

研究シーズ 目次

■ 機械工学

熱や流れのコンピューター・シミュレーションに関する研究（須賀 一彦）	1
水素社会に向けた水素貯蔵材料の特性及び材料機能の評価（高崎 明人）	2
固気二相流および粉粒体のシミュレーション技術により未来をひらく（田中 敏嗣）	3
iPhoneセンサを利用した移動機械の操作支援アプリ設計（土井 正好）	4
形と力と運動から探る機械・食品・生物の特性・異常・感覚（門脇 廉）	5
金属材料をより深く理解し、未来の社会を支える材料創成を目指す（宮澤 知孝）	6
液滴がすべりやすい表面の設計（柳澤 憲史）	7
超音波の検査で安全・安心へ貢献（齋藤 理）	8
空気浮上装置の開発と安定化設計に関する研究（武田 真和）	9

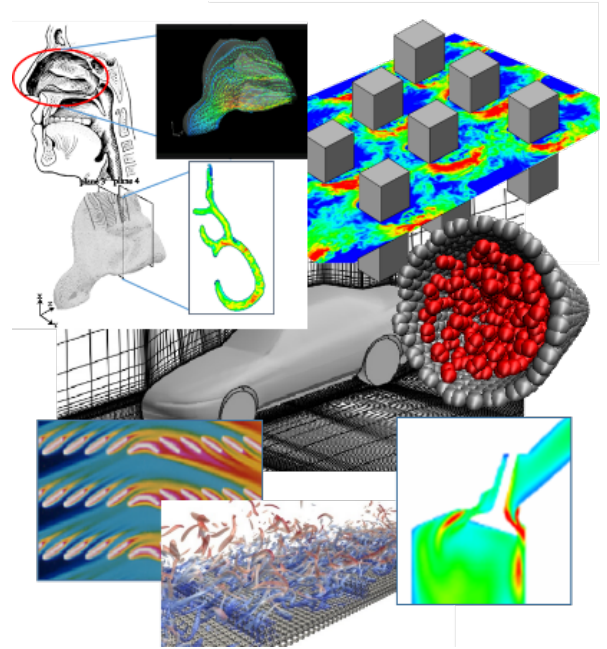
所属学部、職位、氏名五十音順に掲載

熱や流れのコンピューター・シミュレーションに関する研究

研究内容

● 複雑熱流動現象の数値解析による研究

- ・生物や機械を含めて地球上にあるほとんど全ての物体の内側や外側は空気や水などの流体で占められている。そして、それらの活動に伴って熱が移動している。この熱を伴った、普通は目に見えない流体の運動（熱流動）をコンピューターでシミュレーションする研究をしている。この研究を通して複雑な熱流動を、見えるように（可視化）して理解するとともに、器官や機械の性能を評価し、それらの性能向上を研究している。具体的には、生体内や自動車部品内外のマクロスコピックな熱流動からカーボン・ナノチューブ内の分子運動のようなナノスコピックの流動など幅広いスケールで熱流動現象を研究している。



新規性・優位性

- ▶ 熱流動現象の幅広いスケールの問題に対し、豊富な経験（英国でのPhD、DScの学位取得、Top 5%の国際学術誌の編修委員、国際会議議長・実行委員長、等）を生かした、最先端の知見に基づく卓越した解析技術を有している。
- ▶ 学術的な立場からだけでなく、企業経験を生かした現実的な応用問題の解決手法も考えることができる。

応用・活用例

< 生体の器官や機械の性能を評価する研究 >

- 手術前後の器官の形状変化が呼吸器や血流に及ぼす影響を事前に把握する研究
- 熱流動に関する機械部品の性能最適化の条件を抽出する研究



須賀 一彦

教授

理工学部
機械工学科

所属学会：日本伝熱学会、日本流体力学会、日本機械学会、EUROMECH（欧州機械学会）、APS（アメリカ物理学会）等

委員等：日本伝熱学会（2024年度）代表理事・会長
日本流体力学会（2022年度）代表理事・会長
国際学術誌・編修長（J. Fluid Science & Tech.）、
編修委員（Int. J. Heat & Mass Transfer、他多数）
平成20年度文部科学大臣表彰科学技術賞（開発部門）

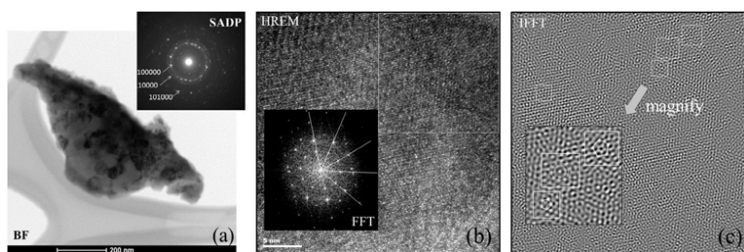
産学官連携オフィス ☒ sangakukan@otemon.ac.jp

水素社会に向けた水素貯蔵材料の特性及び材料機能の評価

研究内容

●金属材料の水素貯蔵特性及び先進材料の水素感受性の研究

- ・脱炭素に向けた活動が世界各国で活発になり、二次エネルギーである水素が注目されている。水素は、原子番号が1番であり、最も原子半径が小さいことから、金属材料中に比較的容易に侵入する。水素吸蔵合金では、金属材料中に侵入した水素を積極的に材料中に留め、水素を貯蔵しようとするもので、単位体積当たりの水素貯蔵量が、水素ガスタンクを大きく超えるものがある。一方、鉄鋼材料等の先進材料では、微量水素の侵入が材料を脆（もろ）くする場合もある。本研究では、将来の水素社会に向けた金属材料の水素貯蔵や機械的性質の変化のポジティブおよびネガティブ両面の研究を実験やシミュレーションにより進める。その他、植物系バイオマスの有効利用に関する研究等も進める予定である。



左の図は、水素吸蔵用チタン基準結晶粉末の透過電子顕微鏡写真である。左側：金属粉末全体像、真ん中：高分解能像、右側：原子配列の局所像（原子の配列が完全平面が作れない五角形からなっている）。原子間の隙間に水素原子（プロトン）が入る。

新規性・優位性

- ▶水素貯蔵材料の開発や特性評価は結晶材料を中心に世界中で行われているが、本研究では、結晶より多くの隙間サイト（水素原子が入る）を持つ準結晶に注目してきた。
- ▶水素貯蔵材料の研究と並行して、チタン合金やステンレス鋼等の水素感受性の研究も進め、金属材料と水素の相互作用に関して総合的な取り組みをしてきた。

応用・活用例

<水素貯蔵材料の実用化及び金属材料の水素利用によるリサイクルの研究>

- 水素ハイブリッドタンク（車載用）もしくは定置用の水素貯蔵材料の実現
- 水素感受性を考慮した金属材料の簡易リサイクルへの応用



高崎 明人

教授

理工学部
機械工学科

所属学会：日本金属学会
軽金属学科
日本材料学会
日本MRS

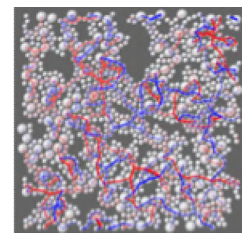
委員等：日本MRSエコものづくりセクション チェア
日本国際教育大学連合 理事長

固気二相流および粉粒体のシミュレーション技術により未来をひらく

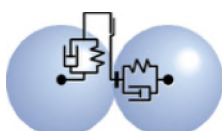
研究内容

● 高濃度固気二相流動および粉粒体挙動の数値予測の研究

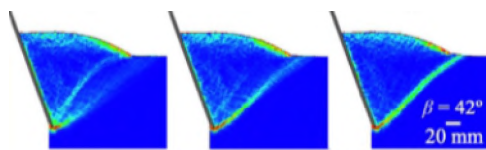
- 自然界においては岩石、土砂の挙動、火山爆発、火砕流など、工業プロセスでは、食品材料、固体材料、医薬品などのハンドリングから製造に到るまで、さらにエネルギー分野ではバイオマスを含む固体燃料の燃焼やガス化プロセスなどにおいて、粉粒体および固気二相流に関わる現象は幅広く見られる。当研究室ではこのような複雑な現象に対して、世界に先駆けてDEM-CFD解析による数値シミュレーション法を提案し、各種モデルの開発や現象の解明を行ってきた。現在は、計算負荷軽減のためのモデル開発や種々の物理現象の解明に取り組んでいる。



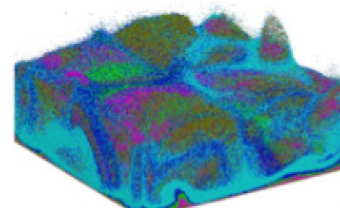
粒子群の力学



DEM接触力モデル



建設機械の土砂操作のDEMシミュレーション



粒子流動化挙動のDEM-CFD解析

新規性・優位性

- ▶ 離散要素法(DEM)を用いた粉粒体の数値シミュレーションの分野では、国内での発展を先導するとともに、DEM-CFD解析法を開発し、高濃度固気二相流の数値解析を可能とした。
- ▶ 実験的に計測することが困難な高濃度の粉粒体挙動および高濃度固気二相流中の粉粒体および気流の振る舞いを求めることができる。

応用・活用例

< 粉粒体の挙動予測に関する研究 >

- 食品、医薬、エネルギーなどの粉粒体プロセスにおける挙動予測と問題解決
- 粉粒体挙動および固気二相流動に関する各種モデル開発



田中 敏嗣

教授

理工学部
機械工学科

所属学会：日本機械学会
粉体工学会
日本混相流学会
流体力学会
化学工学会
日本粉体工業技術協会

委員等：ホソカワ粉体工学振興財団 理事
粉体工学会 参事

産学官連携オフィス

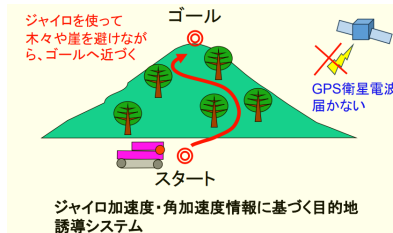
✉ sangakukan@otemon.ac.jp

iPhoneセンサを利用した移動機械の操作支援アプリ設計

研究内容

●GPSに代わるジャイロセンサによる現在地把握の研究

- ・野外において、現在地を把握する方法としてGPSナビゲーションが一般的である。しかしながら山林中において山影や木々に囲まれてGPS電波を検知できないことが発生する。そこで本研究では、走行車両の目的地に対する方向乖離角度をiPhone角速度ジャイロセンサによって、車両現在位置からの横方向乖離距離をiPhone加速度ジャイロセンサによって計測する。

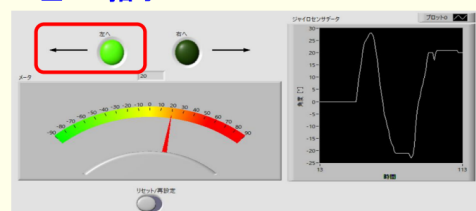


- ・目的地に対して方向乖離角度および横乖離距離を積分算出し、その乖離状態に対する修正操作指示をiPhone画面に表示する。車両操作者はiPhone画面の指示表示に従って車両をハンドル操作することによって、最終的には目的地へ到達できる。すなわち、移動目的地に対する方向乖離角度および横方向乖離距離をフィードバック指示することによって目的地への車両移動を達成する。

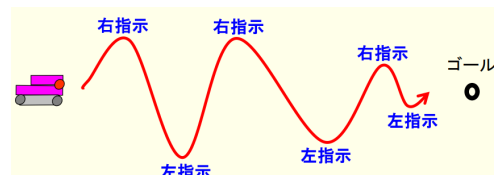
新規性・優位性

- ▶本研究で開発する装置は、①現在位置だけでなく目的地へ指向するための誘導支援表示、②スマホのジャイロ機能を利用するアプリ設計、③車両だけでなく、水上救命艇、水中ドローンの操作支援に拡張、を研究の達成目標としている。

“左へ”指示



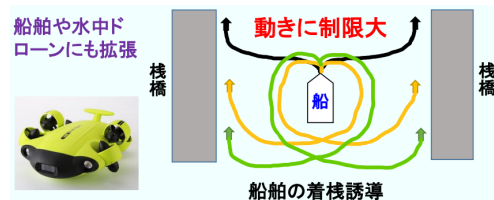
左や右へを指示する画面表示



応用・活用例

<船舶着桟操船および水中ドローン定位置保持操作に関する研究>

- ・救命艇ならば、荒天時に桟橋等目的地へ向かうための最適なコースを計算し、現時点で行うべき操舵行動をモニター表示する。一方、水中ドローンならば、養殖魚の生育を停止観察するため、潮流で流されても元の位置に戻るための操縦行動を表示する。



土井 正好

教授

理工学部
機械工学科

所属学会：計測自動制御学会
日本機械学会
日本ロボット学会
電気学会
日本生産管理学会

形と力と運動から探る 機械・食品・生物の特性・異常・感覚

研究内容

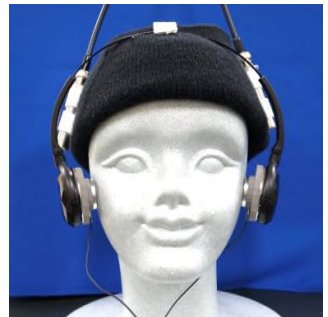
●波の干渉に注目した異常診断の研究

- ねじの緩みや薄膜の剥離、組立不良などは現代でも産業の足枷である。これらの異常は目視できず、超音波検査では波の干渉を引き起こして複雑化した波形に埋もれてしまう。そこで、干渉した波形から異常を見出したり、波の干渉を有効利用して異常を診断する技術を研究している。



●形と力と運動に基づく食感評価の研究

- 食感とは、食品と人体との力学的な相互作用によって生じる感覚である。したがって、食品の形や硬さ、人間の顎の強さといった様々な機械工学的要素の影響を受けている。食感がこれらの要素から受ける影響を評価できれば、優れた食感をオーダーメイドできる可能性がある。



新規性・優位性

- ▶超音波異常診断では、瞬時振動数などのパラメータを介して異常の影響を抽出している。また、波の和や差を意味するアナログ演算として波の干渉を活用する試みも進めている。
- ▶食感に対して、食品のみならず人体の特性も交えた研究を行っている。機械力学、バイオメカニクスなどに基づく力学的な視点から分析でき、官能評価との関係も探求している。

応用・活用例

<構造物の異常診断や音・振動に関する研究>

- 目視できない微小クラックや締結不良、接着不良などの診断
- 咀嚼音や歯ごたえの解析に基づくスナック菓子の評価



門脇 廉

准教授

理工学部
機械工学科

所属学会：日本機械学会
日本ロボット学会
バイオメカニズム学会
日本食品工学会
日本咀嚼学会

委員等：日本機械学会バイオエンジニアリング部門広報委員



産学官連携オフィス ☒ sangakukan@otemon.ac.jp

金属材料をより深く理解し、未来の社会を支える材料創成を目指す

研究内容

● 構造用金属材料と放射光X線分析の研究

- 自動車や橋梁などの構造用材料として用いられる金属材料は社会を支える重要な材料である。機械を構成する部品にも広く使われており、その用途は多岐にわたり、要求される性能も多用である。近年の傾向としては、各種性能の向上だけでなく、複数の特性を高いレベルで両立させるという難しい要求も増加している。これらの要求に応えるためには、金属材料の本質を理解し、金属材料の持つ潜在能力を最大限に引き出すことが不可欠となる。宮澤研究室では、金属材料のミクロ・ナノ組織がどのように形成・発達し、変形にどのような影響を与えるかを解明していく。微細組織や変形の様態を分析する手法として電子顕微鏡法と放射光X線分析を組み合わせることで、金属材料の未解決課題に挑戦していく。



新規性・優位性

- ▶放射光X線を用いた分析方法を駆使することで、電子顕微鏡や従来の実験方法では困難だった金属材料の機械的特性評価やその発現に影響を及ぼす微細組織の形成機構を明らかにしていく。

応用・活用例

<金属材料設計や新しい分析手法に関する研究>

- 金属材料の特性向上や両立に向けた合金設計指針の検討と提案
- 新しい放射光X線分析法の開発と普及



宮澤 知孝

准教授

理工学部
機械工学科

所属学会：日本金属学会
軽金属学会
日本鉄鋼協会
日本顕微鏡学会
日本銅学会

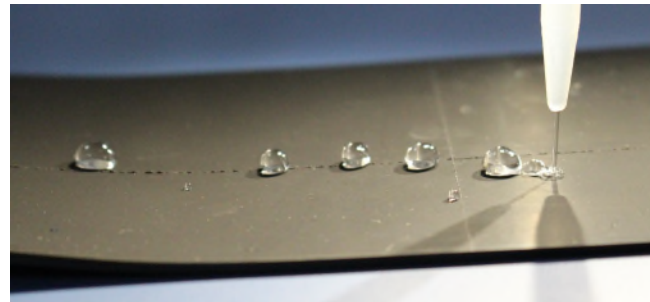
委員等：日本顕微鏡学会 電子顕微鏡解析技術フォーラム実行委員

液滴がすべりやすい表面の設計

研究内容

● 液滴の摩擦制御と表面設計の研究

- ・自然界のハスの葉やバラの花びらから着想を得た液滴がすべりやすい表面の開発に取り組んでいる。ハスの葉の表面構造を模倣して、水滴が簡単に転がる表面を設計し、ハスの葉のような微細な構造を研究することで、水滴の付着性と動作の違いを明らかにする。
- ・このプロジェクトは、バイオミメティクス（生物模倣技術）とトライボロジー（摩擦学）を融合し、表面の摩擦や潤滑の制御を科学的に解析する。この研究は、環境に優しい材料の開発や、工業製品の効率向上に貢献することを目的としており、持続可能な技術開発の新しい道を切り開いている。



新規性・優位性

- ▶ バイオミメティクスとトライボロジーを融合させた独自のアプローチで、表面摩擦や潤滑の特性を高精度にコントロールする技術を開発している。
- ▶ この研究によって開発された表面技術は、摩擦を低減し、液体の移動を効率化するため、製造業や輸送業におけるエネルギー効率の向上に大きく貢献できる。

応用・活用例

< 液滴の摩擦制御技術に関する研究 >

- 機械部品の表面に液滴制御技術を応用することで、油や潤滑剤が効率よく広がり、摩擦を低減できる。
- バイオセンサーやラボオンチップデバイスで、液体試料を効率的に移動させるための表面設計として利用可能。



柳澤 憲史

准教授

理工学部
機械工学科

所属学会：日本機械学会
日本トライボロジー学会

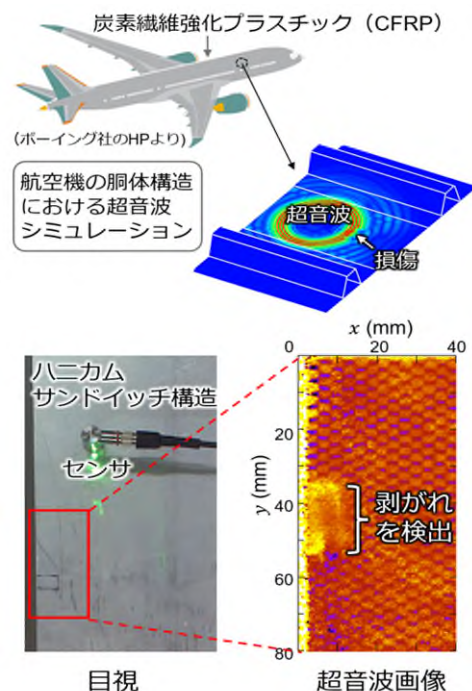
委員等：日本トライボロジー学会編集委員会
日本トライボロジー学会表面力研究会幹事

超音波の検査で安全・安心へ貢献

研究内容

● 超音波による非破壊検査の研究

・身の周りにある様々な構造物（航空機、船、トンネルや橋など）が安全であるためには、その材料に発生した損傷や欠陥を確実に検出することが重要となる。本研究室で扱う検査方法では、超音波という人間の耳には聞こえない音を使って、材料を破壊することなく、材料内部の欠陥を可視化する。これは病院で母体内の胎児を映す超音波診断と同様である。本研究室では、特に航空機にも用いられる炭素繊維強化プラスチック（CFRP）という材料や、軽量で複雑なサンドイッチ構造を対象としている。しかし、これらの検査は困難なため、超音波と欠陥の反応を理論的に解析したり、超音波の計測データの信号処理で欠陥を明瞭にする研究を進めている。これにより安全・安心な航空機への貢献を目指している。



新規性・優位性

- ▶ 金属や複合材料製の構造物の中を超音波がどのように伝わり、欠陥の影響をどう受けるか、という複雑な現象を物理理論やシミュレーションを用いて明らかにしている。
- ▶ 重工業メーカー等との共同研究の実績があり、産業界のニーズに合った非破壊評価の知見を積み上げている。

応用・活用例

< 超音波の先端応用に関する研究 >

- 航空機をはじめ自動車、船舶等の産業界における効率的な非破壊検査技術への応用
- 輸送機械やインフラ設備の異常をリアルタイムで検知可能な状態監視システムの実現
- 超音波の送受信条件を人体の診断・治療に最適化することで超音波医療機器の開発も可能



齋藤 理

講師

理工学部
機械工学科

所属学会：日本機械学会
日本非破壊検査協会
日本物理学会

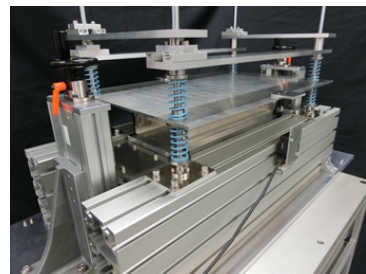
委員等：日本非破壊検査協会「超音波探傷試験装置関連の性能測定方式に関する研究委員会」幹事
日本物理学会 代議員

空気浮上装置の開発と安定化設計に関する研究

研究内容

● 空気浮上装置の動的安定性解析と実験

- ・火力発電所や製鉄所では、空気の圧力により、石炭を積載したベルトや鋼板などを浮上させて搬送を行う空気浮上装置が利用されている。この機械は、ローラーを用いた従来の接触式装置に比べて、騒音および消費エネルギーが小さい特徴を有している。しかし、装置の稼働条件により、搬送物と支持装置に激しい異常振動が発生することが報告されている。この異常振動の発生は、騒音問題や搬送物の品質不良を招くため、現場では大きな問題となっているが、抜本的な解決策は無く、現場の技術者の経験に基づいて試行錯誤的に設計・調整がなされている。そこで本研究では、異常振動の発生原因の解明し、より高性能な空気浮上装置を開発することを目的として動的安定性解析と実験を行っている。



新規性・優位性

- ▶ 空気浮上装置を対象に数理解析モデルを構築し、異常振動の発生メカニズムを解明
- ▶ 非定常流体力計測装置を設計・製作し、実験的に励振機構を解明
- ▶ 装置の安定化設計手法の確立と制振機構の開発
- ▶ 本研究成果により、日本機械学会・奨励賞およびオーディエンス表彰等、多数の賞を受賞

応用・活用例

< 空気浮上技術の応用に関する研究 >

- ・スマートフォンの需要増加に伴い、フィルムなど安価で柔軟なフレキシブル媒体上に微細な電子回路等を印刷するプリンテッド・エレクトロニクス技術（PE技術）が世界的に注目されている。PE技術では、その特性からフィルムを非接触で搬送する必要があるため、本研究技術を応用し、空気圧を利用した柔軟体非接触搬送技術の開発に関する研究を実施。



武田 真和

講師

理工学部
機械工学科

所属学会：日本機械学会
粉体工学会

委員等：日本機械学会 機械力学・計測制御部門 若手活性化委員会
実行委員長
日本機械学会 FIV研究会構成員