

The logo for SAIKO, with each letter in a different color: S (blue), A (green), I (red), K (orange), O (purple).

SAIKO



工学部
機械工学科
Seeds

ものづくりを可視化する状態監視技術，品質を安定させる最適化技術



河田 直樹 教授

工学部 機械工学科 生産プロセス研究室

研究室ホームページ URL:

<https://www.sit.ac.jp/laboguide/kougaku/kikaikougaku/#kawada>

キーワード(専門分野)

状態監視、最適化、計測制御工学、機械工作法、輸送機器

■ 研究の目的、概要、期待される効果

ものづくりの現場では、設計技術とともに生産技術が重要で、いずれも製品品質の作りこみに欠かせません。また、良い品物を継続して市場に提供するためには、最適な製造条件を作りこみ、それを維持していく必要があります。そのために、生産の状態を監視する技術や製品の検査技術が重要です。

本研究室では、様々なものづくりのプロセスに着目し、できるだけ現場に近い課題をテーマとして、ものづくりの最適化、IoT や AI による状態監視技術の研究を中心に展開しています。

これらの技術導入によって、生産性の向上や現場で起きている技術課題の可視化、技術・技能の伝承などの成果に結びつくことが期待されます。

■ 業界の相談に対応できる分野

設計や生産(加工)条件をパラメータとして調整でき、その組み合わせを変えることができれば、概ね分野を問わず、最適化を行うことが可能です。また、実際にものを扱う状況にあれば、それに関わるセンサを設置することで、こちらも分野を問わず概ね状態監視が可能となります。設置できるセンサの数や種類にもよりますが、異常検知、異常診断、異常予測といった目的に応じた監視システムの実現が期待できます。

■ 研究事例 または アピールポイント

○溶接、切削加工、塑性加工(プレス加工)の最適化・状態監視技術の導入の他、輸送機器そのものの運行状況の状態監視の実施例があります。

○状態監視技術は、生産ラインへの導入のための教材(図1)、輸送機器の運行監視のための教材(図2)を用意しており、当研究室で比較的短時間で実感的に学ぶことができ、企業における社内向け教育も行っています(オンライン形式も対応可能です)。

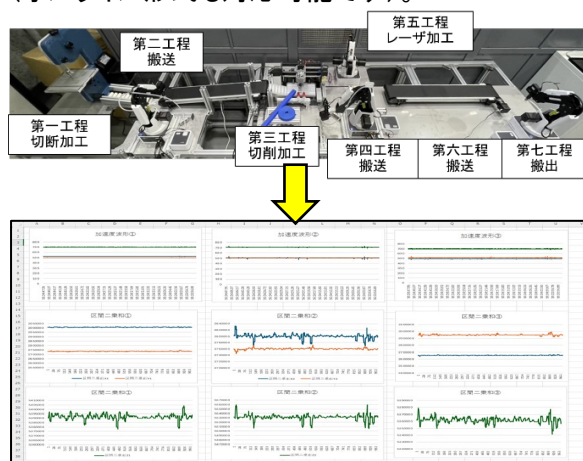


図1 生産ラインの状態監視技術体験用実験装置および Arduino・EXCEL ベースの監視システム

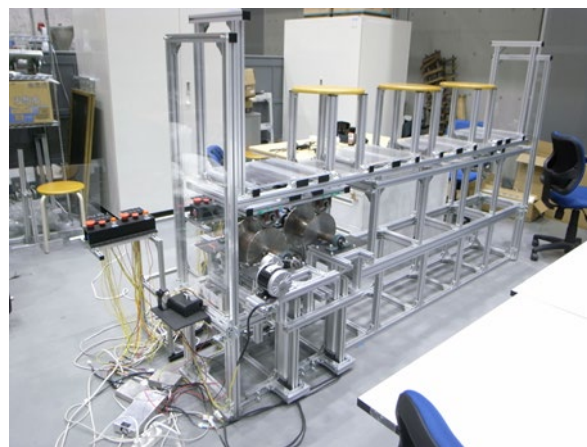


図2 鉄道車両の状態監視技術実験装置

水素・エネルギーの有効利用



高坂 祐顕 教授

工学部 機械工学科 熱エネルギー工学研究室

研究室ホームページ URL:

https://www.sit.ac.jp/user/kosaka/top_Rev02.html

キーワード(専門分野)

熱力学、伝熱工学、熱流体工学、音響工学、水素エネルギー

■ 研究の目的、概要、期待される効果

エネルギーの大量消費による産業活動が続き、これらに起因する世界規模での環境破壊が社会問題となっている。現代社会ではエネルギー無しには立ち行かない状況にあることは否めない。本研究室では、エネルギー変換技術、装置利用時のエネルギーの効率化や排熱利用など、熱の授受を基に解析をおこない、効率化を図ると共に、熱移動に必要な材料の熱物性値計測をおこなうことで、正確な熱移動を把握し解析に利用することで、より高度な熱解析をおこないます。

■ 業界の相談に対応できる分野

温室効果ガス排出を低下させるために各産業ではエネルギー利用の効率化や排熱利用など様々な取り組みがなされています。エネルギーの流れは目では見えないので、最適な状態で装置を操作するためにまだまだ感覚に頼ることが多い。このエネルギーの流れを工学的に数値化し、効率化を図ること。

また、次世代の2次エネルギーの代表である水素エネルギー利用機器やこれらのエネルギーの貯蔵・輸送、エネルギー変換など、主に、エネルギー解析、有効利用に関する分野に対応します。

さらに、要望に応じて、これらの解析ためのツールを GUI ソフトウェア化し提供します。

■ 研究事例 または アピールポイント

・熱解析シミュレーションソフトウェアの開発

- 1) 2成分系高沸点成分における露点推算ソフトウェア
- 2) 容器内温度分布推定ソフトウェア

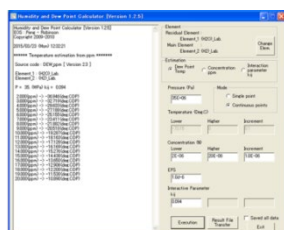


図 露点推算ソフトウェア

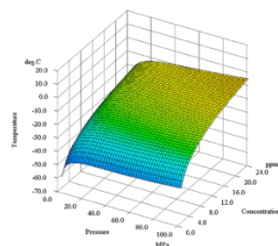
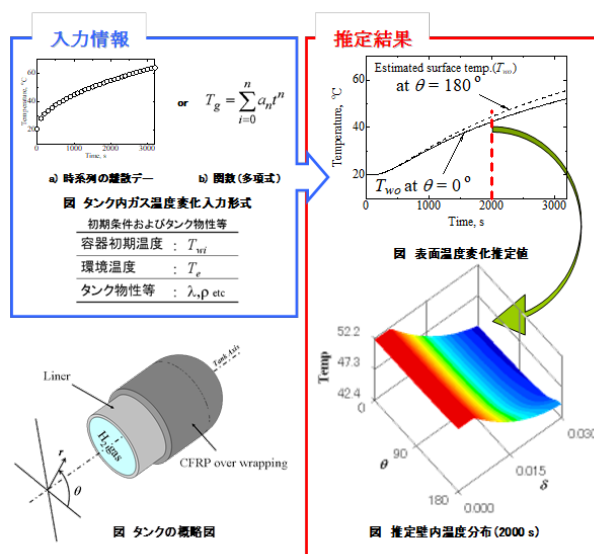


図 H₂+H₂O系の露点推算結果



1) 2成分系高沸点成分における露点推算ソフトウェア

2) 容器内温度分布推定ソフトウェア

Blaha 効果中の歪速度急変試験による 転位の運動に関する研究



上月 陽一 教授

工学部 機械工学科 材料強度学研究室

研究室ホームページ URL:

<https://www.sit.ac.jp/user/kohzuki/policy.html>

キーワード(専門分野)

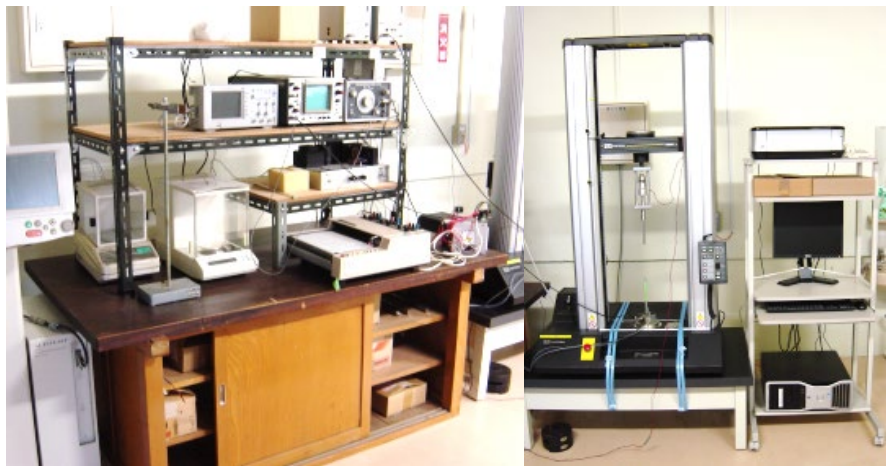
転位、塑性変形、超音波振動、Blaha(ブラハ)効果、歪速度急変試験

■ 研究の目的、概要、期待される効果

材料の変形は、その材料に含まれている線状欠陥の〈転位〉というものの運動によって起こります。その転位の運動を妨げることによって、材料を強化することができます。その運動している転位と点欠陥との相互作用に関することを、Blaha(ブラハ)効果中に歪速度急変試験を行って調べています。

Blaha 効果とは、塑性変形中に超音波振動を加えると変形応力が低下する現象をいいます。つまり、超音波振動応力を付加させると、付加させない場合よりも小さな応力で材料を変形させることができるようになります。この現象は多くの金属材料で確認されており、塑性加工技術として線引き・深絞り・圧延などに広く応用されています。

製品になるまでの加工プロセスでは材料の塑性変形が起こっており、それらはほとんどの場合転位のすべり運動によって担われています。その転位の運動に基づいた材料の塑性変形に関する特性について詳細に調べています。例えば、不純物や母材の種類を変えて不純物の周りの歪の大きさやその形が変化すると変形特性がどのようになるのか？同じ材料でも熱処理条件(試料の履歴)を変えることによって変形特性がどのようになるのか？などの研究を行っています。



■ 業界の相談に対応できる分野

材料強度や材料の力学的性質
転位の運動に基づいた結晶の塑性

■ 研究事例 または アピールポイント

- 結晶中の不純物サイズによる変形特性への影響に関する研究
- X線照射したアルカリハライド単結晶中の転位と点欠陥との相互作用に関する研究
- 金属材料を試料とする超音波振動応力付加下での歪速度急変試験装置の模索

人間を中心とした、ヒトー機械システムの統合的研究



長井 力 教授

工学部 機械工学科 メカトロニクス研究室

研究室ホームページ URL:

https://www.sit.ac.jp/gakkahp/kikai/Z06_nagai.html

キーワード(専門分野)

バイオメカニクス、医療福祉工学、生体情報計測、運動解析、人間工学

■ 研究の目的、概要、期待される効果

人間と協調して作業を行うロボットや自動機械システムを、より使いやすく使用者にとって負担の少ないシステムとすることを目的として、人間-機械システムの研究を行っています。機械工学、メカトロニクスを基本として人間の持つ特性を計測・解析し、身体の構造や運動制御のしくみを機械システムへ応用しています。人間-機械システムや人間工学、医療福祉機器の研究開発、スポーツ工学への適用等を目指します。得られた知見を用いて、歩行パワーアシスト装具や触覚計測センサ、トレーニング支援装置等の開発を行っています。

■ 業界の相談に対応できる分野

メカトロニクスを基本とした機械システム開発、人間の運動計測や支援装置の開発、医療福祉分野、スポーツ分野等の幅広い分野との共同研究など

分野:メカトロニクス、人間工学、バイオメカニクス、運動解析、医療福祉、スポーツ工学、他

■ 研究事例 または アピールポイント

・使用者と協調して運動する歩行支援装置 ActFree

下肢麻痺者の歩行支援やリハビリテーションを目的とした歩行支援装置。アクチュエータの数を減らし、シンプルで安全な構造を目指している。医療機関等と共同研究を行っている。(図1)

・人間の触覚を実現する触覚センサ

人間の指先と同じような構造を持ち、力や触覚をセンシングする。触覚をフィードバックすることによりロボットハンドに繊細な動作をさせることが可能となる。(図2)

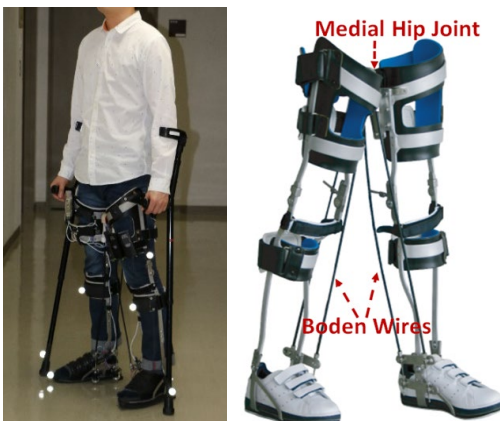
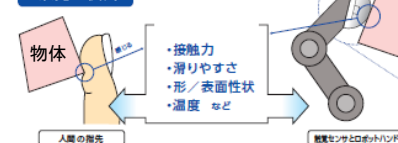


図1 ActFree

センサは、物体の「滑りやすさ」や「柔らかさ」などの接触状態を検知し、ロボットハンドコントローラにフィードバックすることで物体をハンドリングすることができます。ロボットハンドは、物体を落としたり壊したりすることなく、安定した保持を維持できます。

このセンサは接触部分が弾性であるため、ロボットハンドと把持対象物との間の相互作用力やモーメントの評価に用いることができます。

触覚の役割



センサ構造

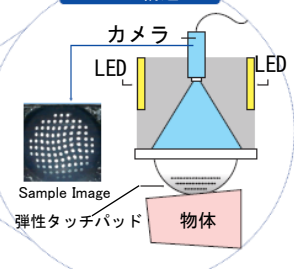


図2 触覚センサ

DX に向けた IoT 技術 品質工学・最適化を用いた社会実装



福島 祥夫 教授

工学部 機械工学科 成形技術(デジタルものづくり)研究室

研究室ホームページ URL:

https://www.sit.ac.jp/gakkahp/kikai/Z04_fukushima.html

キーワード(専門分野)

低コスト IoT 技術の社会実装、品質工学、CAD/CAE、成形加工、金型設計

■ 研究の目的、概要、期待される効果

人材不足を補う手法として工場の DX 化が注目されている。従来の「人による観察→経験で分析→解決」から「センサ計測→AI 分析、IoT で監視→解決」というプロセスに変えることで DX 化が実現できる。DX 化には「導入・運用コスト」を安価にすることが重要であり、総務省のデータにも同様の記述がある。そこで、本研究室では導入・運用のコストを意識し、「容易なプログラミング」、「フリーソフトの活用」、「低コストコンピュータ」などによる IoT システムの構築に関する研究を行っている。

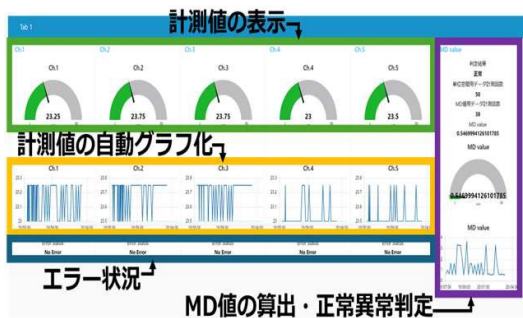
■ 業界の相談に対応できる分野

現在の研究はプラスチック成形加工を中心に行っているが、IoT 技術による DX 化は分野を特定するものではない。従って、工業分野だけでなく農業、食品などをはじめとしたものづくり分野には水平展開が可能である。

■ 研究事例 または アピールポイント

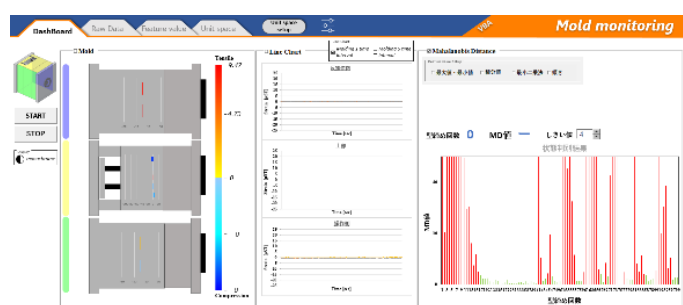
研究事例を以下に示す。

- ① 図 1 は Web ベースによる遠隔監視 GUI の事例である。5 か所の温度計測、エラー検知情報、そして、右側には AI による異常感知の事例である。本システムは、ラズベリーパイ、フリーソフト、タブレットで実現し、遠隔での実験も行った例であり、構築費用は数万円である。
- ② 図 2 は Web ベースではなく有線につながっている場合を想定した監視 GUI である。この GUI はマイクロソフト Excel VBA で構築した例であり、多変量解析の一種である MT システムを利用し、金型の変形や成形不良品の状態監視技術例である。



* スマホやタブレットで表示が可能

図 1 Web ベースによる遠隔監視 GUI



* PC での表示例

図 2 MT システムを利用した監視 GUI

ロケットエンジンの燃焼・推進技術



福地 亜宝郎 教授

工学部 機械工学科 燃焼推進工学研究室

研究室ホームページ URL:

https://www.sit.ac.jp/gakkahp/kikai/Z10_fukuchi.html

キーワード(専門分野)

金属燃焼、内燃機関、ロケットエンジン、推進工学

■ 研究の目的、概要、期待される効果

宇宙が身近になりつつある今、宇宙ビジネスは急激な拡大を続けており、ロケットの更なる高性能化、低コスト化、環境対応が求められています。そのような課題に対応するためには、内燃機関であるロケットエンジンの燃焼の理解が重要です。当研究室ではロケット用推進薬(特に固体推進薬/金属燃料)の異相間燃焼現象の解明、ハイブリッドロケット用の新しい燃料・燃焼方式、環境に配慮した低毒推進機関の研究を行っています。

■ 業界の相談に対応できる分野

- 高温・高圧下での燃焼現象の計測・観察
- 新推進機関(各種ロケット)の設計・開発
- 低毒推進機関
- 金属燃焼

■ 研究事例 または アピールポイント

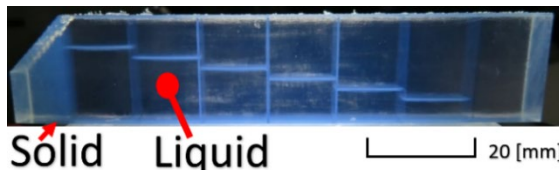
研究事例を以下に示します。

● 固体推進薬中のアルミニウム燃焼性向上研究

固体ロケットの推進薬には高性能化のため、粉末のアルミニウムが添加されています。このアルミニウムの燃焼が不完全だと、ロケットの性能低下とともに、宇宙ゴミ(スペースデブリ)となるスラグ(燃焼残渣)が発生します。アルミニウムの燃焼特性の向上を目指し、推進薬近傍のアルミニウムの燃焼状況の観察と推進薬の改良を行っています。

● ハイブリッドロケット用燃料研究

ハイブリッドロケットは、例えば固体燃料と酸化剤を組み合わせ、安心・安全なロケットエンジンを用いたロケットとして注目されています。しかし、固体燃料の燃料後退速度が遅いことが課題です。そこで、燃料後退速度の増大とコントロールとを目指し、3D プリンタを用いて液体燃料を内包させた燃料を開発し、燃焼速度の相関を研究しています。



液体燃料を内包させた燃料



燃焼試験中の様子

左から酸素

液体燃料が供給されていることを確認

材料の破壊メカニズム調査とその防止に関する研究



政木 清孝 教授

工学部 機械工学科 破壊プロセス研究室

研究室ホームページ URL:

<https://www.sit.ac.jp/user/masaki-k/>

キーワード(専門分野)

材料強度特性評価、疲労特性評価、表面改質処理、破壊メカニズム、フラクトグラフィ、レーザーピーニング

■ 研究の目的、概要、期待される効果

機械・構造部材の破壊原因の70%以上を占めるとされる「**疲労破壊**」は、部材に力が繰返し作用することで損傷(き裂が発生・進展)することにより生じます。見かけ上、破断に至る直前まで機械・構造物の変形がごく僅かであるため、機器の突然破壊となり、思わぬ事故を引き起こします。この「**疲労破壊**」に関する研究は産業革命以降、機械の発展とともに問題となってきましたが、今なお「**疲労破壊**」を原因とする破壊事故が絶えません。にもかかわらず、企業や大学などの研究機関において、実験的研究を行う研究者が少なくなりました。本研究室では、疲労特性調査のほか、表面改質処理による疲労特性改善に関する研究を行っています。

また、疲労破壊に関する調査以外にも、様々な材料を対象とした強度評価も行っています。

■ 業界の相談に対応できる分野

機械・構造物の疲労問題でお悩みの企業の方々に対する受け皿として、長年にわたる機械・構造部材の疲労特性評価に関する実験技術を基礎として、材料の疲労特性評価、疲労信頼性の保証、疲労特性改善のほか、破断面から事故の原因を調査する破面解析(フラクトグラフィ)などをサポートします。回転曲げ疲労試験機、平面曲げ疲労試験機、ねじり疲労試験機などの疲労試験機を所有しています。また幅広い研究ネットワークで、必要な試験ができる大学・研究機関を紹介できます。機械・工業分野に限らず、材料の強度評価に関することでお困りの方、お気軽にご相談ください。

■ 研究事例 または アピールポイント

- ・ レーザーピーニングなどの表面改質処理による疲労特性改善に関する研究
長年にわたりレーザーピーニング開発者らとともに、レーザーピーニング処理に関する研究を行っています。レーザーピーニング処理した金属材料の疲労特性改善に関する研究や、表面改質処理材の疲労特性調査などをおこなっています。
- ・ 材料強度特性評価に関する研究
金属材料のみならず、様々な材料に関する強度特性調査を行っています。最近では、サメの歯型を用いた物体切断能力の評価など、生物学分野に関する問題を機械工学の知識をもとに解決しようとする研究も行っています。

詳しくは、研究室HPをご覧ください

振動被害を低減する技術



皆川 佳祐 教授

工学部 機械工学科 機械力学研究室

研究室ホームページ URL:

<http://www.sit.ac.jp/user/minagawa>

キーワード(専門分野)

免震、制振、振動制御、モニタリング、エレベーター、エスカレーター

■ 研究の目的、概要、期待される効果

地震の頻発する我が国において、工場等産業施設で大きな地震被害が発生すると、復旧、事業停止等により莫大なコスト損失が発生する。これらの被害を抑制する技術として、地面と対象物を絶縁する「免震」、対象物の振動を吸収する「制振」などがあり、近年は機械設備への適用も進んでいる。また、機械の高速化、小型化などにより振動が発生しやすくなり、振動問題が顕在化するケースもある。

本研究室では対象とする機械設備の特性を考慮した免震、制振装置の研究開発を行なっている。また、免震・制振装置の研究開発の知見を活かし、地震以外の振動(例えば各種機械の振動等)に対する振動制御技術の研究開発、振動のモニタリングによる健全性評価、振動挙動の計測やシミュレーションを行なっている。これにより、費用対効果の高い地震対策、振動対策が可能になる。

■ 業界の相談に対応できる分野

振動が問題となる様々な分野における地震対策、振動制御、計測、モニタリング、シミュレーション、リスク評価などに対応可能である。また、振動に関わらず、エレベーター等の搬送機械に関する相談も対応可能である。

■ 研究事例 または アピールポイント

研究事例を以下に示す。

- ① 図1は免震装置の研究開発事例である。開発、シミュレーション、振動実験が可能である。
- ② 図2はエレベーターロープの地震時の振動をシミュレーションしたものである。これまでも建物、配管、ショベルカー等の各種構造物や流体の振動解析を実施しており、様々な振動解析が実施可能である。
- ③ 図3は配管の振動モニタリング事例である。AIなどを利用して振動を分析することで、損傷検知などが可能になる。配管以外の対象についても実施可能である。



図1 免震装置の模型実験

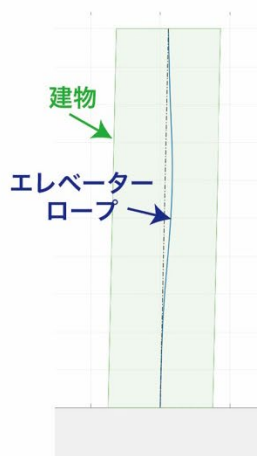


図2 エレベーターロープの振動解析

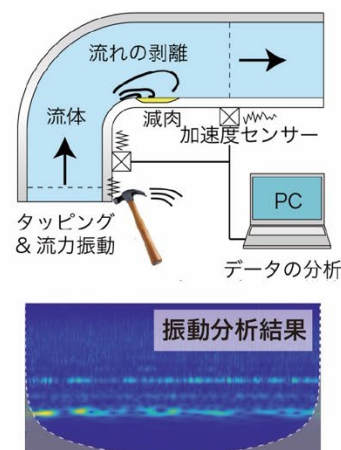


図3 配管の振動モニタリング

機械システムの構造系と制御系の解析と設計



安藤 大樹 准教授

工学部 機械工学科 ロボットデザイン研究室

研究室ホームページ URL:

<https://www.sit.ac.jp/user/ando/>

キーワード(専門分野)

構造系と制御系の統合化設計、柔軟構造、大変形解析、最適設計

■ 研究の目的、概要、期待される効果

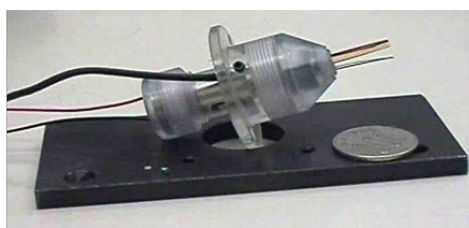
制御機械システムにおける構造系と制御系を統合的に設計することにより、両系を区別して設計する従来の設計手法の限界をブレイクスルーする設計技術の開発を行っております。特に、構造の弾性変形を利用した柔軟機構を対象とした研究開発を行っております。構造の弾性変形を利用することにより、部材数の低減、小形化、軽量化、高性能化、バックラッシュや騒音および潤滑の必要性の除去、製造工程のコストおよび時間の削減などを達成することができます。

■ 業界の相談に対応できる分野

機械システムの構造系と制御系の解析と設計

■ 研究事例 または アピールポイント

柔軟構造の運動性を利用した制御機械システムを産業、医療、福祉、農業などの用途へ応用した産業用小形電動グリッパ、ピンセット型電動はんだごて装置、変位拡大位置決め制御用圧電アクチュエータ、低侵襲外科手術用柔軟鉗子、手指障害者用電動ピンセット、農業用ロボットグリッパなどの研究開発を行っています。



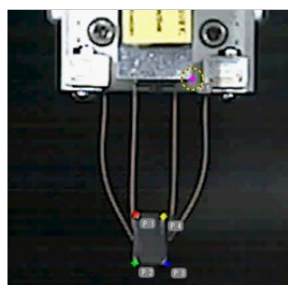
産業用小形電動グリッパ



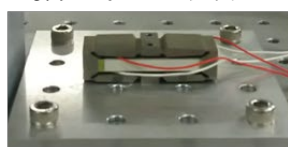
低侵襲外科手術用柔軟鉗子



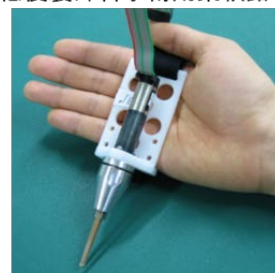
ピンセット型電動はんだごて装置



弾性フィンガーグリッパ



圧電アクチュエータ



手指障害者用電動ピンセット

制御理論とその応用に関する研究



萩原 隆明 准教授

工学部 機械工学科 制御工学研究室

研究室ホームページ URL:

https://www.sit.ac.jp/gakkahp/kikai/Z11_hagiwara.html

キーワード(専門分野)

制御工学、メカトロニクス

■ 研究の目的、概要、期待される効果

「制御」は機械・電気・化学システムなど幅広い分野で活用されており、私たちが日常的に使用する多くの機器に組み込まれている不可欠な技術である。本研究室では、そうした制御技術の応用と発展を目的に、①多様な制御対象に対応した PID 制御の設計・調整法の高度化、②ロボットの移動機構と自律移動アルゴリズムの開発、③狭い空間での作業や探索を可能にするヘビ型ロボットの小型化などに取り組んでいる。

PID 制御では、任意の対象に対する制御器の設計法を提案し、その制御器の調整方法について検証を行う。自律移動に関しては、ロボットの環境認識・経路計画・モーション制御を統合し、障害物回避や目標到達が可能な移動システムの実現を図る。また、ヘビ型ロボットにおいては、多関節構造に適した軽量の機構設計や省スペースな制御系の構築を通じて、限られた空間でも滑らかに動作できるロボットを目指す。

これらの研究成果は、災害救助やインフラ点検、医療分野への応用を促進するとともに、産業用制御システムにおける性能・信頼性の向上にも寄与することが期待される。

■ 業界の相談に対応できる分野

制御およびメカトロニクス分野に関する業界からのご相談に対応可能です。自動化技術の導入、機器制御の最適化、システム設計支援など、現場の課題に応じた技術的提案や共同研究が可能です。

■ 研究事例 または アピールポイント

① PID 制御の高度化に関する研究

制御対象の多様化・高精度化に対応するため、PID 制御における新たな設計・調整手法の構築を行っている。周波数応答や極配置に基づく理論的手法に加え、ロバスト安定化や機械学習を応用することで、頑強、迅速かつ高性能な制御を実現し、産業機器やロボットへの展開を目指している。

これまで、従来の PID 補償器では対応できない不安定と呼ばれる制御対象に適用可能な PID 補償器の設計法を提案している。

② ヘビ型ロボットの小型化に関する研究

狭い空間での作業や探索に特化したヘビ型ロボットの小型化に取り組んでいる。サイズと可搬性の両立を図るため、関節数や作動個所を最小限に抑える構造設計や機構・制御の工夫を行っている。小型アクチュエータやコンパクトな電装配置技術の導入により、軽量・省スペース化を実現。配管やダクトなどのインフラ点検、災害救助、医療機器などへの応用が期待される。



図 製作したヘビ型ロボット

分子シミュレーション



岡田 和也 講師

工学部 機械工学科 機能性流体工学研究室

研究室ホームページ URL:

<https://www.sit.ac.jp/user/kokada/index.html>

キーワード(専門分野)

流体力学、分子シミュレーション

■ 研究の目的、概要、期待される効果

磁性粒子分散系の工学的応用を考える場合、母液に懸濁された磁性粒子がどのような挙動を示しているのか、また、どのように凝集しているのかなどについて解明しなければなりません。このようなマイクロな特徴を解析する手法として分子シミュレーションが挙げられます。分子シミュレーションを実行するには、実験的に得られる粒子分散系を想定する必要があります。実験的に得られる粒子は大きさが全て統一していることは珍しく粒子の大きさにはばらつきが生じています。そのため、ここでは、粒子径分布を考慮したキューブ状磁性粒子分散系の分子シミュレーションを簡潔に紹介します。

■ 業界の相談に対応できる分野

汎用ソフトウェアで解析できないマイクロな流体现象に対して研究展開が可能です。

■ 研究事例 または アピールポイント

図1のスナップショットは、粒子の大きさのばらつきが非常に小さい単分散性で優れた系でのシミュレーション結果です。シミュレーション結果から、キューブ状粒子がどのような粒子配置で凝集しているのかが観察することができます。粒子の大きさのばらつきが小さい系では、キューブ状粒子は安定した面接触により凝集し格子構造を形成していることがわかります。

図2のスナップショットは、粒子の大きさのばらつきが大きい多分散系でのシミュレーション結果です。シミュレーション結果から、単分散性に優れた系で得られた格子構造を形成していないことがわかります。特に、隣り合う粒子同士の面接触に着目すると、図1と比較して不安定な面接触により凝集体が形成されていることがわかります。

本シミュレーションでの結果を簡潔にまとめると、粒子の大きさのばらつきが大きくなるにつれて隣接する粒子間の面接触が不安定になります。このように粒子径分布を考慮した分子シミュレーションを実行することにより、実験的に得られる分散系内で生じる凝集現象を再現することができます。また、分子シミュレーションにより得られた特徴から所望の特性を有する分散系の手がかりを得ることもできます。

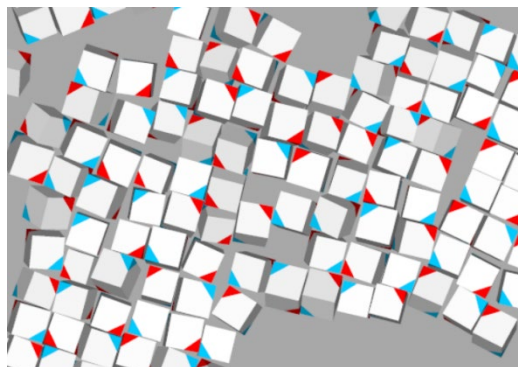


図1 単分散系でのスナップショット

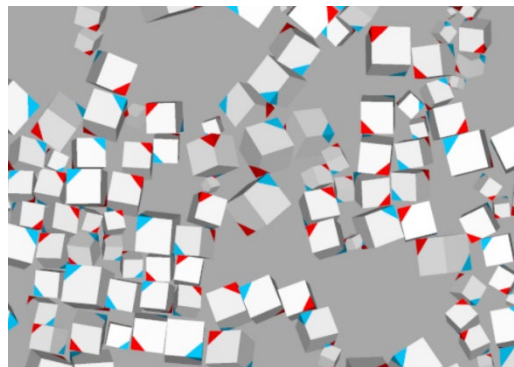


図2 多分散系でのスナップショット