

研究室紹介 —— 群馬大学が誇る先進的研究を紹介します

遺伝子とそのスイッチを操作する

群馬大学 生体調節研究所 ゲノム科学リソース分野 教授 畑田出穂

遺伝子すなわちDNAは塩基配列として遺伝情報を持っています。また遺伝子にはスイッチがあり、そのオン／オフにより制御されます。疾患は遺伝子の塩基配列の変異により発症するものや、そのスイッチが異常になり発症するものがあります。当研究室では、ねらった遺伝子の遺伝情報を効率的に改変できる技術「ゲノム編集」を応用し、最短1ヶ月程度で、特定の臓器のみで塩基配列が変異して疾患を発症する疾患モデルマウス(条件付きノックアウトマウス)を作成する手法を開発しました。この方法により、従来の手法では1-2年かかっていた作成期間を大幅に短縮することができました。

遺伝子のスイッチのことをエピゲノムと呼び、そのエピゲノムは環境に影響されます。癌や生活習慣病などの疾患は、環境の影響で遺伝子のスイッチが異常になるエピゲノム疾患です。我々は「ゲノム編集」を発展させ、狙った遺伝子のスイッチを操作する技術「エピゲノム編集」を開発し、さらに、この技術を応用して、今まで作製することができなかったエピゲノム疾患モデルマウスを作製することに成功しました。

写真はエピゲノム疾患の1つであるシルバーラッセル症候群のモデルマウスで、H19という遺伝子をオンにした結果、発育遅延という症状が際立っていることがみてとれます。逆にこの遺伝子をオフにすることも可能です。このように「エピゲノム編集」は将来、遺伝子のスイッチの異常で発症する疾患の治療に応用できる可能性を秘めています。当研究室ではこれまでに大学、企業を含めて80件以上の疾患モデルマウス作製を通じた共同研究をおこなっています。

【研究室 URL : <http://epigenome.dept.showa.gunma-u.ac.jp/~hatada/>】



H19 遺伝子のスイッチをオンにすることによりシルバーラッセル症候群を発症した生後4週目のマウス（左）。右は健康なマウス。

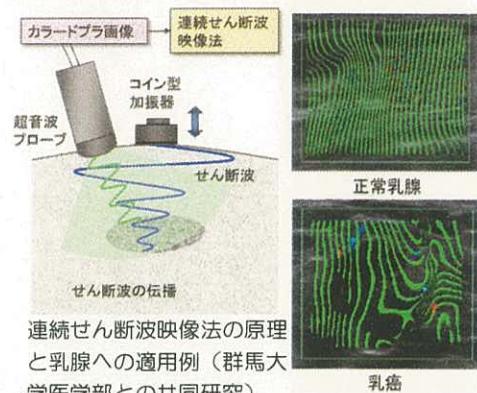
連続せん断波エラストグラフィー 生体組織内部の硬さを可視化する新たな映像技術-

群馬大学理工学府 電子情報部門 教授 山越芳樹

生体組織内部の弾性を可視化することは、腫瘍や肝硬変など疾病の診断、リハビリテーションや、スポーツ医学において運動器の機能を硬さの変化から評価するなど多くの応用が考えられます。従来、生体組織内部の硬さを可視化する方法として、比較的強い超音波を生体組織内に放射し超音波の音響放射圧で生じるせん断波の伝播速度から硬さを計測するSWE法が知られていますが、この方法は測定可能な硬さに上限があること、また測定精度にも問題があると言われています。

我々が発案した連続せん断波エラストグラフィーは、生体表面に張り付けた小型軽量のコイン型加振器で生体組織内に連続的なせん断波を励起させ、この時、生体組織中を伝播するせん断波を汎用の超音波エコー装置の機能であるカラードプラ法で可視化する新しい方法です。振幅条件、周波数条件を呼ぶ2つ条件が必要になりますが、せん断波の周波数は生体での映像化に適した複数の周波数から選べるなど実運用では制約にはなりません。汎用エコー装置が改造なく可視化に使えるのでシステム価格が廉価、実時間での可視化が可能、測定可能な硬さ（伝播速度）に上限がない、せん断波の伝播が直接可視化できるので伝播の様子から弾性構造の評価ができるなど多くの特徴があります。小型、可搬型のエコー装置にも組み込むことが出来ますので、リハビリ、スポーツ医学、災害医学などの利用も可能と考えられます。本手法の小型可搬型のタブレットエコーへの組み込みなど、いくつかの実施例がありますので、ご興味のある方はお声掛けいただければ幸いです。

【研究室 URL : <https://yamakoshi-lab.ei.st.gunma-u.ac.jp/wp/>】



研究室紹介 —— 群馬大学が誇る先進的研究を紹介します

ピントが異なる複数の画像を同時に撮影する技術

群馬大学理工学府 電子情報部門 教授 奥寛雅

(本技術の要点)

- 異なるピントの画像を同時に撮影できる技術 (Simulfocus Imaging) を開発
- 広範囲を一回の撮影で計測でき、機械的な駆動部がないため長寿命化が期待
- 工場等における画像検査や医療・バイオ機器の高速化・効率化、映像機器の高機能化

通常のカメラは一つのピント位置の画像しか計測できません。しかし、例えば工場における画像検査で、複数の高さの異なる部品などがベルトコンベヤーで流れてくる場合には、それぞれの部品の高さに合わせてカメラのピントを変更する必要があります。

従来は、複数のピントが異なるカメラを用意するか、カメラにオートフォーカスの機能を付与する必要がありました。前者の場合は必要なカメラ台数が増える、後者の場合はオートフォーカスの反応を待つ必要があるため製品を流す速度が制限されてしまう、という問題がありました。

これに対し、当研究グループは静岡大学電子工学研究所の川人グループと共同で、1台のカメラで実質的に同時に4箇所の異なる場所にピントが合っている画像を撮影できる技術を開発しました。この技術は約70kHzで焦点距離が振動する液体レンズと高速に多重露光ができる撮像素子の組み合わせで実現されています。実用化を目指していますので、ご興味あれば是非お声かけ下さい。詳細は以下のホームページをご覧ください。動画も掲載されています。

【研究室 URL : <https://okulab.wixsite.com/okulab/simulfocus-imaging>】

人工心臓の技術を応用した「小型・超高速・超クリーン」磁気浮上モータ

群馬大学理工学府 電子情報部門 准教授 栗田 伸幸

我々は様々なタイプの人工心臓の開発に取り組んでいます。一例として、BIVACOR社(米)と共同で開発した全人工心臓では、子牛を用いた動物実験において3ヶ月以上の生存に成功しました。

人工心臓のコア技術となる磁気浮上モータは、産業機器に広く応用できます。磁気浮上モータはロータを非接触で支持・回転することができるため、従来技術では実現不可能な、特殊環境下で使用することができます。特に超長寿命・超高速・超クリーン環境で力を発揮します。

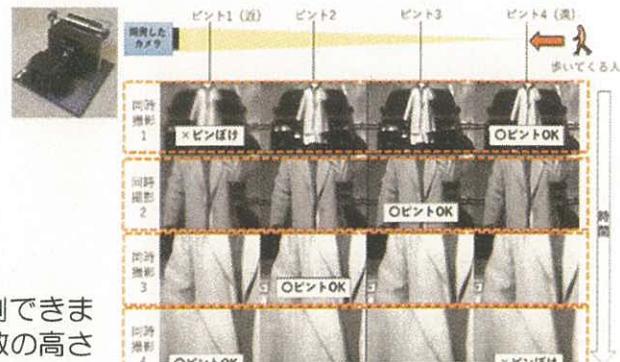
特長 1 「小型・高速・長寿命」 モータの小

型化・高速回転化に伴い、ベアリングの寿命が短くなります。磁気浮上モータではベアリングを使用しないため、高速回転をしていても、長い期間使用することができます。

特徴 2 「粉塵が出ない・潤滑剤が不要・メンテナンスフリー」 ベアリングを使用しないため、ベアリングの摩耗による粉塵が出ません。また、グリスなどの潤滑剤も不要となるため、不純物が許されない超純水など、極めてクリーンな環境でも使用できます。

これらの特徴を生かして、クリーンルーム内で使用するモータや、サーバの冷却ファンなど長期間の運転が必要なモータ、ベアリングの回転摩擦が問題となる超高速領域で使用するモータが開発可能になります。

【研究室 URL : <https://sites.google.com/gunma-u.ac.jp/nkurita/>】



開発した技術でカメラに歩いて近づいてくる人を撮影した結果



すべての自由度を能動的に磁気浮上制御することで、完全に非接触な状態で回転可能な磁気浮上モータ

研究室紹介 —— 群馬大学が誇る先進的研究を紹介します

瞼形状を利用したヒューマンインタフェース ~非接触型ナースコールデバイスの開発~

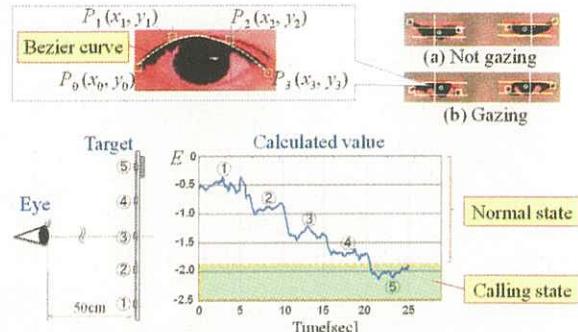
群馬大学理工学府知能機械創製部門 教授 中沢 信明

ナースコールは、入院患者にとって必要不可欠なインターフェースであり、生命の危機を救う重要な意思の伝達手段となっています。現在、ナースコールのインターフェースは、押しボタン式のものが主流となっていますが、緊急な状況下では、必ずしも患者自身が押しボタンに手を触れられるとは限りません。また、在宅の患者さんのレスパイト入院では、何らかの手段でナースコールができるように求められることもあります。このようなニーズから、本研究室では手を使わない非接触型のナースコールシステムの開発に取り組んできました。

開発したシステムでは、カメラに対しての患者の凝視の有無を検出し、ナースコールのON/OFF信号に反映させる仕様となっています。人がカメラを凝視した場合とカメラ以外の方向を見ている場合では、それぞれ目の形状が異なります。この特徴をモデル化するため、瞼形状の曲線近似モデルを構築し、そこから算出される値を利用して、カメラに対する凝視の判別を可能としました。カメラへの凝視状態が2秒以上保持された場合にはナースコールが作動するようになっています。

従来、視線判別には、赤外線を照射することによって眼球表面上に現れる反射像や瞳孔の位置を赤外線カメラで捉える手法がよく用いられていますが、本システムでは赤外線を利用しないためコストの面でも優位性があります。また、単純なON/OFF信号が出力できるため、押しボタンの代用として、他のアプリケーションにも利用可能で拡張性があります。本システムに興味のある方がいらっしゃいましたら、ぜひお声かけ頂けますと幸いです。

【研究室 URL : <http://www.ps.eng.gunma-u.ac.jp/~nakazawa-lab/research.html>】



瞼形状の曲線近似モデルから算出した値（図中①～⑤）によって、ナースコールの信号を制御します。

流れの可視化と計測—レーザ応用計測と可視化の研究拠点を目指して—

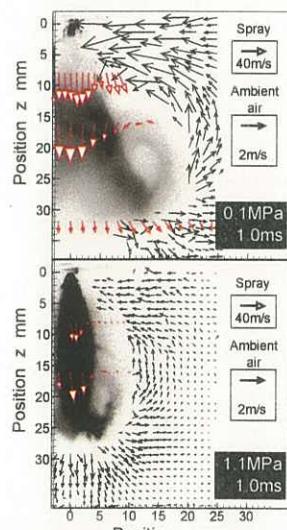
群馬大学理工学府知能機械創製部門 教授 石間経章、准教授 川島久宜

空気や水に代表される流体の運動は一般的に「流れ」と呼ばれます。流れを取り扱う学問は流体力学と呼ばれます。流体力学には支配方程式が存在しますが、その方程式に解があるのかないのかは、わからない状況です。コンピュータの発達に伴い、コンピュータシミュレーションで流れを解き明かそうという研究が最近多くなってきていますが、解がわからない支配方程式が正しく解いているかどうかは、誰も判断できません。

このような理由から流体力学に関する実験の需要は大きくなっています。流体力学の実験的な研究は、見ること（可視化）と測ること（計測）が基本になります。流れは漫然としていると見ることができないため、トレーサ（マーカー）の添加などを行いながら適宜可視化します。流れの乱雑現象は高速で複雑であるため、高速度ビデオも使用しながら種々の流れの可視化を行っています。より高速な現象に対して、ナノ秒オーダーの発光時間を持つパルスレーザを用いて瞬時の現象を静止画のようにとらえて観察する方法も実施しています。この方法を活用すると、瞬間々々の流れの速度を求めることができます。

さらに私たちの研究室では、日本でも導入事例の少ないレーザ応用計測機器を用いて、流体の速度や流体中の微粒子の速度と粒径を計測しています。現在までに、自動車形状と空気の流れ関係の解析、パイプ内の液体の流れ、水や液体の噴霧特性、空気中の固体粒子の挙動、エンジン内のエンジンオイル挙動などの可視化と計測を行っています。流れに関する技術相談、共同研究の実績も数多くありますので、気軽にご相談ください。

【研究室 URL : <https://www.me.gunma-u.ac.jp/ene4/ishima/index.html>】



周囲の空気圧力を変更した時の噴霧の変化の可視化と計測結果（上段は大気圧下、下段は高圧下の場合）

研究室紹介 —— 群馬大学が誇る先進的研究を紹介します

組織・界面制御によるマルチマテリアル用接合開発 —マルチマテリアル異相界面科学の展開—

群馬大学大学院理工学府知能機械創製部門 教授 荘司 郁夫

CO₂排出量削減及び燃費改善が進む自動車用材料では鋼に限定することなく、AlやMg合金およびCFRPなどの様々な材料を適材適所に採用して車体の軽量化を図る「マルチマテリアル化」の取り組みが進められています。その取り組みは車載版に限らず、IT及びIoT社会を牽引する電子版、Society5.0で展開されるフィジカル空間版への展開も進んでいます。

マルチマテリアルでは、異材金属、樹脂/金属、樹脂/無機などの異材・異相界面が増大するため、界面での機械的、熱的及び電気的な伝達損失の抑制が課題となります。そのため、界面の性能及び信頼性を向上させる異相界面科学の発展が期待されます。当研究室では、異強度鋼接合、鋼/Al接合、鋼/樹脂接着、電子実装用マイクロ接合（鉛フリーはんだ、Ag焼結、樹脂実装）、熱交換器用ろう接合などを対象として、材料のミクロ組織及び接合界面を制御することにより、接合材及び工法開発、界面反応及び信頼性調査を行っています。燃料電池への応用などを目指す機能性めっきを利用したユニークな材料開発も行っています。また、日本の誇る Made in Japan 品質を維持すべく接合部の劣化メカニズム（疲労、熱疲労、高温高湿劣化、腐食等）を解明して、学理に基づく信頼性向上を図っています。

本研究は、本学の重点支援プロジェクト「発展型マルチマテリアル実装プラットフォームの構築-異相界面科学研究開発拠点創成-」としても遂行中で、教育用書籍を発行して若手研究者向けの研究開発能力養成セミナーを開始しました。共同研究、教育セミナーなどご興味ございましたら、お声かけいただければ幸いです。

【研究室 URL: <https://www.me.gunma-u.ac.jp/zai2/shohji/index.html>】

次世代ワイヤレス IoT の電池レスを実現する発電フレキシブルプリント基板

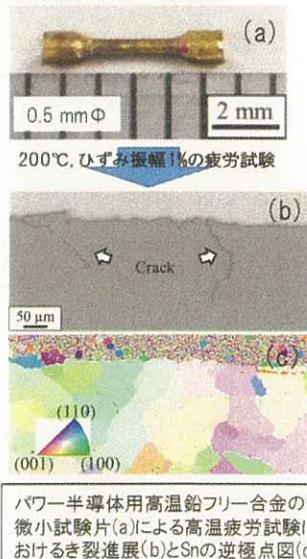
群馬大学理工学府知能機械創製部門 教授 鈴木孝明

モノがインターネットに接続され、情報交換することにより相互に制御する Internet of Things (IoT) 社会が提案されています。IoT 社会の発展に伴いセンサノードの数が急速に増加すると、従来のような配線や電池による電力供給では、人的リソースの不足や経済的負担の増大が懸念されます。そこで、環境中に存在する微小なエネルギーを電力に変換する Energy Harvesting (EH) が注目されています。特に、環境中に豊富で、エネルギー密度が高い振動エネルギーを対象とした振動発電は様々な方式が提案されていますが、このようなセンサや EH が実装された小型 IoT デバイスを構成する上で必須、かつ、大きな占有面積となるのがプリント基板です。

本研究では、プリント基板の面積と構造を有効活用し、発電機能をプリント基板に付加する方法を提案しています。フレキシブル基板は薄く、柔らかいため、ひずみを利用して圧電ポリマー振動発電や摩擦帶電を利用したポリマー接触発電を Flexible Printed Circuit (FPC) として構成した、“発電する FPC”です。特に、我々が日米特許を保有する微細加工技術を用いて作製したメタマテリアル構造を組み込むことで、環境振動に合わせた低共振化、かつ、高発電量化を達成しています。

本研究は、JST 戦略的創造研究推進事業-CREST にて、発電素子の高性能化とセンサ実装 FPC 製作のプロジェクトとして推進中のものであり、現在、実用化を目指したシステム化や応用例の構築を共同で実施していただける企業を探しています。ぜひ一度、「大学 マイクロマシン」でウェブ検索いただき、研究室 HP をご訪問下さい。研究紹介動画や、企業向けのニーズ・シーズ紹介ページなどがございます。

【研究室 URL: <https://mems.mst.st.gunma-u.ac.jp/>】



パワー半導体用高温鉛フリー合金の
微小試験片(a)による高温疲労試験に
おけるき裂進展(b)とSnの逆極点図(c)



電子機器の必須要素であるプリント基板の面積や構造を活かして、基板自体が振動・変形発電する。