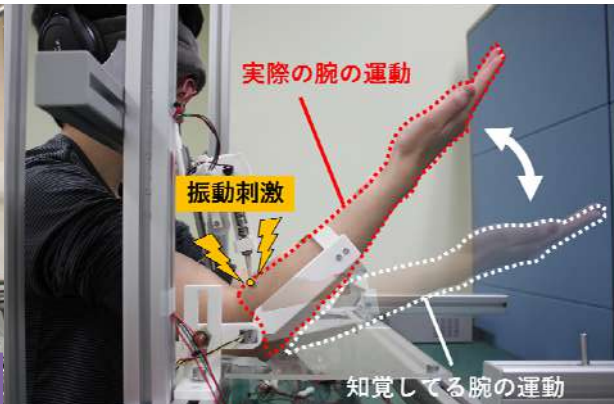
食品等軟弱ワークの
低負荷把持



超高速パラレルリンク
による柔軟物把持



車椅子介助者の
負担評価



人間の錯覚・反射を利用した動作変更

生活・介護・手術 支援ロボット



内視鏡下手術中のための
ポインティングデバイス

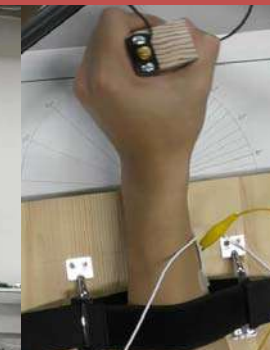


滑り転倒リスク評価

ヒトの制御性能 評価



立位安定性評価



FESによる
精密制御



Human Centered Robotics Lab.

ヒューマンセンタードロボティクス研究室

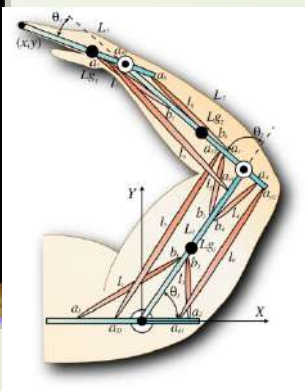
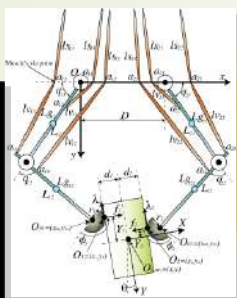
教授：田原健二

- 人からロボティクスへ

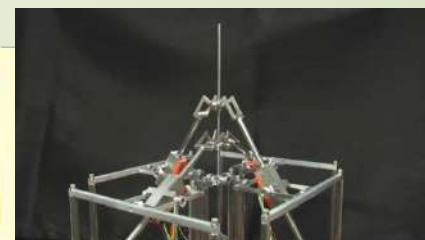
人の身体が持つ高度な運動知能をロボティクスで実現するための研究

- ロボティクスから人へ

人の日常生活支援が可能な柔軟で器用な作業を実現するロボットの研究



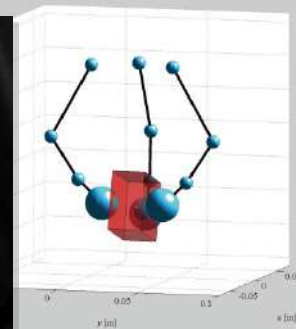
筋骨格シミュレーション



無段変速機構を持つマニピュレータ



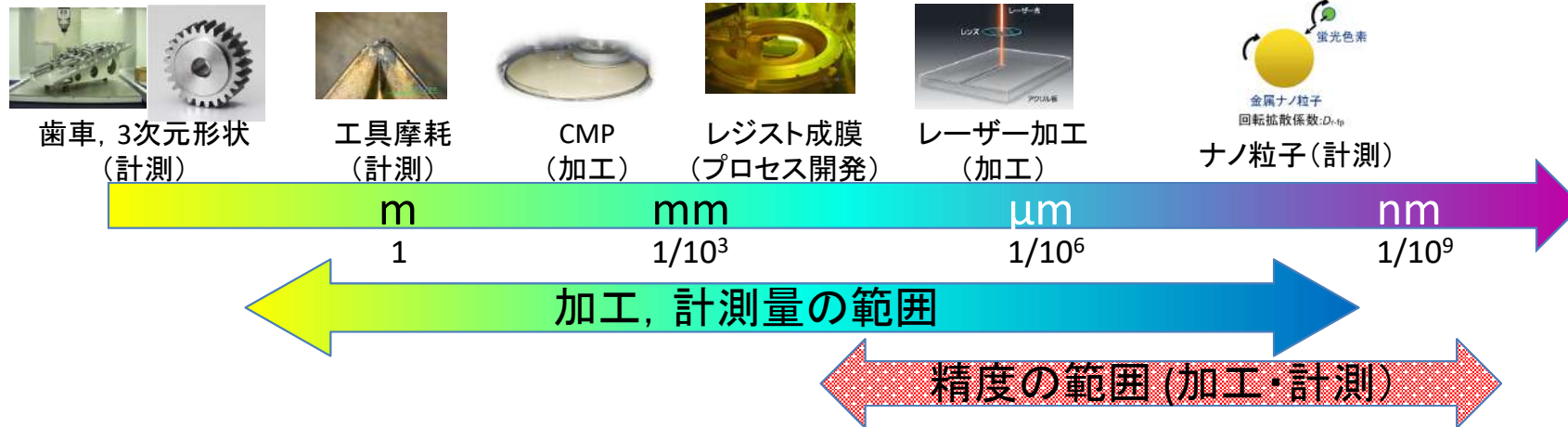
柔軟多指ロボットハンド





研究

超精密加工・光学計測技術による省エネルギーデバイスと機械要素部品の加工技術・製造プロセスの確立を目指して、最先端の加工・計測技術に挑戦



ギガレンジ加工・計測技術

I. 超精密加工技術に関する研究

(1) 省エネルギーデバイス用材料のCMP (Chemical Mechanical Polishing)

(Ga_N, SiC, サファイア, ダイヤモンド, シリコン, 環境コントロールCMP装置, スラリー, パッド, リサイクル など)

(2) 機械要素部品の超精密加工と性能評価試験 (超高速ホブ切り, 高速過渡現象, コーティング工具 など)

II. 超精密計測技術に関する研究

(1) 光学計測 (蛍光プローブを用いたナノ粒子の粒径計測, マイクロ・ロータリエンコーダの開発など)

(2) 三次元計測技術 (超精密三次元座標測定機の測定精度評価技術の開発, 歯車全周形状計測システムの開発)

III. 独創的加工技術・加工機器・測定技術の研究開発

レジスト薄膜の均一塗布技術, 低温動作型高効率CO₂分離システムの開発, 有機EL薄膜成膜装置の開発, 微小機械要素計測, フェムト秒レーザを用いた表面励起加工, 超高压水素タンク製造

材料加工学研究室

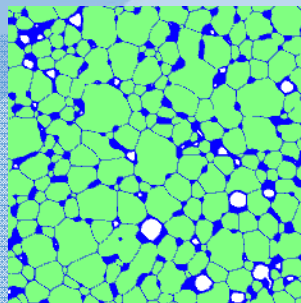
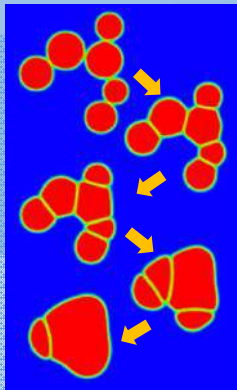
教授：品川一成
准教授：津守不二夫
助教：工藤健太郎

ものづくりに向けての多面的なアプローチ

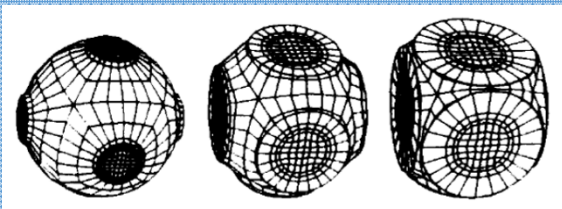
当研究室では成形加工を基本に、金属やセラミックス等の粉末材料や、さらに樹脂材料を組み合わせた素材を用い、「ものづくり」に革新を起こすことを目標に、解析やプロセス開発に関する研究を行っています。これらの成果を多種多様なアプリケーションへと展開していきます。

解析

粉末冶金プロセスの
多様な計算機解析。工業部品の
高精度化・高機能化に向けて。



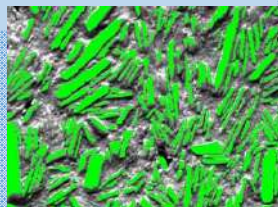
Phase Field 法を応用した
焼結時の構造・組織の遷移
解析例。



FEMによる焼結時粒子変形解析。微粒子
間の結合状況の変化までを部品形状予測
に繋げる。

開発

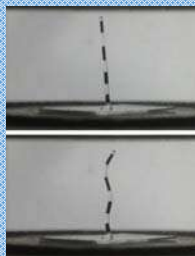
ものづくりを担うのはプロセス
自体。常に新しい視点から新
規プロセスを設計する。



粉末圧延プロセスによる
組織異方性を制御した
高性能圧電材料の開発。



ナノインプリントプロセス
の粉末成形プロセスへの
応用。



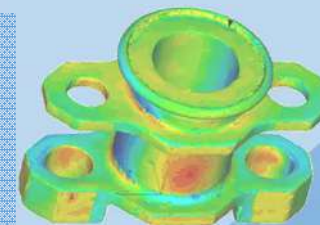
ソフトMEMSプロセ
スを応用した柔軟微
細アクチュエータ。



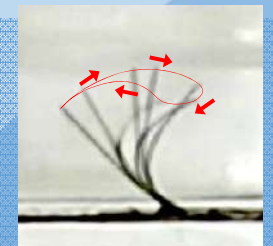
複雑形状金属製品の大量
生産が可能な金属粉末射
出成形(MIM)装置。

応用

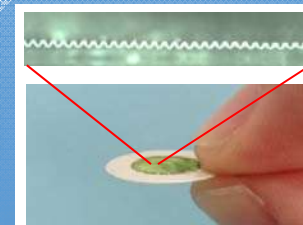
解析やプロセス開発により得ら
れた知見を応用し、多様なア
プリケーションへと展開する。



MIMプロセスの大形部品
への適用。プロセス時の変
形の抑制に解析技術やプ
ロセスパラメータの最適化
を用いる。



マイクロポンプに向け
た人工織毛。自然界に
おいて最適化された非
対称的な動きやメタク
ロナール波を再現する。



セラミックスへ微細イ
ンプリント加工技術を
適用し、燃料電池電
解質を波形状とした
例。電池の高性能化
に繋がる。

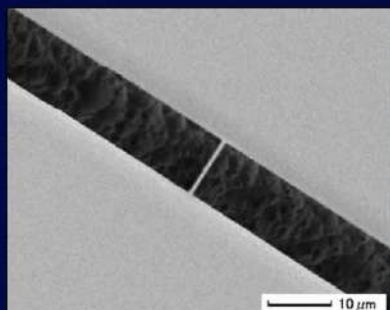
熱物質移動研究室

(高松教授, 藏田准教授,
Cannon准教授, 塘助教)

熱工学と生体工学～生物・医学と工学の融合領域研究

試料一滴を測るセンサー

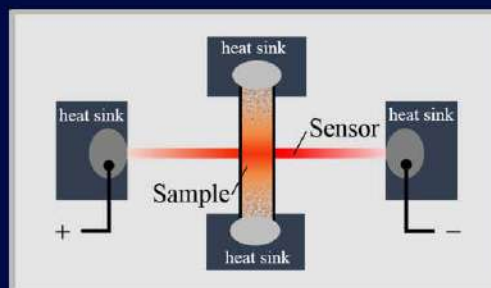
熱伝導率測定用MEMSセンサの開発と応用



長さ10ミクロンのビームセンサ電顕写真

高機能ポリマーの熱特性

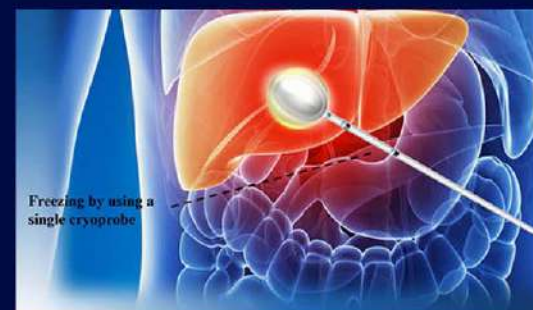
熱工学・材料工学連携による
生体高分子材料の開発



新しい熱伝導率測定法

凍らせてガン治療

凍結手術のための凍結実験
とシミュレーション



肝臓の凍結治療(イメージ)

計算による熱輸送の理解

スパコンを駆使したシミュレーションと統計解析

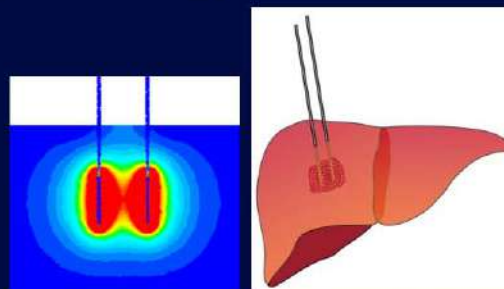


液体のシミュレーションモデル

九州大学のスパコン

高電圧パルスでガン治療

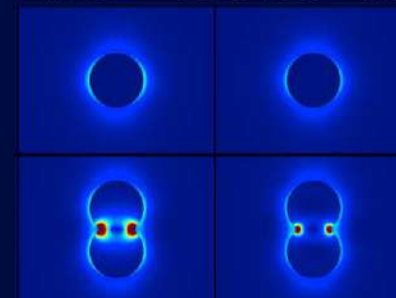
高電圧で細胞膜に穿孔して
壊死させる新しい治療法



電界分布の三次元シミュレーション

弱い電界でガン治療

弱い電界による誘電泳動力
でガン細胞の分裂を阻害



誘電泳動力分布の数値計算

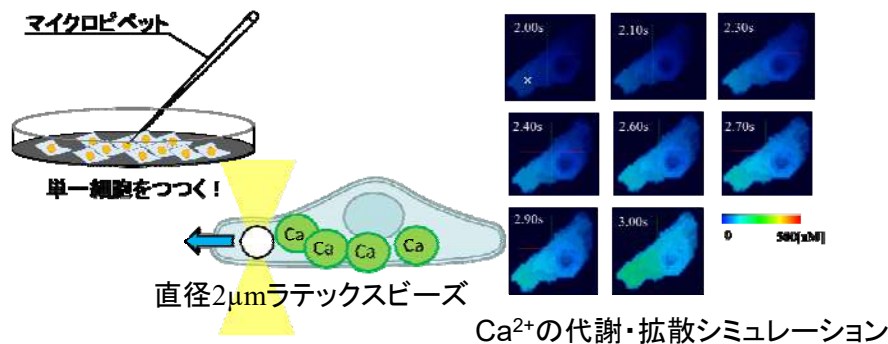
生体機能工学研究室

工藤 奨 教授
世良 俊博 准教授
佐々木 沙織 助教

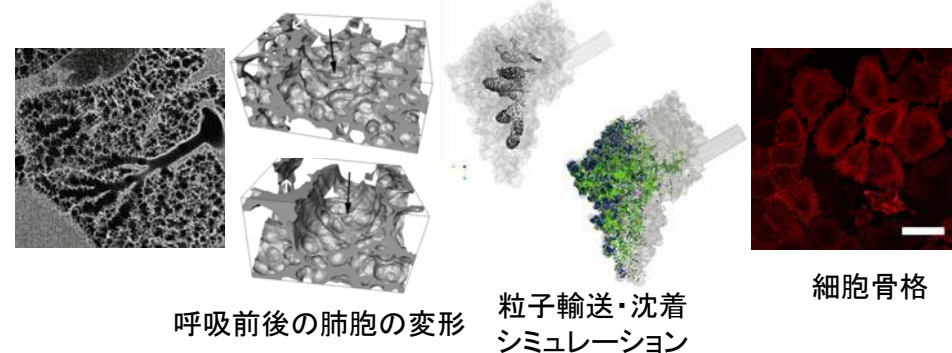
生体の巧妙かつ精緻な機能を発揮する構造や機構を、機械工学の技術を用いて細胞・組織スケールで解析・理解し、医学・工学に応用する

- 細胞・組織の機能が環境の変化にどのように適応していくか
- 細胞・組織レベルでの生体内の物質輸送・移動現象の解明
- そのためのMEMSデバイスの製作

力学刺激に対する細胞の力学応答と数値計算



肺の微視的力学環境と細胞機能

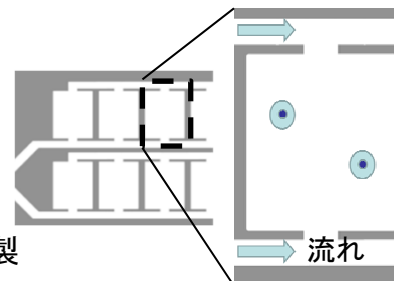


iPS細胞の高効率分化方法の開発

iPS細胞→造血細胞

- 血管力学環境内での観察
- 伸展刺激と流体せん断刺激の同時負荷
- 分化した造血細胞のキャッチ

そのためのMEMSデバイス装置の作製



低摩擦・低摩耗の人口軟骨の開発

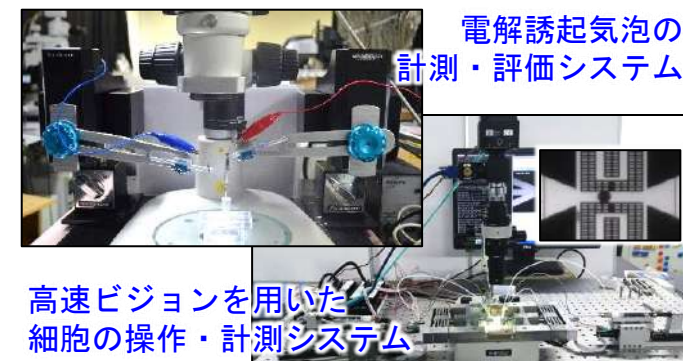
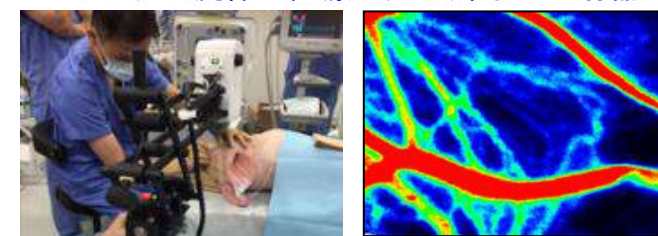


バイオ/メディカルデバイス応用

動・植物細胞の低侵襲細胞治療の研究



マイクロ流体・医療応用：針なし注射器



電解誘起気泡の
計測・評価システム

高速ビジョンを用いた
細胞の操作・計測システム

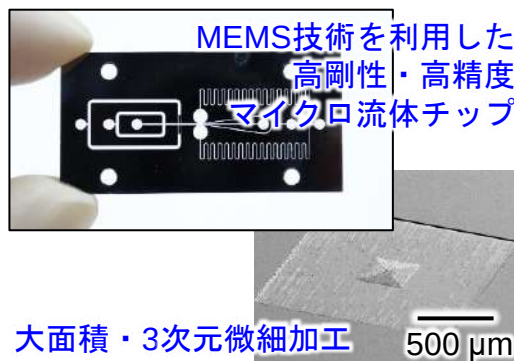
マイクロ・ナノメカトロニクス



“ラボの日常”

ディスカッション、論文、発表
設計、製作、実験、解析

基礎から応用まで
シームレスに研究する



MEMS技術を利用した
高剛性・高精度
マイクロ流体チップ

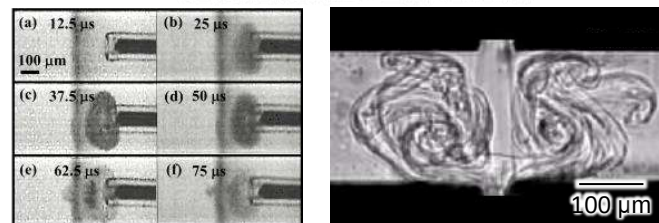
大面積・3次元微細加工

500 μm

微細加工/MEMS

非定常・非線形現象の応用

超高速現象の理解と応用



新規デバイス・新規応用の提案



マイクロ流体チップを用いた
高速・高精度な細胞操作・解析

Lab on a chip
Micro total analysis systems

マイクロ・ナノフルイディクス

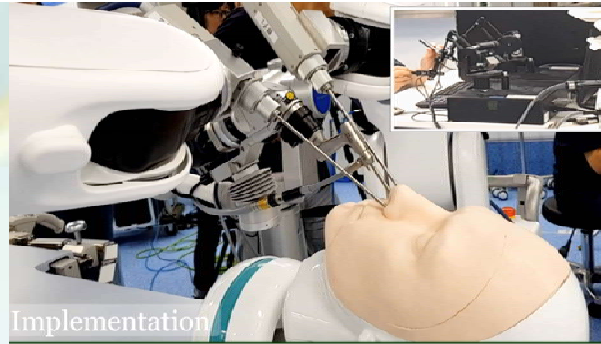
～バイオと機械の融合を通じて、健康・医療分野に貢献する～

ロボット工学中心とした先端技術の医療応用を目指します

ロボット技術は、機構・センサ・システム統合などの複合的な領域から構成されています。これら技術を医療従事者との連携から改めて見つめ直し、臨床応用可能な新技術へと発展、応用を行います。



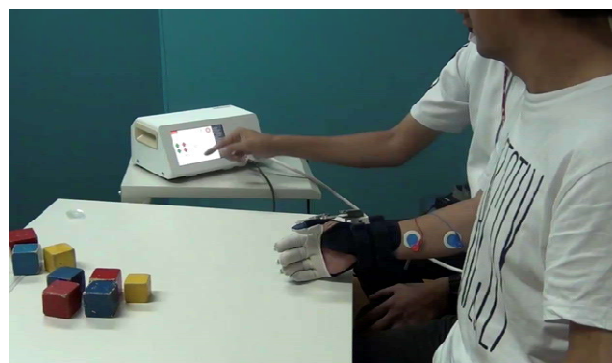
世界最小・直径2mmの手術ロボット



宇宙衛星軌道上での生体
実験用遠隔微細操作ロボット



臨床試験中の手指リハビリロボット



動物の精密個体管理を
目的としたロボasts
ンサ・システム

水素適合材料・破壊学研究室

教授
久保田 祐信



主な研究課題

[キーワード] 材料と水素の相互作用, 構造用材料の強度と破壊,
水素により助長された材料の劣化(水素脆化)

機械工学部門とカーボンニュートラル・
エネルギー国際研究所のコラボレーション

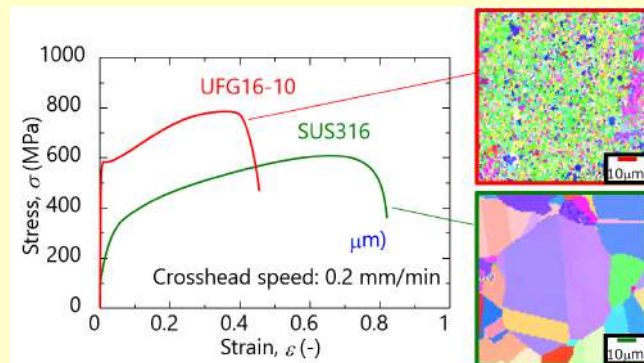
- 近未来の高強度鋼
- 水素を安全に使用するには
- 水素脆化を予測する

超微細結晶粒オーステナイト鋼: 結晶粒径 $1\mu\text{m}$
高圧水素ガス中の疲労現象: 規制緩和のバックデータ
単結晶の引張試験: かたや微細粒, かたや単結晶. いろいろやっています.



超微細結晶粒オーステナイト鋼

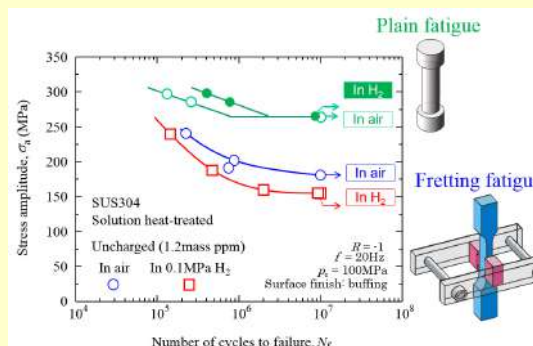
- ・オーステナイト鋼は水素機器に使われているが
強度が弱いのが弱点(緑)
- ・結晶粒径 $1\mu\text{m}$ にすると, 降伏強度が顕著に向上(赤)
→ 高強度の水素適合材料の可能性



- [解決すべき点]
- ・水素の影響は?
 - ・疲労強度は?

水素ガス中のフレッティング疲労

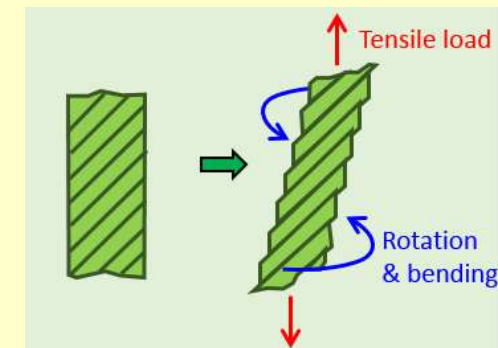
- ・水素機器の安全を守る根幹
→ 金属疲労, フレッティング疲労の対策
- ・水素はフレッティング疲労強度を
顕著に低下させる
(大気中: 青 → 水素中: 赤)



- [解決すべき点]
- ・水素中の不純物の影響
(例えば, PEFCは水素に加湿が必要)
 - ・水素機器の設計法の確立

単結晶の引張試験

- ・水素脆化の予測的モデルを作製する
- ・すべり変形を数式で記述するため
単一のすべりが起きる単結晶を使用
- ・アメリカ・ギリシャ・日本の共同研究



- [解決すべき点]
- ・どうやって引っ張る? 変形が複雑.
 - ・すべりをどうとらえる?

水素利用プロセス研究室

佐々木 教授、白鳥 准教授、立川 助教（先進水素システム研究室と連携）

（関連スタッフ：谷口 教授、Lyth 准教授、西原 准教授、松田 准教授、Harrington 助教、井上 Pham 特任助教、周 宮良 野田 瓜生 川畑 竹宮 森 財津 学術研究員、大嶋 技術専門職員(兼)、坂本 内田 テクニカルスタッフほか）

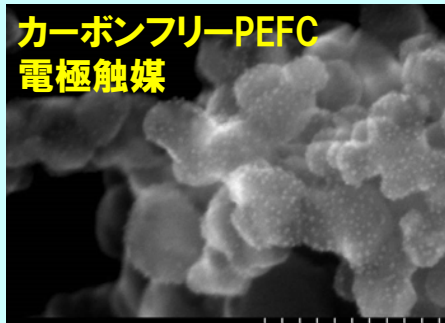


低温型燃料電池の研究(PEFC)

（自動車やモバイル機器の電源）

- ・触媒材料創製、新材料探索、電池性能評価

カーボンフリーPEFC
電極触媒



実験室

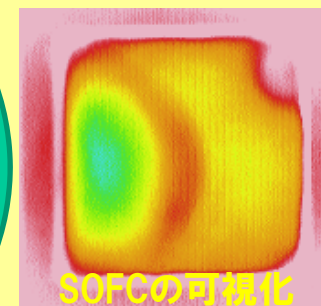


高温型燃料電池の研究(SOFC)

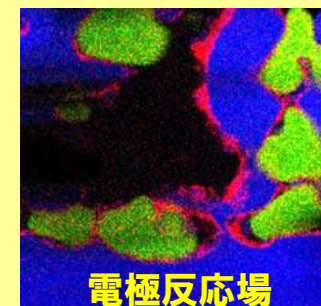
（超高効率発電、大型燃料電池などの実現）

- ・高耐久化技術の開発、シミュレーション研究
- ・電極の特性評価・設計指針の確立

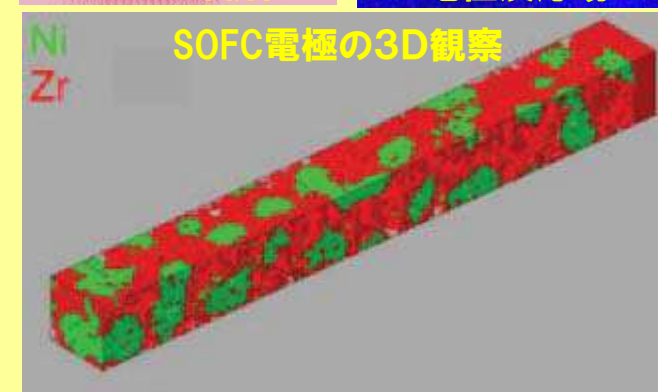
SOFCの可視化



電極反応場



SOFC電極の3D観察



水素エネルギーの基礎研究

- ・水電解・水素センサー・水素ステーション・水素社会の研究
- ・バイオ燃料
による高効率
発電の研究



未来モビリティ検討



大型燃料電池実証

「電池材料・電池セル作製⇒性能・耐久性測定⇒観察・解析」までの一貫した研究手法を、自らの手を動かしながら習得可能！



燃料電池は化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換可能で、スケールに左右されずに効率も高く、メカニカルリンクがないため大きな騒音を発生しません。

このようなメリットを有することから、水素エネルギー世代のエネルギー変換装置(発電装置)と期待されています。モバイル用、家庭用、自動車用、あるいは地域用の電源として期待されています。

一部実用化も始まっていますが、本格的普及に向けてコスト低減、耐久性向上、性能向上を更に図る必要があります。

このような背景の中で、システム的な視点から、機械工学的なアプローチにより、燃料電池(PEFC、SOFC)などのエネルギー変換装置に関する研究開発を進めています。

□電池内部の物質・熱・電荷輸送現象の解明。

- ・フラッディング・乾燥・温度・電流・熱解析
- ・NMRによる水素ガスの溶解過程

□内部現象の解明に資する新たな計測手法の開発。

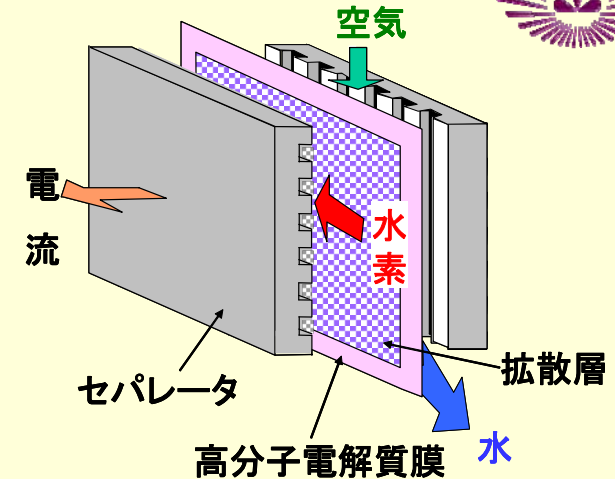
- ・微小熱電対による温度分布計測
- ・トレーサー法・濃度分布・電流分布
- ・インピーダンスに基づいた内部診断

□現象把握に基づいたシステム提案。

- ・MPL、GDLの親水、撥水性の最適化
- ・新型流路(ハイブリット流路)
- ・フィードバック制御
- ・水素ポンプ

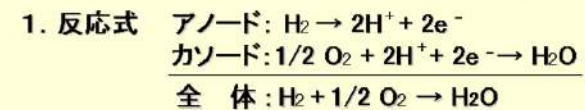
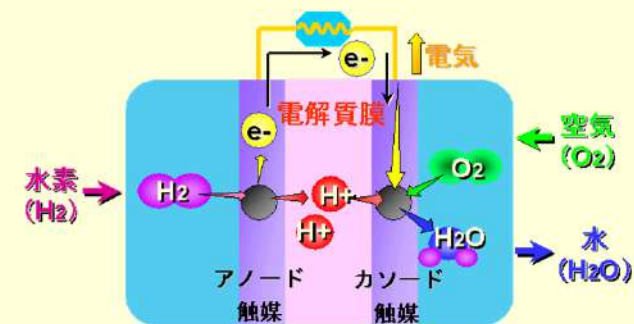
お問い合わせは、kohei@mech.kyushu-u.ac.jp

<http://www.mech.kyushu-u.ac.jp/lab/ki07/index.html>



固体高分子形燃料電池の構造

material defect



2. 理論効率 $\Delta G/\Delta H = 83\%$ (水素)

燃料電池の発電原理

水素貯蔵システム研究室

松永 久生 教授, 小川祐平助教

目的

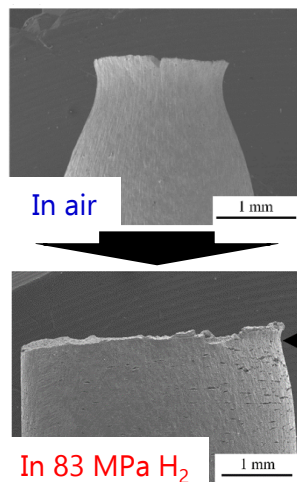
より安全・安心, 経済的な水素貯蔵・輸送・供給のシステムの構築に貢献する.

研究内容

- 水素機器に使用される金属材料の水素環境中での強度特性および水素脆化メカニズムの解明
- 研究結果に基づいて, 水素材料の選択指針や設計方法を高度化
- 科学的根拠に基づく国内規制や国際基準の見直し



圧力~140MPaの
高圧水素ガス中
での各種強度試験

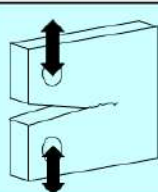
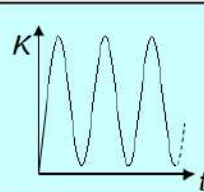
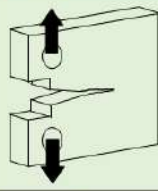
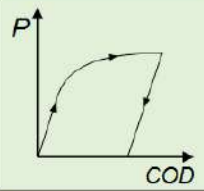
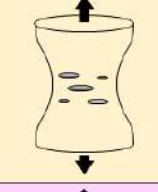
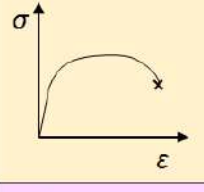
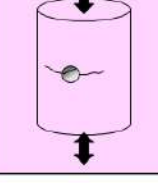
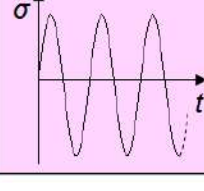


高圧水素ガス中にお
けるステンレス鋼の
延性低下



より安全, より経済的
な水素社会の構築に
貢献

水素機器の強度設計を高度化するためには, 水素ガス中での材料の強度特性の把握が不可欠

強度特性	負荷形式	
疲労き裂進展特性		
破壊靱性		
引張特性		
疲労寿命特性		

Keywords:

水素貯蔵, 水素脆化, 疲労と破壊, き裂, 破壊力学, 強度設計, 材料選択, 規制見直し, 国際標準, 低コスト化



環境・エネルギー・安全のための機械設計

構造設計

構造力学, 材料力学, 流体力学, 熱工学, 機械力学, 振動学,
機械要素, 設計工学, 製作法
など

室内設計

流体力学, 熱工学
機械要素, 設計工学
人間工学など



エンジン設計

燃焼工学, 熱工学, 燃料電池
触媒化学, 機械力学, 振動学
材料力学, 流体力学, 製作法
機械要素, 設計工学, 制御工学電
子工学など

足回り設計

構造力学, 材料力学
機械力学, 振動学
機械要素, 設計工学
製作法, 制御工学
化学工学など

機械要素の重要性

機械の寿命は機械要素に左右される！！

軸受, 軸, ばね
歯車, ねじ
ジョイント, シール ブ
レーキなど



トライボロジー

摩擦, 摩耗, 潤滑に関する科学と技術

- for future interfacial technology

研究トピックス

- 表面工学
- 新しい潤滑技術
- ソフトマテリアル
- 特殊環境

熱流体物理研究室

教授
准教授

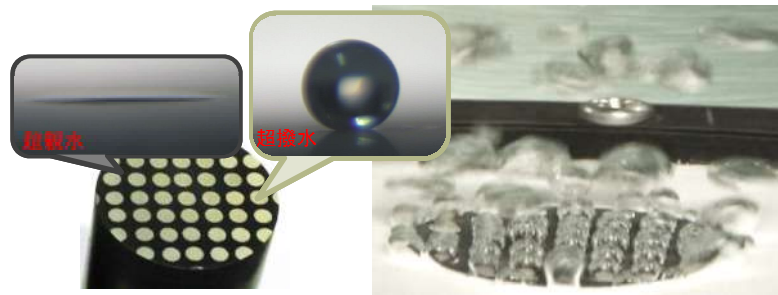
高田保之
迫田直也

助教 喜多由拓



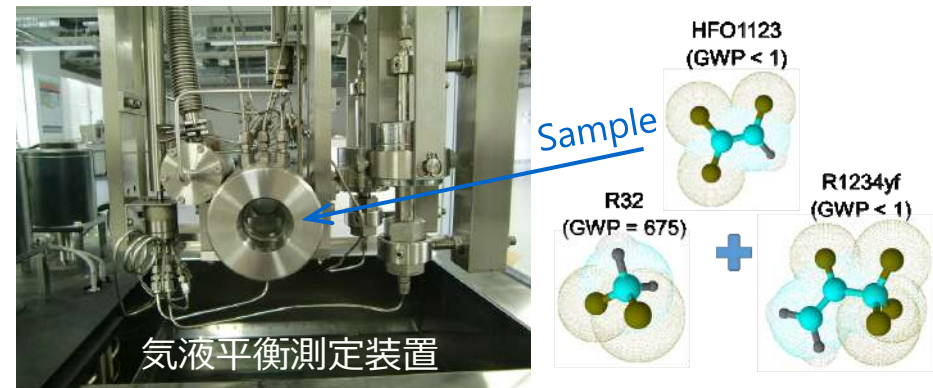
Keywords: 気液相変化 / 濡れ性 / ナノ・マイクロスケール / 熱流動可視化 / 新規冷媒 / 熱物性データベース

固体表面の濡れ性制御と伝熱促進

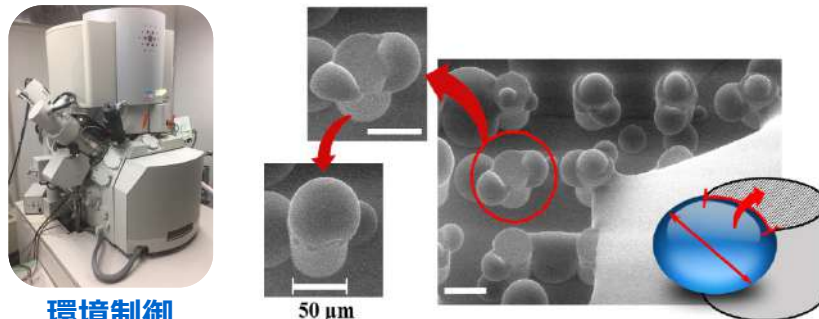


濡れ性複合伝熱面上の沸騰現象

新規冷媒の熱力学性質の解明



気液相変化のマルチスケール観察

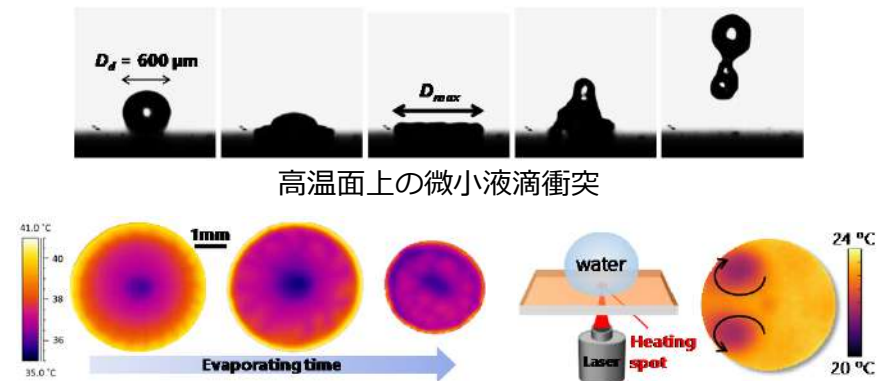


環境制御
走査型電子顕微鏡

Orejon et al., RSC Advances 6, 2016

微細構造 + 濡れ性制御面上の凝縮現象

液滴の蒸発・熱流動現象の解明



エタノール蒸発過程のサーモグラフ

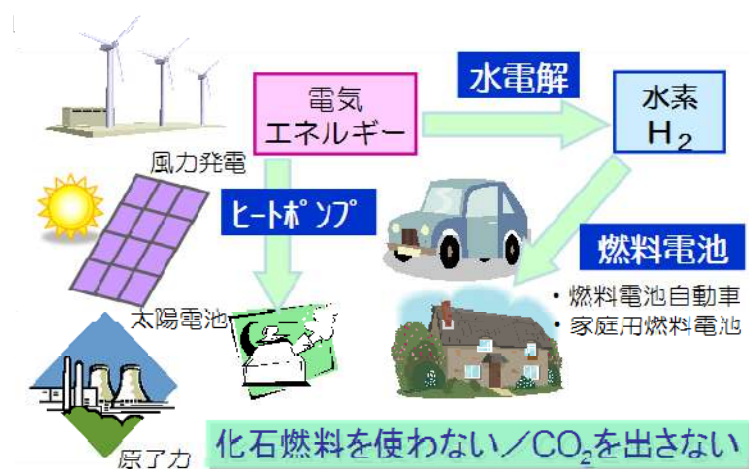
液滴の内部対流制御

水素製造プロセス研究室

松本広重教授



低炭素・低エネルギー社会の構築のためには、負荷への追従が難しい自然エネルギー由来の電気を貯めたり再生する技術が必要です。水素をエネルギー媒体として電気を貯めたり、再生するエネルギーシステムを構築するのに役立つ「水電解」と「燃料電池」、材料やデバイスの研究を行っています。



低炭素・低エネルギー社会、循環型社会の実現に資する
固体電気化学の研究とその基礎学理の探求

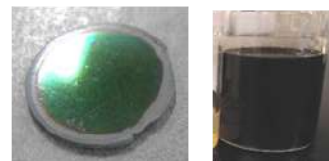
●基本材料

=プロトン伝導性酸化物



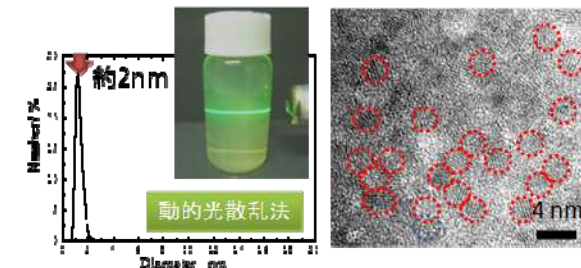
プロトンが動く電解質
=使いやすい燃料電池へ

●薄膜燃料電池



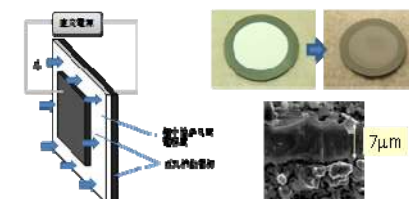
ナノ粒子を用いた新しい
電解質/電極膜の調製

●セラミックナノ粒子の調製



ブレイクダウン的手法でシングルナノ化

●水・水蒸気電解

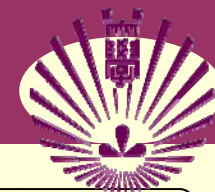


自然エネルギーに適合する蓄エネルギー

「プロトン伝導性酸化物」はイオン伝導性固体の一種で、400～800℃程度の温度範囲において水素のイオンであるプロトン(H⁺)が伝導する材料です。これを用いて水蒸気を電気分解して水素を作ったり、水素を燃料として発電する燃料電池を構成することができます。水蒸気電解の検討では、600℃の温度で1.4Vという低い電圧での電気分解が可能となってきました。また、固体酸化物燃料電池(SOFC)の研究においては、従来の作動温度が800℃程度であるのに対し、500～700℃という低い温度で発電が可能になってきています。

これらのデバイスを効率よく作動させるためには、高いイオン伝導性をもつ電解質材料や高い触媒機能を有する電極材料の開発が欠かせません。イオン伝導性材料の新しい設計指針となる可能性を持つ、「ナノイオニクス」に学術的な観点から取り組んでいます。また、ブレイクダウン的手法であるビーズミリングによる酸化物ナノ粒子の調製について研究しています。

水素機能材料学研究室



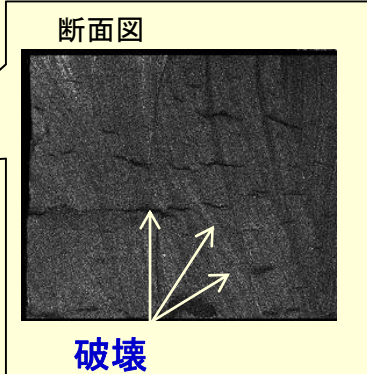
研究テーマ

- Oリング用ゴム材料の水素溶解挙動と高圧水素ガス曝露によるブリスタ破壊現象の相関解明
- ゴム製Oリングの高圧水素ガスシール挙動解明・破壊挙動解明
- 水素ガスブロウ用ゴム製ダイヤフラムの開発
- 高圧水素ガス曝露による高分子材料の構造への影響解明



Seal breaks after 100MPa,
30° C × 25 cycles

高圧水素ガス曝露によるOリングゴム材料のブリスタ破壊のメカニズム解明

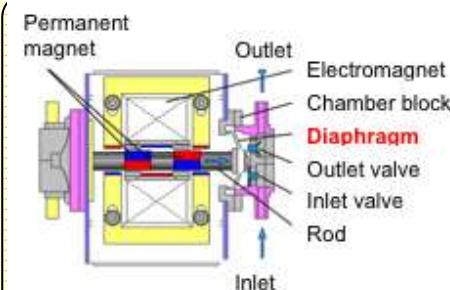


高圧水素ガス容器シール用Oリングの
高信頼性ゴム材料の開発



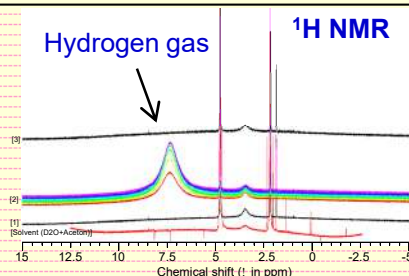
ゴム製Oリングの高圧水素ガスによるシール挙動解明, 破壊挙動評価

高信頼性高圧ガス
シール設計指針の確立



高周波疲労耐性に優れたダイヤフラム用ゴム材料の開発

水素ガス用長寿命
ダイヤフラムポンプの開発



水素曝露後における高分子材料の構造変化測定 (IR, ラマン, NMR等) 物性変化 (材料強度特性, 力学特性等) 測定

水素エネルギーシステム用高分子材料の分子設計指針の確立

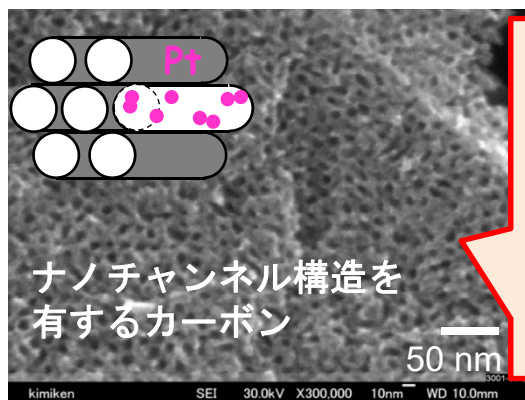
先進水素システム研究室

林 教授

(連携研究室：水素利用プロセス研究室、燃料電池システム研究室)

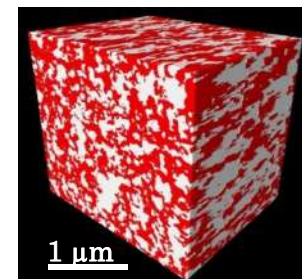
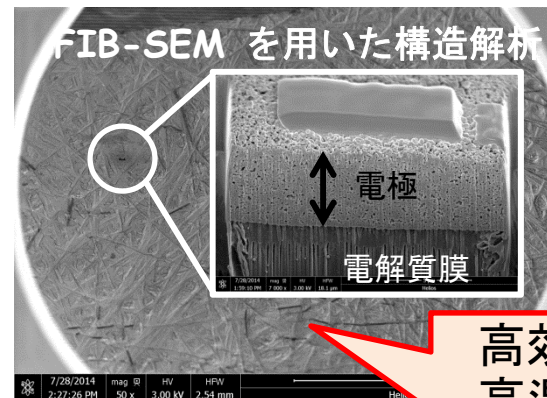
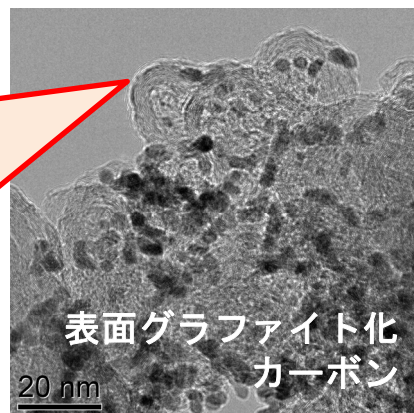


我々のグループでは、**自動車用燃料電池**の研究を行っています。
燃料電池自動車の本格的な普及を目指して、性能を左右する重要な要素である電極触媒について、次のようなアプローチで研究を進めています。



カーボンナノ空間を利用してPt粒子の凝集を抑制することで、高性能・高耐久性化を実現します

カーボン表面をグラファイト化することで、カーボン酸化に対する耐久性を向上します



高効率化に向けて、高温での電極構造変化を解析し、課題抽出を行います

