

機械システム工学科

<http://www.ms.yamanashi.ac.jp/>



■ 機械デザインコース

溶射コーティング及びトライボロジー

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当

教授 園家 啓嗣 電子メール: ksonoya@yamanashi.ac.jp

助教 石田 和義 電子メール: isawa@yamanashi.ac.jp

助手 中村 正信 電子メール: masa@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ms.yamanashi.ac.jp/lab/sonoya/HP/>

1. 溶射コーティングの研究

各種産業機械は性能の向上が図られ、耐熱性、耐食性、耐摩耗性等のより厳しい環境条件で使用出来るようになりました。これに対応して、各種表面皮覆や表面改質技術の研究開発が行われています。なかでも溶射技術は、厚膜形成技術の中心的存在として、定着しつつあります。溶射は、図1に示すように、「粉末、線、棒状の固体（溶射材料）」を「熱源」で加熱し溶融または半溶融状態にさせ、基材上に高速で衝突させて積層する膜形成法です。

当研究室では、ジェットエンジン、カレンダーロール、橋梁などの各種産業機械に対して、溶射技術を用いて、①耐熱性を向上する研究、②耐摩耗性を向上する研究、③耐食性を向上する研究 を行って、産業機械の高性能化を図ることを目指しています。

耐熱性を向上する研究の一例として、ガスタービン静翼への溶射と新溶射技術を図2に示します。エンジンのガスタービンの動翼・静翼は1000℃以上の高温にさらされるため、遮熱溶射皮膜（Thermal Barrier Coating:TBC）が付けられます。この溶射皮膜は一般的には、

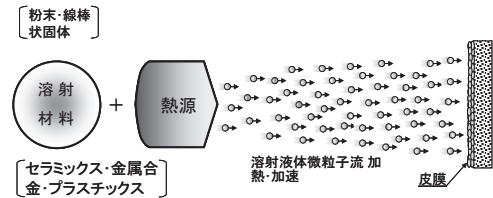


図1 溶射技術の模式図

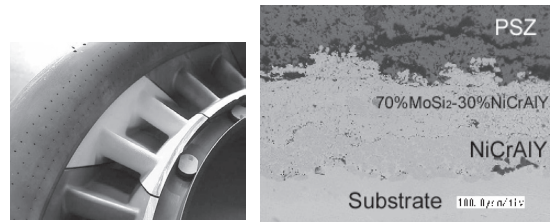


図2 ガスタービン静翼への溶射と新溶射技術

下地のボンドコート（M:金属）をプラズマ溶射し、その上にトップコート（Zr₂O₃）がプラズマ溶射されています。しかし、ガスタービン稼働中の熱や燃焼ガスなどの影響により、はがれてしまうため、寿命が短くなるという課題があります。そこで、私たちは従来法のTBCのボンドコートとトップコートの間層に耐高温酸化性の優れた材料（MoSi₂）を導入した3層TBCを開発して実用化する研究を行っています。

2. トライボロジーの研究

『トライボロジー』とは摩擦・摩耗・潤滑などに関連する諸現象を取り扱う科学・工学の一分野です。

人間の関節は良好に潤滑されているため、摩擦が極めて小さく、きしみ音もなく、摩耗はゼロです。しかし、関節の病気の場合に体内で使われる人工関節は摩擦・摩耗が大きく、改良すべき点が多くあります。図3は一般的な人工股関節の構造であり、寿命は15~20年です。そこで、より長期間の使用に耐えられる人工股関節の研究をしています。

3. その他の研究

機械の振動の研究も行っています。

図4はモード解析によって、トラクタトレーラの振動を調べた一例です。振動の発生原因を調べ、その防止方法を考えたり、あるいは利用したりする研究を行っています。

参考文献：モード解析の基礎と応用、日本機械学会編

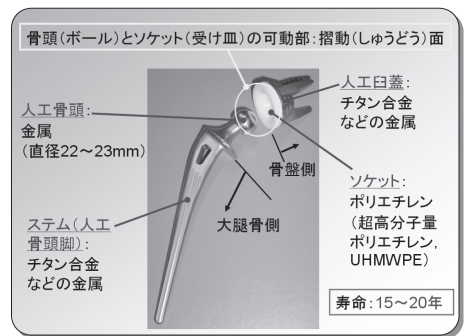


図3 人工股関節の構造

(トラクタのモード) + (トレーラのモード)	計算結果	実験結果
バウンス +	2.2Hz	2.0Hz
ピッチング + バウンス	3.5Hz	3.5Hz
バウンス + バウンス	4.6Hz	4.7Hz
ピッチング + ピッチング	5.2Hz	5.2Hz
プラットフォーム共振 +	8.6Hz	8.8Hz
+ フレームの曲げ	11.4Hz	11.8Hz
フロントのばね下 +	13.1Hz	13.0Hz
リアのばね下 +	15.7Hz	15.5Hz
フレームの曲げ +	18.4Hz	18.2Hz
+ トレーラ輪のばね下	25.4Hz	—

図4 トラクタトレーラの振動モード

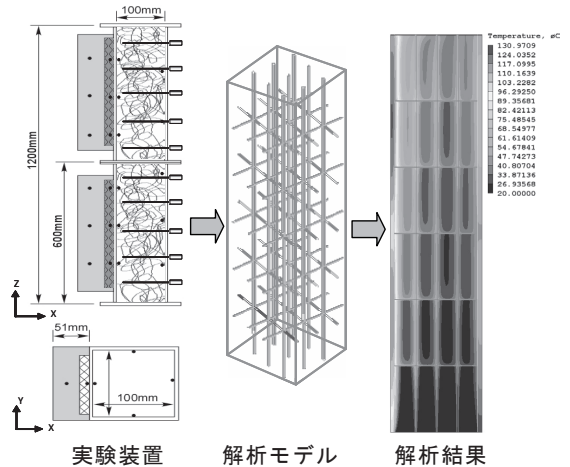
熱と物質の移動現象に関する研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当

教授 武田 哲明 電子メール: ttakeda@yamanashi.ac.jp
 助教 鳥山 孝司 電子メール: toriyama@yamanashi.ac.jp
 助教 船谷 俊平 電子メール: sfunatani@yamanashi.ac.jp

気体などの物質や熱の移動現象は重畳して生じることが多く、自然界のあらゆる場面で見られることから私たちの生活と深く関わっています。例えば、身近なところではエアコンを使って室内を暖かくしたり、涼しくしたり、一方、地球規模では太陽によって地球が暖められていますが、地球上の二酸化炭素などの温室効果ガスによって、宇宙への放熱が抑えられて、さらに地球が暖められたりしています。さらに、地球上の生物は食物により得たエネルギーを熱として環境に放出しています。したがって、熱・物質の挙動を解明し制御することは、地球の温暖化防止やエネルギーの有効利用など、今後の環境とエネルギー問題を解決するためにとっても重要です。そこで、武田研究室では、将来のエネルギーシステムとしての自然エネルギーや原子力エネルギーの利用に役立てるため、熱と物質の移動現象を調べています。

最近、環境に優しいエネルギーを利用するエコハウスというものが誕生してきていますが、できるだけ太陽光や地中熱を利用し、光熱費を抑えようという仕組みです。エコという観点から、新たにポンプなどの外部装置を置かずに、できるだけ自然対流を利用して効率的に熱エネルギー

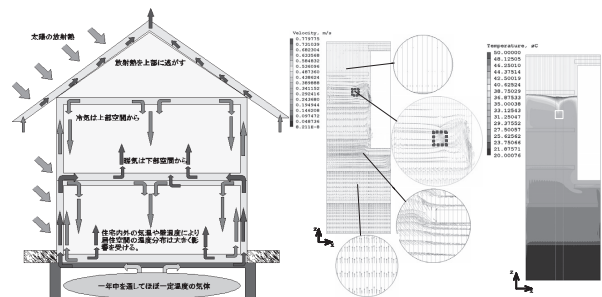


金属細線による伝熱促進効果の解析

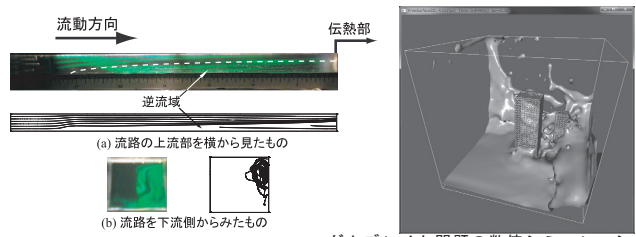
ーを利用しています。そこで、自然の熱を利用した住宅環境に関する研究を行っています。例えば、住宅壁を片面から太陽熱で加熱される矩形流路と仮定した場合、その熱を効率的に取り出すため、動的なポンプなどを使用せずに気体の密度差を利用した自然対流を用いる冷却方法や多孔性材料を挿入して伝熱促進を行う方法、さらには、スパンドレルと呼ばれる凹凸壁を住宅の太陽熱集熱器として利用する場合の研究などを進めています。また、最近では、地中熱を利用する省エネルギーと微小温度差による熱エネルギーシステムの両方を利用するシステムの構築を目指した研究を行っています。

その他の研究として、以下の現象を調べています。複合対流とは、ポンプ等により生じる強制対流と温度差により生じる自然対流が混在した対流のことで、熱交換器や微小な機器の内部で良く見られる現象です。流動状況は熱の伝わり方（伝熱）に密接な関係を持っているため、機器の設計等には流動状況の詳細な把握が必要です。下の図は、水平な管内で流体が冷却される様子を可視化及び数値解析による結果を示したもので、流路の下部に逆流域が形成されています。このように複合対流場での流動と伝熱（熱輸送）の解明に取り組んでいます。

コストや安全性の問題から数値予測（数値シミュレーション）が注目されています。しかしながら、計算処理能力の問題等から実用的な大規模な解析は容易には行えないのが現状です。ここでは、比較的安価で演算能力の高いGPU（パソコンなどに用いられているグラフィックボードのこと）を用いて数値シミュレーションや可視化の高速化手法について取り組んでいます。下の右側の図は気体・液体・固体が混在するシミュレーションの可視化の様子です。GPU上にシミュレーション部と可視化部の両方を実装することにより、容易に流れの様子を把握することが可能となります。



建築用資材の集熱効果の解析



水平な流路内の複合対流の様子 (GPUを用いた計算と可視化の高速化)

新モビリティ研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当

教授 毛利 宏 電子メール: hmohri@yamanashi.ac.jp

助教 孕石 泰文 電子メール: haramiishi@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ms.yamanashi.ac.jp/lab/mohri/>

「あの丘の向こうには何があるのだろうか？」

そうやって人は移動し、たくさんの人と出会って社会や文化が生まれました。より遠くへ、速く移動できるようになると、とても便利になりました。自動車は20世紀最大の発明と言われる程に普及し、人々に大きな利便性、楽しさを提供してくれました。しかし、その一方でバスなどの公共交通は徐々に衰退し、お年寄りの移動手段がなくなったり、「交通事故」、「エネルギー」、「渋滞」、「環境」などの社会問題も発生しました。

本研究室では、以下の項目を実現する、より良い移動手段を研究しています。

1. 誰もが簡単に乗れて、操縦できる
2. 事故を起こさない
3. 渋滞を起こさない、場所を取らない

研究には、簡易ドライビングシミュレータ、三輪型移動体、小型電気自動車、倒立型平行二輪車、制御系設計ツールなどを使っています。

1. 簡易ドライビングシミュレータ

運転しやすい車を実現するために、操舵力、操舵角に対する車の応答性を変更して、官能評価や制御成績を調べています。昨年はハンドルの重さを変えることによって、運転のしやすさが大きく変わることを確かめました。現在は、運転しながらドライバの特性を定量的な特性値で表現する試みを行っています。



図1. ドライビングシミュレータ

2. 倒立型平行二輪車

自走式倒立振子の原理を用いた種々制御方式を検討しています。また、レーザレンジファインダ（距離センサー）などにより周囲の物体の距離情報を取得し、あらかじめ用意した環境地図と比較して自己位置を推定したり、周辺地図を作成する自律的な移動手段の研究にも取り組んでいます。



図2. 倒立型平行二輪車

3. 新操作系の研究

アクセル、ブレーキ、ステアリングなどの操作系を人間の特性から見直そうとしています。従来は、それらの装置には機械的な結合が必要でしたが、いわゆるパイワイヤ技術により、電気信号で駆動することが可能になってきました。その結果レイアウトの自由度が増え、より人間にとって扱いやすい形態とすることが可能になっています。小型電気自動車を改造して検討中です。



図3. 小型電気自動車

4. 三輪シティコミュータの研究

誰でも簡単に操縦できて、手軽に乗れる都市型コミュータを検討しています。

天候や路面によらず、安全に快適に使用できること

経済的であること

思いのままに操れること

を目標としています。

5. 車両状態量推定技術

自動車は道路に対して、タイヤだけで接触しています。その面積はピザパイ程度です。この接地面がたわむことで自動車の運動が可能になるのですが、その状態を実時間で正確に推定することは難しいとされています。いくつかの方法を現在トライアル中です。



図4. シティコミュータ

超音波の医工学への応用

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
 教授 水口 義久 電子メール：minakuti@yamanashi.ac.jp
 ホームページ：http://www3.ms.yamanashi.ac.jp/minakuchi/

人間の耳に聞こえない音すなわち超音波（20 kHz 以上）は、金属中や水中を遠くまで伝搬し、また X 線のような被曝の心配も無く人体に無害であることから、産業界で多方面に利用されています。当研究室では、以下のような超音波を利用した工学や医学への応用、人工関節、骨の力学、車いすなどの研究を中心に行なっています。

(1) 踵骨音速測定による骨粗鬆症診断評価 [図 1]、(2) 骨折した骨を接合する際に使用する髓内釘横止め穴の位置検出 [図 2]、(3) 非接触空中伝搬による超音波を利用した生体内部や金属内部の診断 [図 3]、(4) ボルト締結体の接触圧力やボルト軸力の測定 [図 4]、(5) 金属材料の破壊メカニズムの解明 [図 5]、(6) 衣類の超音波洗浄、(7) 成長ひずみ法を用いた骨吸収の少ない人工股関節、人工膝関節、人工歯根などの最適形状設計 [図 6, 7]、大腿骨、膝関節、顎関節、椎体、歯および足骨などの生体適応形状の創生解析、(8) 福祉機器の開発や車いすの乗り心地に関する研究。

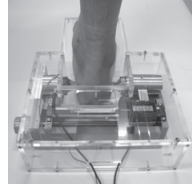


図 1 骨粗鬆症診断装置

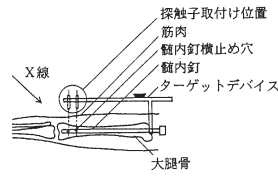


図 2 髓内釘横止め穴の位置検出装置

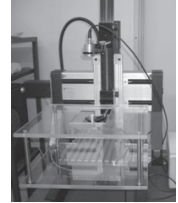


図 3 非接触空中超音波による欠陥検出

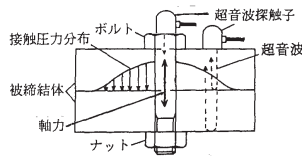


図 4 接触圧力とボルト軸力の測定

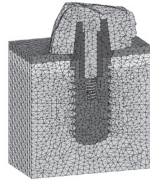


図 7 人工歯根の最適形状設計

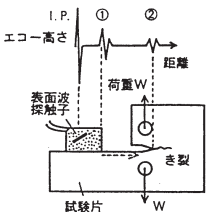


図 5 金属の破壊メカニズムの解明

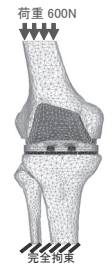


図 6 人工膝関節の最適形状設計

生体解析と手術支援への応用

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
 助教 鍵山 善之 電子メール：ykagiyama@yamanashi.ac.jp
 ホームページ：http://www3.ms.yamanashi.ac.jp/minakuchi/

近年、グラフィックコンピュータやロボット技術の発達に伴い、股関節や膝関節などの関節部分をインプラントに置き換える整形外科手術（図 1）では、診断から術前計画、手術、術後評価に至るまでコンピュータ支援システムの導入が進められています。現在では、手術ナビゲーションシステムや手術ロボットにより術前計画に対して誤差 2mm、2 度程度の高精度な手術が可能になっていますので、これまで以上にインプラントの三次元位置姿勢を決定する術前計画の重要性が高まっています。本研究室では、骨モデルとインプラントモデルの適合性解析を行い、インプラントの最適な設置位置を自動的に見つけ出したり（図 2）、解析結果から設置に不適切な危険領域を区分し、整形外科医が操作する三次元位置姿勢操作デバイス上で危険領域へ入ろうとした場合に弾き返そうとする誘導用力覚を提示する術前計画支援システム（図 3）の開発を行っています。

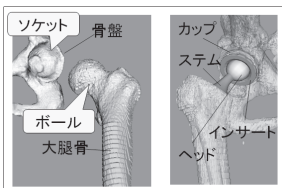


図 1 股関節と股関節用インプラント



図 2 自動最適化された術前計画



図 3 術前支援システムでの力覚提示

自動制御法とその機械システムへの応用

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当

教授 藤森 篤 電子メール：afujimori@yamanashi.ac.jp

助教 大原 伸介 電子メール：sohhara@yamanashi.ac.jp

機械をうまく動かす技術「自動制御技術」

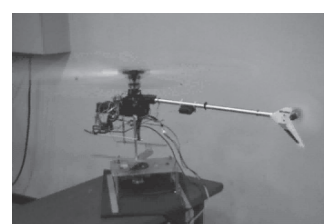
家庭にあるエアコンでは部屋の温度を設定された温度に合うように冷風または温風を出し、室温が設定された温度になったら、その温度を保つように風を調節しております。また二足歩行ロボットでは倒れないように体の重心を保ちながら、脚を動かして歩行しております。このように多くの機械の中には「自動制御」という機械をうまく動かすための技術が埋め込まれています。つまり機械を目的に応じて自在に動かす技術、それが自動制御技術です。自動制御技術は私たちの身の回りにある機械や乗り物だけでなく、工場で使われるロボット、海中や宇宙空間など様々な環境で用いられる高度な機械システムにとって必要不可欠な技術です。

高性能化を実現する自動制御法の開発とその機械システムへの応用

あらゆる機械システムにとって有用な自動制御法を研究開発することが本研究室の目的です。現在では、複数台自律型移動ロボットの隊列誘導制御や小型無人ヘリコプタ等の航空宇宙機の飛行制御へ応用する研究を行っております。



移動ロボットの隊列誘導制御



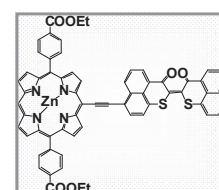
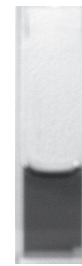
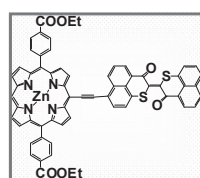
小型無人ヘリコプタの姿勢制御

機能有機材料の開発

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当

准教授 小川 和也 電子メール：kogawa@yamanashi.ac.jp

私たちの研究室では主に光機能性材料、特に有機物を扱った研究を行っています。光機能性材料は身近なところにあります。例えば新幹線の青色の塗料にはフタロシアニンと呼ばれる物質が使われていますが、これはCD-Rの記録材料にも使われています。また最近実用化された有機ELディスプレイも光機能性材料の一種からできています。私たちの研究室ではまだ実用化されていない未来へ向けた新しい光機能性材料の開発を目指した研究を行っています。例えば、高密度光記録やがんの光治療や診断への応用が期待されている、三次元方向で光の吸収や発光をコントロールできる材料に注目した研究を行っています。これらには弱い光は透過し、強い光をカットする性質があることから光センサーや私たちの目を保護する材料としても期待されます。また太陽電池へ向けた基礎的研究を行い、安価で高効率な太陽電池の実現も目指しています。光機能だけではなく究極のナノテクノロジーである単一分子デバイスを目標に電気を通りやすい有機材料の開発も行っています。さらに、これまでにない新しいタイプの抗癌剤の開発を目指し、副作用が少なくQOLの高い癌治療の実現も目指しています。

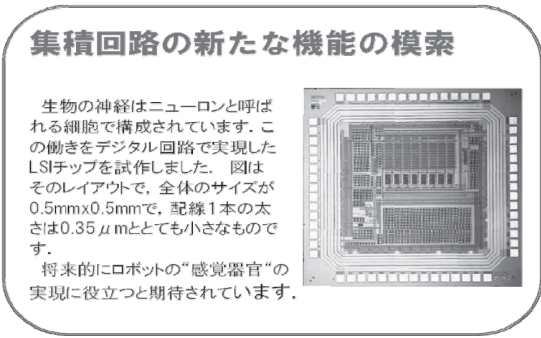
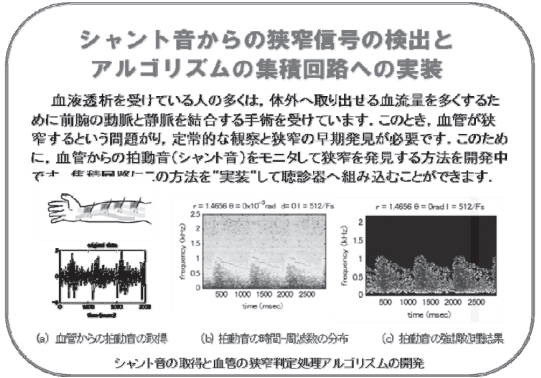
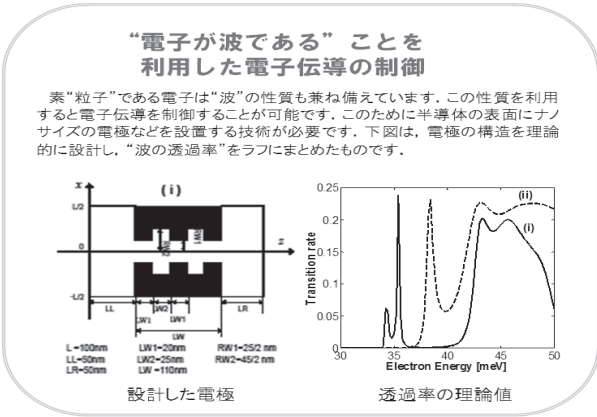


マイクロデバイスの動作解析とその高機能化

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
 准教授 加藤 初弘 電子メール: kato@yamanashi.ac.jp
 ホームページ: <http://www3.ms.yamanashi.ac.jp/kato/>

マイクロデバイスとは

半導体材料を加工できる最小サイズは、 $10^{-6} \sim 10^{-9} \text{m}$ であり、左図のスケールで赤色で示した部分です。この様なサイズでは、日常生活では起こり得ない現象も生じています。このサイズで加工された装置をマイクロデバイス(あるいは、ナノデバイス)と呼び、その代表的な存在が集積回路LSIです。



生産技術の研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
 准教授 清水 毅 電子メール: tsuyoshi-s@yamanashi.ac.jp
 ホームページ: <http://www.ms.yamanashi.ac.jp/lab/shimi>

ある製品が世の中に出るときには、図面をもとに加工され、きちんと出来ているかどうか検査します。でするので、精度の高い計測が行われなければ、精度の高い加工が行われたのかどうかよく分かりません。図1は、金属を加工している様子です。加工された金属の表面は、ツルツルに見えても細かい凹凸が多くあります。図2は、その表面をはかる機械です。そして、図3は、図2の機械で表面を測定した結果です。図2の機械で表面をはかるときには、金属を取り外さなければなりません、手間や取り付け直したときの取付誤差が発生してしまいます。そこで、加工機に取り付けたまま形状を測定する方法について研究しています。こうすることで、全ての製品の検査を機械上でできるようになり、生産性もアップします。他には、カメラで製品の形状を測定する技術や微小部品の仕上げに関して研究をしています。

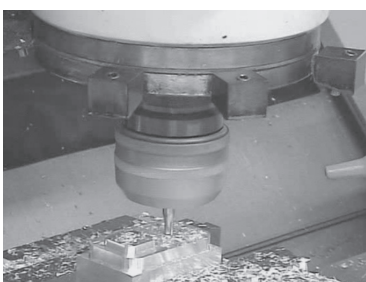


図1 金属を加工しているところ

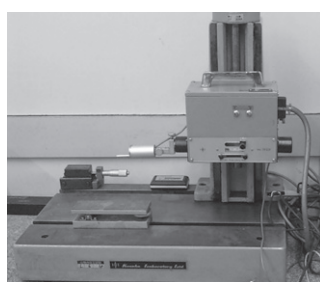


図2 表面あらさ測定器

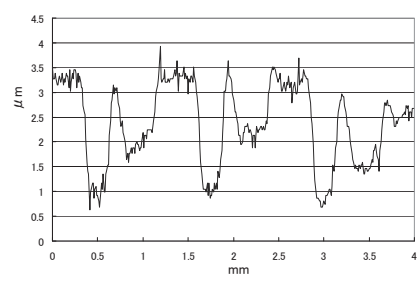


図3 加工した表面の測定結果

流れの研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
 准教授 角田 博之 電子メール：tsunoda@yamanashi.ac.jp
 助教 深澤 薫 電子メール：kfukasawa@yamanashi.ac.jp
 ホームページ：http://www.ms.yamanashi.ac.jp/lab/tsunoda/

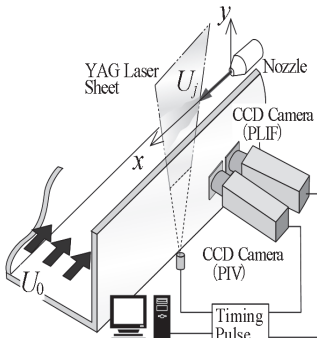


図1 流れを作って測る

角田研究室では水や空気などの『流体の流れ』を調べています。地上では空気に囲まれ、川や海中では水や海水に囲まれ、地球上にある限りどんな工業製品も流体の存在を無視できません。ところが、水や空気の流れは、感じることはできても見ることはできません。水車や風車で流れがもつエネルギーを利用したり、車や船舶の移動に要する抵抗を減らしたり、空調で気流をコントロールしたりするには、調べたい流れを『作り』そして『知る』ことが必要です。流れを知る上で、流れを『見る』こと（可視化）、流れの速さや方向を『測る』ことが重要です。研究室では、図1や図2に示すように、風洞や水路や使って空気や水の流れを人工的に作り、レーザーやCCDカメラなどを駆使して流れを見たり測ったりすることで、様々な流れを調べています。

図1は水路の流れに対向する水噴流を調べる実験装置です。噴出される水を蛍光染料水溶液とし、高出力レーザーをシート状に照射して、図2の写真から分かるように流れを可視化することができます。また、極微小な固体粒子を流れに混入し、専用のカメラでその動きをとらえて流れの速度を測ります。実験では2台のカメラを使用して、流れを可視化し、同時に速度を測ります。この実験で得られた可視化結果を図3に示します。噴流は左から右に噴出され、水路の流れはその逆です。モノクロで分か

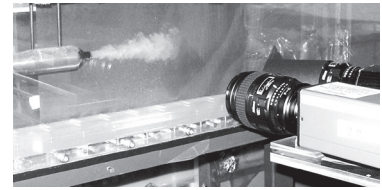


図2 カメラで流れを見る

るようになります。また、極微小な固体粒子を流れに混入し、専用のカメラでその動きをとらえて流れの速度を測ります。実験では2台のカメラを使用して、流れを可視化し、同時に速度を測ります。この実験で得られた可視化結果を図3に示します。噴流は左から右に噴出され、水路の流れはその逆です。モノクロで分か

りにくいですが、色の濃淡が濃度を表しています。また、図3中には流れの速度の大きさと方向がベクトルの矢印で示されています。

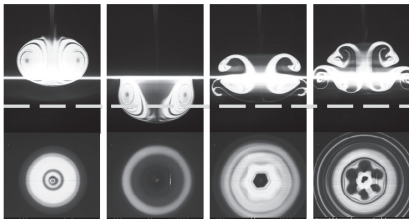


図4 2方向からの渦輪の可視化

図4は別の可視化結果です。空気砲という遊びをご存じと思いますが、空気砲で作られる流れを『渦輪』といいます。図の破線より上層と下層で流体の密度が異なり、下層の方が重くなっています。層の境目に渦輪が上から衝突するときの変化を調べ、渦輪断面を縦・横で切り取り、可視化しています。

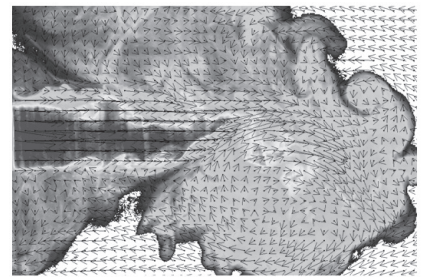


図3 対向噴流の流れと可視化

『ドレナージチューブ』をご存知でしょうか。これは医療用チューブで、いろいろな種類のものがあります。図5に示すように、シリコンゴム等の細

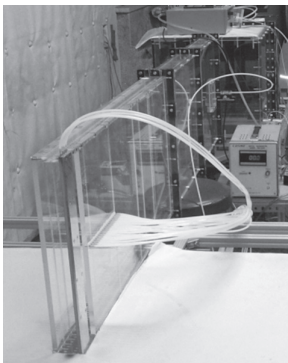


図6 実験装置

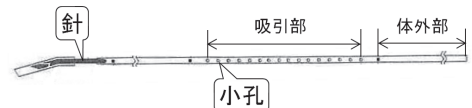


図5 ドレナージチューブ

いチューブの側面に多くの小孔を開け、そこから手術中や術後に患部から出る血液などの体液を吸引し、チューブの片端から体外に排出します。小孔の数や位置でチューブ内部の流れが変化し、それは吸引・排出の効率に関わりますので、注意深い調査が必要です。

このドレナージチューブと関係した流れを調べるために、図6の実験装置を製作しました。断面の形が細長い長方形の管を作り、開放した片端から空気を吸い込みます。管の長辺側の側面にスリット状の孔を開け、そこからも空気が吸い込まれます。図7に示すように、スリット孔の数だけでなく、大きさや位置も変え、管内部の流れや圧力を詳細に調べています。

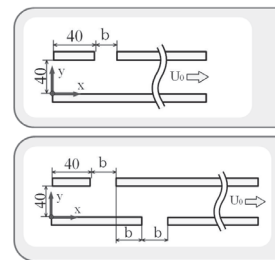


図7 小孔の位置

アルミニウム合金に関する研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
准教授 中山 栄浩 電子メール：nakayama@yamanashi.ac.jp



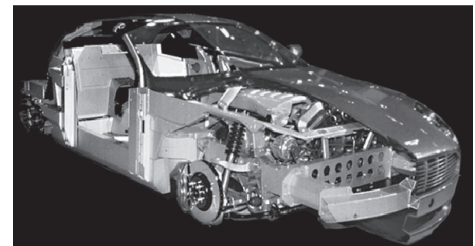
私たちはさまざまな金属製品の恩恵を受けて暮らしています。鉄鋼を始めとするさまざまな金属は、化学成分や加工状態あるいは熱処理状態に関連して性質が変化します。したがって、金属の性能を最大限に生かすためには、性能に及ぼす影響因子の研究が重要となります。以下では、自動車に関連する2つの研究テーマについて紹介します。

★★(1)Al-Si系合金鋳物の高靱性化★★

自動車のホイールやエンジンには、AlとSiの合金鋳物が使われています。鋳物は安価に製造できるという素晴らしい特徴をしていますが、粘り強さ（靱性）に劣ります。そこで私たちは、Al-Si系合金鋳物の靱性を改善するための研究を行っています。

★★(2)Al-Mg系およびAl-Mg-Si系合金のミクロ組織と材料特性★★

AlとMgの合金ならびにAlとMgとSiの合金が自動車のボディパネルやフレームに使用され始め、それらの使用量は年々増加しています。これらのアルミニウム合金には、強度や靱性だけでなく、高いレベルでの成形性も要求されています。そこで私たちは、アルミニウム合金のミクロ組織と材料特性との関係を研究しています。



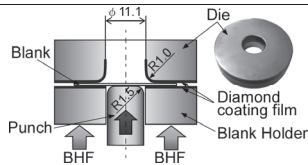
(社団法人日本アルミニウム協会 HP より)

塑性加工の研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
准教授 吉原正一郎 電子メール：yoshihara@yamanashi.ac.jp

「ものづくり」で基礎となる金属の加工について研究しています。金属でも、環境問題に適用できるように軽金属である「マグネシウム合金」や「アルミニウム合金」を対象にしています。以下に、その内容を簡単に示します。

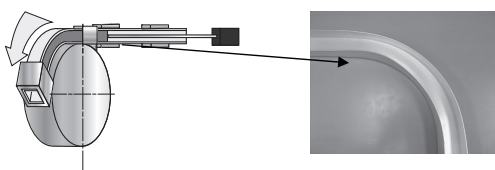
1. マグネシウム合金のドライプレス加工



ポイント！

マグネシウム合金をパンチで押し込んで形をつけます。ここで、材料が接する金型表面をダイヤモンドコーティングすることで摩擦を低減させ、潤滑油を使用せず加工できます。

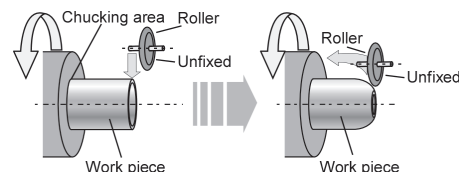
2. アルミニウム合金の曲げ加工



ポイント！

凹の形をしたアルミニウム合金を、しわや破断を発生させないで曲げる研究です。

3. アルミニウム合金のスピンング加工



ポイント！

円管のマグネシウム合金を、ろくろの原理で端部を小さくする研究です。

機械システム工学科

<http://www.ms.yamanashi.ac.jp/>

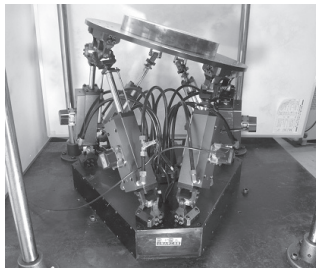
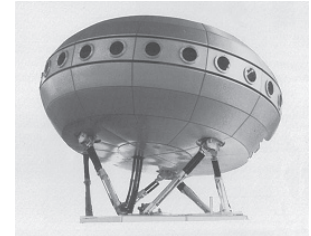


■ 機械情報コース

モーションベースの制御

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
教授 大内 英俊 電子メール：ohuchi@yamanashi.ac.jp

右のUFOのようなものは何でしょう。これは体感シミュレータとか疑似体験機と呼ばれているもので、キャビンに乗っている人は、装置の運動とそれに合わせた映像や音響の作用で、本当に空を飛んでいるように感じ、非現実の世界に入り込めるといふものです。キャビンを支えているのは6本のシリンダで、これらが伸び縮みして自在な姿勢や運動が実現できます。本研究室では、このシリンダ部分の駆動に関する研究を行っています。



モーションベースとは、このように複数の伸縮する機械を組み合わせ、積載

物の動きを自由に操縦する装置のことで、体験機のほかに、曲線形状の製品を作る工作機械、物体の形状を多方向から精密に測定する装置などでも利用されています。大形の装置では大きな出力が必要ですので油圧で駆動し、中形以下の装置では電動で駆動します。この装置のどれか1本のシリンダを伸ばすと、積載物は単純にその伸ばした方向に動くのではなく、回転運動をとともう複雑な動きをします。つまり、6本のシリンダの伸縮をうまく協調させないと、期待どおりに動いてくれません。

左の装置は一人がやっと乗れる程度の教育研究用の小形油圧モーションベースです。本研究室ではこれを使って、どのようにしたら望みどおりの動きをするか、機械装置の改良と制御法の研究を行っています。

ロボットシステムとアクチュエータの研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
教授 寺田 英嗣 電子メール：terada@scara.mss.yamanashi.ac.jp

寺田研究室では、ロボットの運動軌跡について解析し、合理的に動くシステムの構築を目標とした研究を行っています。特に産業用ロボットのモーションプランニングを中心に研究を進めています。図1はその一例で、複数台のロボットの同期制御による柔軟物操作（風呂敷包み）を実現するシステムです。また近年は医工連携の要望の高まりから、医療支援ロボットシステムに関する研究も進めています。図2はその一例で、歩行リハビリテーションのための人体装着型歩行アシストロボットを開発しています。特に従来のアシストロボットでは人間の膝の動きを正確に再現していませんでした。そこで階段の上り下りにも適用できる能動膝関節機構を開発し、本ロボットシステムに用いています。更にロボット関節のアクチュエータ（駆動装置）に用いられている減速機は近年、高精度化が要求されてきています。これを満足するために、バックラッシュ（ガタ）のないメカニズムの研究および開発を進めています。これらのうちの幾つかは実用化されており、ロボット関節、液晶テレビ製造装置、新幹線プラットホームドア等に使用されています。

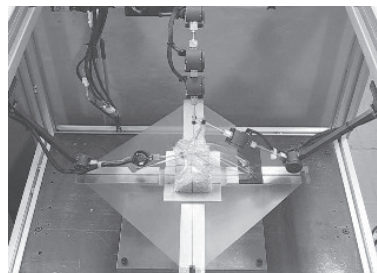


図1 柔軟物操作マルチロボットによる風呂敷包み作業



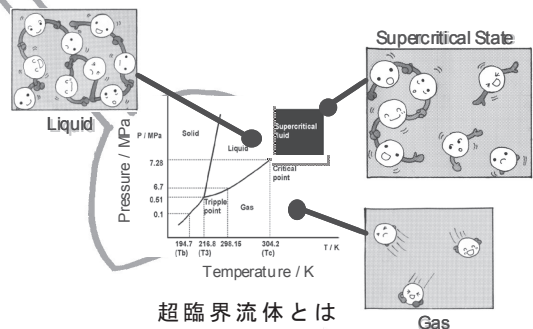
図2 人体装着型歩行アシストロボット

「夢の技術」の実現にあなたが必要です！

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
教授 近藤 英一 電子メール：kondoh@ccn.yamanashi.ac.jp
助教 渡邊 満洋 電子メール：mitsuhiro@yamanashi.ac.jp
ホームページ：http://www.ms.yamanashi.ac.jp/lab/kondoh/

- ◆ 毎年、大学の新生に「あったらいいなと思う機械」をアンケートしています。タケコプター、どこでもドア、タイムマシン、全自動調理器… うんうん？ ニヤリ？
- ◆ いまから 50 年前の元旦の新聞に「20 年後の未来」（だから 30 年前！）という子供向け記事がでました。宇宙空港、原子力ロケット、深海遊覧などなど、いまでもまだできていないものばかりです。当時、特撮ヒーロー番組で地球防衛隊がつかう腕時計型の通信器、そんなものもタケコプターと同じような夢でした
- ◆ それから 10 年後の 1960 年代終わりに、「2001 年宇宙の旅」という SF 映画が公開されました。そこに登場する科学技術は、当時の科学者が「30 数年後の 2001 年」をきちんと予測してデザインされました。街ほどの大きな宇宙ステーション、木星まで飛行する宇宙船、人工冬眠、意思をもつコンピュータ
- ◆ さっきの新聞の「^{むそ}夢想」よりはましな予測ですが、2008 年の現在、まだ完全には実現できていません。では科学技術は不成功だったのでしょうか

- ◆ でも、その映画の中に登場するテレビ電話はブラウン管型で、まるで持ち運べそうもないものでした。いま我々は、壁かけテレビを使い、携帯電話で動画をやりとりし、もちろん TV 電話もできます。特撮ヒーロー番組の笑っちゃうような通信器が現実になり、昔の科学者の予想をはるかにしのぐ技術を手に入れました
- ◆ 科学技術の進歩には方向性があります。私たちは「宇宙基地」ではなく「携帯通信器」を望み、皆が協力し夢をかなえたのです。夢を科学の力で現実にするのが工学なのです
- ◆ 最後に少しだけ私の研究の話をしてしまおう。私は細胞よりもずっとずっと小さい超小型の機械部品をつくる研究をしています。普通の工具ではとてもだめなので、気体を工具に使います。それだけでもすごい事ですが、超臨界流体という気体でも液体でもない不思議な流体を使って画期的な向上を試みています。より小さく、正確に、環境に配慮しながらものをつくる技術を開発し、人工^{もうまく}網膜装置といった夢の実現に一役も二役も買おうと思っています。



もっと便利にもっと小さくするためには
「機械を作る新しい機械が必要」

超臨界流体とは

MAGIC 砥石の開発

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当

教授 萩原 親作 電子メール: hagiwara@ms.yamanashi.ac.jp

助教 倉島 優一 電子メール: ykurashima@ms.yamanashi.ac.jp

1.開発の目的 モノを磨く道具は？と聞いて、皆さんはサンドペーパーを思い出すでしょう。また企業で加工業に携わる方々は円盤型の砥石を連想するかも知れません。現場では最終の仕上げとして研磨作業が良く行われています。しかし磨きたいモノが複雑だったり、人間の手の届かない様な狭い場所や細い穴などになると、だんだん研磨作業が難しくなってきます。

2.研磨用砥石の開発 現在市販されている砥石は様々な形状がありますが、必ずしも使用者のニーズに合わせた形状とは言えません。しかも一度焼き固められると元には戻りません。そこで現在、リサイクル型の新しい砥石を開発しています。図1に示すように、特殊な樹脂に沢山の砥粒（削る働きをする硬い小さな粒子）と鉄粉を混ぜ熱で溶かします。これを金型などに流し込み、20分ほどすれば固まり形状転写型の砥石が出来上ります。しかも加熱すれば何度でも再利用できます。ここで鉄粉を砥石で上手く制御することで間接的に砥粒の分散状態を向上させています。製作後、砥石を簡単な機械で上下方向に動かせば自動研磨もできます。この発想は子供の頃の遊び道具であった転写を利用した粘土細工と磁石による砂鉄遊びの原理が応用されています。この方法では研磨する形状が如何なる場合でも対応が出来ます。この砥石をMAGIC (MAGnetic Intelligent Compounds) 砥石と呼びます。日々生活の中で発想の転換が新技術を創造できるかもしれません。

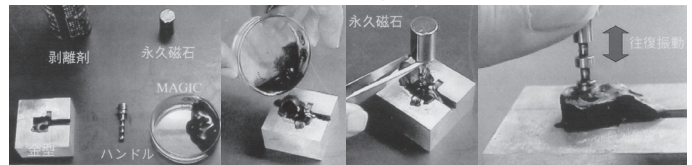


図1 新砥石製作原理と研磨

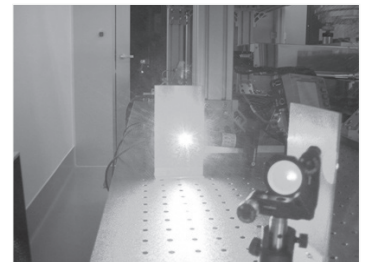
パワーフォトリクスの研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当

教授 張本 鉄雄 電子メール: harimoto@yamanashi.ac.jp

レーザー光は、その良い単色性、高指向性、可干渉性から、情報技術、生命科学、ナノ技術等の様々な分野に応用されています。現在、時間幅がフェムト秒 (10^{-15} 秒)、出力がペタワット (10^{15} ワット) のレーザーパルス光の発生が既に実現され、超高速光科学及び超高強度物理科学という新しい分野も注目されています。

張本研究室はパワーフォトリクスに関するレーザー技術を社会に還元する努力をしています。たとえば夢の新エネルギー源と期待されるレーザー核融合のための超高出力レーザーの光学設計等もその一例です。ペタワット級レーザーのために非線形効果を用いた光パラメトリックチャープパルス増幅・短波長発生・サイクロパルス発生装置をそのために設計しています。また、レーザーの大型化に必要なセグメント光学系の最適な光学設計やそれに関する新しい技術の開発も進めています。これらの技術に関連するパワーフォトリクスの基礎研究も行っています。その一方で小型のマイクロチップ固体レーザーを開発して情報通信や医学計測にも役立つとともに、高出力多波長パルスレーザーを使ったシリコンウェーハの効率の良い加工技術も提供しています。さらに、これらの技術開発に当たって理論及び数値解析の研究も展開しています。



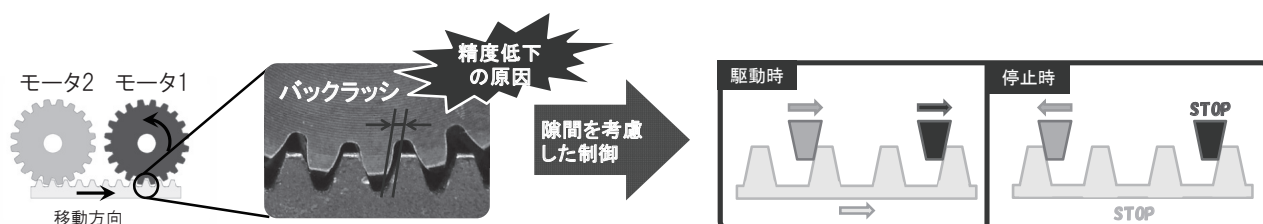
ロボットとメカトロニクスの研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
教授 古屋 信幸 電子メール: furuya@furuyaews.mss.yamanashi.ac.jp
助教 伊藤 彰人 電子メール: aito@yamanashi.ac.jp
ホームページ: <http://www.ms.yamanashi.ac.jp/furuya/>

当研究室では主に産業用ロボットとメカトロニクスの研究をおこなっています。メカトロニクスとは機械工学 (Mechanics) と電子工学 (Electronics) が合成された言葉で日本で生まれました。産業用ロボットは溶接、塗装、組立などの各種作業の自動化に貢献して日夜工場の中で働いています。みなさんも機会がありましたら、ロボットが働いている現場を見てください。感動すること請け合いです。

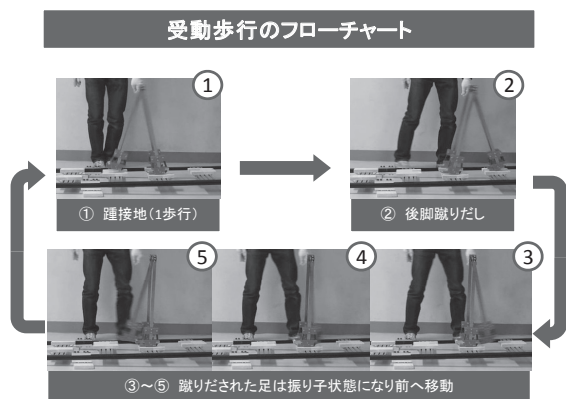
ツインモータによる高精度位置決め

バックラッシュは、歯車をスムーズに、無理なく回転させるためには必要不可欠な要素ですが、位置決め精度の低下を招きます。これを改善するため、2台のサーボモータを協調制御することにより、歯車のバックラッシュを取除く研究をおこなっています。



受動歩行のメカニズム

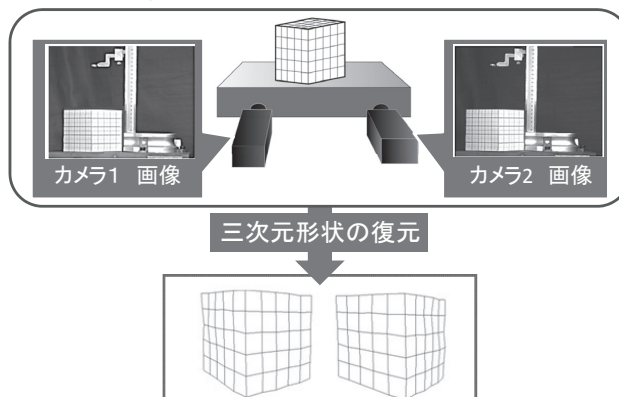
テレビなどで見られる二足歩行ロボットと人の歩行を比べると動きがぎこちなく、エネルギー効率も悪いとされています。そこで、本研究室では、滑らかかつ高効率な歩行が行える受動歩行の研究を行っています。受動歩行とは緩やかな坂道の上に置かれたアクチュエータを持たない歩行機械に適切な初期条件を与えると坂道を歩いて下っていくというものです。受動歩行の歩容はなめらかで人間の歩容に近く、重力や慣性力をうまく利用しているのでアクチュエータによるエネルギー入力がなくても歩行を繰り返すことができます。



ステレオビジョンによる3次元計測

ロボットが人間に近い動作をするようになると、ロボット自身が自分で動作状況などを認知することも必要になってきます。そこで、ロボットの目に関する研究を行っています。人間は両眼視から得られた情報をもとにして、立体的な情報を得ています。これと同じ原理を利用したステレオビジョンという研究を行っています。

ステレオビジョンとは、カメラを複数台 (図は2台) 用いて、物体を撮影し、それぞれのカメラから画像を得ます。1つのカメラでは3次元情報を取得することはできません。しかし、2つのカメラの画像は見え方が異なりますので、奥行情報つまり3次元情報を取得することが可能になります。



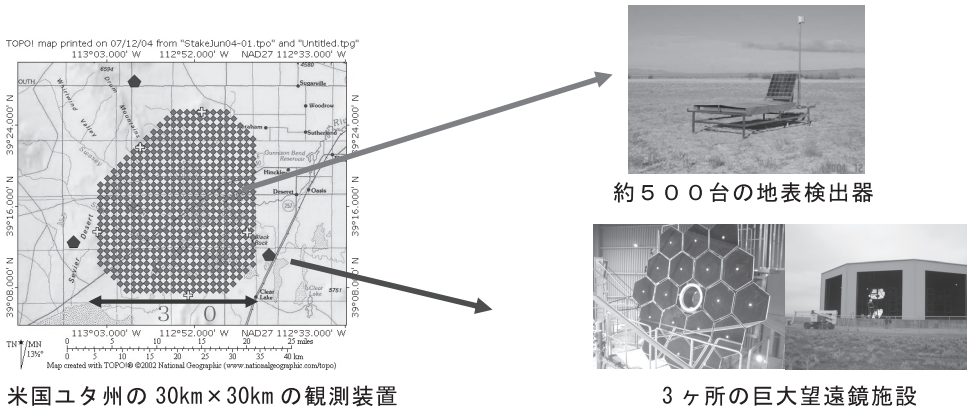
最高エネルギー宇宙線の起源

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
教授 本田 建 電子メール: khonda@yamanashi.ac.jp
ホームページ: <http://www3.ms.yamanashi.ac.jp/~honda-lab>

宇宙からのメッセージは光だけではなく、非常にエネルギーの高い粒子線があります。この宇宙から到来する粒子線を「宇宙線」と言っており、その正体は陽子や重粒子、電子、ニュートリノ等です。エネルギーが高い情報ほど星の深部の情報を伝えてきます。ノーベル賞を受賞した小柴さんはこのニュートリノ天文学への貢献でした。

高いエネルギーの宇宙線は大気の原子核と衝突してシャワー状に多くの粒子が同時に降り注ぐ空気シャワー現象を起こします。この現象を使って非常にエネルギーの宇宙線の観測を行います。現在の宇宙線研究の興味の一つに、宇宙線の最高エネルギーがどこまであるかという問題があります。

この問題を探求するために宇宙線望遠鏡 (Telescope Array 通称: TA) 計画が、米国ユタ州ソルトレイクシティ郊外で始まりました。我々は約500台の検出器を稼働させる電源を太陽光発電により供給するシステムを建設時に担当し、現在は大気透明度の測定を担当しています。



超音波モータに関する研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
准教授 石井 孝明 電子メール: ishii@ms.yamanashi.ac.jp
ホームページ: <http://www.ms.yamanashi.ac.jp/index.html.ja>

モータといえば、電磁力で動くモータが思い浮かびますね。このようなモータは非常に使い勝手がよく、多方面で大量に用いられていますが、超音波モータという新しい動作原理で駆動される全く新しいモータが存在し、その新しい原理から色々な用途での応用が期待されています。

では、超音波モータはどのような力で動くのでしょうか。超音波モータは摩擦力で動くのです。図1に超音波モータの例を示します。弾性体と呼ばれる物体Eに進行波と呼ばれる一方向に進む波を起こします。すると、その波頭に接触した物体Mは接触部分の摩擦力で動かされます。これが超音波モータの駆動原理です。

このときの進行波の振動回数は音波の領域 (一秒間に20回~2万回) を超えています。それで、超音波振動を用いるモータ、「超音波モータ」と呼ばれているのです。日本はこの分野で進んでおり、世界で初めて超音波モータを商品化したのは国内の企業です (図2)。

超音波モータは現在主にカメラのオートフォーカス用モータとして活躍しています。

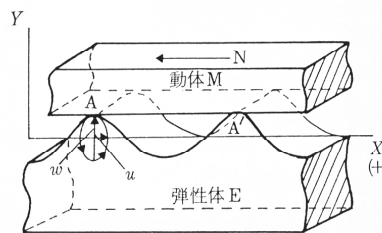


図1 進行波型超音波モータの動作原理

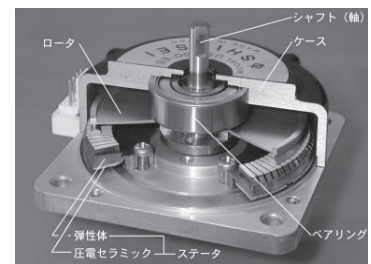


図2 進行波型超音波モータ (株) 新生工業製

<http://www.shinsei-motor.com/>

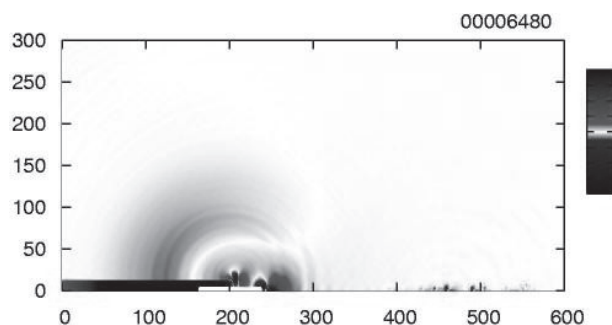
高速列車と低周波音

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
准教授 北村 敏也 電子メール：kitamura@yamanashi.ac.jp
ホームページ：www.ms.yamanashi.ac.jp/~kitamura/

新幹線のような高速鉄道は、長距離の旅行も短時間で快適に移動可能なとても便利な交通手段です。そのため国や鉄道会社は、高速列車網の拡充と列車速度の向上が進めています。ところが高速鉄道の沿線の住民には、大きな騒音や振動の原因となることから迷惑に思っている人もいます。そこで列車の速度を高めたり、列車網を拡充するには、騒音を既存の鉄道（例えば新幹線）の騒音より静かにすることが求められます。

高速列車から発生する騒音には、車輪からの転動音、パンタグラフからの摺動音、車体や車両の各部が風を切る空力音があります。空力音は速度が増加に伴い騒音に占める割合が大きくなるので、高速列車では最大の問題です。さらに空力音には低い音「低周波音」の成分を含みます。高い音は常に発生しますが、低周波音は、トンネル等の列車軌道近くに大きな構造物がある場合に特に大きくなり、その付近で民家の窓ガラスをがたつかせて問題になります。

そこで、なぜ低周波音が発生するのか？レベルを低くすることはできるのか？低周波音は人にどのように影響するのか？について研究しています。



高速列車がトンネルに突入する際に放射する低周波音のシミュレーション

光計測及びその応用の研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
准教授 金 蓮花 電子メール：lianhua@yamanashi.ac.jp

光は振動方向と進行方向がお互いに垂直な横波です。光波が媒質の中で進行する際、光波の振動方向により、光波の感じる屈折率が異なります。例えば、光波がXYZ座標のZ軸方向に進行するとき、X軸で振動する成分とY軸で振動する成分は異なる屈折率の影響を受けます。屈折率がどのくらい違うかは媒質の分子の並び方などによります。ガラスの場合はその違いが0で、水晶や液晶の場合はとても大きいです。光波の振動方向により、媒質の屈折率が異なることを、複屈折現象といいます。すなわち、一つの媒質が二つ以上の屈折率を持っていることです。複屈折現象は、ときには、観察者に自然の美しさをプレゼントしたり、ときには、先端技術の分野で邪魔者になったりします。

下図では、2つのクリップで2枚のガラスを固定しています。右と左のセットには異なる複屈折性試料がガラス板により挟まれています。これらの試料は普段透明に見えますが、2枚の偏光子の間に入れ、顕微鏡で観察すると、右図で示す、お花や雪山のような試料の内部構造が楽しめます。メガネも2枚の偏光子に挟んで観察すると下図のようにカラフルに見えるときがしばしばあります。すなわちメガネも複屈折を持っています。それはメガネを作り上げる時の応力により生じた複屈折です。複屈折は強く現れると、メガネの焦点調節が出来なくなるという大きい問題につながります。

我々の研究室では、様々な試料の持っている複屈折をより正確に計測する方法を開発しています。また、試料により、外部環境によりどう複屈折が変わるかをリアルタイムで観測する必要があります。その必要性に応じたリアルタイム計測方法を開発しています。



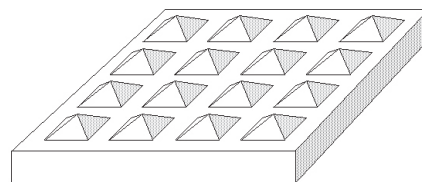
量子構造の作成とその物性研究

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
准教授 渡辺 勝儀 電子メール : watanabe@yamanashi.ac.jp
ホームページ : <http://www.ms.yamanashi.ac.jp/lab/watanabe/>

我々がものを作る際には、そのひとつひとつの部品をどのような材料で作るのが適当かということも考えて、その材料となる物質を選びます。その際、物質がどのような性質を持っているかを基準にすることになります。ここでいう物質の性質とは、例えば電気を通すとかどうかとか、磁石に加工できるかとか、どれくらい堅いかとかいったものです。このような物質の性質を、分子・原子レベルまで突き詰めて考えるのが物性物理学です。

量子構造と呼ばれるものがあります。その例である半導体量子ドットの模式図を下に示します。この絵でピラミッド型のものが量子ドットで、その大きさは一辺が1~10nmくらいです(1nmは0.0000001cmです)。ここでピラミッドの材質とそれを取り囲む材質は別々で、この2種の材質を物質Aと物質Bと呼ぶことにしましょう。なぜこのようなものを作るのでしょうか？元々物質AやBが持っているものでもなく、AとBの混合物が持つものでもない新たな性質を持つからです。さらに、大きさや形状を作り変えることによって、その性質を制御することもできます。その中には、他の物質を捜したとしても単独の物質では持ち得ないような性質が多くあります。これは電子が持つ、粒子のようでありながら波のように振る舞うといった、日常の感覚から言えば不思議な性質のおかげです。量子ドットの他に量子井戸や量子細線、超格子も量子構造の仲間です。作成技術の発展により多くの量子構造が作られるようになり、一部は電子部品として実用化もされています。

当研究室では量子構造に関する研究を行っています。実際に量子構造試料を作成し、その試料が本当に設計したようにできているのか、そして期待した性質を発現できるのか等を、電子ビームやエックス線、レーザー光などを用いた実験で調べています。さらに、物性物理学を基にして、それらの実験結果の考察を行っています。



機械システム設計におけるシミュレーションの活用

山梨大学 工学部 機械システム工学科担当
助教 堀井 宏祐 電子メール : horiih@yamanashi.ac.jp

自動車やスポーツ用品などの工業製品が商品化されるまでには、形状や材料を検討し、何度も設計、試作、実験をおこない、性能や使い勝手など様々な観点からの検証がおこなわれますが、実際に試作機を製作したり、実験をおこなうには多くの時間とお金がかかってしまいます。また、交通事故のような再現することが困難な現象や、空気の流れのような目に見えない現象など、実際に検証することが難しい現象を理解することも工業製品の設計・開発では重要です。

計算機シミュレーションは仮想モデルを計算機上に構築し、現象を再現することで、形状、材料を変更した場合の性能評価や、交通事故における安全性の検証、目に見えない現象の理解をおこない、工業製品の設計・開発に活用されています。

私の研究では、衝突事故における乗員挙動シミュレーションによる自動車乗員保護システム設計やチャイルドシート設計、砂の流動に着目したバンカーショットシミュレーションによるサンドウェッジ設計などをおこなっています。

