



**先端技術を創造する  
確かな力と楽しさを  
伝授します**

山梨大学 工学部  
研究紹介 2011

# 山梨大学 工学部

研究紹介 2011

山梨大学工学部

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



## 先端技術を創造する確かな力と 楽しさを伝授します

工学は、一言でいえば、科学的知見を組み合わせる人間の生活に役立つシステムをつくる総合的な人間の知恵です。英語の engineering は、cleverness を表すラテン語に語源があるそうです。その工学の在り方について、東日本大震災という千年に一度というような大自然災害に遭遇して、私は次のようなことを考えています。

まず、社会の仕組みも含めたトータルな技術（工学）の大事さです。自然のすべてを人間がコントロールできるわけではありません。津波を完全に防ぐことはできません。何かを作るときには、壊れる限界をどこに設定するかが重要です。それを越えたら壊れます。今回の津波の被害の経験から、頑丈な防災設備をつくることと併せて避難するための技術、それらをどう組み合わせるかという全体のシステム作りが重要であると多くの識者が指摘しています。科学・技術の進展に伴って、そのような大きなシステムをじょうずにつくること、その技術、エンジニアの共同作業がますます重要になっています。

また今般の原子力発電所事故は、地球温暖化などの百年単位の課題を越えて、一万年先の未来をも私たちは考えに入れて行動しなければいけないことを改めて考える契機になりました。原子力発電の使用済み核燃料は処理されることなく溜まり続けています。現在想定されている処理技術が実用化されても、一万年単位で放射性物質の管理をしなければいけません。一万年前の縄文時代を想像することが難しいように一万年後の世界を思いやることもまた困難です。しかし、私たちが、そのような遠い将来にも影響が及ぶような技術力をもっているということは疑いようがありません。

工学部はこれまで「未来世代を思いやるテクノロジー教育」をキャッチフレーズに掲げて教育を行ってきました。私たち工学部の教職員は、若い皆さんとともに、あるべき社会を考え、そこに生きる技術と技術を組み合わせるシステム作りを研究しつつ、若いエンジニアを育成することに喜びを感じて日々努力しています。

工学には、楽しみもたくさんあります。昨年、「はやぶさ」が小惑星イトカワへの旅を終え、幾多の困難を乗り越えて地球に帰還したことは明るいニュースでした。この歴史に残る事業を成し遂げたスタッフと日本の技術力の高さに私は感銘を受けました。設計製造からはじまり、衛星との通信や操作、軌道の計算など様々な分野の研究者、技術者の協力があったからこそ成功です。担当者にはそれぞれの持ち場での感動があったことでしょう。研究者や技術者はだれも、人生のなかで何度かは、あることに没頭し、挫折すれすれの状況をときには通り抜け、目的を達成した喜びをもって、それを励みにあらたな挑戦を続けています。大学にはそのようなチャレンジングな知的活動が満ちあふれています。

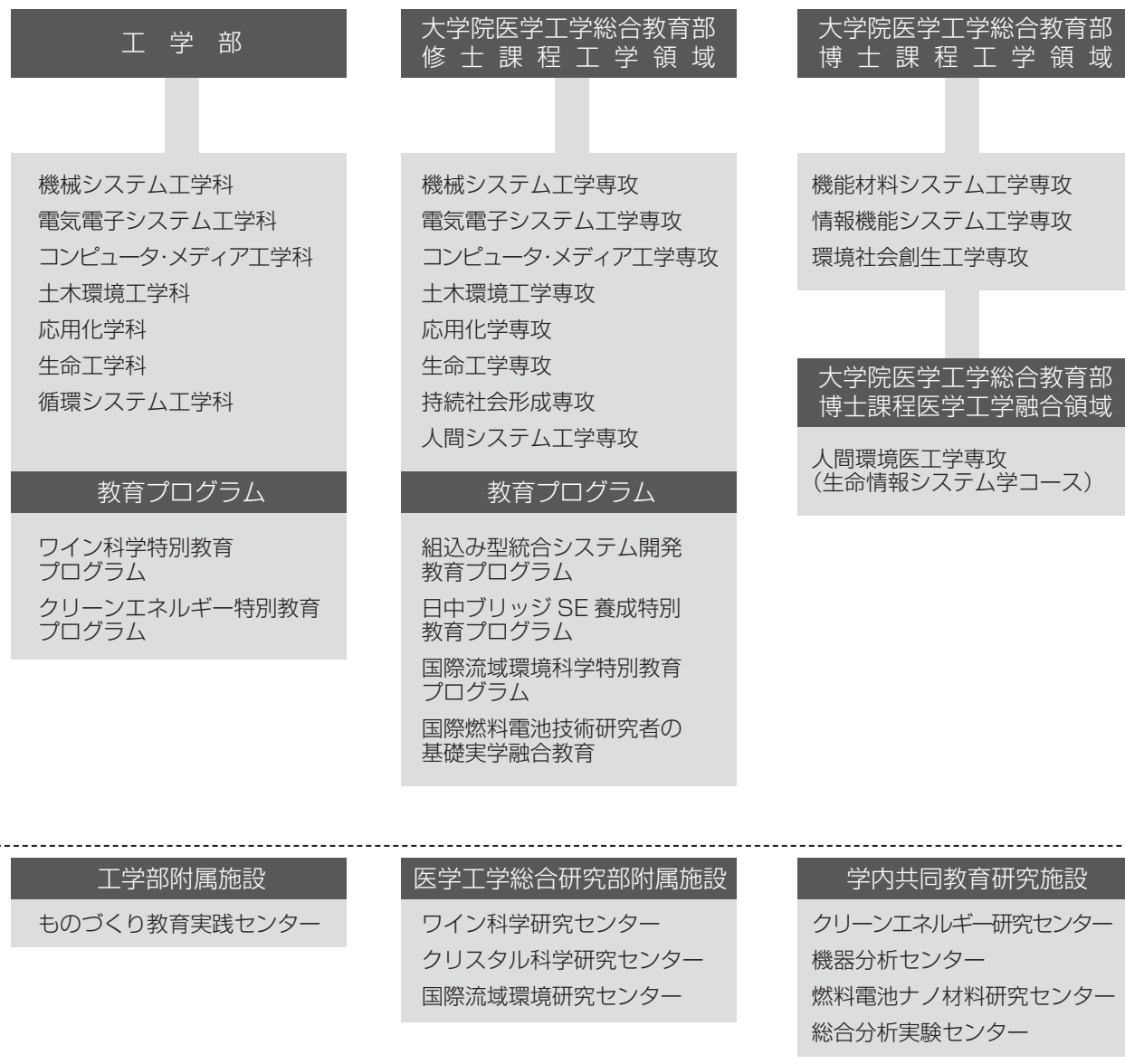
この冊子には、山梨大学工学部の教員が取り組んでいる研究のフロンティアが紹介されています。工学は、人類社会に差し迫っている問題の解決に当たるとともに、夢を実現するための技術も目的としています。夢は、日常的生活の利便性や安全安心の向上にあるだけではなく、さしあたり知的欲求を満たすだけのものである場合もあります。上で述べた「はやぶさ」は後者の側面がつよいかもしれません。一方で、遠い未来を思いやりながら、現代の人々が共感し支持する新しい夢を創造し、それを追いつけていきたいものだと思います。

山梨大学工学部のスタッフとともに、学び、創る活動に参加しようという意欲的な若者がたくさんあられることを期待しています。

# 目 次

工学部長からのメッセージ	
工学部・大学院医学工学総合教育部組織図	1
研究グループと研究内容	3
機械システム工学科	5
電気電子システム工学科	25
コンピュータ・メディア工学科	45
土木環境工学科	63
応用化学科	83
生命工学科	97
循環システム工学科	105
工学部附属施設	117
ものづくり教育実践センター	117
医学工学総合研究部附属施設	121
ワイン科学研究センター	121
クリスタル科学研究センター	127
国際流域環境研究センター	135
学内共同教育研究施設	139
クリーンエネルギー研究センター	139
燃料電池ナノ材料研究センター	143

# 工学部・大学院医学工学総合教育部組織図



# 研究グループと研究内容

山梨大学工学部

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

# 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、

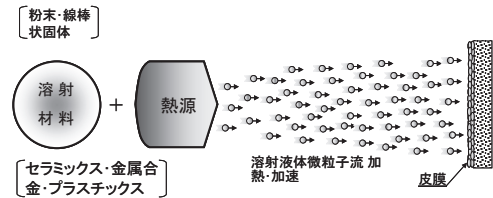


図1 溶射技術の模式図

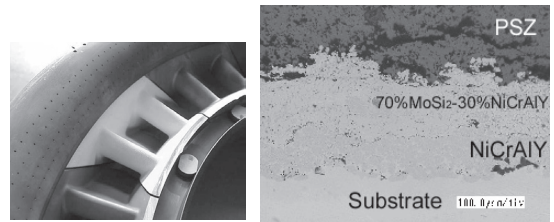


図2 ガスタービン静翼への溶射と新溶射技術

下地のボンドコート（MCrAlY (M:金属)）をプラズマ溶射し、その上にトップコート（ $Zr_2O_3$ ）がプラズマ溶射されています。しかし、ガスタービン稼動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（ $MoSi_2$ ）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

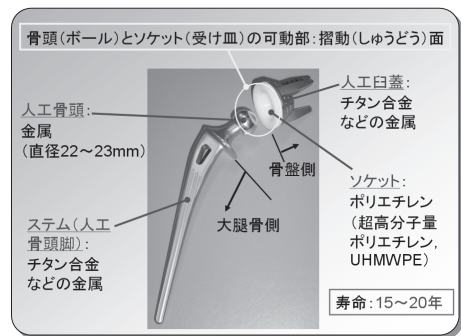


図3 人工股関節の構造

(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
パワフランチ共振 +	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



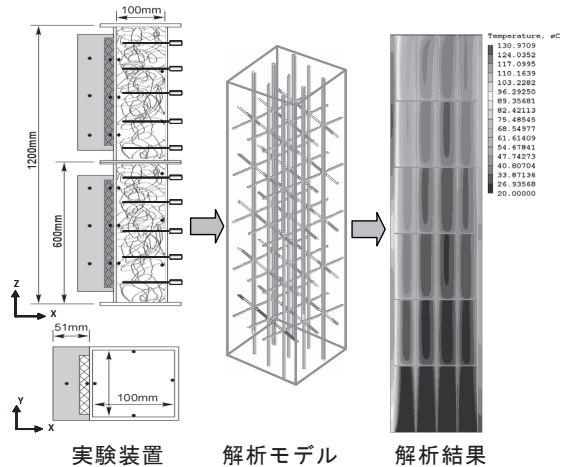
# 熱と物質の移動現象に関する研究

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

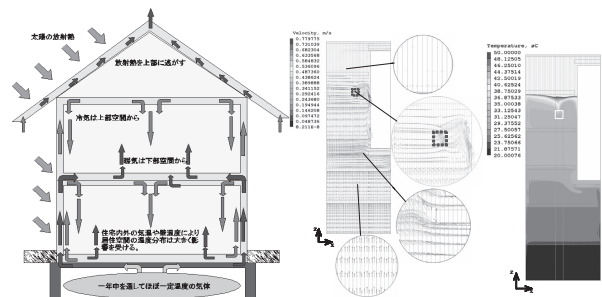
気体などの物質や熱の移動現象は重畳して生じることが多く、自然界のあらゆる場面で見られることから私たちの生活と深く関わっています。例えば、身近なところではエアコンを使って室内を暖かくしたり、涼しくしたり、一方、地球規模では太陽によって地球が暖められていますが、地球上の二酸化炭素などの温室効果ガスによって、宇宙への放熱が抑えられて、さらに地球が暖められたりしています。さらに、地球上の生物は食物により得たエネルギーを熱として環境に放出しています。したがって、熱・物質の挙動を解明し制御することは、地球の温暖化防止やエネルギーの有効利用など、今後の環境とエネルギー問題を解決するためにとっても重要です。そ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

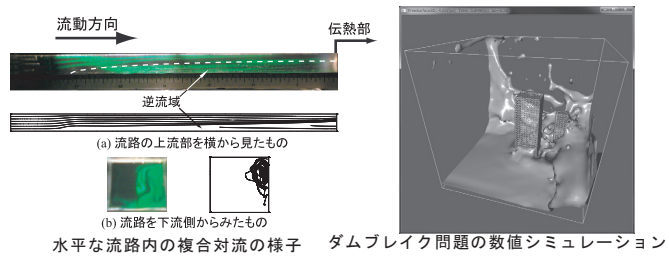
一を利用して。そこで、自然の熱を利用した住宅環境に関する研究を行っています。例えば、住宅壁を片面から太陽熱で加熱される矩形流路と仮定した場合、その熱を効率的に取り出すため、動的なポンプなどを使用せずに気体の密度差を利用した自然対流を用いる冷却方法や多孔性材料を挿入して伝熱促進を行う方法、さらには、スパンドレルと呼ばれる凹凸壁を住宅の太陽熱集熱器として利用する場合の研究などを進めています。また、最近では、地中熱を利用する省エネルギーと微小温度差による熱エネルギーシステムの両方を利用するシステムの構築を目指した研究を行っています。



建築用資材の集熱効果の解析

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。



ダムブレイク問題の数値シミュレーション (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、レーザーレンジファインダ（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。

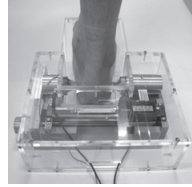


図 1 骨粗鬆症診断装置

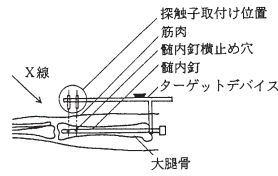


図 2 髓内釘横止め穴の位置検出装置

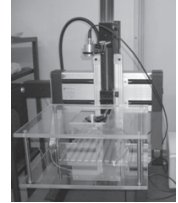


図 3 非接触空中超音波による欠陥検出

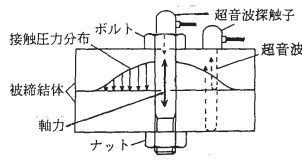


図 4 接触圧力とボルト軸力の測定

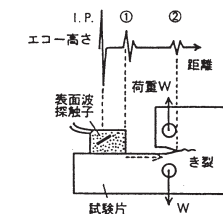


図 5 金属の破壊メカニズムの解明

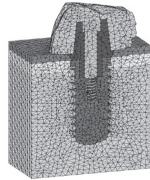


図 7 人工歯根の最適形状設計

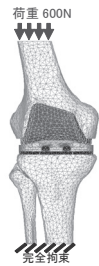


図 6 人工膝関節の最適形状設計

# 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。

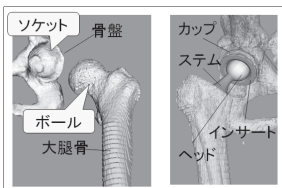


図 1 股関節と股関節用インプラント



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」

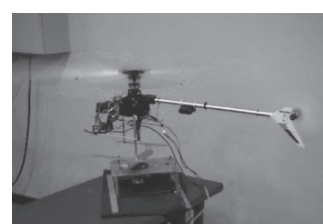
家庭にあるエアコンでは部屋の温度を設定された温度に合うように冷風または温風を出し、室温が設定された温度になったら、その温度を保つように風を調節しております。また二足歩行ロボットでは倒れないように体の重心を保ちながら、脚を動かして歩行しております。このように多くの機械の中には「自動制御」という機械をうまく動かすための技術が埋め込まれています。つまり機械を目的に応じて自在に動かす技術、それが自動制御技術です。自動制御技術は私たちの身の回りにある機械や乗り物だけでなく、工場で使われるロボット、海中や宇宙空間など様々な環境で用いられる高度な機械システムにとって必要不可欠な技術です。

### 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



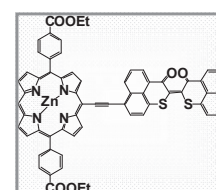
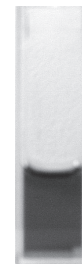
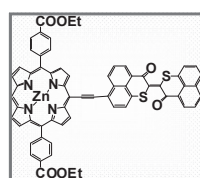
小型無人ヘリコプタの姿勢制御

## 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。

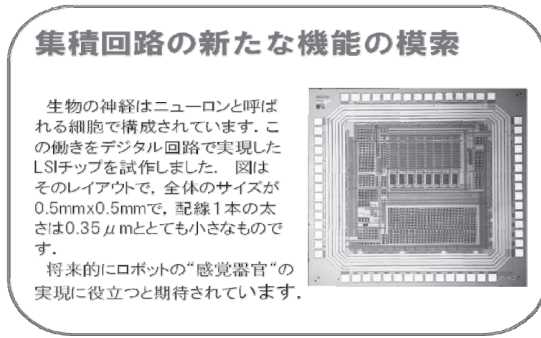
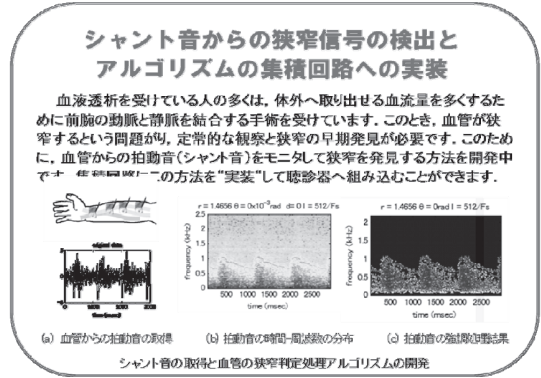
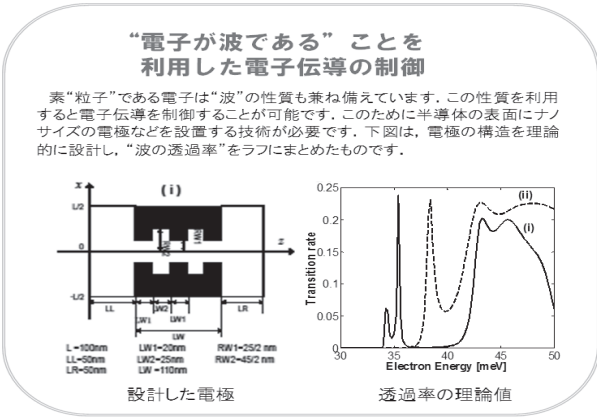


# マイクロデバイスの動作解析とその高機能化

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。

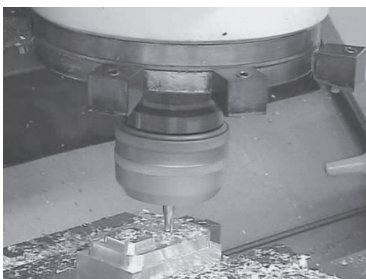


図1 金属を加工しているところ

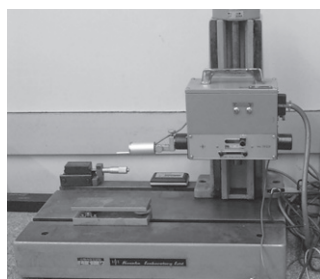


図2 表面あらさ測定器

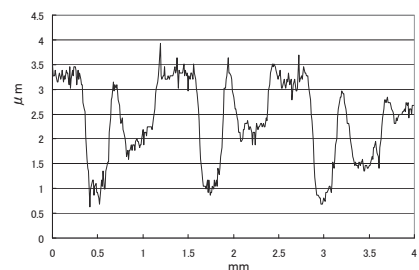


図3 加工した表面の測定結果

# 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/>

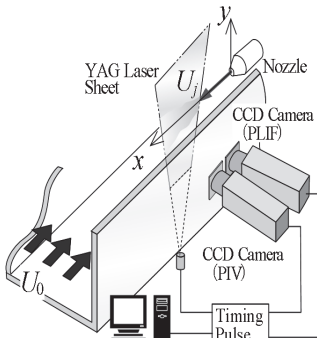


図1 流れを作って測る

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。

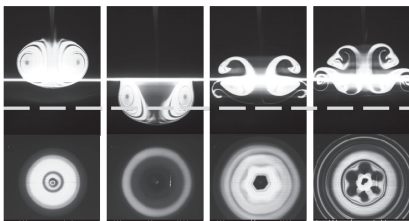


図4 2方向からの渦輪の可視化

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。

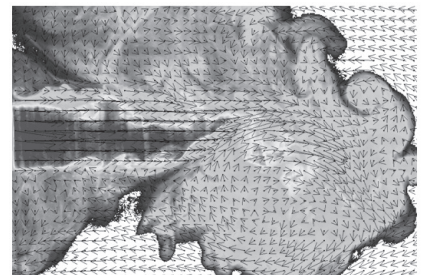


図3 対向噴流の流れと可視化

『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、いろいろな種類があります。図5に示すように、シリコンゴム等の細か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。

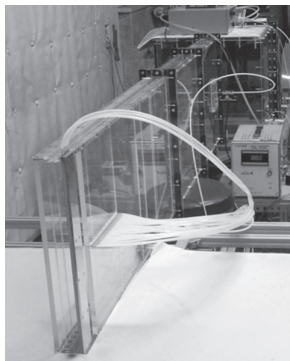


図6 実験装置

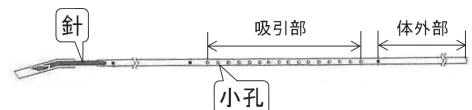


図5 ドレナージチューブ

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。

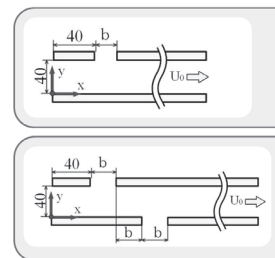


図7 小孔の位置

# 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



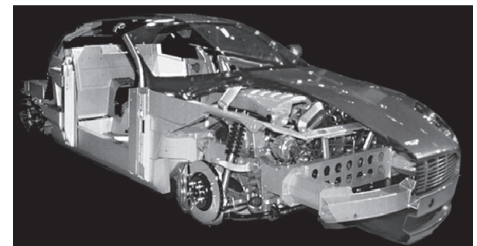
私たちはさまざまな金属製品の恩恵を受けて暮らしています。鉄鋼を始めとするさまざまな金属は、化学成分や加工状態あるいは熱処理状態に関連して性質が変化します。したがって、金属の性能を最大限に生かすためには、性能に及ぼす影響因子の研究が重要となります。以下では、自動車に関連する2つの研究テーマについて紹介します。

## ★★(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。



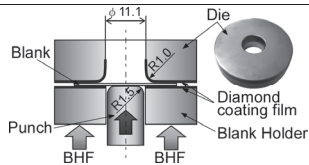
(社団法人日本アルミニウム協会 HPより)

# 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。

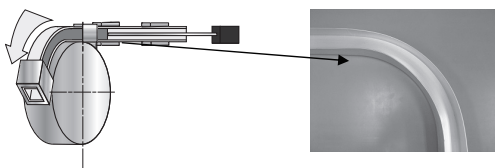
## 1. マグネシウム合金のドライプレス加工



### 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。

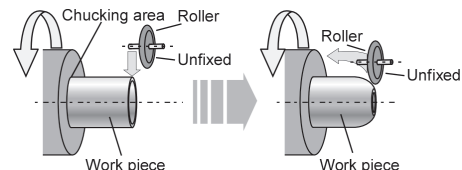
## 2. アルミニウム合金の曲げ加工



### 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/>



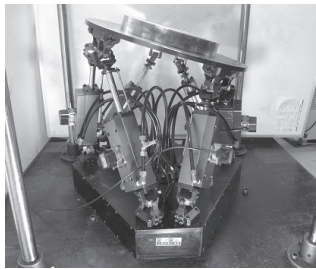
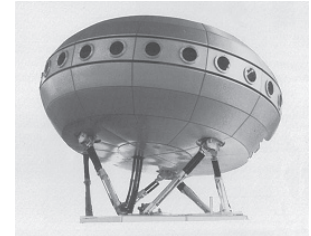
## ■ 機械情報コース



## 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えるものです。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、回転運動をとまな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。

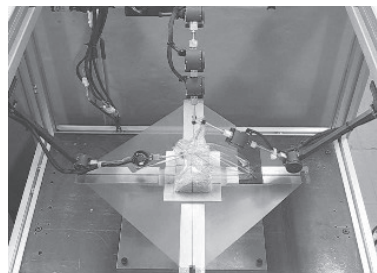


図1 柔軟物操作マルチロボットによる風呂敷包み作業



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！

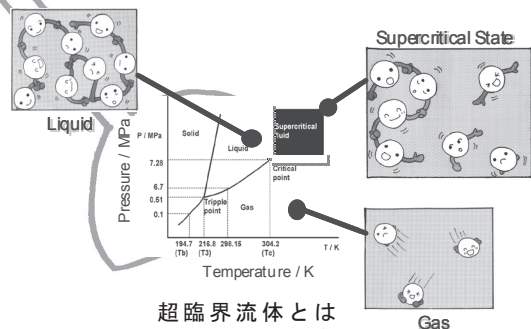
山梨大学 工学部 機械システム工学科担当  
教授 近藤 英一 電子メール：kondoh@ccn.yamanashi.ac.jp  
助教 渡邊 満洋 電子メール：mitsuhiro@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.ms.yamanashi.ac.jp/lab/kondoh/

- ◆ 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「<sup>むそ</sup>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しましょう。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んでいます。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<sup>もうまく</sup>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」



# 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。

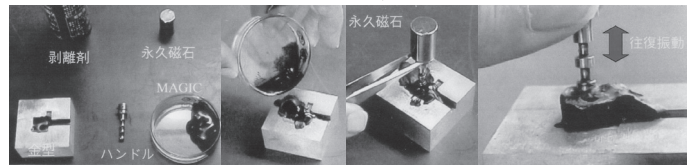


図1 新砥石製作原理と研磨

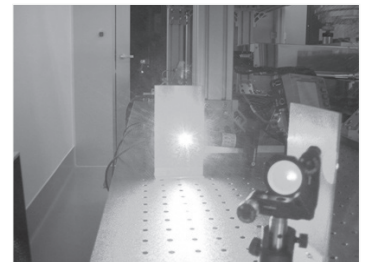
# パワーフォトリクスの研究

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。



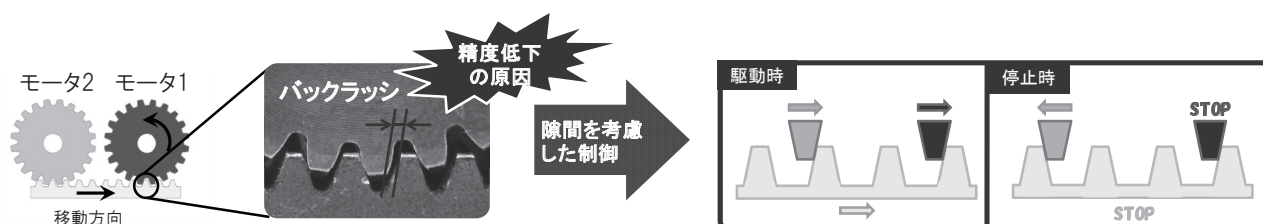
# ロボットとメカトロニクスの研究

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。

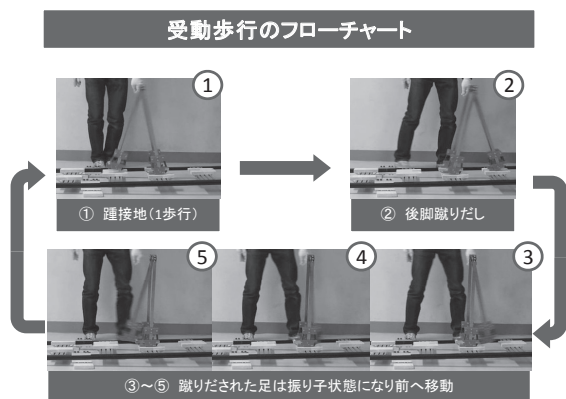
## ツインモータによる高精度位置決め

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

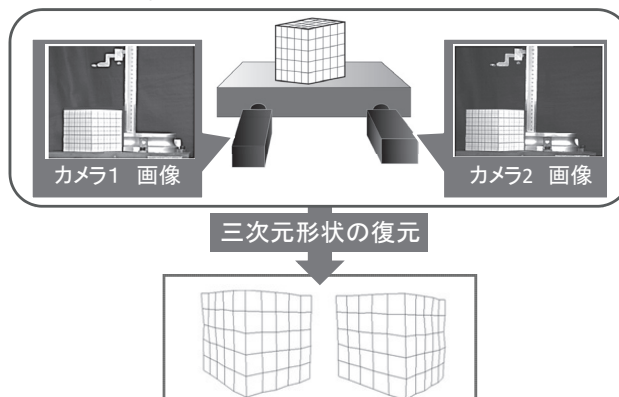
テレビなどで見られる二足歩行ロボットと人の歩行を比べると動きがぎこちなく、エネルギー効率も悪いとされています。そこで、本研究室では、滑らかかつ高効率な歩行が行える受動歩行の研究を行っています。受動歩行とは緩やかな坂道の上に置かれたアクチュエータを持たない歩行機械に適切な初期条件を与えると坂道を歩いて下っていくというものです。受動歩行の歩容はなめらかで人間の歩容に近く、重力や慣性力をうまく利用しているのでアクチュエータによるエネルギー入力がなくても歩行を繰り返すことができます。



## 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。



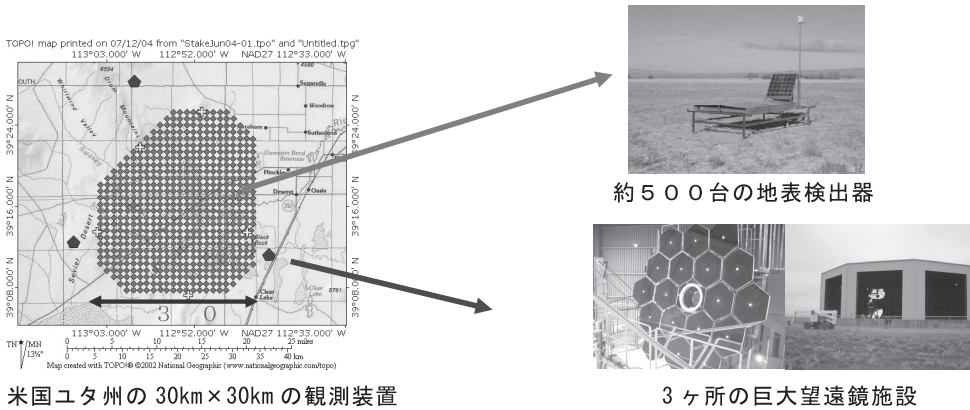
# 最高エネルギー宇宙線の起源

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。

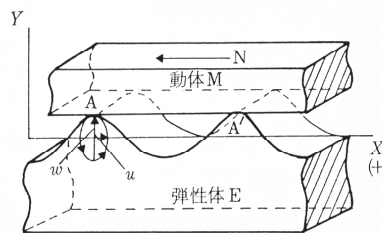


図1 進行波型超音波モータの動作原理

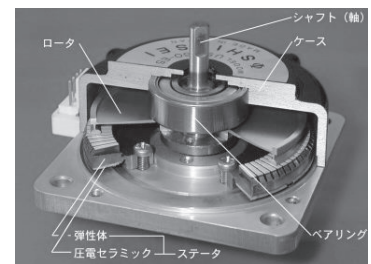


図2 進行波型超音波モータ (株) 新生工業製

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

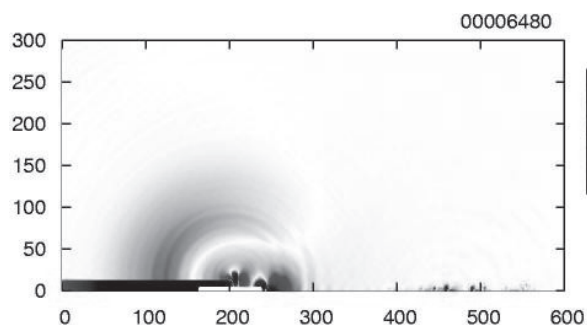
## 高速列車と低周波音

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

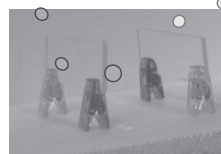
## 光計測及びその応用の研究

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。



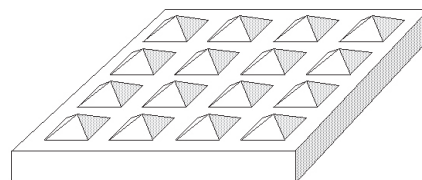
## 量子構造の作成とその物性研究

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。



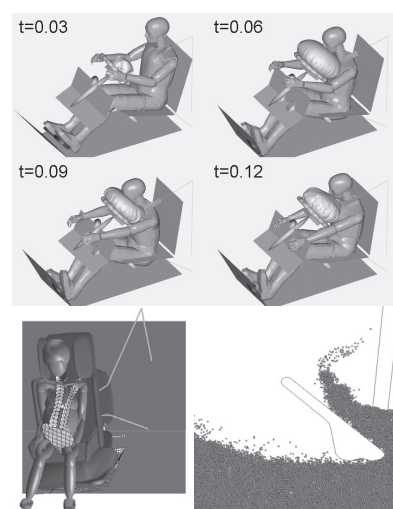
## 機械システム設計におけるシミュレーションの活用

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。







# 電気電子システム工学科

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



## ■情報エレクトロニクスコース

## ローコストな製造方法による高効率太陽電池の開発

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
教授 加藤 孝正 電子メール: kato@yamanashi.ac.jp  
HP: <http://www.es.yamanashi.ac.jp/research/#kato>

私たちの研究室では、現在の太陽電池の約2倍の高い効率をもつ太陽電池の実現に向けて、新しい半導体材料の開発と安価な製造装置の開発を目指して研究を進めています。

クリーンなエネルギーの実現は全世界的な課題です。原子力発電の比重を減らしていくためにも、自然エネルギーを利用することが強く求められています。現在のシリコン太陽電池では、理論的にも30%以上の効率のものを作製することはできません。シリコン太陽電池では太陽光スペクトルの一部しか発電に使っていません。Si太陽電池よりも広い範囲の太陽光スペクトルを利用できれば効率を上げることができます。私たちの研究しているタンデム型太陽電池は、近赤外光から赤色までの光を吸収する半導体と赤色から青色までの光を吸収する2種類の半導体を積み重ねて太陽電池を作製します。理論効率は50%以上となります。作製方法は簡単で、半導体原料溶液を小さな穴の空いた容器に入れ、20kV位の高電圧を印加します。すると溶液は穴から霧状に噴出して直径1 $\mu$ m以下の微粒子となり、加熱したガラス基板の上に到達して半導体結晶として成長していきます。この方法は大気中で成長させるため、非常に簡単な装置でできること、大面積にすることも可能であるという特長を持っているため、高効率太陽電池を安価に作製できると期待できます。

この太陽電池の研究のほかにも、有機半導体を使った薄くて曲げることも可能な高性能の有機トランジスタの開発研究も行っています。有機半導体結晶を規則的に並べてやれば電流が流れやすくなり、Si半導体に匹敵する高速動作が可能なトランジスタが実現できると考えて研究を進めています。

## 最表面の電子スピンを見るための研究

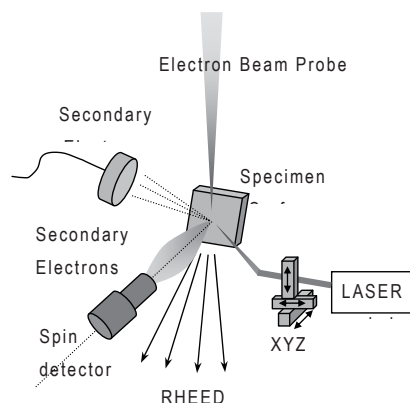
山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
准教授 居島 薫 電子メール: ijima@yamanashi.ac.jp

Question 電子スピンってなんでしょう？

Answer それは磁石の正体です！

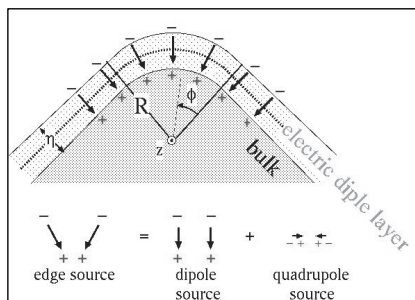
物質最表面の原子は結合相手が居ません。だから電子が余っているんです。結合相手が居ない最表面では、物の性質が全然違います。新機能が隠れています。このような領域の電子を捕まえてスピン（自転方向??）を測れば表面の磁性を解明出来る、と信じて測定装置を造っています。しかしながら、最表面だけの電子のスピンを計測する技術や装置はまだありません。私達はこれを実現するために『世界にたった1つしかない電子顕微鏡』を造っています。

表面の電子は、高速の電子ビームの照射によって叩き出したり、レーザー光を照射して叩き出したり、特殊な針をぶつからないように近づけたりと、色々な方法を試しています。出てきた電子のスピンを計測する検出器も市販されていないので、Mott氏の理論に基づいて造っています。測定は超高真空環境で行います。国際宇宙ステーションの軌道上よりもさらに1万分の1まで気圧を下げた特殊な環境です。部品を設計しては組み込み試し、ものづくりを楽しんでいます。完成まであともう一歩の実験装置を見てみませんか？



# 非線型光近接場の理論

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
 助教 坂野 齋 電子メール: [banno@yamanashi.ac.jp](mailto:banno@yamanashi.ac.jp)  
 ホームページ: <http://www.yamanashi.ac.jp/~banno>



近接場光は物質近傍の電磁場で、通常の光（放射場）と異なり、伝搬せず物質の近くにとどまる非放射場です。このごろは微細な物質の計測や微細加工に応用されています。近接場光は、実は高校の物理で習うクーロンの法則で記述できます。クーロンの法則は電荷密度により生じた電場を記述し、電磁波の伝搬には関係ありません。どのような電荷がどこにどの程度生じるかわかれば、どこで近接場光が強くなるか分かります。このように光近接場の物理は簡単です。ちなみに通常の光（放射場）は電流密度で生じて伝搬する電磁場で、アンペールの法則とファラデーの法則に支配され、非放射場と質的に異なります。

微細な物質の光近接場でもう一つの特徴は、光の波長以下にエッジ（右図）や尖端の構造があり対称性が低いことです。対称性の低さは、通常の光学では隠れていたり、起こりにくいさまざまな現象を可能にします。私たちの研究を図で説明しましょう：この図は物質と真空（空気）の界面の曲率半径  $R$  のエッジ断面です。界面では電子の浸み出しにより真空中に $-$ 、物質側に $+$ の双極子の層（電気二重層）ができます。図の下方の式はエッジでの双極子のペアが双極子成分だけでなく四重極子成分をもつことを表しています。私たちの研究では、ここに赤い光を入射すると、エッジ特有の四重極子が赤い光の電場が2つ関わることを可能にし、青い光の周波数の電荷密度をエッジにのみつくり出します。この電荷密度から生じた“青い”近接場光は伝搬できずここにとどまり、たまたま近くにいた分子に光化学反応を引き起こしたりします。私たちは、多くの方が簡単に理解して使える理論をつくる研究をしています。

# 分子配向制御による高性能有機トランジスタの開発

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
 助教 小野島紀夫 電子メール: [nonojima@yamanashi.ac.jp](mailto:nonojima@yamanashi.ac.jp)  
 ホームページ [http://www.es.yamanashi.ac.jp/research/index\\_html#nonojima](http://www.es.yamanashi.ac.jp/research/index_html#nonojima)

有機半導体材料は、非常に多様性に富む有機化合物（分子）で構成されており、プラスチックなど軽くて柔軟なシート上にもデバイスや電子回路を形成できます。また、溶液を塗布するだけで半導体素子ができるので、低コストかつ環境負荷の少ない製造法（印刷など）を利用できます。このように有機半導体で構築されるエレクトロニクス（有機エレクトロニクス）は、人や地球環境との親和性が良いため、身の回りのどこにでも空気のようにセンサや電子タグが存在する世界の実現が期待されています。

我々は、有機半導体デバイスのキーテクノロジーである有機トランジスタの高性能化に向けて研究しています。有機半導体デバイスでは、有機分子の並び方（配列）を正確に制御することで性能を大幅に向上できます。分子が自然に持つ力（自己組織化機能）を利用して、分子配列を人為的に操作する技術の開発に取り組んでいます。将来的には分子を自由自在に操って有機トランジスタや有機ICを作製することを目指しています。

（右の図は、表面ナノ周期構造上に有機分子を成長した結果を示しています。有機分子が規則正しく配列していることが分かります。）

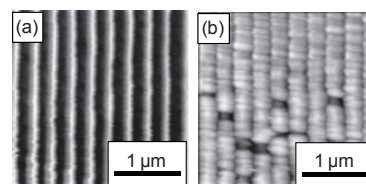


Fig. 1 原子間力顕微鏡像。(a) 表面ナノ周期構造 (320ピッチ), (b) 有機分子ペンタセンを成長した表面。

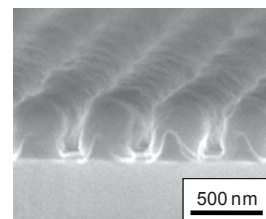


Fig. 2 電子顕微鏡像。表面ナノ周期構造上に成長した有機分子ペンタセンの断面。

# 量子ナノ光科学/ナノフォトニクス基礎研究

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
 教授 小林 潔 電子メール: kkoba@yamanashi.ac.jp

私たちが日常目にする光は質量がゼロのため、ナノメートルという微小な空間に閉じ込めることはできません。ましてや空間の1点に止めることも出来ません。しかし、光子と物質が相互作用した結果である近接場光ならそれも可能です。この近接場光を横糸にして実験グループと議論しながら、光子と物質の自由度を同等に扱う新しいナノ光物質科学の理論構築をめざしています。また、物理や数学などの基礎的なことは押さえつつも、既存の枠組みに囚われないで普通の光では起こり得ない新しい現象に挑戦し、それを用いたナノ光電子機能デバイスの可能性を探求しています。

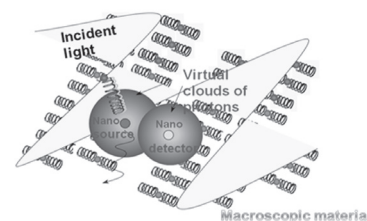


図1 ナノ空間における光と物質の概念図

新しいナノ光物質科学の理論はどんな描像に基づいて構築されようとしているのでしょうか？それを図示したのが図1です。パネは物質中の原子や分子、青色とピンクの円がナノ物質、その回りの陰影のついた円が近接場光、黄色の曲線が日常目にする光を表しています。

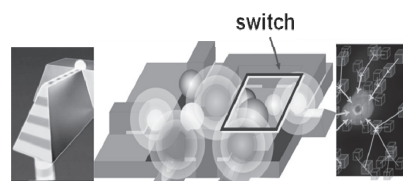


図2にはそのような近接場光とナノ物質を用いたナノ光電子機能素子の概念図を表しています。

IEEE J. Sel. Topics Quant. Electron 8 (2002) 839

図2 ナノ光電子機能素子の一例

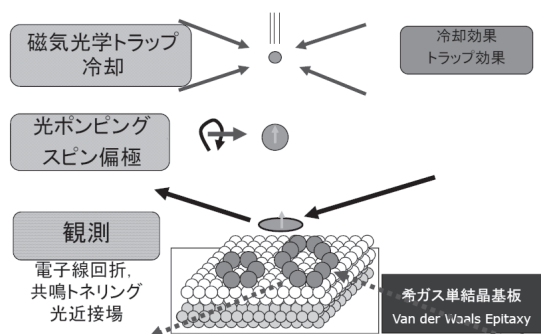
# スピンの拓く量子機能デバイスの研究

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
 教授 鳥養 映子 電子メール: et@yamanashi.ac.jp  
 助教 白木 一郎 電子メール: ishiraki@yamanashi.ac.jp

スピンは、電子や原子に与えられた精妙で、たいへん興味深い性質で、ミクロな磁石のような振舞いと、ひとつの粒子がいくつもの様相を同時に持つような量子力学的振舞いをします。スピンを原子のレベルでコントロールし、使いこなすことができれば、量子計算機など、画期的な機能を備えた新時代のナノデバイスが生まれます。

外部の磁気を遮断し、宇宙空間に匹敵する超高真空の中で、最先端の磁気光学トラップ技術（レーザー光と磁場勾配を使って100マイクロケルビン以下に原子を冷却する技術）で集めた原子集団のスピンをコントロールし、極低温のアルゴン原子結晶の上に量子機能を発揮すると期待されるスピんクラスターを発生させる、世界に先駆けた研究を進めています。

さらに、このナノサイズのクラスターを含む物質の極表面の電気的磁気的性質を観測できる未来型機能走査プローブ顕微鏡の開発も大きな課題です。



\*スピン（矢印）の並び方で原子（灰色の丸）の並び方が変わります。

# 光・電子デバイス用半導体とナノ構造機能開発の研究

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当

教授 松本 俊 電子メール: tm@yamanashi.ac.jp  
准教授 鍋谷 暢一 電子メール: nabetani@yamanashi.ac.jp  
准教授 村中 司 電子メール: tmuranaka@yamanashi.ac.jp

HP: [http://www.es.yamanashi.ac.jp/research/index\\_html#matumoto](http://www.es.yamanashi.ac.jp/research/index_html#matumoto)

私たちの研究室では、透明導電膜、高効率太陽電池材料、半導体ナノ構造などの薄膜成長から物性評価そしてデバイス作製までを行っています。成膜や結晶成長では、『分子線エピタキシー(MBE)法』と呼ばれる真空成長技術を用いています。また、電子顕微鏡(TEM, SEM)や元素分析(EPMA, XPS, AES)などの評価装置を用いて、作製した半導体薄膜やナノ構造などの特性評価を行っています。ここで、これらの研究を紹介します。

## 1. 酸化亜鉛系透明導電膜の低温成膜

酸化亜鉛(ZnO)はワイドバンドギャップ半導体として、青色から近紫外の半導体レーザーや発光ダイオード材料として非常に注目されています。このような単結晶としての応用とは別に、ワイドバンドギャップであることを活かした透明導電膜としても盛んに研究が行われています。その背景には、太陽電池や平面ディスプレイに用いられている酸化インジウムスズ(ITO)が、In資源の枯渇および価格急騰が深刻化し、その代替材料の開発が急務とされていることが挙げられます。ZnOはドナー添加量によって抵抗率を広い範囲で制御できるので、

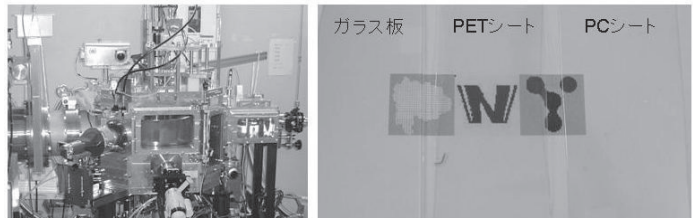


図1 酸化亜鉛薄膜堆積装置(左)と作製した透明導電膜(右)

透明導電膜に加え薄膜トランジスタ(TFT)にも利用できる材料です。私たちの研究室では、ガラス基板だけでなくプラスチック基板上への成膜も視野に入れ、100℃以下でも成膜可能な薄膜堆積装置を地元の企業(株)中家製作所)および山梨県工業技術センターと開発しました(図 1)。原料は高純度亜鉛と酸素で、それぞれ独立して基板に供給します。高温での化学反応を用いないため、酸素をプラズマによって活性化し、反応しやすい状態にして供給します。各種基板上に成膜した結果、可視域での透過率が80%以上で非常に低抵抗( $\sim 10^{-4}\Omega\text{cm}$ )のものが得られています。また ZnOは一般にコラム成長しやすい結晶ですが、低温成膜ということもあり、成膜した ZnOの表面粗さは2nm以下と極めて平坦です。現在は、大面積基板上への均一膜の作製、プラズマ源の検討など、実用化に向けた開発を行うとともに、TFTの作製も行っています。

## 2. マルチバンドギャップ半導体による高効率太陽電池材料の開発

禁制帯中に中間バンドをもつマルチバンドギャップ半導体では、中間バンドが「飛び石」として働き、禁制帯幅よりも小さいエネルギーの光も吸収し光電変換に利用できます。このマルチバンドギャップ半導体として、II-VI族化合物半導体の ZnTeに酸素をわずかに添加した ZnTeO混晶の研究をしています。酸素は電気陰性度が大きいため電子を局在化し、その局在準位が禁制帯中に形成されます。しかし ZnTeOは非混和性が強く、酸素の組成を均一にすることは困難です。そこで MBEで RFプラズマによる活性酸素を用いたエピタキシャル成長を行っています。現在までに、0.5%程度までの均一な酸素組成の ZnTeO混晶が成長できており、局在準位を介した光吸収によって自由キャリアが生成できることが検証できています。

## 3. 量子構造半導体の作製と新機能デバイスの創製

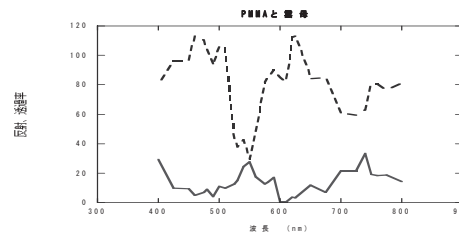
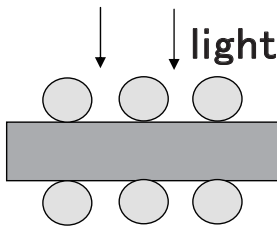
ナノ光電子機能をもつ半導体として、量子細線の研究を行っています。量子細線は、微傾斜基板表面に発生する分子層ステップに MBEを用いて選択成長しています。断面 TEMで観察した格子像を解析すると、ステップの間隔に対応した量子細線が作製できていることがわかりました。この方法で量子細線内に磁性元素を並べ、スピンチェーンを作製することに取り組んでいます。スピンチェーンのような磁性ナノ構造半導体では外部磁場によって励起の移動が制御でき、局所光による励起輸送の解明および新機能デバイスが創製できます。その物性を探るために、極低温(4K)強磁場(8T)中で光学特性を調査しています。

## 透明なもので色をコントロール

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
教授 藤間 一美 電子メール: rose@yamanashi.ac.jp

物質はそれに固有な色があります。たとえば金や銀などに固有な色、染め物に使う染料の色などです。ところが私たちが識別する色には物質の色ではすまされない何かを含んでいそうです。それは同じ染料で染めた違う素材、同じペンキをぬった金属と木材を見比べて見てみれば明らかでしょう。このようなツヤ、透明感、肌理までを含めて物の色の見え方という問題に科学的な解釈と説明を与えること、それが目標です。

研究の対象は身の回りにたくさんあります。その中で化粧品に使われる複合粉体と呼ばれる材料の構造を図に示しました。薄い雲母の板の上に小さなアクリルの玉が無数に付いています。雲母もアクリルもどちらも透明な物質ですが、血色の良い肌色を演出できる優れた材料です。ところが製造の過程のごくわずかなずれでその性能が大きく変化します。計算してみるとアクリルの玉の数が減ってくると肌の血の赤みが強く見えることが分かりました。結果のひとつをやはり図に示します。実線が透過率、破線が反射率です。つまり透明な物同士のうまい組み合わせを探し出して逆に色をコントロールすることができるのです。



## 量子情報理論の研究

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
教授 内山智香子 電子メール: hchikako@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://shingen.ccn.yamanashi.ac.jp/~hchikako/>

最近、情報通信や数値計算等の飛躍的な向上のために量子力学原理を利用できることが明らかとなり、量子情報と呼ばれる分野が急速に成長してきています。その発端は、多数桁の整数を2つの素数に分解する計算(素因数分解)に量子力学の性質を用いると、現在のコンピュータよりも格段に少ない演算ステップ数で実行できる、という Shor の発見でした。この発見は、公開鍵暗号と呼ばれる暗号の安全性を脅かす可能性を示唆するため、注目を集めました。今日我々は、インターネットを通じて気軽にクレジットカード番号等の重要な個人情報やりとりしていますが、その際には公開鍵暗号の原理を基にした手続きを踏んで暗号化した情報をインターネットに流しています。公開鍵暗号では、盗聴者が暗号化した情報をかすめとり、解読するためには多数桁の整数の素因数分解をしなくてはなりません。そのために、例えば現在のスーパーコンピュータで数億年を要するならば、暗号の解読は事実上不可能となります。しかし、Shor の研究はこの計算が実行可能となることを示していたため、その後の様々な研究分野に大きな影響を及ぼしたのです。

量子計算の実行をめざし、現在様々な研究が盛んに行われています。しかし、量子情報を実際に物理系に実装する際には、ある障壁を克服することが要求されます。この障壁は、量子情報を担う系が、周りを取り巻く世界から望ましくない影響を受けて変質してしまうことにあります。本研究室ではこの障壁を取り除き、より容易に量子計算を実行する手法を提案することをめざした研究を行っています。



# ナノスケールでの電気・磁気特性の評価

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
 助教 白木 一郎 電子メール: ishiraki@yamanashi.ac.jp

極限環境における物質表面の構造変化、電気特性変化をナノスケールで調べています。図中の観察像は、絶対温度 5K、超高真空 ( $\sim 10^{-10}$ Torr)での Si 表面の様子を、原子間力顕微鏡 (AFM) といわれる顕微鏡を用いて観察したものです。白く明るく見える輝点は、最も表面に突き出した Si 原子の一つ一つです。この観察像を得るためには、1nN (= 10億分の1ニュートン)未満という原子と原子の間に働く極めて微弱な力(原子間力)を検出する必要があります。そのために、世界最先端の研究の多くは光てこ方式を用いていますが、この光が試料の電気・磁気特性を変化させてしまうため、特性評価には不向きです。そこで、世界で初めて光てこを用いない方式の顕微鏡を開発しました。これにより、ナノ構造 (nm スケール)・ナノ応力 (nN スケール)に特有な電気・磁気特性変化を解明できると期待されています。

### 極低温非光学式原子分解能 AFM

カンチレバー上のピエゾ抵抗体に変化 (ホイーストンブリッジ回路で検出)

$\frac{\Delta R}{R} = \frac{4}{V} (V_2 - V_1)$

変位  $d = \alpha \times \frac{\Delta R}{R}$   
( $\alpha$ : 感度)

R → R + ΔR  
レバーが撓む

#### 極低温 (~5K)での原子分解能観察

Si(111)-7×7 清浄表面 4nm

p(2×2) c(4×2)  
Si(100) 清浄表面 3nm

非光学式力検出: ・ 光を、物性評価に利用できる。  
 原子分解能 AFM: ・ 原子分解能で、応力や電流・電場を制御できる。  
 極低温: ・ 低温での物性発現を利用できる。  
 ・ 超電導磁石を用いて、強磁場中の測定ができる。

# ナノ空間の光と電子が生み出す新機能

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
 教授 堀 裕和 電子メール: hirohori@yamanashi.ac.jp  
 助教 内山 和治 電子メール: kuchiyama@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~kuchiyama>

10億分の1メートルを単位にして測るような微細な領域、ナノ空間に、微細で複雑な半導体の構造を作り、その間でナノ空間の光に相当する近接場光を通じて相互に作用が伝わり、あちらの半導体の中の電子の動きがこちらの半導体の中の電子の動きに影響を及ぼすというような相互関係を生み出すことができます。これを近接場光相互作用といいます。これは、私たちが普通に光と呼んでいる光の波が形成される距離である、1ミクロン程度の範囲に、これまでの電子回路のような半導体の構造に配線をするやり方では作れなかったような、きわめて複雑な階層的な関係性を生み出すことができ、情報処理形態を根本から変える新基盤となる可能性を持っています。研究室では、近接場光相互作用の基礎的性質、そして微細構造を作りこんだデバイスの新機能を、超高真空強磁場環境で動作する走査型プローブ顕微鏡という装置により解明する実験と、さらにそれを使いこなす理論の研究を同時に進めています。「世界で誰も知らないことを自分たちで見ると」。常に期待と驚きを持って研究を進めています。

#### 発想の転換

配線型デバイスから励起輸送デバイスへ

配線型機能

ナノ半導体間の近接場光励起移動が生み出す新機能

ナノメートル空間で完結する機能

ナノ半導体素子2

ナノ半導体素子1

励起源

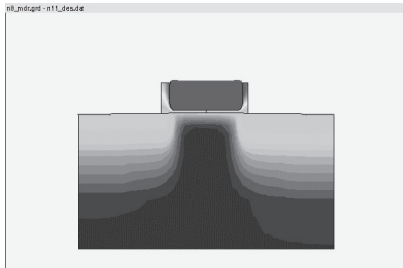
光励起エネルギーの流れ

マイクロな外部回路を構成

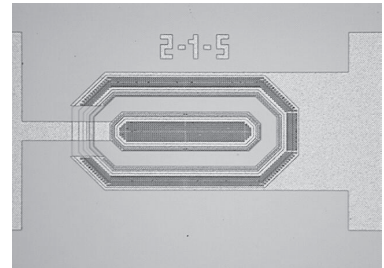
## 高性能・高信頼性パワーデバイスの研究

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
教授 矢野 浩司 電子メール：yano@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.es.yamanashi.ac.jp/

21世紀は地球上のエネルギー枯渇や環境悪化の問題が益々深刻化すると予測されています。パワーエレクトロニクスは地球の有限なエネルギーを効率良く利用したり、電気自動車のような環境に優しい新しいシステムを生み出す重要な分野です。パワーエレクトロニクスの中で重要な役割を果たしているのが、トランジスタ、ダイオード等の半導体パワーデバイスです。パワーデバイスの性能で重要なことは、高速で動作すること、電力ロスが低いこと、高温環境下で安定に動作することです。我が研究室では、これらの性能を満足する新型構造の半導体パワーデバイスを提案し、コンピューターシミュレーションでデバイスの動作解析や設計を行い、半導体製造装置を用いて試作するという研究開発を行っています。また最近ではシリコン(Si)に変わる半導体材料である炭化珪素(SiC)を使ったパワーデバイスの研究をしています。SiCは理論上Siパワーデバイスのロスをも100分の1に下げることができる夢の半導体材料として現在注目されています。



シミュレーションによるトランジスタ内部の電子分布の解析



半導体絶縁膜上のシリコン層(SOI)中に2ミクロンデザインルールで作製した横型パワーIC用デバイスの表面構造





# 電気電子システム工学科

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



## ■情報通信システムコース

# 大気圧プラズマ・ピエゾ電気センサー回路の研究

山梨大学 工学部 電気電子システム工学担当  
教授 秋津 哲也 電子メール：akitsu@yamanashi.ac.jp

プラズマ状態は固体→液体→気体の上にある物質の第4態で高気圧では一般に高温状態です。溶接用のアーク放電や雷・稲光がその代表になります。大気圧で室温付近の低温プラズマを励起する高周波放電プラズマ励起の技術と表面処理は1987年頃上智大学の小駒益弘博士によって考案され、大気圧グローなどの名称で呼ばれています。表面親水化や高水準消毒・滅菌などに利用されています。図1左側は大気圧非平衡プラズマの発光です。大気圧放電を励起する駆動回路の設計技術はパルスパワー工学と呼ばれ、インダクタンス素子にエネルギーを蓄積する方式の電源回路を小型・高繰り返し型に改良する研究を行っています。

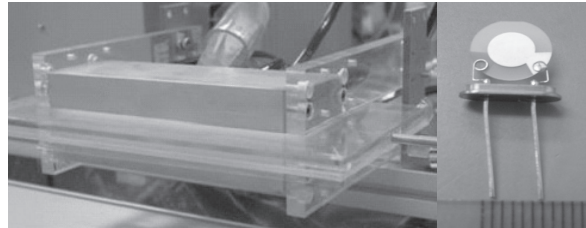


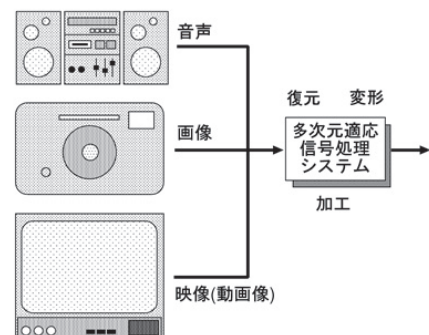
図1 左側 大気圧プラズマ (提供：大川博司博士) 右側 水晶振動子 $\mu$ 天秤用水晶振動子

図の右側はナノマテリアル研究用の水晶振動子 $\mu$ 天秤のセンサーです。1950年代に山梨大学は人工水晶国産化の研究において中心的な役割を果たしていました。いまでも県内・隣接地域には水晶振動子に関わる会社がいくつかあり、電気工学科卒業生が大勢活躍しています。時間・周波数の標準として用いられるタイムベースとしての応用分野に加えて、水晶発振回路の周波数の変化として重さの変化を測定する電気化学分析、生命系の抗原検出や環境センサーとして利用されています。電子回路のノイズ・環境ドリフトなどの基礎研究と新型回路のSpiceシミュレーション、測定結果のテレメータリングなどの研究を行っています。

## 多次元適応信号処理

山梨大学 工学部 電気電子システム工学担当  
教授 大木 真 電子メール：ohki@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：<http://www.sp.es.yamanashi.ac.jp/~ohki>

現代社会では、情報を伝達・記録するために様々な物理的変化が利用されています。情報を担うこれらの物理的変化を「信号」と呼びます。信号を有効に利用するためには、伝達に適した形に信号を加工したり、伝達の途中で歪んでしまった信号を元に戻したり、情報を取り出しやすい形に変形したりといった操作が必要になってきます。これらの操作を「信号処理」と呼びます。信号として典型的なものは時間的に変化する物理量ですが、場所や位置によって変化する物理量を信号として用いることもできます。これらは、複数の座標軸を持っているので「多次元信号」と呼ばれます。写真やテレビジョンを思い浮かべれば分かるように、今日の社会では多次元信号が盛んに利用されています。また、信号の性質は時間や位置とともに変化して行くことが多く、またその性質は事前には知られていないことが少なくありません。そのような場合には信号の変化に追従して信号処理の内容を自動的に変化させることが必要になります。これを実現するのが「適応信号処理」と呼ばれるものです。本研究室では、多次元信号を適応信号処理するための理論および装置の研究を行っています。



# さまざまなロボットの開発と制御

山梨大学工学部 電気電子システム工学担当  
 教授 清弘 智昭 電子メール: kiyohiro@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ URL: <http://junkshop.mesa.yamanashi.ac.jp/>

清弘研究室では様々なロボットを開発しています

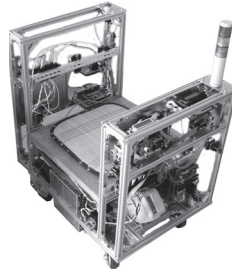
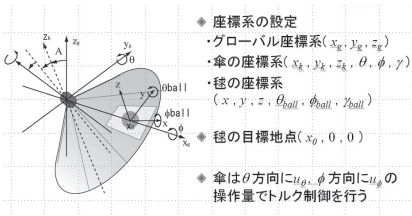
人間の習熟した専門知識を備えたロボット



## 人間の鍛えられた技を実現する「傘回しロボット」の研究

人間の熟練した技を理論的に解析してロボットで実現する試みです。理論的に解析して式にすることをモデル化といいます。モデル化した結果を用いて傘回しロボットを実現しています。

### 傘回しの理論的解析の試み

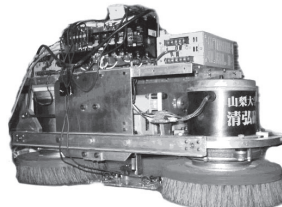


## 視覚障害者を安全に誘導したい「歩行ガイドロボット」の研究

内部に地図を持つと共に、超音波センサなどの各種のセンサを用いて環境や物体の形状を認識して視覚障害者を誘導します。

## 人間の代わりに3K労働をするロボット「床磨きロボット」の研究

回転するブラシと床との摩擦を利用してロボットの移動や、舵取りを行なうもので、推進用の動力を持たないので小型軽量にできる。2つのポリッシュャを持っていて、前進・後退、左右への横ばい、回転などが自由にできて、狭いところでも清掃が可能です。



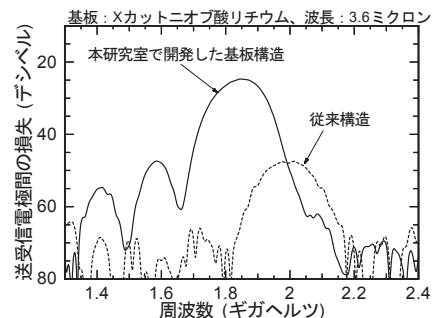
# 弾性表面波を用いた通信・光制御デバイス

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
 准教授 垣尾 省司 電子メール: kakio@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: <http://pine.ese.yamanashi.ac.jp/~kakio/>

皆さんの携帯電話やスマートフォンの中で、しょっちゅうマイクロな地震が起きています。マナーモードで震えるバイブレータではありません。そう、SAW (ソウ) フィルタのことです。SAW (Surface Acoustic Wave: 弾性表面波) は、固体の表面に沿って伝搬する弾性的な波動です。地震において縦波 (P波) と横波 (S波) の後に続いて地表面に沿って伝わってくる、うねるような振動も SAW です。水晶やニオブ酸リチウムのような圧電性 (電界を加えるとひずみが発生する性質) をもつ基板上に設けた、微細な“すだれ状電極”に高周波電界を加えることによって、SAW を励振することができます。例えば、上図に示すように、送信側の電極から励振した SAW をもう一方の電極で受信すると、様々な周波数の中から欲しい周波数成分だけをこしとるフィルタの機能をもたせることができます。このマイクロな地震を利用した SAW フィルタは、小型、高安定な特徴を活かして携帯電話や ETC などに実用されています。この SAW フィルタに対して、低損失化や高周波化が求められており、本研究室では、そのための基板構造や材料の研究を行っています。また、このマイクロな地震によって、レーザー光をオン/オフしたり、振り分けたりする光制御素子の研究も行っています。本研究室で生みだされたアイデアにより、世界に一つしかないユニークな基板構造や光制御素子を開発しています。下図はその一例であり、フィルタの高周波化に有利な縦型 SAW の低損失基板構造を世界で初めて開発しました。



SAW 励振電極 (すだれ状電極) 受信電極  
 (基板サイズは数 mm ~ 数十 mm 四方)



# 視覚障害者向け支援装置の研究開発

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
 准教授 小谷 信司 電子メール: kotani@yamanashi.ac.jp  
 助教 渡辺 寛望 電子メール: hwatanabe@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: [http://junkshop.mesa.yamanashi.ac.jp/~kotani\\_lab/index.htm](http://junkshop.mesa.yamanashi.ac.jp/~kotani_lab/index.htm)  
<http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~kotani/>

日本には1級視覚障害者の方が11万人います。その中で18歳未満の若年失明者は1%に満たず、大半は40歳以上の中途失明者です。中途失明者にとって白杖歩行を習得することは容易ではありません。そこで盲導犬が望まれます。現在の日本の盲導犬の数は約1,000頭で、盲導犬の育成数は年間約110頭、寿命は10年であることを考えると需要に遠く及びません。

右の図1、図2に示す装置は研究開発中の視覚障害者向け携帯型歩行支援装置です。視覚障害者は画像処理とナビゲーションを行う小型軽量省電力コンピュータをリュックサックやウェストポーチに入れます。眼鏡に装着した小型カメラから取り込んだ画像を処理し点字ブロックの探索や危険状態の検出を行います。また、地図情報とのマップマッチングを行います。白杖と併用することで安全性を確保して、視覚障害者は道案内を受けること、階段の昇り降り、公共交通機関の使用が可能になります。視覚障害者とのインターフェースはバイブレーションと音声を利用します。

現在、白杖にマルチスポットレーザを取り付け、従来の白杖では届かなかった距離の3次元情報の獲得、下り段差や下り階段の検出の研究を行っています。



図1: 実験の様子

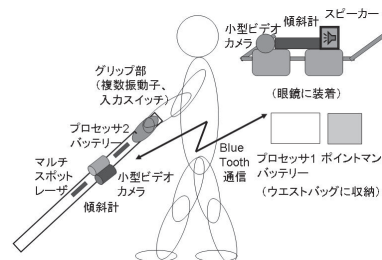


図2: システム全体構成図

視覚障害者の現在位置を推定するために、画像情報と地図情報とのマッチングの他に、3軸加速度センサと高精度な地磁気センサを用いたインテリジェント歩数計の開発も行っています。この歩数計は、歩数をカウントするだけでなく歩行状態（平地、上り坂、上り階段、下り坂、下り階段）の推定を行うことができるので、画像の目印がない場合にも、現在位置の推定を行うことが可能です。現在位置、歩行状態、歩行軌跡は Google Map で確認することができます。図3に歩数計の写真、図4に表示画面を示します。

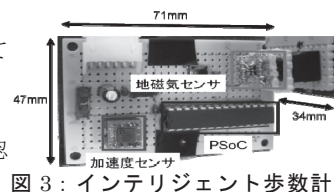


図3: インテリジェント歩数計

地図情報を作成するには非常にコストがかかります。そこで、ロボットを一度走行させて、地図情報を自動的に作成するシステムを研究開発しています。図5に研究に利用している自律移動ロボット Pioneer と自動的に作成された廊下環境の地図を示します。

画像処理・画像認識の技術を適用して自動車を運転しているドライバの集中力評価を行っています。カメラから取り込んだ運転中のドライバの顔の3次元位置・方位、視線方向、まばたきの頻度を検出して、どのぐらい集中しているかの評価を行います。



図4: Google Map で表示した歩行軌跡

- ロボットによる廊下環境地図の自動作成
  - エンコーダ情報とレーザーレンジファインダー
  - ICPアルゴリズムによる補正
  - 複数回走行による環境地図の自動更新

図5: 使用しているロボットと作成された廊下環境の地図

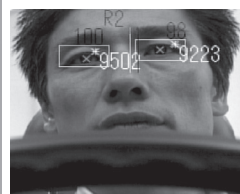


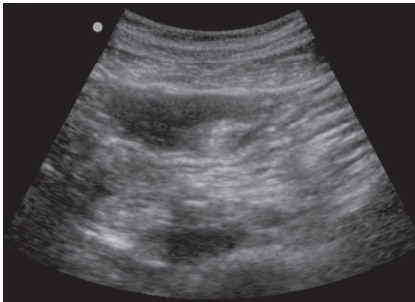
図6: 顔の画像処理例

# 多次元信号処理技術とその医療工学・食品工学への応用に関する研究

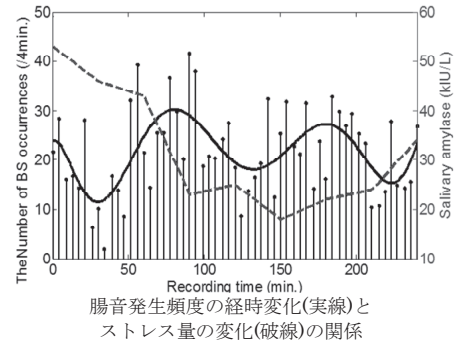
山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
准教授 阪田 治 電子メール: osakata@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~osakata/>

本研究室では、様々な生体信号・画像(脳波、筋電図、心電図、腸音、MRI、超音波断層像など)についての研究を行っています。これらの生体信号・画像を解析することで、人間の感性や情動のメカニズムの解明や、新しい病気の診断法の開発を行っています。

研究テーマの例を挙げると、次のようなものがあります。(1) 脳波解析による潜在意識下食嗜好の検出、(2) 腸音解析による集中治療室入院患者の消化管モニタリング技術の開発、(3) 腹部超音波動画画像解析に基づく新しい食品デザイン技術の開発、(4) 異なる種類の生体情報の融合・統合に関する研究、他。



食物を消化中の小腸の様子



本学医学部や他大学との共同研究を積極的に行い、広く学際的な研究を体制を作り、主として生体信号に基づく「人間の医・食・感性」に関する研究を行っています。

## 高機能集積回路(LSI)の設計

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
准教授 佐藤 隆英 電子メール: takahides@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~takahides>

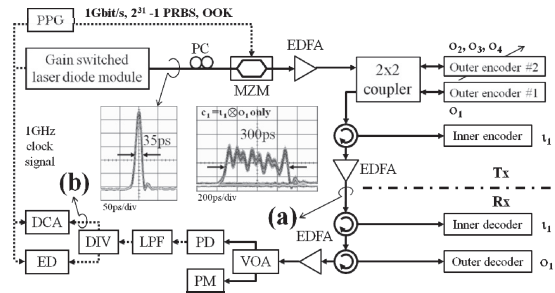
スマートフォンやゲーム端末などの情報機器は近年目覚ましい進歩をとげています。小さな筐体内で高速・複雑な信号処理を可能にしているのは集積回路(LSI)です。当研究室では集積回路の設計を研究しています。集積回路にはデジタル信号を扱う回路とアナログ信号を扱う回路があります。現在はデジタル信号処理が主流です。デジタル信号処理は、①ノイズに強い、②集積化に適する、③多機能化が容易などの利点を持つため、急速に進歩しました。しかし、私たちが感じる音、温度、色(光)などは時間に対して連続的に変化するアナログ信号です。高度なデジタル信号処理を施した出力信号も、人間が理解するためにはアナログ信号に戻さなければなりません。この役割を担うのがアナログ集積回路です。0と1でしかないデジタル信号が、アナログ集積回路により人間の感情を揺さぶる美しい音楽や映像などとして出力されるのです。さらにアンテナや種々のセンサから得られる電圧や電流などの信号の多くもアナログ信号です。センサから得られた微弱な信号は直接デジタル信号処理回路で扱うことが出来ません。信号を増幅し、必要な信号の選別を行ないデジタル信号処理回路が処理可能な信号に変換するものアナログ集積回路の重要な役割です。アナログ集積回路はデジタル信号処理の高機能化と共に重要性を増しています。当研究室ではこのアナログ集積回路の低消費電力化、高速化、低雑音化等、アナログ集積回路の抱える様々な課題の解決を目標とした研究を行っています。

# 光ファイバ通信向け光信号処理とその応用

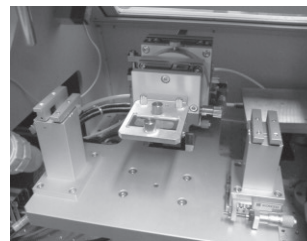
山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当  
准教授 埴 雅典 電子メール: hanawa@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.ics.es.yamanashi.ac.jp/>

携帯電話やインターネットなどの通信サービスは今や私たちの生活に欠かせないものになりました。当研究室「通信」をキーワードに、光ファイバ内部に回折格子を作りこんだファイバグレーティングを用いた様々な光信号処理技術の研究を行っています。

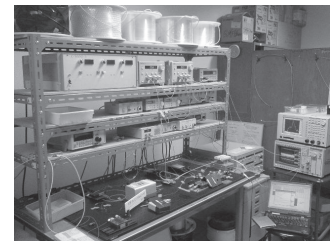
一本の光ファイバを同時に複数のチャネル(送信機と受信機の対)で同時に利用する技術を「多重化」といいます。光信号の多重化の実現方法として私たちは光符号分割多重方式に注目して研究を行っています。この方式では、右上図のように送信機で光信号に「符号」と呼ばれる鍵をかけて(符号化して)送信し、受信機でこの鍵を開けて(復号化して)受信します。鍵(符号)が一致しないと信号を取り出せないため、チャネル毎に異なる鍵(符号)を用いることで多重化が可能になります。このときに用いる符号器/復号器という装置をファイバグレーティングで作成し、柔軟で安価な超高速光通信ネットワークを実現することが、私たちの研究テーマの一つとなっています。



光符号分割多重実験系 (Tech. Digest of OECC2011, 5B3-1 より引用)



ファイバグレーティング作成装置



高速光伝送実験系

# 次世代大容量ホログラフィックメモリの開発とその応用の研究

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科  
准教授 本間 聡 電子メール: shonma@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.es.yamanashi.ac.jp:8080/~mutoken/>

光通信や光情報処理は 21 世紀の IT 社会をリードするキー技術です。テレビのハイビジョン化, 個人による映像情報発信の流行化, ユビキタス社会の進展に伴い, 常に情報量は増大の一步をたどり, 多くの情報を保存したい, 送信したい, 処理したいというニーズが顕在化しています。CD や DVD などの既存の技術の延長では, 光の回折限界の問題より, これ以上の飛躍的な記録密度の向上が難しいと言われております。したがって, 既存の記録技術とは大きく異なる原理を用いた情報記録技術の開発が望まれており, 様々な大学・研究所で様々な研究が行われています。

私たちの研究室では, 次世代の情報記録技術の有力候補として考えられている, ホログラフィー技術の中核とした光メモリや光情報処理, その他, 光制御型光配線技術の研究を行っています。具体的には,

1. ホログラフィー技術を用いた T byte を超える大容量の新しい光メモリの開発
2. ステレオビジョン技術とホログラフィックメモリを用いた高速顔認証システムの開発
3. 光信号で他の光信号の経路を制御する全光制御型配線技術の開発

を目指しています。毎年, 国際会議で発表するなど, 世界に向けた研究を心がけてやっています。

VIP な精神 (気力 Vitality, 知力 Intellect, 体力 Physical-Strength) を養いながら, “研究はロマン!” の実践を日々行っています。幾多の失敗にもめげずに . . . . .

# 真空紫外～赤外レーザーの研究

山梨大学 工学部 電気電子工学科担当

助教 宇野 和行 電子メール: kuno@yamanashi.ac.jp

ホームページ: [http://erdb.yamanashi.ac.jp/rdb/A\\_DispatchInfo.Scholar/2\\_3/71374CAA588EB8B.html](http://erdb.yamanashi.ac.jp/rdb/A_DispatchInfo.Scholar/2_3/71374CAA588EB8B.html)

本研究室では、真に産業応用に適した、誰でも・どこでも・いつでも・すぐに動作する・低コストで・高性能なレーザーの開発とその革新的産業利用について研究しています。本研究室特有の軸方向放電励起気体レーザー方式による真空紫外域（図中VUV）や中赤外域（図中MIR）のレーザーの研究

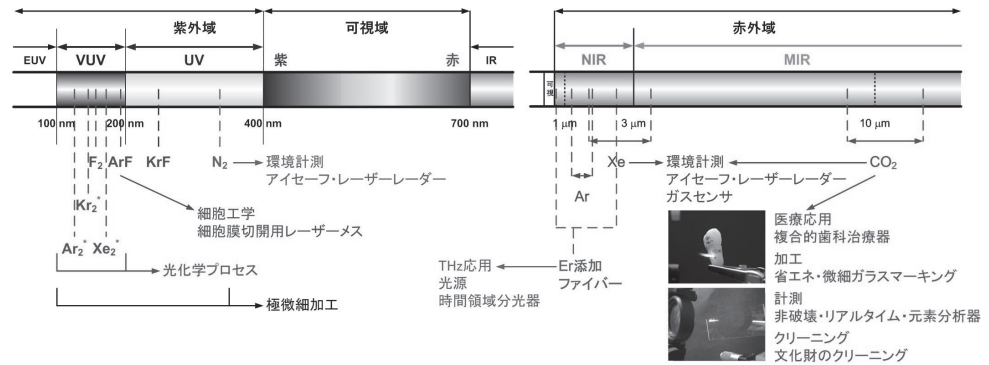


図. 研究対象のレーザーの種類（波長）とその産業応用例

や現在世界で最も注目されているフェムト秒ファイバーレーザーの研究を行っています。どちらの研究も、企業と共同開発を行っており、近い将来、製品化する予定です。本研究室では、基礎研究から製品開発、新しい応用分野の開拓まで実行できる一流の技術者・研究者を育てます。

# 次世代移動体通信用超伝導フィルタの研究

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当

助教 關谷 尚人 電子メール: nsekiya@yamanashi.ac.jp

「いつでも、どこでも、誰でも」ネットワークに簡単につながるユビキタス社会の実現に向けて携帯電話に代表される移動体通信は大きく発展してきました。皆さんも知ってのとおり、今や携帯電話一台で、テレビ、ラジオ、インターネット、GPS機能、お金の支払いなど様々なことが可能になってきています。これらはすべて電波によって決められた周波数を使用し通信が行われています。また、フィルタと呼ばれるデバイスを通すことで他の周波数との混信を防ぎ必要な電波だけを取り出し通信を行っています。ところが、様々な機能が携帯電話に付くにつれて、使用できる周波数はどんどん少なくなり、さらに、高速・大容量化にともない限られた周波数資源の逼迫が問題となっています。

そこで、我々はこれらの問題を解決するひとつの手段として、超伝導体をフィルタに用いる研究を行っています。超伝導体は一般的に低損失材料として知られる銅などと比較して2~3桁小さい低損失特性をもつことが知られています。それをフィルタに利用するとこれまで実現できなかったような急峻な特性が実現できるようになります。図1は従来のフィルタと超伝導フィルタの比較です。超伝導フィルタを用いることで従来のフィルタより効率よく周波数を利用できるようになり、これからの通信にはなくてはならないものとして期待されています。

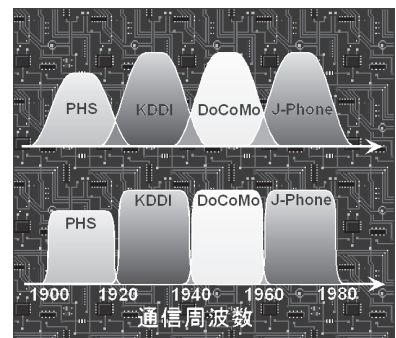


図1 超伝導フィルタと従来のフィルタの比較



# 超高速インターネットのための無線通信技術

山梨大学 工学部 電気電子システム工学科担当

助教 中村 一彦 電子メール: knakamura@es.yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ics.es.yamanashi.ac.jp/~knakamura/>

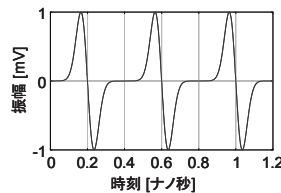
最近、インターネットでやり取りをする情報のサイズが飛躍的に拡大しています。例えば、高速インターネットを利用できれば、家庭でも DVD 品質の動画が見られるようになったことが挙げられます。これは、光ファイバ通信などのような有線の通信システムの通信速度が向上したおかげです。

一方、皆さんにとって身近な通信システムは何？と尋ねられたら、携帯電話や無線 LAN を挙げることができるでしょう。携帯電話の普及によって、時間や場所を選ばずに、メールや電話、インターネット上の情報を見られるようになりました。また、無線 LAN によって、家庭のどこでもケーブルなしでインターネットに接続できるようになりました。このように、これら無線通信システムは、扱いやすさという点でこれまでのインターネット普及に貢献してきたといえるでしょう。

ところが、無線通信システムについてはまだまだ課題が残されています。例えば通信速度については、非常に高速な無線通信が可能な UWB (Ultra Wide-Band) 方式などが盛んに検討されていますが、光ファイバ通信と比べて数百分の一とまだまだ遅いという問題があります。しかし、通信速度を上げようとすると、雑音・ひずみ・電波干渉などによって通信品質が劣化してしまうのです。

そこで我々は、無線技術のさらなる高速化・高品質化を目指した研究を行っています。本研究では、デジタル信号処理や光信号処理といった技術を利用して、将来の超高速インターネットのための無線通信技術およびデバイスの実現を目指しています。

## 超広帯域インパルス無線(UWB-IR)の送信信号



パルス幅200ピコ秒のUWB-IRパルス

### 極短パルスを用いると

- パルス間隔を狭くできる  
⇒ 高速な通信が可能
- パルス間の干渉が小さい  
⇒ レーダ・測距の高分解能化



# コンピュータ・メディア工学科

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



## ■コンピュータサイエンスコース



## 3次元の形を、解析し、検索し、編集する

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
教授 大淵竜太郎 電子メール: ohbuchi@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.kki.yamanashi.ac.jp/~ohbuchi/>



ケータイ、PSP や Wii のゲーム、立体視できる 3D テレビ、映画、等で 3 次元モデルが活躍しています。自動車やケータイ等の設計・製造、脳外科手術の計画や支援、医薬品の開発、等でも 3 次元モデルは大活躍です。私たちの研究室では、3 次元モデルの検索、データ圧縮、3 次元モデルを使った 3 次元 CG 等の研究をしています。

- **検索!** : 私たちが最近注目しているのは、「こんな形の怪獣のモデルを見つけて」あるいは「この怪獣がこんな動きをするシーンを見つけて」といった、3 次元形状モデルの「形による類似検索」や「動きによる類似検索」です。3 次元の形の特徴を数値的に取り出す技術、機械学習を用いてその特徴を効果的に比較する技術、等を組み合わせ、使いやすく、高い検索性能の 3 次元モデル検索システムを目指しています。我々は、3 次元モデル検索の研究で、世界の先頭集団にいます。検索性能を競う国際的なコンテスト SHREC において、2007 年、2008 年の CAD モデル部門、2010 年の Non-Rigid (変形する) モデル部門やレンジスキャンモデル部門、などで 1 位になっています。



- **圧縮、著作権管理、合成** : 3 次元モデルが盗用されないように著作権管理をするために、目に見えない印である「電子透かし」を付加する手法を世界で初めて提案しました。また、複数の形を合成して新しい形(補間された形)を作り出す「形状モーフィング」、3 次元モデルのデータ量を減らす「圧縮」、形を意味のある部分に分ける「セグメンテーション」なども研究しています。

## TQM と QFD に関する研究

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
教授 新藤 久和 電子メール: h-shindo@yamanashi.ac.jp  
助教 吉川雅修和 電子メール: yoshi@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.is.esi.yamanashi.ac.jp/~shindo/>

### 品質機能展開 (QFD) に関する研究

QFD は、1970 年代末に、当時山梨大学におられた赤尾洋二先生が提案された新製品開発における品質保証の方法論です。

その後、QFD を設計記述法として位置づけることにより、ソフトウェアをはじめ形の無い「もの」の設計に利用できることを明らかにし、現在は、システム設計の方法論として研究しています。

特に、QFD で用いられる 2 元表をシステム記述として利用し、ノーベル経済学賞を受賞した H. A. サイモンのシステムの準分解を用いて構造化することによりシステムの複雑性を減少させるところに特徴があります。

### ●設計支援システムの開発

QFD を支援するシステムの開発を続けています。10 年以上の歳月を費やしており、大分出来上がってきました。

### ●ガラス瓶の塗装色の判別システムへの応用

応用研究として、ガラス瓶の塗装色について、見本の色と塗装した色との相違をマハラノビス平方距離を用いて判別するシステムを開発しています。

### ●IP カメラを利用した「猿」撃退システムの開発

近年、猿、猪、鹿などが里山に出没し農作物に被害が発生しています。そこで、対象を猿に絞って、IP カメラで撮影した画像に猿が映っているかどうか判別し、猿が検出されたら猿の遠吠えを再生して撃退するシステムを開発中です。

●QFD の国際標準化の検討が進められております。現在、ISO/TC69/SC8/WG2 の委員として協力しています。

# 音声の科学～音声処理とはなんだろう？

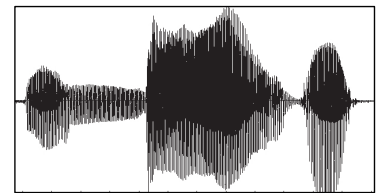
山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
教授 関口 芳廣 電子メール：sekiguti@yamanashi.ac.jp  
助教 西崎 博光 電子メール：hnishi@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.alps-lab.org/

関口・西崎研究室では、「**音声処理**」技術に関する研究・開発を行なっています。研究室の歴史も古く、音声処理分野において草分け的な存在のひとつです。みなさんは「音声処理」と聞いて、どのようなことを想像しますか？イメージしにくいと思いますが、この技術はカーナビなど、私達の身近で使われています。「**音声とは何か**」と「**音声処理の研究**」について簡単に紹介していきます。

## 【音声って何だ？】

音声は、コミュニケーションを取るために使う手段のひとつです。口から放たれた音声は、空気を振動させることにより、相手の耳の中にある鼓膜に到達します。この鼓膜の振動を、人間は音として認識するのです。

その振動を、電気的な信号としてコンピュータに記録することができます。上図に音声波形の例を示します。これは“ハンバーグ”と発声した音声を録音したものです(横軸が時間、縦軸が音声の強さを示しています)。



波形を見ただけでは、どの部分が“ハ”なのか“ン”なのか良く分かりませんよね？しかし、人間の耳は“ハ”や“ン”の音であることを識別できるのです。それはいったいなぜでしょうか？これは音声波形の波長に関係があります。例えば、“ハ”という音にはこれくらいの波長の波が含まれていることを、人間は無意識に判断でき、波ではなく音として“ハ”であると自動的に認識するのです。人間の音声波形を理解することが、コンピュータが人間の言葉を理解することにつながるのです。

## 【音声処理とは？】

関口・西崎研究室で行っている音声処理の研究例を紹介します。

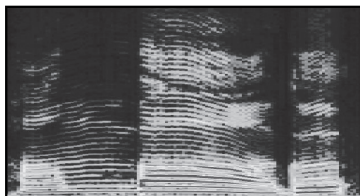
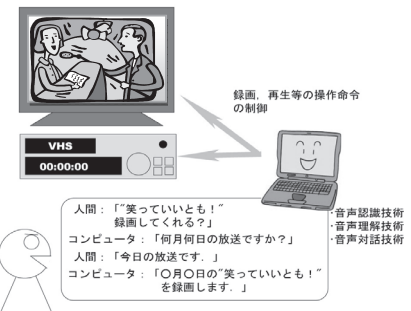
### ・音声認識…音声を自動的に文字に変換する

音声処理といえばこれ！というくらい代表的な研究です。カーナビやテレビの自動字幕化で実現されています。右図は研究室で開発したビデオ録画制御システムの例です。

### ・話者認識…誰が喋った声なのかを当てる

ドラマ等で犯人を特定するときに声を手がかりにすることがあります。これは指紋と同じように、“声紋”(せいもん)というものが個人を特定できるからです。下図が声紋の正体です。同じ言葉を発しても人によって微妙に模様異なるのです。この違いを利用したのが話者認識です。

コンピュータと対話しながらビデオ・テレビの制御



### 話し方の自動評価…理解しやすい・聴きやすい話し方を目指す

分かりやすく話しができる人とそうでない人がいます。それらの音声特徴を分析することで、話し方を自動的に評価するシステムを研究中です。

## 【なぜ音声なのか？】

音声は紙やペンなどの特別な媒体を使わずとも的確に意思を伝えることができます。

例えば、TVゲームの最中にケータイにメールが届いたとしても、この技術を利用すれば、ケータイに向かって喋るだけで、メールに自動的に変換することができ、手を止めることなく友達に連絡を取ることができます。

最近では、音声認識機能を備えたスマートフォンと呼ばれる新しいケータイ電話が普及し、どこでも音声処理を体験できるようになりました。私たちは、音声処理技術が世の中をさらに便利にするための手段と考え、音声技術の研究・開発を進めています。

興味がありましたら、是非研究室に見学にいらしてください。大歓迎です。

# 統計的学習・最適化（集団の知恵を生かす研究）

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
 教授 宗久 知男 電子メール：munehisa@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ：http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~munehisa/munehisa/

研究テーマに書かれている統計的学習とは、多くのデータから規則性を見つけ、そのデータを生じさせる構造を探ることです。私の研究室ではこの問題を数学的な形で定式化して、一般的に構造を探る方法を研究しています。

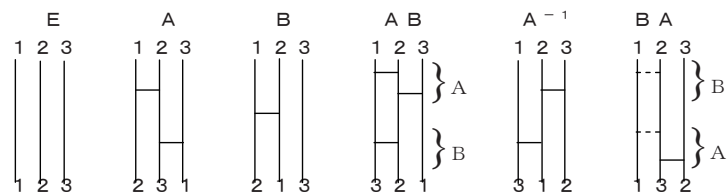
例えば、40人の高校クラスで数学のテストをすると色々な点数が現れます。そしてこの点数の差を説明したいと思います。そこで他のデータ、例えば自宅での学習時間のデータがあったとします。個々の生徒に対して数学テストの点数と学習時間のデータがあることになります。そこで横軸学習時間、縦軸はテスト点数とすれば2次元平面に40個のデータ点が描けます。どんな点の分布が考えられますか。学習時間が増えると点数が上がりそうですね。つまり学習時間で点数が説明できそうですね。

これは簡単な例で原因と結果の関係が明確ですが、実際のデータでは原因と結果の関係を見つけることが問題になります。つまり学習とは原因と結果の構造を見つけることです。そしてすでに存在しているデータを利用することが「集団の知恵を生かす」ことの意味です。この考えは最適化問題にも適用できます。最適化とは与えられた関数の最大値を求める問題ですが、変数の数が多いと大変難しい問題です。最適化問題で過去に出していた関数の値から変数の値と関数の値の関係を先ほどの例のように調べて構造を推定して最適化問題を解く方法を研究しています。

## アミダ(置換)群論

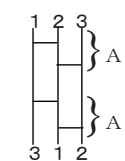
山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
 教授 宮本 泉 電子メール imiyamoto@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ：http://shingen.ccn.yamanashi.ac.jp/~imiyamoto

線を3本使ったアミダくじを考えて見ましょう。下図のA、Bを基本のアミダとして、ABと書いたアミダはAのアミダと

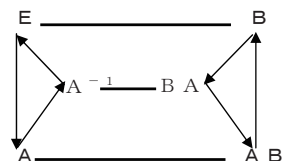


Bのアミダをつなげてできています。 $A^{-1}$ のアミダはAを上下逆にしてできています。一番右のBAは2本の点線を取っても同じアミダになりますが、点線を補助線として考えるとBのアミダとAのアミダをつなげてできていることがわかります。一番左のEはどのアミダの前につなげて後につなげて元のアミダと変わらないという性質のアミダです。このようにしてアミダを文字式で表して、A、Bのアミダをもっと色々つなげて

みましょう。AAとつなげると $A^{-1}$ と同じになることがアミダを書いて見るとわかります。これを、 $AA=A^{-1}$ と書くことにします。一般に、アミダPにAをつなげてアミダQになるとき、つまり



$PA=Q$ のとき、 $P \rightarrow Q$ と書くことにし、Bをつなげて、 $PB=Q$ となる場合には  $P \rightarrow Q$ と書くことにします。このとき、 $QB=P$ にもなることに注意して、Eから始めて、A、Bを次々つなげて図を書いてみます。すると上に書いた6個のアミダしかでて来ません。番号123の並べかえ(置換)は全部で6個ですので、これですべてです。三角柱のような図がかけました。線を4本使ったアミダで、こんどはAを1234を2314に、Bを1234を2143に移すアミダとして同じように図を書くと、正4面体の各頂点の所を小さく切取った図が描けます。試して見てください。



# 機械学習およびデータマイニングの研究

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
教授 山崎 晴明 電子メール: hyamazaki@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://protection-mail.com/yamlab/>

研究内容；機械学習を基礎に、以下の分野における研究を行っています。

**基礎研究** ——> 哲学や宗教とも関連するテーマです。

Strong AI と呼ばれる分野

意識とは？心（クオリア）を持った人工物は可能か？

機械学習と意識との関連

**応用研究**

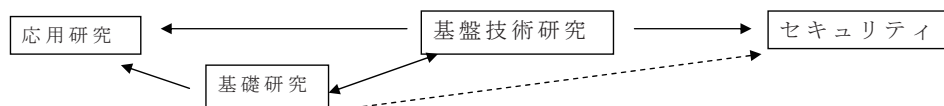
- ・データマイニングによる農業の情報技術化 ——> 農業知識の機械による学習と実用化がテーマです。
- ・自然言語処理とインターネットを利用した連想文合成システム

**セキュリティ**

- ・悪意メールの自動診断システム
- ・匿名通信システム ——> これは平成 19 年度科学技術振興機構（JST）で採択されたテーマで、その原理は山梨大学から特許出願（日、米、欧）され、この目的で設立されたベンチャ企業でビジネス展開中です。

**基盤技術研究** ——> これはコンピュータ、通信システムの基盤となる技術です。

- ・移動通信端末における効果的ブロードキャスト通信方式



# 学習理論の研究

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
准教授 小林 正樹 電子メール: k.masaki@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.kki.yamanashi.ac.jp/~masaki>

人間は経験から学ぶ能力をもっている。計算機も同じことが可能だろうか。人間の学習メカニズムが完全には解明されていない現在、人間と全く同じ学習方法をとることはできない。しかし、人間とは全く異なるメカニズムで学習させることは可能で、多くの方法で実現されている。学習する計算機のことを学習機械と呼ぶ。近年、学習機械は様々な分野で応用され、需要は高まっている。

応用分野： 自然言語処理、音声認識、遺伝子解析、文字認識、Web マイニング、ロボット制御など

学習機械には多様なモデルがあり、それぞれの性質は十分解明されていない。その性質を数学や物理学を利用して解明しようと挑んでいる。基礎理論の研究であるため、計算機を実際に利用することの少ない研究スタイルをとっている。そのため、計算機の研究というより、数学の研究をしていると誤解されがちである。応用数学と考えると近しいイメージが得られるだろう。現在、学習機械の中で特に、ニューラルネットワークという、人間の脳の仕組みをまねたモデルの解析を中心に取り組んでいる。

## PS3で並列計算

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
准教授 鈴木 智博 電子メール: stomo@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~stomo>

プレイステーション3(PS3)にはCellというプロセッサが使われています。1個のCellプロセッサの中には9個もプロセッサコアが搭載されています。これは例えて言えば、1人の現場監督と8人の労働者のような役割分担をするためです。たくさんプロセッサ(コア)を使って計算することを並列計算と言います。1つの仕事を数人で分担するとき、次のようなことを考えなければなりません。

- 仕事をどのように分割するか
- 分割された個々の仕事に順番があるか
- それぞれの仕事に何人割り当てるか

Cellでプログラムを作るときも、このようなことをよく考えなければなりません。Cellを使った並列計算を建物の建設に例えると、現場監督は、他の8人の労働者を効率よく働かせて、どれだけ短い期間で建物を仕上げられるか？という問題だと言えます。仕事をしていない労働者がいると建設作業が遅れてしまいます。もちろんプロセッサは勝手にサボったりしません。並列計算の場合、仕事をしていないのはほとんどの場合、他の人の仕事が終わらないと自分の仕事ができないからです。現場監督の仕事の段取りで仕上がりまでの時間が全く違ってしまうのです。

どうすればすべてのプロセッサコアを休みなく働かせて短い時間で仕事を終わらせることができるでしょう？いいアイデアがあったら是非教えて下さい。PS3でうまくいったら、日本が誇る世界のスーパーコンピュータ「京」でプログラムを動かしてみたいですね。



## 文書からの知識獲得

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
准教授 鈴木 良弥 電子メール: ysuzuki@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://ir.cs.yamanashi.ac.jp/~ysuzuki/>

### 1. 研究目標

私たちの周りには膨大な文書があふれています。しかもその数は毎日増えています。たとえば新聞などの記事は毎日何十ページも執筆されます。それが新聞社の数だけ増えていきます。また新聞社のWebページには1日にいくつも記事が追加されます。私たちはWebページ、特許、新聞記事などの文書から、なるべく簡単に知識を得るための支援を行うシステムの開発に取り組んでいます。

### 2. 研究内容

#### (1) 各種辞書の自動生成

辞書を作成するのは非常に手間のかかる作業です。しかし、新しい言葉は日々作られており、新しい言葉を適切に辞書に追加することや、目的に応じた辞書を作成することが望まれています。そこで私たちは類語辞典や擬声語辞書、専門用語辞書などを自動的に作成する方法を研究しています。

#### (2) 複数記事の自動要約

後続記事を自動抽出しても抽出された記事が大量な場合、全ての記事を読むのは大変です。また同じ内容が複数の記事にまたがって記述されている場合もあります。抽出した複数記事からなるべく簡単に知識を得るためには記事ごとではなく、抽出した記事全体の要約を作成する必要があります。そこで私たちは複数記事を対象にした自動要約システムの作成に取り組んでいます。

#### (3) 質問応答システム

どの情報を知りたいかがわかっている場合、1文書をすべて読む必要はありません。知りたい情報をコンピュータに質問し、適切な答えを得ることができれば目的が達成される場合もあります。私たちは私たちが普段使っている言葉でコンピュータに質問し、適切な答えを探してくれるシステムの作成にも取り組んでいます。



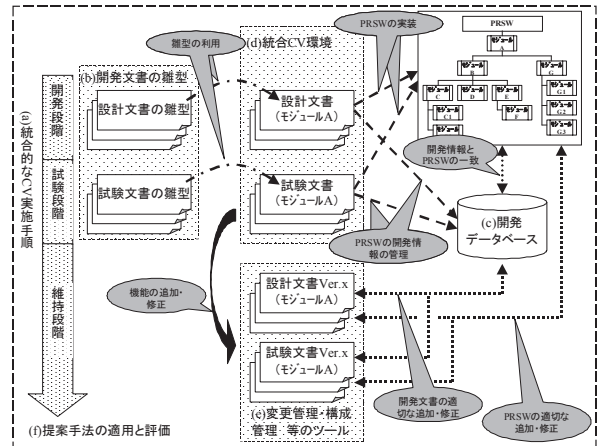
# 医薬品製造用コンピュータ化システムのバリデーション手法の研究

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科

准教授 高橋 正和 電子メール: mtakahashi@yamanashi.ac.jp

ホームページ: [http://erdb.yamanashi.ac.jp/rdb/A\\_DisplyInfo.Scholar/2\\_6/83FDD3CAFCAE43A0.html](http://erdb.yamanashi.ac.jp/rdb/A_DisplyInfo.Scholar/2_6/83FDD3CAFCAE43A0.html)

- ・ 医薬品製造に関わるコンピュータ化システムは、機能と性能が適切であることを立証することが、厚生労働省から義務付けられています。この作業を厳密かつ効率的に行う方法を研究しています。
- ・ 機能が適切であることを立証するためには、コンピュータ化システムが要求に基づいて正しく設計・製造されていることを示す必要があります。性能が適切であることを立証するためには、製造されたコンピュータ化システムの動作を徹底的にテストする必要があります。
- ・ 要求・設計情報・プログラム・テストの対応関係をデータベースで管理して漏れがないようにします。さらに、データベースで管理している情報から適切さを立証するために用いる文書を自動的に作成します。
- ・ この研究の成果は、航空宇宙・化学産業・原子力 等の分野でも使うことができます。



## 魔方陣を数える

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当

准教授 美濃 英俊 電子メール: mino@csci.yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.csci.yamanashi.ac.jp>

「魔方陣」をご存知ですか？「魔法陣グルグル」とは違います。魔方陣の「方」とは四角のことで、魔方陣は英語で magic square と呼ばれます。

右の図を見てください。縦横同じ数のマスが並んだ方陣の中にすべて異なる自然数が配置されています。3×3 の場合は 1~9、4×4 の場合は 1~16 の数が抜けやダブリなく配置されています。それだけなら特別な意味はありませんが、右の例を調べていただくと、各行、各列そして 2 つの対角線について、数の合計が同じであることがわかります。

このような性質を持った方陣を魔方陣と言い、大変古くから興味を持たれてきました。3×3 の魔方陣は 1 つしかありません。4×4 の魔方陣は 880 個あります。5×5 の魔方陣は 275, 305, 224 個あることがコンピュータを使って 1973 年にわかりました。

では、6×6 の魔方陣はいくつあるのでしょうか？ まだ誰も知りません。この数を求めるための高速な方法を追求しています。

2	9	4	←15
7	5	3	←15
6	1	8	←15

↑ ↑ ↑ ↑ ↑  
15 15 15 15 15

1 個のみ

16	9	5	4
6	3	15	10
11	14	2	7
1	8	12	13

880 個

35	2	4	31	3	36
1	20	24	21	23	22
16	28	30	11	14	12
34	33	7	5	26	6
10	19	17	25	13	27
15	9	29	18	32	8

? 個

1	7	13	19	25
14	20	21	2	8
22	3	9	15	16
10	11	17	23	4
18	24	5	6	12

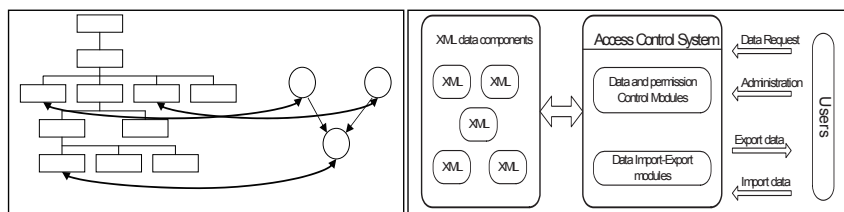
257, 305, 224 個

## ソフトウェア開発支援環境に関する研究

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
准教授 渡辺 喜道 電子メール: nabe@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www2.s.cs.yamanashi.ac.jp/~nabe/home.html>

情報通信技術の飛躍的な進歩に伴って、ソフトウェアの開発も今までの開発手法や開発環境をそのまま利用していたのでは、もはや時代の要請に応えることができなくなりつつあります。このような状況の変化に柔軟に対応するために、本研究室ではソフトウェア開発支援環境に関して研究しています。ソフトウェア開発支援環境とは、高品質なソフトウェアを簡単にかつ効率よく作成するために、ソフトウェアを開発する工程で必要とされる作業を支援する様々なツールやサービスのことです。

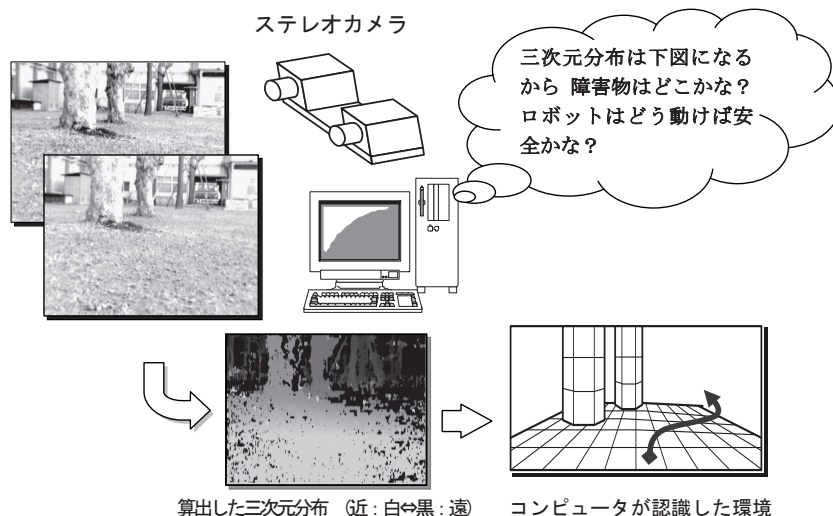
近年の本研究室の具体的な研究テーマのひとつに、コンピュータ間のデータ交換のための文書の効果的な管理手法があります。この研究は、人間を介さず、コンピュータ間で情報を処理するための基盤技術である言語 XML を利用して、言語 XML で書かれた文書を知的に管理するための仕組みとその実装方法についての研究です。例えば、過去の文書を簡単に再利用したり、ある箇所が変更されたときにそれに依存する部分を自動的に変更したりする仕組みを提供する研究などです。これを実現するためには、コンピュータに効率よく計算させるための手順書や適切なデータの構造などを工夫する必要があります。右の図はその一部をイメージ化した例です。



## ステレオカメラによる三次元環境認識

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
助教 丹沢 勉 電子メール: ttanzawa@yamanashi.ac.jp  
ホームページ <http://www.kki.yamanashi.ac.jp/~ttanzawa>

ステレオカメラは、2台のカメラを並べて固定したカメラシステムである。この2台のカメラで同一対象物を撮像し、その画像を比較すると、視差（画像間での同一対象物の位置にズレ）が生じる。この視差により、人間の眼と同じようにコンピュータにも立体的に周囲環境を認識させることが可能となる。このステレオカメラは通常のカメラ画像（輝度・色情報）に加え3次元（奥行き）情報を利用できるため、複雑な環境でも高い信頼性での環境認識が可能となる。本研究では、適応範囲拡大のためにステレオカメラの低コスト化・測位精度の向上、アプリケーション開発などを行っている。





# コンピュータ・メディア工学科

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

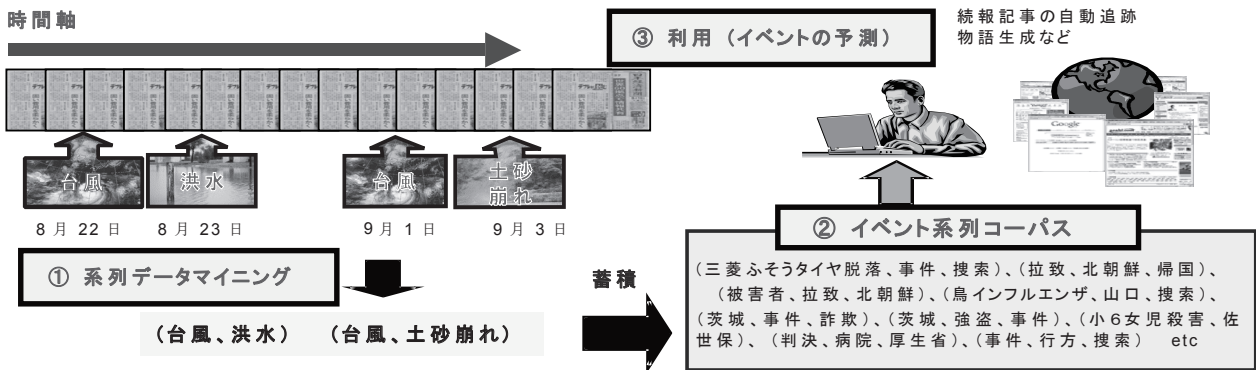


## ■情報メディアコース

# 高次知的情報処理技術の実現に向けて

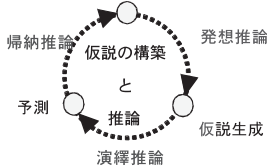
山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
 教授 岩沼 宏治 電子メール: iwanuma@yamanashi.ac.jp  
 助教 山本 泰生 電子メール: yyamamoto@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: <http://www.iwlab.org>

メディア記事、WEB コンテンツ、ハードウェア/ソフトウェアから交通情報、生命システムにいたる多種多様なデータの大規模蓄積化が現在急速に進んでいます。本研究室ではこれら大規模かつ複雑に構造化されたデータから有用な知識を抽出する高次情報処理技術を扱っています。

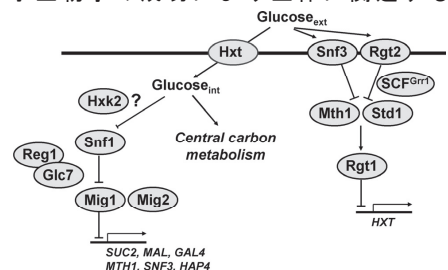


その一つの課題は、系列データマイニングを用いた新聞記事コーパスからの大規模イベント系列コーパスの自動構築です。新聞記事には、政治、経済、文化面などさまざまな分野の話題が混在していますが、この多種多様な情報を含む新聞記事には、実は想定していなかったようなイベント間の相関が含まれています。本研究では、特に過去から現在に至る記事の時系列に着目し、隠されていたイベント間の相互作用を発見することを目指しています。

さてほかに、私達は、**論理ベースの人工知能技術を用いた仮説発見の自動化**にも取り組んでいます。ある背景知識とともに、その知識では論理的に説明できない事例が与えられたとき、私達は何か「仮説」を立て、その事例を説明しようとします(左図)。本研究では、この仮説発見を行う論理モデルをもとに、考えられる仮説を自動的に生成するソフトウェアの開発に取り組んでいます。



この分野の技術は、最近、複雑で多様な生体システムの機構の謎を解き明かすために応用されつつあります。分子生物学の成功により生体に関連する個々の系(遺伝子制御系や代謝系、シグナル伝達系など)の理解は深まりました。しかし、それらを統合し、システムとして捉えたとき、従来のモデルはまだ矛盾を含む不完全な状態であると言われていました(右図)。そこで私達は矛盾なく整合性ある仮説を導くことのできる推論技術を適用することで、生体機構に隠された知識を発見することを目指しています。



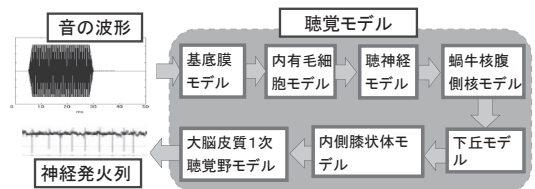
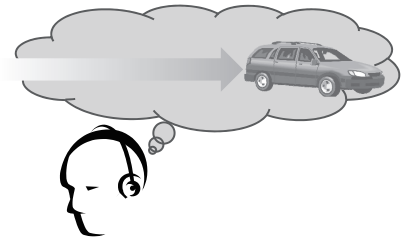
# 音を中心としたメディア感性工学に関する研究

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
教授 小澤 賢司 電子メール: ozawa@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~ozawa/lab.htm>

マルチメディアといえば「映像が中心」と考えるのが一般的でしょう。しかし、コミュニケーションという観点からは「音を中心」なのです。このことは電話という音のメディアがあれば十分に会議ができますが、ジェスチャによる映像情報だけでは会議は困難であることから分かります。そこで、本研究室では聴覚による音の知覚を中心としたメディアに関する研究を行っています。

1. 音空間や臨場感の知覚と制御: 私達は音だけでも3次元空間を感じ、さらには臨場感といった高次の感性を知覚しています。これは両耳に到来した音信号が脳によって解釈された結果です。逆に、両耳に与える音をうまく調整すれば、ヘッドホンを用いて音を聞いているにもかかわらず、コンサートホールのような3次元空間を高い臨場感をもって感ずることができます。このような聴覚における空間知覚に関する研究や高臨場感録音再生実現のための信号処理を研究しています。また木下助教の研究室と共同で視聴覚臨場感メータ構築に向けた研究も実施しています。

2. 聴覚 BMI (Brain-Machine Interface) の実現に向けて: 補聴器では補償しきれない難聴を克服するために、聴覚 BMI では耳の近くに置いたマイクロホンで收音した音を電気信号に変換して、脳の聴覚野という部分に直接入力します。本研究室では、この聴覚 BMI の実現に向けて、音の波形から聴覚野神経細胞の発火を計算する聴覚モデルをソフトウェアとして実現する研究に取り組んでいます。

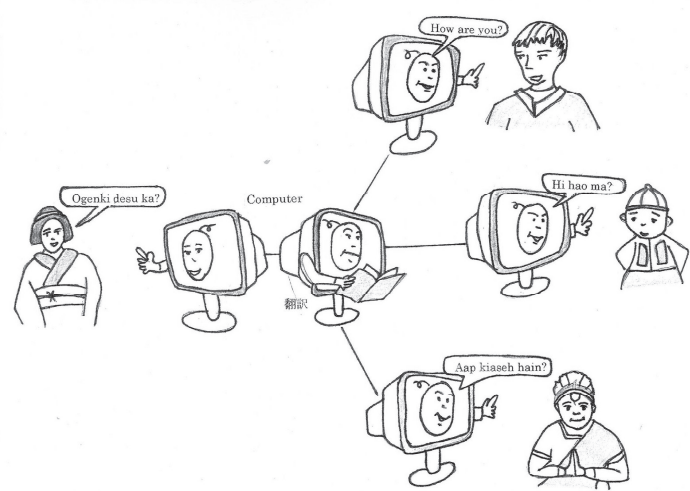


# 豊かな『ことばコミュニケーション』の実現を目指して

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
教授 福本 文代 電子メール: fukumoto@yamanashi.ac.jp  
助教 松吉 俊 電子メール: sugurum@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~fukumoto/>

私達は普段、言葉を用いることでお互いの意思疎通を図っています。しかし、他国の人々と話すとき、国によっては全く意思の疎通を図ることができないかもしれません。そのようなとき、コンピュータが仲介者となり、私達が使用している言語を世界各国の言語に翻訳してくれたら、私達は国を問わず世界中の人々と話すことができるようになります。また、私達が作文をするとき、書いた文章に合った素敵な言い回しをコンピュータが紹介してくれたら、より正確に読者に心を伝えられるかもしれません。

私達の研究室では、コンピュータを介した人間同士の豊かなコミュニケーションを実現するため、コンピュータを用いて言葉を解析・生成する研究に取り組んでいます。



## 広がる CG の世界～リアルな表現を越えて～

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
教授 茅 暁陽 電子メール：mao@yamanashi.ac.jp  
助教 豊浦 正広 電子メール：mtoyoura@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.vc.media.yamanashi.ac.jp/

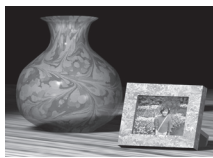
現在の CG では本物と見間違えるほどリアルな画像を生成できます。一方で、古来より人間が創造してきた絵画作品の中では、他者に意図をより効果的に伝えるために、省略・強調・デフォルメなどの表現が数多く発明されてきました。最近では、コンピュータによってこれらの表現を実現する技術が注目を集めています。

本研究室では、リアルを越えて、さらに人間の感情に訴えかける表現を実現する研究を行っています。

液面に顔料を浮かべて模様を作成するマッピングをコンピュータによって再現したり、写真から鉛筆画を自動生成したりする研究をしています。カメラに映ったマーカの位置に CG 技術で作成した**仮想物体**を合成表示する研究もしています。



マッピングシステム



鉛筆画の自動生成



現実世界への仮想物体の合成表示

## シミュレーションと映像処理の超高速化

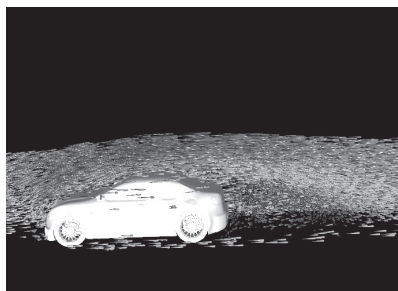
山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
准教授 安藤 英俊 電子メール：ando@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://live.yamanashi.ac.jp/

コンピュータ・ゲームを初めとして、身近なところで CG (コンピュータ・グラフィックス) 技術は活用されています。私たちの研究室では高速で高品位な CG の作成と、並列計算による物理現象のシミュレーションの超高速化の研究を行っています。

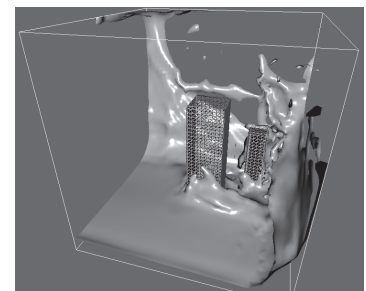
左下の画像はまぶしい光を見たときにカメラのレンズやフィルタ内でおきる光の散乱を考慮して作成しています。こういった高速で高品位な CG 技術は次世代のゲームや仮想現実への応用など、人間がリアルタイムに操作できるシステムを作るために役立ちます。また中央と右下は空気や液体の流れをコンピュータで超高速に計算しリアルタイムに表示した例で、製品設計や災害対策などに役立ちます。



光の反射によるまぶしさの視覚効果を付加したリアルタイム CG



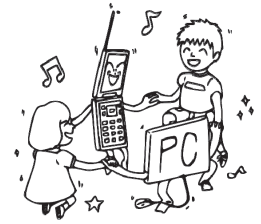
自動車の車体まわりの空気の流れをシミュレーションして表示した例



ダム決壊シミュレーションによる防災対策への応用例

## 人間とコンピュータとの相互作用の研究

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
准教授 小俣 昌樹 電子メール：masakio@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.hci.media.yamanashi.ac.jp/cms/  
http://www.hci.media.yamanashi.ac.jp/~omata/km\_g/



40年ほど前、コンピュータを操作するためには、一部の限られた専門家にしか理解できないとても難しい知識が必要でした。現在では、さまざまな人がさまざまな業務を遂行するためにコンピュータを使用しています。このようなコンピュータの発展には、コンピュータをより使いやすくするための「人間とコンピュータとの相互作用」の研究が重要です。

「人間とコンピュータとの相互作用」の研究では、使うのに安全で効率的であり、かつ簡単で楽しいコンピュータシステムを開発しています。現在、いろいろな場面でコンピュータを使用しているにもかかわらず、まだまだ使いにくいコンピュータシステムがたくさんあります。たとえば、パソコンを使って絵を描いてみたいと思ったとき、はじめに複雑な操作方法を学ばなければならなかった経験のある人もいます。また、携帯電話の新しい機能を使おうとしたとき、操作方法がわからずにとまどった経験のある人もいます。

- 私たちは、現在よりももっと使いやすいコンピュータを目指して、つぎのようなテーマを研究しています。
- ・身振りや手振りを使ってコンピュータを操作する方法の研究
  - ・生体信号（精神性発汗、骨格筋の電位、脈波など）をコンピュータに入力して、コンピュータに身体動作や感情を理解させる研究
  - ・生体信号（精神性発汗、脳波、呼吸など）の変化からコンピュータの使いやすさを評価する研究
  - ・触覚、力覚、香りなどを使ったコンピュータとの相互作用に関する研究

## 魅力あるユーザインタフェースを作り出す方法

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
准教授 郷 健太郎 電子メール：go@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.golab.org

私たちの周りには、たくさんのコンピュータがあります。例えば携帯電話は、通信機能を重視したコンピュータです。家庭用のゲーム機は、少し前のスーパーコンピュータよりも高い性能をもっています。このような身近にあるコンピュータを使うとき、私たちはコンピュータの中にある情報と直接やり取りすることはできません。ある「境界面」を通してやり取りします。

コンピュータと私たちの境界面は「ユーザインタフェース（UI）」と呼ばれます。ハードウェアの観点ではキーボードやマウスがUIであり、ソフトウェアの観点ではディスプレイに表示されている画面のデザインがUIに相当します。実はコンピュータが使いやすいかどうかは、コンピュータの性能よりも、UIのデザインに大きく左右されます。

私たちの研究室では、使える・使いやすい・魅力あるユーザインタフェースを作り出す方法を研究しています。また、コンピュータを使う生活の「シナリオ」を考えて、新しいコンピュータのコンセプトを創り出すといった研究も行っています。研究成果は、医療機器のUI開発へ応用しています。

（写真上から：タッチ画面のテスト風景、開発した眼科用医療機器）





## 演繹・帰納・発想推論システムの開発

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
准教授 鍋島 英知 電子メール: nabesima@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://nabelab.org/>

人間の推論パターンを大きく分類すると、演繹推論・帰納推論・発想推論の3種類があります。例えば以下のような命題を考えてみます：

- (A) 財布には小銭しか入っていない（大前提）
- (B) 机の上のお金は財布から出したものである（小前提）
- (C) 机の上には小銭しかない（結論）

演繹とは、大前提(A)と小前提(B)から結論(C)を導く推論であり、必然的に正しい結論を導きます。帰納とは、小前提(B)と結論(C)から大前提(A)を仮定する推論であり、この場合「財布からお金を取り出したところ、それらはすべて小銭であった」ことから、「財布の中には小銭しかない」と推測できます。発想とは、大前提(A)と結論(C)から小前提(B)を仮定する推論です。この場合は「財布には小銭しか入っておらず、机の上にも小銭しかない」ことから「机の上のお金は財布から取り出したものである」ことを推測できます。

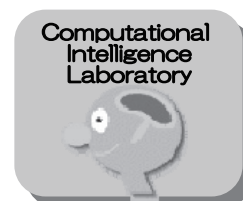
演繹推論は定理の自動証明などに利用され、帰納推論・発想推論は新しい知識を生み出す手法として、例えば既存の知識では説明できないような実験的事象に遭遇した場合に、それを説明するための理論的仮説の導出などに利用することができます。

私たちの研究室では、これらの推論をコンピュータ上で高速かつ自動的に行うシステムの開発に取り組んでおり、大規模で困難な推論問題に対する実用的な道具を提供することを目指しています。



## 脳を真似した新しいコンピュータの研究

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
准教授 服部 元信 電子メール: m-hattori@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.cil.media.yamanashi.ac.jp/>



史上初のコンピュータが誕生したのは、いまから半世紀以上も前のことです。それ以降、コンピュータは小型化高速化の目覚ましい進歩を遂げ、安価なパソコンでも私たちが一生かけても終わらない計算を瞬時にしてしまうことが可能になりました。しかし一方で、いくら高速化を進めても、コンピュータではうまく扱えない難しい課題があることがわかってきました。私たち人間は、0歳の赤ん坊であっても、母親とそれ以外の人の顔や声を訳もなく認識し、母親の姿を探して台所を覗いてみたり、部分的にしか見えない玩具をそれと認識したりと驚くべき能力を発揮しますが、このように、物を認識したり、思考したり、曖昧な情報や不完全な情報を扱ったりすることは、現在のコンピュータの最も不得意とするところなのです。

ご存知のように、私たち人間はこのような情報処理を脳で行っています。脳には、約140億個の神経細胞が存在するとされていて、これらが相互に結合してネットワークを形成することで非常に複雑な情報処理を実現しているのです。ですから、その仕組みを真似してあげれば、人間のように考えたりする機械ができるに違いありません。このような観点から、本研究室では、脳の神経回路網を工学的に模倣して、これまでにない柔軟な情報処理を実現する研究を行っています。現在は、脳の機能の中でもとりわけ重要な連想記憶に関する研究に取り組んでいます。脳の記憶では、言葉やイメージ、ときには感情までもがすべて連想によって蓄えられています。また、認識や思考といった高度な情報処理は、学習によって獲得した記憶に基づいて行われています。このため、脳の連想記憶の仕組みを模倣することは、脳を造る上で大変重要なのです。

21世紀は「脳の世紀」と言われています。いま、医学、心理学、工学などさまざまな分野の研究者が脳機能の解明、人工的な脳の実現を目指して盛んに研究を行っています。あなたもこの最後のフロンティアに挑戦してみませんか？

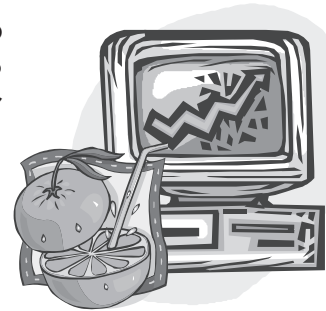
## コンピュータとインテリジェントセンサ

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
准教授 森澤 正之 電子メール: morisawa@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.e.se.yamanashi.ac.jp/~morisawa/>

最近の情報処理技術の発達には著しいものが見られます。その技術の中心であるコンピュータは、どんどん処理速度が速くなり、取り扱えるデータ量も大きくなっています。一方、小型化も進み、身近な電気製品のほとんどにはマイコンと呼ばれる組み込み用小型コンピュータが内蔵され、より便利な機能を提供しています。今やコンピュータは単なる「計算する機械」から機器や装置にさまざまな機能を付け加えるためになくてはならないものになりました。

コンピュータと組み合わせることで、新しい機能を持つようになった装置のひとつにセンサがあります。センサとは目や耳、舌などの人の感覚の代わりにしてくれる装置です。すでに、目の代わりにしてくれるセンサとして、デジカメなどで使われる CCD カメラが開発されました。また、耳の代わりにしてくれるものとしてはマイクがあります。ところが、味覚、嗅覚を代用するセンサはまだ身近では見かけません。というのも、味覚や嗅覚は、視覚や聴覚と違い多種の化学物質によってもたらされること、また、脳・神経網による情報処理がからむことなどからコンピュータを使わない従来のセンサ技術では実現することが困難であったためです。しかし、センサにコンピュータを組み込んだインテリジェントセンサを開発することで、味や匂いなどを測定できる可能性が見えてきました。

私たちの研究室では、光ファイバーを用いたインテリジェント味覚センサの開発、ニューラルネットワークによる味認識の研究など、味覚や匂いなどの人間の感覚や感性に関わる研究を行っています。



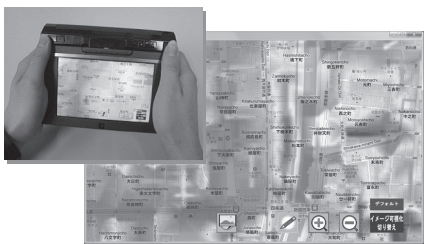
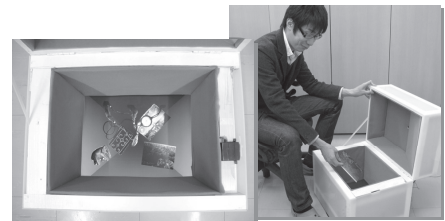
## 感性インタフェース，感性情報システムに関する研究

山梨大学 工学部 コンピュータ・メディア工学科担当  
助教 木下雄一朗 電子メール: ykinoshita@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~ykinoshita/>

私たちは、日常の生活の中で、映像や音声、文字などの情報を中心としたコミュニケーションを行っています。しかし、人の感じ方や気持ちの変化、雰囲気やイメージなど、目に見える形で存在しない情報も、コミュニケーションにおける重要な要素の一つです。私達の研究グループでは、このような情報を「感性情報」と呼んでいます。そして、感性情報を活用したインタフェースや感性情報を扱える情報システムの研究を行っています。

### 例1: 遠隔地の人々と思いの品を共有する Digital Keepsake Box

遠隔地に住む家族や友人との遠隔コミュニケーションにおける「つながり感」の形成を目的とした箱型のインタフェースです。箱の中には、カメラとディスプレイが組み込まれていて、箱の中という一つの空間を遠隔地のユーザと仮想的に共有できます。また、遠隔地にいる他の誰かが箱の中に物を入れると、自分の箱の蓋も少し開き、箱の中の物への気づきを促します。



### 例2: 通りのイメージが見える感性街歩きマップ

「にぎやかな」「お洒落な」といった街並みの雰囲気とその分布を地図上に色とその濃淡で可視化したものです。これによって、はじめて訪れる都市でも、どの地区がどのような街並みになっていて、それがどのように続いているのかといった情報を直感的に把握することが可能です。

土木環境工学科

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



■ 建設設計コース

# 橋から放射される低周波音の低減対策

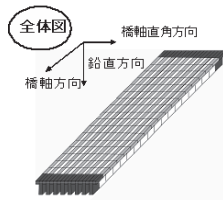
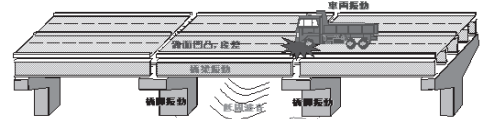
山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

教授 杉山 俊幸 電子メール:t-sugiyama@yamanashi.ac.jp

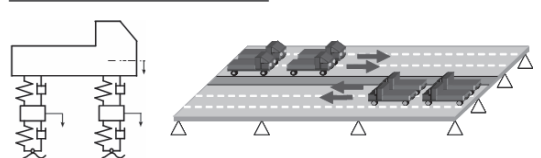
ホームページ:http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~sugiyama/sugiyama.html

橋の上を車両が走行すると、橋はたわむだけでなく、振動も生じるのが普通です。この振動が、空气中を伝わったり、橋脚と地盤を通じて伝わったりして周辺の住民に不快な思いをさせたり不眠に陥らせたりするようなことが起きる場合があります。この種の低周波音問題は、昭和 50 年代前半に、山梨県内を通る中央自動車道の葛野川橋(大月市)で社会問題化しました。その後、数多くの実測・データ分析や、コンピュータを用いた数値解析などが行われてきていますが、これといった低減対策工法を見つけ出せていないのが実情です。

この研究では、実測されたデータとほぼ同じ結果が得られるように、コンピュータ内で橋をモデル化した後、橋の上を通過する車両のスピードや重量、台数を変えながら、一方で、橋に振動を抑える装置を設置したり、橋が振動しにくくなるように棒材などを取り付けたたりして、どのような対策を講じると橋から放射される低周波音を低減させることができるかを数値解析に基づき検討しています。



コンピュータ内でモデル化



# ユニバーサルデザインに関する研究

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

准教授 岡村 美好 電子メール:miyoshi@yamanashi.ac.jp

ホームページ: http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~miyoshi/miyoshi.html

**デザイン** は、おしゃれで、かっこいいモノの形や色のことだと思いませんか。

**デザイン** は、私たちの周りにある様々な問題を解決する方法です。

**ユニバーサルデザイン** は、ヒトの様々な特性に起因する問題を解決する方法です。

年齢や能力の違いに関係なく人として自律して暮らせるためのモノや環境について、どうすれば実現できるのかを研究しています。



これまでの主な研究テーマ:

- 1) タイル舗装の目地が走行中の車いすの振動と乗り心地に及ぼす影響
- 2) 駐車場のユニバーサルデザインに関する研究
- 3) 路面の弾力性が歩行者の脚部加速度に及ぼす影響
- 4) 高齢者の移動と外出支援に関する研究
- 5) 歩行空間における視覚障がい者の情報利用に関する研究
- 6) 「誰でもトイレ」における課題抽出調査



## 免震・制振装置を利用した建造物の振動制御

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

准教授 吉田 純司 電子メール: jyoshida@yamanashi.ac.jp

ホームページ: [http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~jyoshida/my\\_homepage.htm](http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~jyoshida/my_homepage.htm)

近代的科学が導入される以前において、地震に対して建造物を安全に作る方法は、主として勤と経験によっていました。明治以降になって科学的な地震の研究と建造物の耐震に関する研究が始まり、多くの地震被害経験と研究によって日本では現在、世界をリードする設計・施工方法を確立するに至っています。これまでの方法では、構造全体が地震による水平力に抵抗できるように、柱、壁、梁などに十分な強度、剛性、靱性を付与させるという考え方にに基づき、狭い意味で「耐震構造」と呼ばれています。

一方、建造物を柔軟でエネルギー吸収性能に富む装置により支持することで、建造物に作用する地震力を低減する工夫も古くから考えられてきました。このような方法は、地震に耐えるというより、地震から建造物を分離し、地震の影響を制御する、というものであり「免震・制振構造」と呼ばれ、科学技術の進歩とともに1970年代後半から実用化されるようになってきています。免震・制振構造では、装置の力学特性により地震の影響を低減しているため、安全で信頼性の高い建造物を設計するためには、適切な性能を有する装置を利用することが必要となります。

本研究室では、積層ゴム支承やダンパーに代表される免震・制振装置について、詳細な実験を行い、その結果を基に装置の性能を精緻に予測するための力学モデルの構築を主に行っています。



図-1 免震・制振構造の概念図

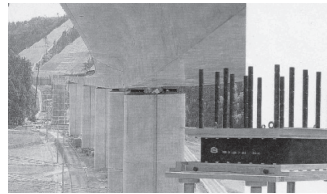


図-2 免震装置を導入した橋梁

## 軟弱粘土地盤の変形解析に関する研究

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

教授 村上 幸利 電子メール: mura@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~goto/Prof-Murakami-Toppage.htm>

下の写真は、世界的に有名なイタリアのピサの斜塔です。最初からこのように傾けて造られたのでしょうか。いいえ、違います。建造された直後は、天に向かって垂直に聳える塔でした。塔が造られ始めた12世紀当時（完成は1370年ですが）から今日まで800年以上の歳月の経過のなかで少しずつ地盤が変形して、塔の南側と北側で地盤の沈下量が異なってしまった結果、塔は傾いてしまいました。この塔は傾いているので、世界的に有名になりましたが、建設工学からみると、失敗作と言えるでしょう。



一般に、地盤上に造られる土木・建築建造物の重量が大きい場合、地盤はその重さによって沈下・変形を起こします。特に、日本では人々が多く住み、社会・経済活動が盛んな平野や盆地では、柔らかい粘土地盤が多く、その上に造られた建造物が沈下を徐々に起こし、その量も大きくなります。したがって、このような地盤に土木・建築関係の大規模建造物が造られる場合、それが将来において大きな沈下を起こしたり、傾いたり、倒れたりしないように注意する必要があります。このため、設計の段階で沈下・変形の予測をしたり、沈下の防止対策を考えたりします。そのための様々な手法を実験や理論解析を通して研究しています。

# 利水・治水・親水と水循環

山梨大学 工学部 土木環境工学科

教授 砂田憲吾, 教授 末次忠司, 助教 宮沢直季, 助教 相馬一義

電子メール: sunada@yamanashi.ac.jp (砂田教授宛)

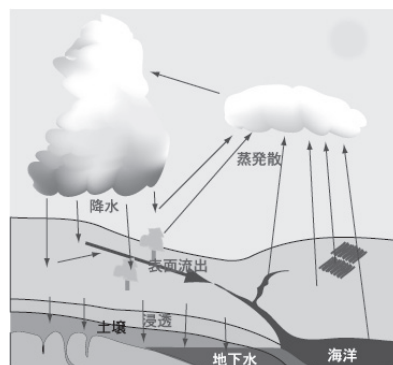
ホームページ: <http://www.cec.yamanashi.ac.jp/~suikou/>

## 利水・治水・親水

人間の体は70%程度が水でできています。水がなくなると生きていくことさえできません。しかし、時にはカラカラ天気が続くことがあります。このような時でも、上手に水を使って生活を維持しなくてはなりません。これを、**利水**といいます。一方、集中豪雨によって、大洪水や土砂崩れが生起することがあります。豪雨が起った時、人命や資産を守る術は古くから時の権力者の課題でありました。洪水から守ることを、これを**治水**といいます。余暇やレクリエーションに海や川に向かうことは多いですね。水は人々の心を和ませます。これを**親水**といいます。

## 水循環

私達の、水工学研究室では、利水・治水・親水を総合的に研究しています。そのためには、**水の循環**を深く知る必要があります。右の図は水の循環のおおよその様子を示したものです。大気の状態によって生じた雲により雨が降ります。地表に降る雨水は樹木などに一部遮断されますが、大部分は地面や水面に達します。地面に達した雨水は、地表面を流れたり土の中に浸透したりしながら、様々な経路をたどって川に流れ出て海に至ります。循環の過程では熱エネルギーのやり取りも盛んに行われるので、水循環の解明は水資源の確保のために必要なだけでなく、地球規模の環境を調べる上でも大変重要な課題です。



地球上の水の循環

## 理論美

水の循環を表現する理論は美しい。ダムや堰を越えた水は射るような鋭さで流下し、跳ね上がって穏やかな流れになります。この水の流れは理論的に求めることが可能です。しかしながら、水の循環を表現する理論は時として難解です。水工学研究室では、美しい理論を実際の現象に当てはめたり、逆に現象から美しい理論を導いたりして、サイエンスとエンジニアリングを融合した研究をしています。



河川現地調査



山梨大学Xバンドマルチパラメータレーダー

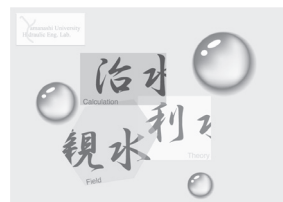
水をよく知るためには、現場を知らなくてははいけません。現場は、小説より、教科書より面白い現象を刻々と見せてくれる、実物大実験室です。我々水工学研究室は、富士川を主な対象にして、自然の大きさに敬意を表して、自然を知ることを目指しています。最近では山梨大学屋上に設置された最先端の降水レーダーを使って、富士川流域で洪水や土砂崩れをもたらす豪雨をより細かく正確に測ることに挑戦しています。

現場の膨大なデータ、難解な方程式、これらをまとめ上げるために最近ではコンピュータを多用するようになりました。コンピュータを使うことで、理論的には解くことが困難な方程式を数値的に解いたり、天文学的な、いや水文(すいもん)学的な数のデータの統計値を算出したりします。洗練されたコンピューターメディアの応用から、計算機もネをあげる力業(ちからわざ)のゴリゴリ計算まで、コンピュータの利用によってこれまで見ることができなかった現象を見たり、想像するしかなかった物事が明確になったりしました。

水工学研究室ではこのような、理論・現場・計算のあらゆる面から水を研究しています。水工学研究室、それは皆が安心して水とともに生活するために、水に学び、水を考え、水を知る研究者と学生の集う場です。



計算に使用する大型コンピュータ



## 地震時の液状化に関する研究

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

准教授 後藤 聡 電子メール: goto@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~goto/>

地震時の液状化という言葉を知っていますか。東日本大震災では広域な液状化被害が発生しました。液状化とは、普段は安定している砂地盤が地震時に液体のようになる現象です。文字どおり砂地盤が液体のようになるのですから、建物のように水よりも重たいものはずずぶずぶと沈み、逆にマンホールのように全体として水よりも軽いものは浮き上がります。下の左の写真は2004年10月の新潟県中越地震で発生した液状化時のマンホールの浮き上がりです。また右の写真は、2005年3月の福岡県西方沖地震での埋め立て地盤の液状化です。液状化は地下水の水圧が上昇するために発生しますので、液状化が起きると地面に亀裂が入りそこから水と砂が噴出します。それでは一体どんな砂地盤が液状化しやすいのでしょうか。主に液状化しやすい砂地盤は、(1) 砂時計の砂のように砂粒の大きさが揃っている、(2) 砂がゆるく堆積している、(3) 地下水位が高い地盤です。このような砂地盤では、大きな地震では、液状化の可能性があります。液状化のメカニズムや対策方法などについて研究を行っています。



2004年新潟県中越地震(10月30日撮影) 2005年福岡県西方沖地震(3月21日撮影)

## 電車にのったら窓の外を眺めてみよう

山梨大学 工学部 土木環境工学科 担当

教授 佐々木邦明 電子メール: sasaki@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~sasaki/>

電車の窓からは何が見えますか? 街? 山? 空? 交通の研究には、**乗り物**そのものの研究だけでなく、移動手段がどう使われているのか? 乗っている人は何をしているのか? を研究する分野もあります。そんな研究するのが**山梨大学土木環境工学科の交通研究室**です。

皆さんが普段使っている移動手段、例えば、**自転車**を必死にこいだり、時には**電車**に乗って遠出をしたり。高校を卒業したら**自動車**の免許を取って、自分の車が欲しいと思っている人もいないのでしょうか? 移動手段があると無いとは大きな違いで、自分の思い通りに動ける移動手段があると**生活**も大きく変わってくるのではないのでしょうか。

そう、交通が変化すると生活が変わるのです。交通研究室では、交通が不便で生活に**不自由**があるならば、もっと交通を向上させて**生活を豊か**にしたいと考えています。これまで研究対象としてきた地域では、よりよい生活のために何が必要かを研究し、その中から交通が生活を改善する可能性を発見してきました。



その他にも、観光地に来た人が満足してもらえるためにはどのような**交通**が必要なのかを研究し、**観光客**がより満足して帰ってもらうことや、よりよい**健康**を手に入れるためには、普段の移動をどうすればよいのか、渋滞する**高速道路**の利用を平準化し、渋滞のない道路とするには何が必要か、など、交通を通じて人々の生活が向上することを目標に、様々な研究をしています。



## コンクリート構造物の性能評価手法の開発

山梨大学 工学部 土木環境工学科 担当

准教授 齊藤 成彦 電子メール: ssaito@yamanashi.ac.jp

准教授 高橋 良輔 電子メール: rtakahashi@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~ssaito/conc/>

皆さんは、コンクリートを見たこと、触ったことがありますか？建物、橋、ダム、電柱、消波ブロック等、私たちの生活を支えるあらゆる構造物にコンクリートは使われています。このようにコンクリートは私達の生活の中に深く入り込んでおり、コンクリート無くしては、私たちの社会環境を語ることはできません。コンクリートは社会を支える骨の一部と言えるでしょう。例えば、あなたがどこかの骨を折ってしまったら、生活がとても不便になりますよね？同じように、もしコンクリート

でできた構造物が壊れてしまったら…皆さんの生活はどうなるでしょうか？

写真-1は、平成7年1月17日早朝に発生した兵庫県南部地震によって被災した名神高速道路の壁式橋脚（守部高架橋）です。コンクリート構造物が破壊すれば、社会生活に非常に大きな影響を及ぼすだけではなく、人命も失われかねません。このような大きな被害をコンクリート構造物が受けないようにするためには、より性能の優れたコンクリート構造物を提供しなければなりません。



写真-1 被災（せん断破壊）した名神高速道路守部高架橋



写真-2 鉄筋が錆びた橋桁

ですが、間雲に丈夫にしては大きな無駄が生じてしまいます。人々が安全・快適に生活でき、かつ無駄のない経済的なコンクリート構造物にするための材料や設計、施工方法に関する研究・開発は欠かすことができません。

ところで、コンクリート構造物はいつまでその性能を保つことができるのでしょうか？写真-2は、鉄筋が錆びてしまった橋桁です。人間が老いたり、病気にかかったりすると同じように、コンクリート構造物も劣化し、建設された時に比べ破壊しやすくなるなど、性能が低下してしまいます。環境と経済性を考えれば、より長く安全に構造物を利用できるように、性能を保持させる必要があります。コンクリート構造物にも健康診断と治療が必要なのです。さらに、コンクリート構造物は強い力によって怪我（損傷）もするので、それを治療する技術も必要です。地震などで損傷した構造物を破棄するのではなく、補強をして再利用すれば、無駄が無く、より長い構造物の利用へとつながります。

私達の研究室では、このように、より経済的で性能の優れたコンクリート構造物の建設と、コンクリート構造物の健康診断や病気・怪我の治療法に関する研究を行っています。具体的には、「設計時や劣化したコンクリート構造物を高い精度で性能評価する方法」、そしてその性能評価方法を利用して、「無駄のない設計や維持管理（健康診断と治療）をする方法」について研究を行っています。性能評価とはコンクリート構造物の健康状態を、数字で示すことです。

コンクリート構造物の性能を評価するためには、構造物の「ふるまい」を明らかにすることが必要です。コンクリート構造物は、コンクリート以外に鉄筋など複数の材料からできており、コンクリート自体もセメント・砂・砂利など複数の素材からできています。ですから、構造物全体の「ふるまい」を知るには、個々の要素の「ふるまい」を知る必要があります。

写真-3は、鉄筋コンクリートの梁に荷重をかけて壊す破壊試験の様子です。また図-1は、鉄筋コンクリート構造物に荷重

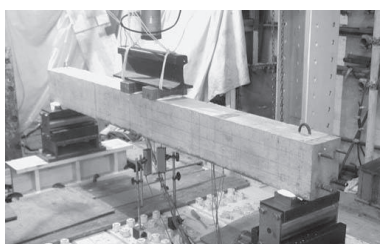


写真-3 梁の破壊実験

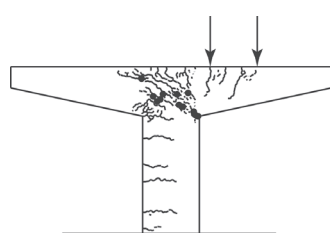


図-1 T型橋脚の破壊状況図

が作用した時の、ひび割れの発生と進展をコンピュータでシミュレートしたものです。私たちの研究室では、このような破壊試験による「ふるまい」の観察や、コンピュータシミュレーションを駆使して、個々の要素の「ふるまい」を分析することにより、コンクリート構造物の「ふるまい」を明らかにすることに挑戦しています。



# 防災，危機管理に関する研究

～安全・安心な社会の創出～ キーワード：地震防災，災害情報、危機管理

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

地域防災・マネジメント研究センター長・教授 鈴木 猛康 電子メール：takeyasu@yamanashi.ac.jp

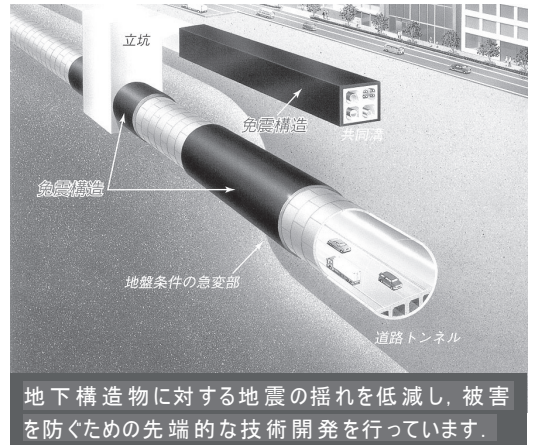
准教授 秦 康範 電子メール：yhada@yamanashi.ac.jp

ホームページ：http://www.cec.yamanashi.ac.jp/~takeyasu

我が国は地震の活動期に入っています。山梨県は次の東海地震では、ほとんどの地域が震度6弱以上に襲われると推定されています。また、山梨県は豪雨による水害や土砂災害、火山噴火の脅威にもさらされています。

防災研究室では、地震から構造物を防御、あるいは構造物の被害を軽減させるための各種技術（ハード防災）とともに、災害が発生したとき被害を低減させる減災（ソフト防災）の研究に取り組んでいます。

研究プロジェクトとしては、首都直下地震を対象とした広域的危機管理体制、山梨県をフィールドとしたユビキタス減災情報システムの研究など、我が国ならびに山梨県の防災力向上を目指し、多くの研究機関や防災関係機関と連携し、積極的に推進しています。



地下構造物に対する地震の揺れを低減し、被害を防ぐための先進的な技術開発を行っています。

地震被害を減らす免震・制震技術

住民と行政が協働して、地域を災害から守るための体制作りを支援しています。



防災説明会



地域の防災力向上

ワークショップは、参加者みんなが主体的参加型の取り組みで、体験を繰り返したり、共同作業を通して「新しい気づき」、「相互理解」、「問題解決」などを図ります。



防災マップ作成



リスクコミュニケーション

ユビキタスな災害情報共有環境を実現！

先進的な情報通信技術を駆使して、「いつでも、どこでも、だれでも」必要な情報を入手し、発信できる環境を実現します。防災研究室では、山梨県と連携して実用化に向けた実践的な取り組みを展開しています。



# 多元環の表現論の研究

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当  
教授 佐藤 真久 (所属: 医学工学総合研究部 数学系)  
電子メール: msato@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.ccc.yamanashi.ac.jp/~sato>

## 1. 研究分野

代数学の中で環論と呼ばれている分野で多元環の表現論を研究しています。工学の専門分野と直結したものではありませんが、数学的取り扱いは工学において根底をなすもので大変に重要です。

## 2. 研究内容

数学的な対象は抽象的ですが、これらを具体的なものを用いて表し、対象の性質を調べていくのが表現論です。例えば、複素数  $\alpha = a + bi$  は、右のような実数  $a, b$  を成分とする 2 行 2 列行列で表すことができます。また、右下のような形をした行列の成す集合は、行列の和・積・定数倍で閉じていますので、多元環になります。これは、有向グラフを用いて、 $\bigcirc \rightarrow \bigcirc$  と表すことができます。この  $\bigcirc$  にベクトル空間 (2 次元の実ベクトル空間は、2 次元ユークリッド空間  $R^2$  です。) を、矢印に 2 つのベクトル空間の間の線形写像を対応させることで、上記の多元環が作用する加群となります。これらの加群のうち、最小の加群である直既約加群を求めることが、多元環の表現論の主要課題です。これは、加群を物質に例えれば、直既約加群は、物質を構成する最小単位の原子に対応します。これらの組み合わせで、数学的性質が決まる、という仕組みになっており、その仕組みを解明していくことが研究の中心になります。

# 整数の研究から環論の研究へ

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当  
助手 宮原 大樹 電子メール: hmiyahara@yamanashi.ac.jp

様々ある「数」の中で最も重要なものの一つである整数について知りたいという想いは、数学に興味を持つ者には自然なことです。一つ整数の性質に関する有名な問題を紹介します。

$n$  を 3 以上の自然数とするとき、 $(x$  の  $n$  乗) +  $(y$  の  $n$  乗) =  $(z$  の  $n$  乗) を満たす  $x, y, z$  は存在しない。

$n$  が 2 のときには、いくらでもあります。3 平方の定理を思い浮かべて、3 辺がすべて整数の直角三角形を考えれば、例えば  $x=3, y=4, z=5$  などがすぐに見つかるでしょう。ところが  $n$  が 3 でも 4 でも 100 万であっても上の式を満たす整数は存在しません。これはフェルマーの最終定理と呼ばれるもので、解決するのに 350 年かかった大問題の一つです。ところがこの問題の答えを知って、整数についてわかった気分になれるでしょうか？ たった 1 問解けたにすぎないという見方もできますね。

そこで、整数にこだわって調べるよりも整数と似たようなものを考え、それを比較することで整数を特徴づけようという考えが生まれてきました。人が自分の個性を知るのに、他人と比べることと同じようなものです。「整数と似た」ということを、足し算、引き算、掛け算がその集合の中ででき、いくつかの計算に関する法則を満たすものとし、それらを総称して環と呼びます。そして環の一つの例である整数が持つ特別な性質、つまりどのような個性があるかを調べるのです。環には整数の他にも、多項式全体の集合や、2 次正方行列全体の集合など重要な集合がいくらでもあるので、整数について研究する整数論に対し、整数のみにこだわらず環そのものを研究していく分野は環論と呼ばれるようになりました。この分野が生まれてすでに 100 年以上になりますがまだまだわからないことは沢山あります。そして私は環の持つ美しい性質に驚き、知りたいと思い、研究しています。



土木環境工学科

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



■環境共生コース

## ■ IT と景観 ■ F1 と橋 ■ CI と街 ■

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

准教授 石井 信行 電子メール：nobur32@yamanashi.ac.jp

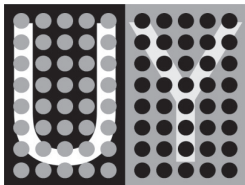
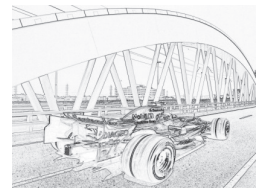
研究室 HP：http://www.cec.yamanashi.ac.jp/~ishiilabo/

まちづくり（地域プロデュース）活動 HP：http://www.cec.yamanashi.ac.jp/~nobupdlabo/



**IT と景観**は、風景にコメントを付けたり、動画を重ねたりする、現実の風景とヴァーチャルな映像を重ね合わせる拡張現実という IT 技術が日常的に利用されるようになった時代の景観を想像した研究です。「人にとって現実とは何か」ということを、景観を題材にして考えます。

**F1 と橋**は、橋などの土木構造物の設計に应用することを目的として、F1（レーシングカー）をはじめとする先進的であり究極の設計が要求される分野におけるデザインする発想を探求する研究です。「新しいものを創るとは何か」ということを、橋を題材にして考えます。



**CI と街**は、甲府盆地の将来イメージ（CI：地域アイデンティティ）を「環境学園都市」とした景観まちづくり活動です。NPDL という学生を主体とするグループを作り、地域の情報発信、イベント開催、計画策定などに取り組んでいます。「研究成果を地域に還元する」ということを、山梨で目指します。NPDL の公式ブログは「一日一景」で検索してください。Twitter:@nobupdl

## 地方都市の計画・景観デザイン・防災・観光・市民協働まちづくり

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

准教授 大山 勲 電子メール：ooyama@yamanashi.ac.jp

ホームページ：http://iv.cee.yamanashi.ac.jp（または「山梨大学 大山」で検索）

地方都市（都市市街地・郊外・農山村・森林環境が関連して成り立つ地域）を暮らしやすい快適な環境にするための計画・設計について研究をおこなっています。特に、居住地の暮らしを豊かにする景観づくり、歴史文化を未来世代に繋げる空間のデザイン、暮らしの安全を守る防災まちづくり、都市と農村を観光で繋ぐ持続的な地域活性化、住民と行政の協働まちづくりの方法などを研究しています。高校の授業との関連では、例えば、調査結果の分析では「数学・統計」、施設の設計では「美術・物理」、歴史や文化の調査では「地理・歴史・地学・古文漢文」、緑化や生物生息環境の保全では「生物・化学」、まちづくりの組織や進め方では「公民・政治」、地域の活性化では「経済」、文献を読んだり論文を書いたり海外を調査するためには「国語・英語」が関連します。生活の場をつくるので「家庭」や衣食住の日常経験はもちろん、「遊びや旅行」の経験も大事です。このような広い知識と経験を基礎として、歴史・文化を活かした未来の都市を造る研究をしています。



# 安全・安心・快適都市の創造

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

准教授 武藤 慎一 電子メール: smutoh@yamanashi.ac.jp

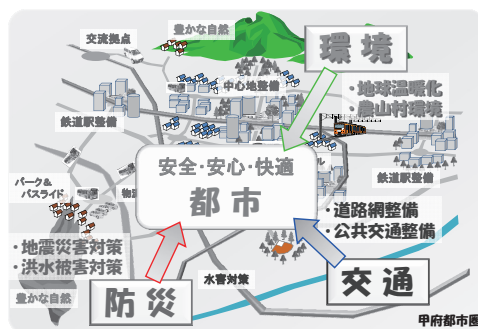
ホームページ: <http://iv.cee.yamanashi.ac.jp/KANKYOU/lkou/mutoken/R&EHP.htm>

**都市** では様々な活動が営まれています。学校に出かけたりショッピングに出かけたり、また企業もものやサービスを生み出しています。このような様々な活動の中で私たちは生活していますが、そうした生活をより快適にするにはどうすれば良いでしょうか。これを「交通・環境・防災」の3つの視点から研究しているのが本研究室です。

**交通** は、都市活動では必須の手段となっています。自分は交通とは無縁だ、という人も間接的には交通を利用しているのです。こうした都市生活の基盤となる交通を効率良く整備する方法を研究しています。

**環境** 問題はその交通からも生じます。特に自動車は移動の自由度を飛躍的に高めましたが、環境問題も引き起こしました。本研究室では、環境と自動車の利便性を天秤にかけ、そのバランスを絶妙にとるための方策を見出す研究を行っています。

**防災** にもしっかり対応しなければ安全・安心・快適都市とはいえません。しかし、防災対策は多くの費用と時間を要します。そこで、防災施設整備の負担とそれによる被害軽減の効果とを慎重に見比べながら、効果的な防災対策を探し出すことを目標に日々研究に取り組んでいます。



## 河川水質の変化に関する研究

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

教授 平山 公明 電子メール: khyama@yamanashi.ac.jp

<http://www.cec.yamanashi.ac.jp/ce/kyoukan/ki-hirayama.html>

私たちの生活で発生した汚れは下水道へ流れ、さらに処理水は河川に流れ、再び利用されます。このような一連の流れの中で、水質の改善・保全のための効果的な方策を検討することで社会に貢献したいと考えています。より具体的には、水質変化の把握方法と流れに伴う水質の変化、について検討しています。

下水道の普及は水質の改善効果をもたらしました。その結果起こった水質の変化は、どのように把握すればいいでしょう。個々の地点、個々の指標でみれば、図1のように、「ある指標の値が小さくなった」という言い方ができます。しかし、いくつもの指標について調べているとき、また甲府市のように、多数の地点で測定が行われているとき、起こっている変化をどう整理すればいいでしょう。水質改善の方策につながる結果の整理の仕方を検討しています。

流れに伴う水質の変化に関しては、たとえば堰に関するものがあります。川には取水のためにたくさんの堰を設けています。堰を設置すると写真1の様に流れが止まり、水質上好ましくない状況が生じることがあります。典型的な例は、水の中の酸素の濃度が少なくなることです。そのような状況は、どのような条件の時に生じるのか調べています。

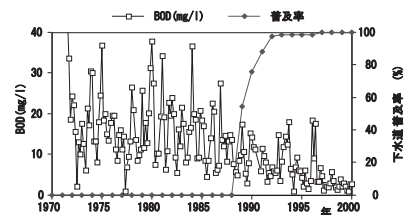


図1 小湯川流末でのBOD変化



写真1 堰による滞留

# 水資源の総合的なマネジメント

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当  
 准教授 石平 博 電子メール: ishi@yamanashi.ac.jp  
 准教授 市川 温 電子メール: yichikawa@yamanashi.ac.jp  
 助教 馬籠 純 電子メール: magome@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: <http://www.titan2.cee.yamanashi.ac.jp/~2kou>

わたしたちの研究室（環境制御研究室）では、人間が上手に水を利用する方法を社会に提供することを目的として、地球上の水の循環の様子と水に関係した周囲の環境について調べています。水の循環を調べる学問を「水文学（すいもんがく）」、水を上手に使う方法を調べる学問を「水資源工学（みずしげんこうがく）」と呼びます。また、いろいろな情報をもとに利害を調整して上手に水を利用することを、「水資源の総合的なマネジメント」と呼びます。

水の循環を調べるためには、大きくわけて1) 雨や雪、川の水の量など自然界の水の循環と、2) ダムや灌漑（かんがい）などの人間が使う水の量とその環境への影響の、2つを調べる必要があります。

1) については、雨の量、川に流れる水量や湖沼や貯水池の水量さらには雪の量を、観測や衛星データから求めるといような観測データの収集や、それらを注意深く調べる解析と呼ばれる方法、さらに、コンピュータの中で現実に近い水の循環を再現する数値シミュレーションと呼ばれる方法を使って取り組んでいます。

2) については、1) と同じような方法に加えて、人間がどのように水を使っているかという情報を集めることや、人間の活動が水環境に与える変化を調べ、それにもとづく将来シナリオを作成して、将来人間が上手に水を利用するにはどうすればよいのか、ということ調べています。

私たちの研究室では、山梨県や日本の水環境だけではなく、日本で私たちが得てきた水文学・水資源工学や水資源の総合マネジメントの知識を、タイや中国といったアジアモンスーンの国々に役に立てるための研究も行っています。そのため、アジアの国々など海外からの研究者や留学生も数多く参加し、一緒に研究しています。

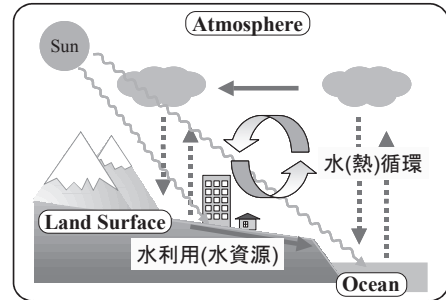


図 - 1 水の循環や水利用

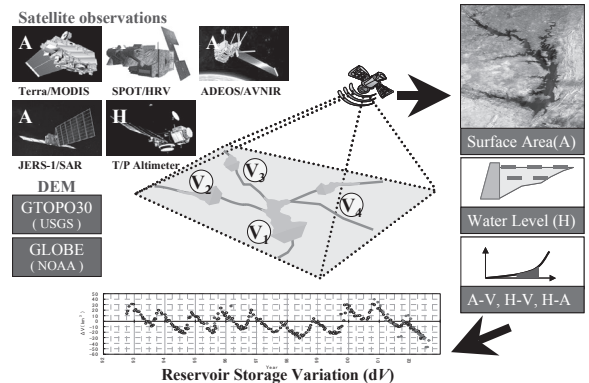


図 - 2 (右上): 衛星画像から、世界のダムに溜まっている水の量を求めるシステムの開発。

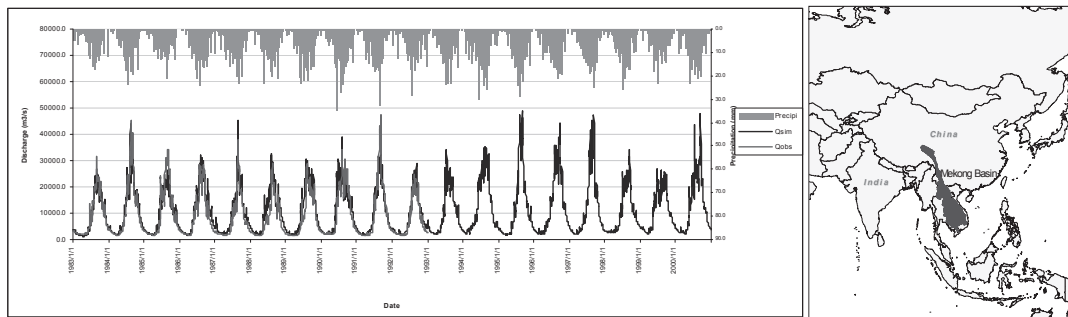


図 - 3 メコン川での数値シミュレーション。一番上の棒グラフが雨の量、濃い色がモデルによる川の流量、薄い色が観測データによる川の流量。1993年より後は観測データがないが、雨などのデータがあれば、モデルの中では流量を求めることができる。

# 廃棄物のリサイクルと環境安全性評価

山梨大学 工学部 土木環境工学科 担当  
教授 金子 栄廣 電子メール: [kaneko@yamanashi.ac.jp](mailto:kaneko@yamanashi.ac.jp)  
ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~kaneko/kaneko-j.html>

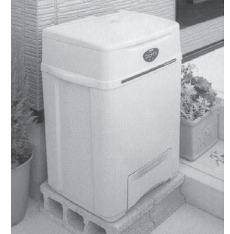
私たち人間はその活動に伴って様々な廃棄物（ごみ）を出します。出さない努力は大切ですが、全く出さないわけにはいきません。環境に悪影響を与えないようにリサイクルしたり処理処分したりする必要があります。私の研究室ではこの廃棄物を対象に、主に次の2点をテーマとして研究を行っています。

## 1. 生ごみなどの生物系廃棄物から堆肥化を作ってリサイクルする

右上の写真は家庭用生ごみ処理機です。家庭から出た生ごみを投入すると微生物の働きで堆肥に変えてくれます。生ごみを堆肥にする機器・施設としては、このほかに、レストランなどで使われる業務用処理機や、生ごみを市町村規模で分別収集して処理する高速堆肥化施設などがあります。また、堆肥にできる廃棄物としては、生ごみのほかに畜産廃棄物や下水汚泥などもあります。この処理方法は、できた堆肥（コンポストともいいます）を緑農地に還元できるので循環型処理として注目されています。私の研究室では、質のよい堆肥を効率よく作る技術について研究しています。

## 2. 生物を使って廃棄物の有害性を調べる

廃棄物の終着点は最終処分場です。一度埋めてしまうと簡単には取り出せないで、事前に安全性をきちんと確認してから埋め立てることが重要です。私の研究室では、右下の写真のミジンコのように体が小さく（1mm ぐらい）汚染物質に敏感な生物を用い、廃棄物から溶け出す様々な汚染物質を含む水に触れたときにどんな挙動を示すかを調べることで有害性を素早く簡単に評価する手法について研究を行っています。



# 水処理の研究

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当  
助教 平山けい子 電子メール: [keikokh@yamanashi.ac.jp](mailto:keikokh@yamanashi.ac.jp)  
ホームページ: [https://erdb.yamanashi.ac.jp/aedit/rdb/Login.SsoLogin?p\\_recheck\\_flg=1](https://erdb.yamanashi.ac.jp/aedit/rdb/Login.SsoLogin?p_recheck_flg=1)

きれいにしたい水を右の図のような砂の層を通すと、砂層表面と砂層に増殖した微生物群によって、水中の浮遊物質や溶解性の物質を除去することができます。しかし、微生物が分解しにくい物質は残ってしまいます。そこで、紫外線照射、チタン触媒、プラズマなどを利用してもっときれいにしようと考えて実験しています。

きれいにしたい水 4m/Day

水位 約60mm  
砂層 約130mm  
水位調整ボルトへ

【ろ過砂の性質】

- ・有効径 0.3~0.45mm
- ・均等係数 2.00以下
- ・比重 2.55~2.65
- ・最大径 2.0mm

マイクロ波励起  
紫外線照射装置  
(アーク研究所)

Pt-チタン触媒  
(秋津研究室)

プラズマ照射装置  
(秋津研究室)

これがプラズマ



# 見えない環境変化をとらえる

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当  
教授 坂本 康 電子メール: ysakamoto@yamanashi.ac.jp  
准教授 西田 継 電子メール: nishida@yamanashi.ac.jp  
助教 原本 英司 電子メール: eharamoto@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://titan2.cee.yamanashi.ac.jp/~4kou/>

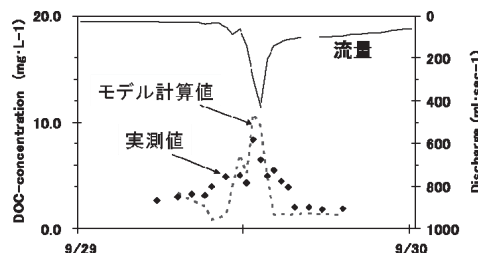
現在、雨や湧き水、川や湖の水、地下水などの貴重な水資源に様々な異変が起きていると言われてます。しかし、多くの環境変化は目に見えにくい形で進行します。これをとらえるため、特別な観測や実験を行い、水循環に関係する汚染物質の動きを解明することが私たちの研究室のテーマです。

## 1. 物質循環

森林は二酸化炭素の貯蔵庫なのか、という議論を耳にするようになりました。では、「森林は下流の湖や海とつながっているかも知れない」という話は知っていますか？最近、アマゾン川やガンジス川などで世界各地の研究者がその可能性を重視し、発生源や流出量の推定を試みています。



瑞牆山試験流域での調査風景



河川から流出する有機物のモデル化の例

私たちは、日本の山梨を主なフィールドとして、炭素や窒素など生態系の栄養となる代表的な元素を研究対象としています。これらの元素が河川から流出する量を正確に推定でき

れば、自然生態系のバランスを理解すると同時に、水利用と水質管理にも役立てることができると考え、野外観測、新技術の開発、モデル実験を重ねています。

## 2. 水中の微生物と健康

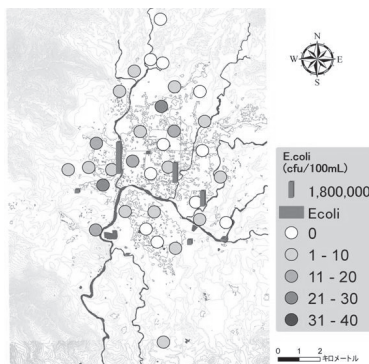
人間活動の変化は、様々な水域で微生物学的な安全性に影響を及ぼしています。世界では5人に1人の子供が、水が原因で起こる下痢症で命を落としています。先進国でも、全ての問題が解決している訳ではありません。水の再利用やアウトドアレジャー人気が増えるとともに、都市でも上流域でも、水系感染症への不安が付きまとうようになりました。

私たちは、山梨県内、ネパール、バングラデシュなどで、洪水時の微生物流出を予測するための研究、地下水の微生物汚染の研究も行なっています。ここでは、PCRなどの分子生物学的手法、安定同位体比による

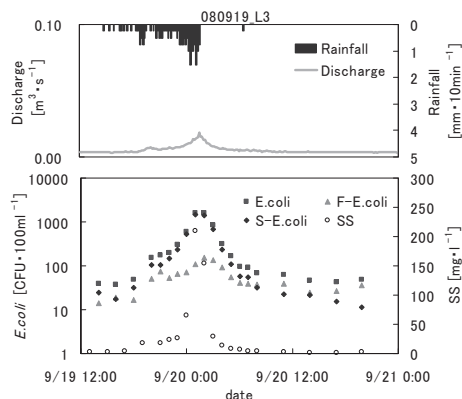


地元住民からの聞き取り

化学的分析手法、水の流れの物理的解析手法、さらに医学的な統計手法など最新のテクニックを組み合わせようとしています。病原体の発生源、生息場所、そして流出機構を合体させることで初めて、水の危険度に対する評価が確からしくなると考えているからです。



ネパールの地下水の大腸菌汚染調査



瑞牆山試験流域での大腸菌の流出解析

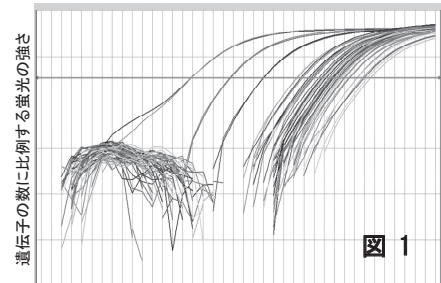
# 水環境の浄化と保全の微生物学

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

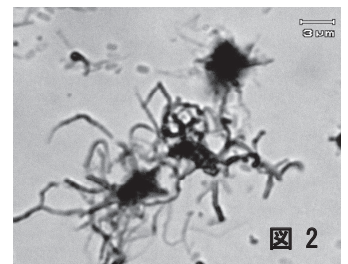
准教授 河野 哲郎 電子メール: kono@yamanashi.ac.jp

ホームページ: [http://15kono.cee.yamanashi.ac.jp/kono\\_homepage/kono\\_main.html](http://15kono.cee.yamanashi.ac.jp/kono_homepage/kono_main.html)

水に棲む微生物は善玉にも悪玉にもなります。産業排水や生活排水が河川、湖沼、海域などに混入すると水質が悪化し、水道、産業、農業、水産などの種々の分野に悪影響をもたらします。と同時にこのような汚濁物質を浄化する縁の下力持ちは、やはり微生物です。このようなことから、微生物を制御して水環境の浄化と保全を行うには微生物のことを詳しく調べる必要があります。研究室では、水環境を対象として善玉と悪玉の両方の微生物の研究をしています。近年は、窒素を除去するアナモックスという新規の窒素除去微生物の自動検出法の開発と湖沼でのマンガン汚濁の原因微生物の解明の研究に焦点をあてています。研究は実験が主体になりますが、従来の細菌学的手法のほかに遺伝子を解析する手法も用います。図1はアナモックス微生物の遺伝子に特有の配列を標的として水環境試料からこの微生物を定量検出したときのグラフです。図2は湖沼で大量に発生してマンガン汚濁を起こすメタロゲニウムの写真です。メタロゲニウムとは放射状の形をしたマンガン酸化物のことをいいます。これを作る微生物の正体はなぞだらけで、“エニグマ”と呼ばれています。研究室では外部機関と共同して、このメタロゲニウムを作る細菌を世界で始めて単離培養し、その性質や生態を明らかにしています。



遺伝子を増幅させる反応の回数



## トポロジー、グラフ理論、および応用

山梨大学 工学部 土木環境工学科・環境共生コース 担当

教授 安尾 南人 電子メール: myasuo@yamanashi.ac.jp

ホームページ (学科スタッフ): <http://www.cec.yamanashi.ac.jp/staff/index.html>

皆さんは、「トポロジー」とか「位相」とかいう言葉がどこかで使われているのを見かけたことはありませんか？ そのもともとの意味（語源）は「top(o)-logy=位置（場所）の科学」ということなのです。では、トポロジーとは何か？ 一つの例として「一筆書きの問題」を考えてみましょう。するとそのような問題では、線の長さだとか、線が角張っているとか丸いとか、二つの線のなす角度だとか、いくつかの線で囲まれた部分の面積だとか、そういったことは問題の答え（結論）には関係していないことに気がつくでしょう。つまり、一筆書きの問題でかんじん（本質的）なことは「点や線のつながり具合」だけなのです。このことは、つぎのように解釈することもできます。いま、私たちが考える「図形」（一筆書きの問題の場合は、点や線）はすべて「理想的なゴム」で作られているとしましょう。ここで、理想的なゴムとは、「自由自在に曲げ伸ばしができるが、けっして引きちぎったり穴をあけたりすることはできないようなゴム」という意味です。すると、一筆書きの問題は、まさしく、「理想的なゴム製品としての点や線」についての問題の一種であるといえるでしょう。このように、図形のいろいろな性質のうち、長さ・面積・体積や角度や曲がり具合などはひとまず考えないで「理想的なゴム製品」とみなしたときの図形の性質のみに着目するのが、トポロジーの見方なのです。

さて、このトポロジーを私は現在まで研究してきたのですが、トポロジーという学問分野は、説明のため一つの例として上に述べた一筆書きの問題のような「遊び」の話にとどまらず、じつは、現代の数学において基本的な位置を占めているのです。上に述べた「理想のゴムで作られた図形」というものを数学的にきちんと定義しようとすると「位相空間」すなわち「位相構造を備えた集合」という考え（概念）に到達しますが、これは解析学のあらゆる場面にあられる基礎的な数学の対象です。最近では、このトポロジーに加え、グラフ理論的な視点からの数理地形学における考察などを通じて、環境工学への応用方面も模索中です。

# 生物を用いた環境保全・浄化に関する研究

山梨大学 工学部 土木環境工学科担当

准教授 森 一博 電子メール: mori@yamanashi.ac.jp  
助教 田中 靖浩 電子メール: yasuhiko@yamanashi.ac.jp  
特任助教 遠山 忠 電子メール: ttohyama@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://shingen.ccn.yamanashi.ac.jp/>

私達の研究室では植物と微生物のパワーを利用した環境の保全、浄化技術に関するいろいろな研究を行っています。ここでは、私たちの考え方と研究例をいくつか紹介します。

## 1. 資源生産型の環境浄化！

植物は日光をエネルギー源にしながら、窒素・リンや金属などを吸収しつつ生長します。微生物は環境中の有機物を二酸化炭素に分解したり、有害物質を無毒化する役割を担っています。特に植栽系では根の周囲にいる微生物は高い活性を示します。このように植物-微生物共生のシステムは、植物による汚濁物質の吸収、微生物による分解、植物バイオマスの生産の能力を併せ持つことからの資源生産型の浄化システムへの発展が期待できるのです(図1、写真1)。さらに、バイオテクノロジーを活用して浄化能の高い植物や微生物を用意できれば、その可能性はますます広がるのではないのでしょうか。私たちの研究室では、このような考え方の元に植物や微生物の環境共生技術への利用について様々な研究を展開しています。

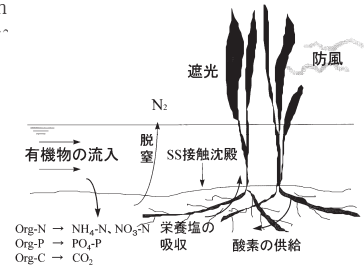


図1. 植物と微生物による環境浄化



写真1. 水生植物を用いた浄化施設

## 2. ウキクサと微生物がコラボレーション？

田んぼや水路、防火水槽などで一面に広がるウキクサ(写真2)を見たことありますか？私達の研究室ではこの何の変哲もないウキクサが、その根っこに住んでいる微生物とコラボレートして(協力して)、環境汚染物質である環境ホルモン関連物質、界面活性剤(洗剤)やアルカン類(重油などの構成成分です)を効率よく分解することを明らかにしてきました。現在は、このウキクサと微生物が持つ機能をより高める研究を行っています。

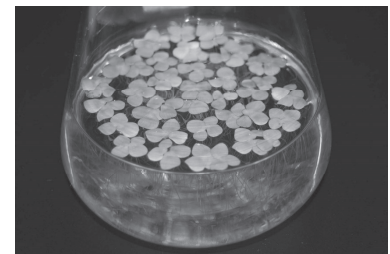


写真2. ウキクサ

## 3. 微生物ハンター

自然界には数多くの微生物が住んでいます(例えば、土1gあたりには $10^{10}$ 個程度、河川水では $10^6$ 個程度の微生物が含まれているんですよ！)。でも、これらのほとんどは私達が培養したことが無い、あるいは培養出来ない(ハンティングされていない)新種の微生物で、その中には優れた環境浄化能を持つものや新しい医薬品を作り出す能力を持つものも含まれることが最近になって分かってきました。私達はこのような新種の微生物を培養化するための技術開発を試みていて、その過程でいくつかの新種微生物の取得に成功しています(写真3)。

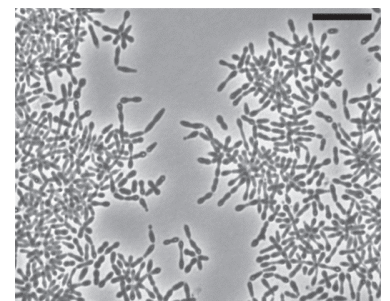


写真3. 新種微生物

## 4. 植物でレアメタルを回収しよう！

レアメタル(チタン、プラチナ、リチウム等約30種の金属が含まれる)は携帯電話やパソコン、デジタルカメラ等のハイテク製品の製造に欠かせない金属素材です。でも、その名「レアな(珍しい)金属」から分かるように、元々資源としての存在量が非常に少ないことから、世界的に涸渇傾向にあり、ここ数年で価格が急騰しています。その一方で、一部のレアメタルによる土壌汚染も生じており、農作物への二次汚染による健康被害等が懸念されています。私達の研究室ではレアメタルの一つで、耐熱ガラスや防腐剤の材料として使われるホウ素に着目し、在来性(日本固有)の植物を用いたホウ素汚染土壌の浄化と効率的なホウ素回収技術に関する研究を進めています。

# 原子核物理学と . . .

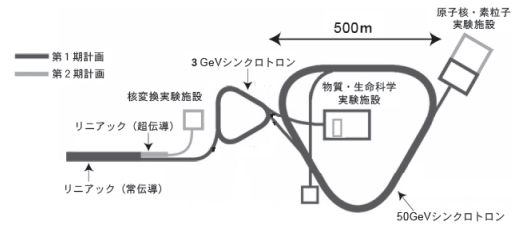
山梨大学 工学部 土木環境工学科担当  
教授 舩谷 敬一 電子メール: masutani@yamanashi.ac.jp

すべてのものは原子からできていて、その原子は原子核と電子からできていて、その原子核は陽子と中性子からできていて、その陽子や中性子はクォークからできていて、そのクォークは . . . ? という話は皆さんも聞いたことがあるでしょう。また、原子核と電子は電磁気力で結びついており、陽子と中性子は  $\pi$  中間子の交換による強い相互作用と言われる力で結びついており、クォーク同士はグルーオンという粒子によって結びついており、 . . . というようなこともご存知かもしれません。

私達の研究室では、 $\pi$  中間子を原子核に衝突させたらどうなるのか?、クォーク同士がどのように結びついて陽子や中性子を作っているのか?、などといったことを、紙と鉛筆とコンピュータを使って研究しています。

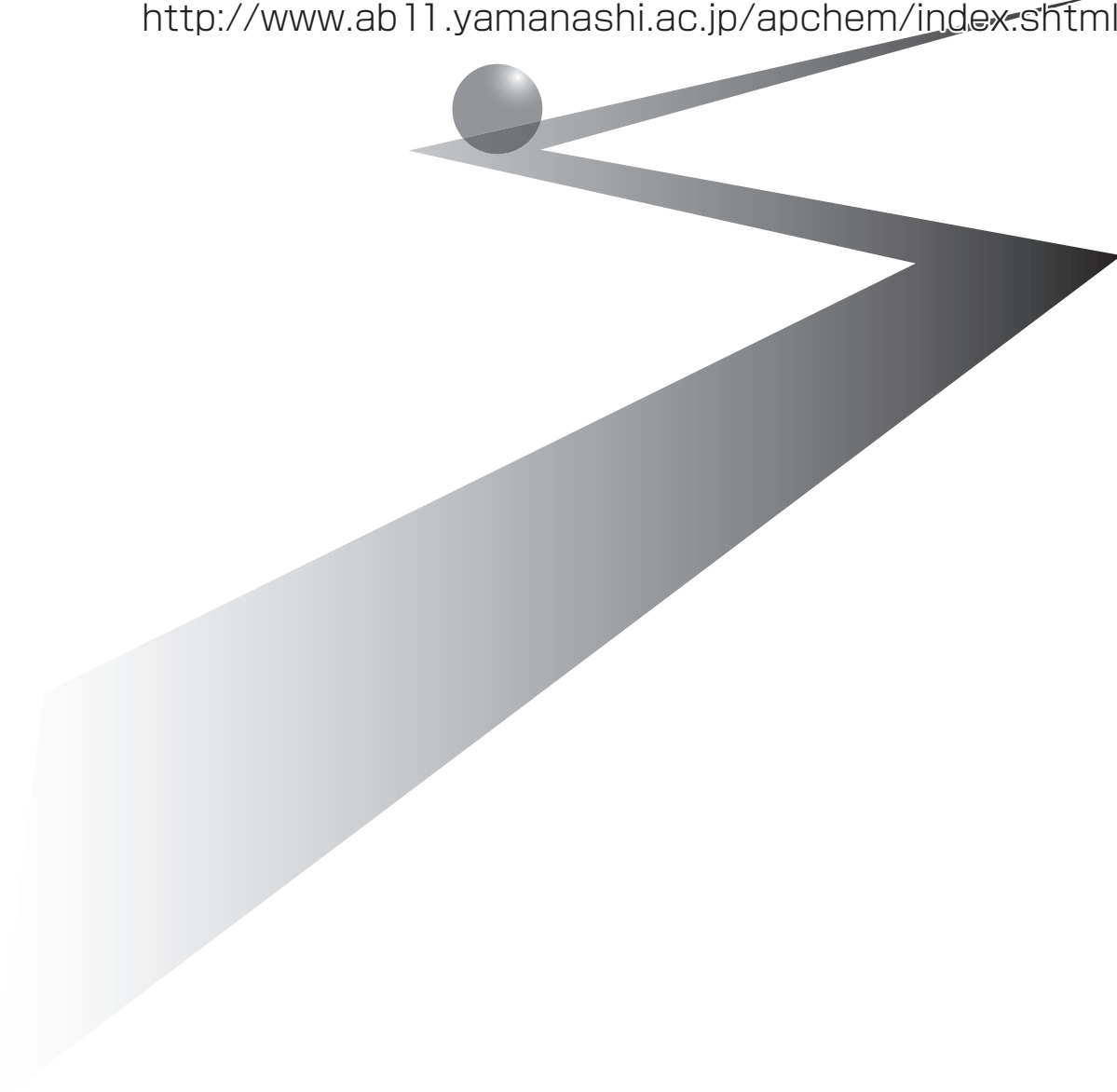
このような原子核物理学に関すること以外にも、簡単な電気回路を使ったカオスの研究や動物の個体数変動についての数理生態学的研究なども行ってきました。これからもさまざまなこと - 例えば、エネルギーと物質 (熱や空気や水や人や車や . . . ) の移動と循環に関することなど - を研究の対象にしていきたいと思っています。

右図は大強度陽子加速器施設 (J-PARC) の 50GeV 陽子シンクロトロンの配置図です。直径 400m の加速リングは陽子を光速の 99.98% の速さに加速することができます。これが完成すれば、さまざまな発見があるでしょう。[<http://j-parc.jp/>より改変転載]



# 応用化学科

<http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/apchem/index.shtml>



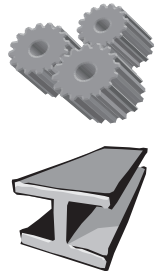
## 化学プロセスによる表面・界面処理

山梨大学 工学部 応用化学科 担当

教授 柴田 正実 電子メール：shibata@yamanashi.ac.jp

ホームページ：http://erdb.yamanashi.ac.jp/res/A\_DisplyInfo.Scholar?ID=47344CD6E0CC076

中身が大事。でも、「うわべ(表面)」がもっと大事な場合だってある。



**材料は表面が重要**

様々な環境の中で、いろいろな物質を使いこなすには、表面をどのように処理するかがキーテクノロジーになる。

化学プロセスを用いて、固体表面に原子を並べたり、分子を並べたりして、物質表面の性質を変える研究をしています。単分子層と原子から構成される厚さわずか1nm(10億分の1m)程度の超薄膜で表面を被うことにより、物質の性質が激変します。

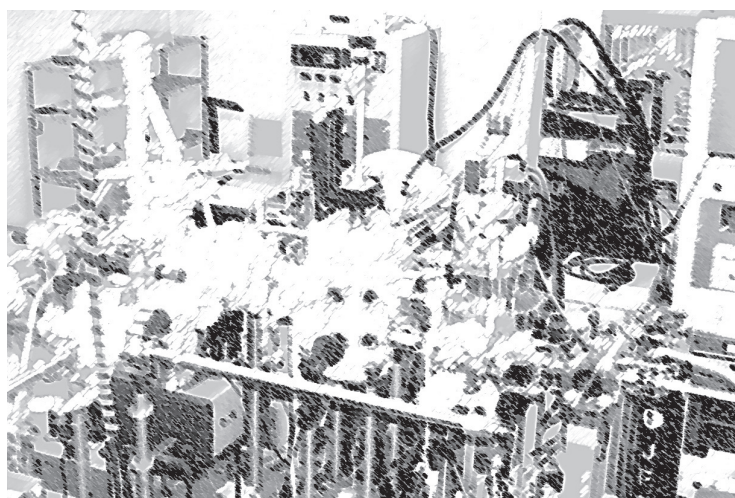
この手法を用いて、表面平均粗さが0.2nm以下の平滑なセラミックス表面に密着性の良い金属薄膜を形成させる研究を進めています。この技術はナノ加工分野、エレクトロニクス産業などに貢献します。

## 化学結合状態からの新材料探索

山梨大学 工学部 応用化学科担当

准教授 柳 博 電子メール：hyanagi@yamanashi.ac.jp

世の中の人たちがアッと驚くような新しい材料の探索を、物質の化学結合状態や結晶構造に注目しつつ行っています。世の中は便利になってきましたが、解決すべき問題は山積しています。私たちは、地球環境問題の解決に寄与できるような研究も意識しつつ日夜頑張っています。新しい材料探索の魅力は、既存技術の連続的な改善では成し得ない飛躍的な技術革新を為し得るところにあります。日々の地道な基礎固めを行うことで着実な進歩を成し遂げつつ、一攫千金を狙えるチャンスを逃さないよう五感を研ぎ澄まし、下の図にあるような実験室で研究に取り組んでいます。教育においても『基礎』と『失敗を恐れないチャレンジ精神』を養うことに重点を置いています。チャレンジ精神旺盛な人、一緒に夢を追いかけてませんか？



実験室風景－化学結合状態を調べ

# 高効率・無公害燃料電池と触媒設計

山梨大学 工学部 応用化学科担当

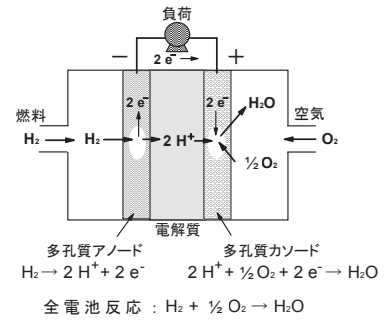
教授 内田 裕之 電子メール：h-uchida@yamanashi.ac.jp

教授 宮武 健治 電子メール：miyatake@yamanashi.ac.jp

准教授 野原 慎士 電子メール：snohara@yamanashi.ac.jp

ホームページ：http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/~mwatanab/

化石燃料の大量消費により、酸性雨や地球温暖化などの地球規模での環境問題が深刻化しており、環境保全と省資源の立場からクリーンで低コストのエネルギーを安定的に確保することが世界共通の課題となっています。クリーンでエネルギー効率の高い燃料電池は、従来の火力発電に替わる発電手段として、また電気自動車用の動力源として、21世紀初頭の実用化へ向けて大きな期待を集めています。私たちの研究グループは1978年に我が国で唯一の燃料電池実験施設として発足しました。2001年4月、文部科学省令による「クリーンエネルギー研究センター」が設立されました。これまで各種燃料電池の高効率化に直結する材料設計や電極表面の解析に関する研究を活発に行っています。クリーンエネルギー研究センターと工学部応用化学科が一体となって、教育研究を進めています。2007年度からは、大学院修士課程まで一貫した「クリーンエネルギー特別教育プログラム」による教育も行ってきました。



## 1. 高効率・無公害燃料電池の開発

水を電気分解すると水素と酸素になることは良く知られています。燃料電池はこれとは逆に水素と空気中の酸素を化学反応させ直接電気を取り出す新しいタイプの発電装置です。他の発電手段と異なりエネルギーの変換課程で熱エネルギーを経由しないため、燃料電池では高い効率を実現できます。しかも原理的に環境汚染物

質を全く排出しません。私たちの研究グループはこの分野で30年以上の研究実績を持ち、研究の範囲も電極触媒の設計から燃料電池用新材料の作成、実際の電池性能の評価まで多岐に渡っています。これまでに発表した新しい設計概念や研究成果は国内外で高く評価され、国際的な研究交流も盛んです。

資源エネルギー庁の提言を受け、関連企業・団体を主体に産官学が協力する燃料電池実用化推進協議会は、燃料電池自動車（FCEV、右の写真）や家庭用燃料電池の2020年頃の広範な普及を目標にしています。しかし、その本格的な実用化までに解決すべき重要課題があります。私たちは、その本質的解決法となる高性能電極触媒、新型高分子電解質膜、燃料処理用触媒について著しい研究成果をあげています。例えば、従来の電解質膜よりも安価でイオン導電性に優れた新型膜の合成や、組成とサイズを自在に制御した電極ナノ触媒の合成に成功し、世界的に注目されています。



燃料電池自動車  
(ホンダFCXクラリティ)

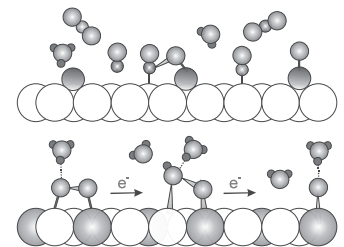
## 2. 原子・分子レベルでの電極表面反応の解析

優れた電極触媒を設計するためには、電極表面の現象について原子・分子レベルの詳細な情報を得ることが重要です。私たちは電極表面の解析に従来型の電気化学的手法に加え、新たな分析法を適用し成果をあげています。その一つである電気化学的水晶振動子ナノバランス法は電極表面の重量変化をリアルタイムに追跡できる方法でナノグラム（10億分の1グラム）の変化を検出できます。この方法でこれまで解らなかった電極表面の原子やイオンの挙動について多くの知見が得られています。

また、電極表面に吸着している反応種を高感度に検出する赤外分光法を用いて、ノートパソコンや携帯電話用の燃料電池として注目されているメタノールの電極酸化反応機構を解明できました。

これらの研究成果は、私たちのホームページにわかりやすく解説してあります。

是非一度ご覧ください。私たちとともに環境問題、エネルギー問題をグローバルな視点に立って解決していこうと考える諸君を心からお待ちしています。



アドアトム電極や合金電極での一酸化炭素の電気化学酸化（上）と酸素の還元反応（下）の様子

# 再生可能エネルギー変換材料・システムの創製

山梨大学 工学部 応用化学科担当

教授 入江 寛 電子メール: hirie@yamanashi.ac.jp

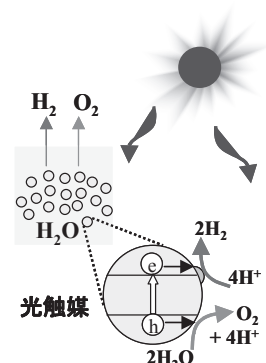
ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABB/No3/index.html>

当研究室ではエネルギー・環境問題を解決すべく、クリーンな太陽光エネルギーを利用可能なエネルギー（水素・化学・電気）に、地熱、排熱などの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する材料・システム創製の研究を行っています。

・太陽エネルギーから水素エネルギーへの変換：水素は燃焼しても、燃料電池で用いても排出されるのは水のみですので、極めてクリーンなエネルギーです。そこで恒久的に地球上に降り注ぐクリーンな太陽光を利用して水から水素が製造可能となれば、環境にやさしいエネルギーサイクルが構築できます（図1）。私たちは太陽光の大半を占める可視光のもとで水を完全分解できる材料、すなわち「光触媒」の創製を目指し、検討を行っています。

・熱エネルギーから電気エネルギーへの変換：エネルギー資源にめぐまれないわが国にとって、地熱は純国産の再生可能な、貴重なエネルギー資源です。また、日本の消費エネルギーの約6割を廃熱の形で損失しています。これら熱を有効利用すべく熱を電気に変換する「熱電変換材料」の創製を行っています。

求める材料の機能は異なりますが、どちらも固体物理、固体電子論、材料化学、触媒化学、量子化学など幅広い知見をベースに設計し、合成するというアプローチで研究しています。更にはこれらの機能をより高効率化するために、機能に応じた最適なナノ構造体の構築を行っています。



水の分解反応  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

図1 光触媒による水の分解反応

## 薄膜半導体および機能性薄膜の極低温合成

山梨大学 工学部 応用化学科担当

准教授 佐藤 哲也 電子メール: tetsu-sato@yamanashi.ac.jp

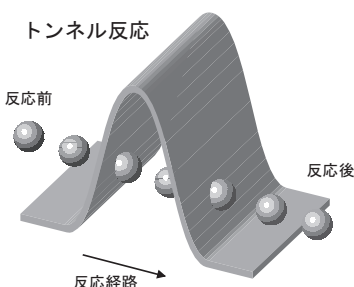
ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABB/No3/index.html>

### 低温トンネル反応の解明と太陽電池用半導体薄膜の低温合成

あらゆる物質は、“粒”という性質とともに“波”という性質をもっています。この波の性質は、“粒”の質量が小さくなり、またその速度が小さくなるほど目だって現れます。“波”の性質によって起こるトンネル現象は、低温になるほど、また“粒”の質量が小さいほど顕著に現れます。原子の中で最も小さな質量をもつのが水素原子で、極低温トンネル反応は、彗星に含まれるガス成分の謎や宇宙における化学進化の鍵を握っていることが私たちの研究で明らかになりました。この特異な化学反応を利用して、太陽光電池に用いられている非晶質（アモルファス）シリコン薄膜や、電気特性の優れたダイヤモンド状カーボン（DLC）薄膜を極低温で合成する新しい製膜技術を開発しています。従来のプラズマを利用した製造技術（200~300℃）に比べ室温以下で合成でき、ナノレベルでの構造制御も可能になりつつあります。原料ガスを90%以上の高い効率で利用でき、安価でフレキシブルなプラスチックフィルム上にも直接成膜できる画期的な技術です。

### 温室効果ガスの低温分解とFの固定化

温室効果ガスは、冷蔵庫の冷媒やスプレーなど身近な製品にも使われています。半導体製造工程で利用されるパーフルオロカーボン（PFC）は、地球温暖化係数が二酸化炭素に比べ数万倍と大きく、大気寿命が約1万年と長い難分解性のガスです。上述した低温化学反応とプラズマを組み合わせることにより、環境負荷の大きな排気ガスを完全に無害化するとともに、高品質なフッ素樹脂に変換し再利用する技術の開発に挑んでいます。





# ユビキタス材料としてのナノキューブ集積結晶で未来を開く

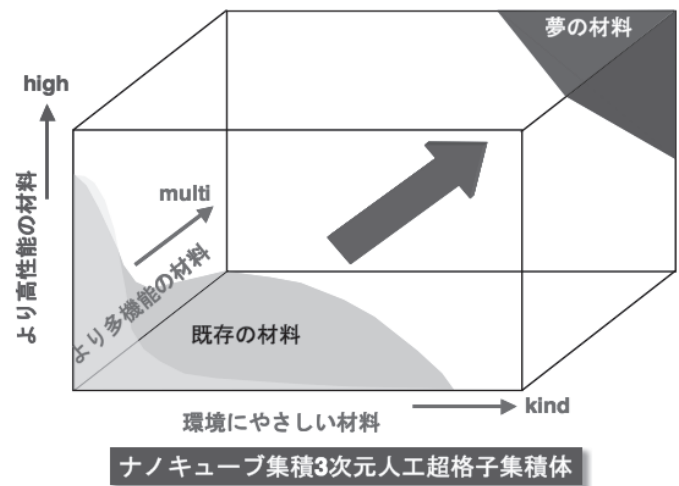
山梨大学 工学部 応用化学科担当

教授 和田 智志 電子メール: swada@yamanashi.ac.jp

助教 中島 光一 電子メール: knakashima@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/~swada/index.htm>

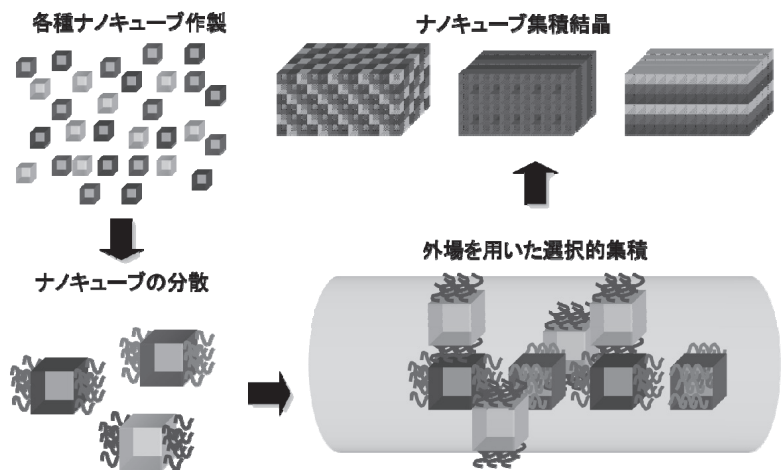
最近の希少金属元素問題に代表されるようにあらゆる元素を使用する材料開発は限界に近づいています。これからは地球上でどこでも採掘、精錬できる酸素、ケイ素、アルミニウム、鉄などドクラーク数の大きなユビキタス元素からなるユビキタス材料を用いることが求められています。しかも、未来に向けて、明るい人類社会の発展のためには、ユビキタス材料であることに加えて、右図に示すように環境に優しく多機能で、かつ高性能な材料が必要です。ユビキタス元素を用いて、右図の「夢の材料」を開発するためには、従来とは異なる新しい発想が求められます。ではどうすれば良いのでしょうか？多くの科学者がこの問題の解決に立ち向かっています。私たちはこの問題を世界初の独自な方法で解決しようとしています。どんな方法か、わかりますか？



私たちは、右図に示すように様々なユビキタス材料を同じ大きさのナノキューブの形状で作製し、それらを基本単位とした上で、種々のナノキューブを自由自在に積み上げることで、目的とする「ナノキューブ集積結晶」という「夢の材料」を創ることを考えました。ナノキューブ集積結晶により、これまでの材料では絶対に到達できない環境に優しく多機能で、かつ高性能な「夢のユビキタス材料」を目指します。

では何故、ナノキューブを集積化することで従来材料よりも高性能な物性が得られるのでしょうか。これまでの材料は単位格子が3次元に連続した構造からなっており、単位格子の物性がそのまま結晶の物性になるため、計算で予測できる普通の物性しか得られませんでした。しかし、2つの異なる物質を接合すると、その界面に、単位格子の結晶構造が徐々に変化する歪傾斜構造を導入することができます。そして、この歪傾斜構造が巨大物性を発現する力を持っているのです。私たちは歪傾斜構造を持つ界面を、人工的にかつ高密度で持つ材料を創ることで、ユビキタス材料でありながら、従来性能を数桁のオーダーで超えることのできる「夢の材料」を皆さんに届けたいと考えています。

従って、ナノキューブを用いることで界面の面積を最大にすることができ、その結果、環境に優しい材料でありながら巨大物性を持つ夢の新材料を創ることができます。しかしながら、このためにはどんな材料でもナノキューブにする技術の開発、異なるナノキューブを3次元に組上げる技術、異なるナノキューブを接合し、歪傾斜構造を導入する技術など、現段階では存在しない新しい挑戦的な技術開発が必要なのです。このためには多くの力が必要なのです。皆さん、私たちと一緒に未来の新材料を創りませんか！！



# 有害イオンを除去するイオン交換体

山梨大学 工学部 応用化学科担当  
准教授 阪根 英人 電子メール: [eijin@yamanashi.ac.jp](mailto:eijin@yamanashi.ac.jp)  
ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/~eijin/index.html>

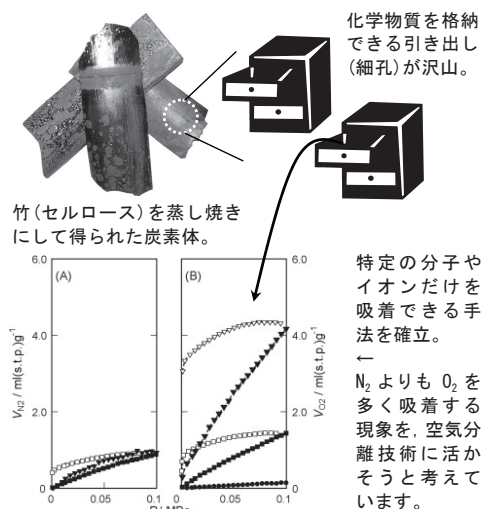
溶液中のあるイオンを取り除くときにはどうすればいいでしょうか。高濃度のイオンでは加熱濃縮して沈殿させることができますが、膨大なエネルギーが必要です。溶解度の低い沈殿を目的のイオンと特異的に作る薬品を加える方法もあります。福島第一原子力発電所の汚染水を処理しているフランス企業の部分がこの方法です。この方法では加える薬品の量を厳密に調節しなければ、うまく取り除けなかったり余った薬品が別の問題を引き起こしたりします。また、できた沈殿を再利用にまわすことは難しく、廃棄物を増やしてしまいます。

環境中の水のようにきわめて多量の溶液を処理したり、目的のイオンや処理用の薬品がどちらも残留しないよう容易に管理したい場合に向いている反応がイオン交換です。イオン交換は、イオン交換体（固体）中にあるイオンと溶液中のイオンとが容易に入れ替わる、つまり交換する反応で、反応の時には高い温度などのエネルギーを必要としません。また溶液中で安定な交換体を使用しますので、過剰に加えても処理後の溶液にはまったく問題がありません。使用後は簡単に再生することができるので、すぐに廃棄物になってしまうようなこともありません。先の汚染水を処理しているゼオライトは、イオン交換体として代表的な無機化合物です。しかし、ゼオライトではいろいろな種類の陽イオンを同時に取り込んでしまうので、 $\text{Na}^+$  が多量にある場合には他のアルカリ金属イオンをあまり取り込めません。ゼオライトは海水が混ざった汚染水にも投入されていましたが、海水中には  $\text{Na}^+$  や  $\text{Ca}^{2+}$  が豊富に含まれているため、放射性の  $\text{Cs}^+$  や  $\text{Sr}^{2+}$  はほとんど除去できなかったでしょう。ゼオライトと同じように粘土に含まれる鉱物である雲母を使用すれば、このような汚染水からも放射性の  $\text{Cs}^+$  や  $\text{Sr}^{2+}$  を取り除けます。ゼオライトも雲母もいろいろな種類があります。私たちはいろいろな種類の雲母を作り、どのようなイオンを狙い撃ちして取り除くことができるかについて研究を行っています。

# 炭素を活用した高機能性吸着剤の開発

山梨大学 工学部 応用化学科  
助教 宮嶋 尚哉 電子メール: [miyaijma@yamanashi.ac.jp](mailto:miyaijma@yamanashi.ac.jp)  
ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABA/No3/index.htm>

特定の化学物質を回収したり除去したりする場合、吸着剤や吸着剤が良く使われます。吸着剤には、吸着させたい化学物質の分子（あるいはイオン）だけを取り込むことのできる表面を沢山持っていることが要求されます。そのためには目的とする化学物質の分子径に適した無数の穴（細孔）を持たせたり、ある吸着質にだけ選択性を示す物質で修飾・担持したりするといった材料設計が不可欠です。ガスや有機溶媒の精製分離や空気清浄機のフィルターなどに使われている活性炭はその代表的な吸着剤であり、主として炭素元素で構成されています。炭素体は有機物を加熱処理することで得られ、賦活という処理により多孔質（ $1000 \text{ m}^2/\text{g}$  以上）な材料へと変換することができます。我々はこの炭素に着目し、セルロースなどの高分子を加熱処理することにより直接、多孔質炭素材料を調製する方法や、ハロゲンガスを用いて炭素体の形状や細孔を高度に制御する手法で、特定な分子やイオンに対して優れた吸着能力を持つ新規材料の開発を行っています。



# 状態分析法と高感度現場分析法、 簡易分析装置の開発

山梨大学 工学部 応用化学科担当

教授 川久保 進 電子メール: akawakubo@yamanashi.ac.jp

山梨大学 機器分析センター (工学部 応用化学科担当)

講師 鈴木 保任 電子メール: yamatori@yamanashi.ac.jp

研究室 Web ページ <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABA/No2/>

分析化学は、物質の組成・状態・分布などの情報を獲得する方法を研究する学問分野で、環境汚染の調査、磁気ディスクや様々な高機能材料の開発、病気の診断などに利用されています。わたしたちは、試料中に何の元素がどの程度含まれているのかを測るだけでなく、その元素がどのような状態で存在するのかを明らかにする方法の開発を目指しています。例えば環境科学の分野では、同じ元素であっても化合物によって生物に対する毒性が異なることがわかっています。また、環境の中で移動したり、変化したりする仕方も異なります。そのため、元素組成だけでなく、どのような化合物の形で含まれているかを調べるのが重要なのです。

また、高性能な分析装置が開発されていますが、これらは一般に高価で大型です。環境試料や生体試料などは、採取した後直ちに分析しないと変化して正しい分析値が得られないことがあります。製造工程では、速やかに分析して工程を管理する必要があります。このようなことから、試料の採取現場で分析できる方法も開発しています。

ここでは、以上のような目的で実施している研究の一部を紹介します。

## 1. 目視定量法の開発

目視法は「目」で色の濃淡などを判断して分析する方法です。測定装置を使わないので現場分析に適します。当研究室では、バナジウムやモリブデン、鉄の超高感度目視定量法を開発しました。写真1は鉄イオンを微量の抽出相に集め、その発色の有無で鉄を分析します。現在、鉛や水銀などの目視定量法についても開発を進めています。

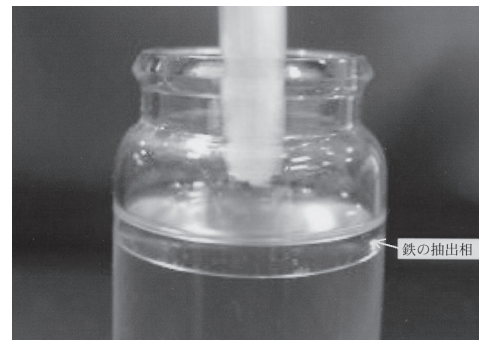


写真1 鉄の超高感度目視定量

## 2. 小型で簡易な分析装置を使う現場分析法の開発

携帯できる小型分析装置があれば現場分析が可能です。写真2は測定成分を着色し、光の吸収量を測定して成分量を求める小型比色計で、光源には小型で低消費電力の発光ダイオード(LED)を使用していて、電池で動作します。クロムやヒ素、亜硝酸態窒素など、環境有害物質の高感度分析法を開発しています。また、これ以外に電気化学分析装置や、色彩色差計なども研究室内で設計、開発しています。

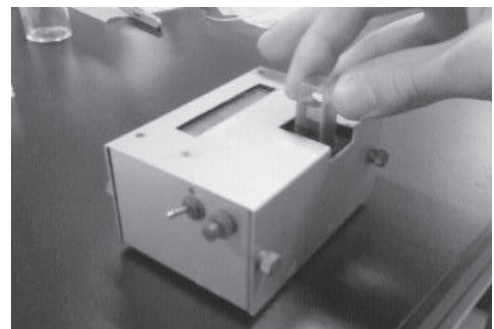


写真2 小型比色計

# 気体中の揮発性有機化合物を濃縮する小型デバイスの開発

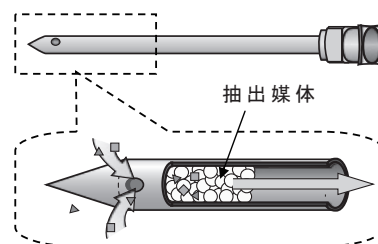
山梨大学 工学部 応用化学科担当

助教 植田 郁生 電子メール: iueta@yamanashi.ac.jp

ホームページ: [http://erdb.yamanashi.ac.jp/rdb/A\\_DispNetInfo.Scholar/0/22FE14BFB582D1F1.html](http://erdb.yamanashi.ac.jp/rdb/A_DispNetInfo.Scholar/0/22FE14BFB582D1F1.html)

シックハウス症候群や化学物質過敏症など、気体中に存在する微量の揮発性有機化合物(VOC)が人体に悪影響を与えることが明らかとなってきたり、それら微量のVOCを正確に測定することは近年、ますます重要となってきました。これらVOCは一般的に、ガスクロマトグラフィー(GC)法により分析されています。しかし、空気中のVOCは通常、きわめて低濃度であるため、分析装置に試料を導入する前に、VOCを濃縮する必要があります。従来のVOC濃縮方法は、濃縮した試料を脱着する際に、煩雑で長時間にわたる操作や、高価な専用器具が必要でした。

当研究室では、これらの問題点を克服するために、図に示すような針型のVOC濃縮デバイスを開発しています。この針型濃縮デバイスは、小型のポンプを用いて針の先端からVOCを含む気体を吸引することにより、針内の抽出媒体でVOCを濃縮することができます。そして、濃縮したVOCを脱着する際には、針をそのままGCの試料注入口に挿入することが可能であるため、きわめて迅速かつ容易に、濃縮した試料を分析装置に導入することが達成されます。当研究室では、様々なタイプの針型濃縮デバイスを作製し、種々の環境試料や呼気試料等の分析に応用する研究を進めています。



当研究室で開発している針型濃縮デバイスの概略図。

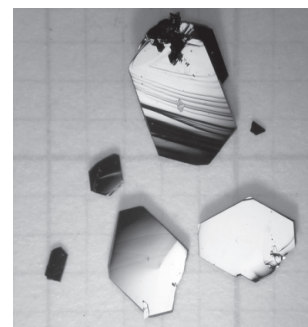
## 伝導電子を持つ分子性結晶

山梨大学 工学部 応用化学科担当

助教 米山 直樹 電子メール: nyoneyama@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~nyoneyama/>

我々のグループでは、高い電気伝導性を有する有機分子性結晶である“電荷移動塩”を研究対象としています。イオン結晶の代表である塩化ナトリウムが陽イオンと陰イオンから成るのと同様、多くの電荷移動塩も二成分組成を持ちますが、全くの絶縁体である塩化ナトリウムと異なり、電荷移動塩はドナー分子(陽イオンに相当)が二次元的な積層構造を構築します。これが伝導電子を持つため、高い電気伝導性を有するのが特徴です。ドナー分子の積層構造における自由度が高く、また強い電子相関が電子状態を支配することから、いわゆる“強相関電子系”の一種として、超伝導状態をはじめとする物性探索の舞台として盛んな研究が行われてきました。電子材料としての観点から見た場合、その特徴の一つは高品質単結晶が比較的容易に得られる点にあると言えます。これまでもアモルファス状態の(乱れの大きな)有機材料は応用研究されてきていますが、より配向性の良い材料としての理想形は単結晶に他なりません。中でも溶液中電解成長させる電荷移動塩は、結晶成長そのものに一種の原料精製過程を含み、不純物や格子欠損の少ない高品質な電子材料を提供する存在です。その一方、分子配列構造の制御や薄膜化といった加工の困難性など、無機材料と異なった課題も少なからず存在しています。本研究室ではそれらの課題に取り組むべく、単結晶育成と物性評価による新奇物性の探索や、結晶成長機構の解明を目指した研究を行っています。



有機超伝導体の単結晶  
 $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu(NCS)}_2$

## 世界初電気、光の両方で記録、読出しできるメモリ；導電性液晶メモリ

山梨大学 工学部 応用化学科担当

教授 原本雄一郎 電子メール：haramoto@ab11.yamanashi.ac.jp

ホームページ：http://yamanashi.ac.jp/

有機化合物半導体を実現するには、電荷を輸送する分子の形状とそれらの分子の秩序化が重要である。原本らは、液晶化合物を用いて、低電圧5Vで急峻に電流が立ち上がり1000万倍の電流値増加を示し、移動度も従来のアモルファス半導体の1万倍以上を持つ液晶半導体の世界で最初に実現した。1)

この液晶半導体材料を真空蒸着して作成した薄膜の上に、パルスレーザーを用いた光記録、またはマトリクス電極による加熱を用いた電気記録により、導電性と光学特性の両方の性質を同時に持つスポットを記録することに成功した。この記録された点は、導電性のある、なしで読み出せる。また光学異方性のある、なしでも読み出せる。

すなわち、導電性液晶メモリは、電気の導電性と液晶の光学異方性の両者の性質を同時に持つ点を、光または電気で書き込めて、これを導電性、または光学特性で読み取ることができる世界最初のメモリである。2)

1) Liquid Crystals, Vol. 32, No. 7, 909-912 (2005)

2) Liquid Crystals, Vol. 55, No. 6, 675-679 (2008)

## 分子を超えた分子（超分子）の開発

山梨大学 工学部 応用化学科担当

准教授 桑原 哲夫 電子メール：kuwabara@yamanashi.ac.jp

ホームページ：http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/~kuwabara/kuwabara.html

大地に蒔かれた一粒の種は、光と水と二酸化炭素により芽を出し葉を伸ばし、一輪の花を咲かせ、やがて実を結び種を残す。無限に繰り返される細胞分裂は、一つの受精卵から何兆もの細胞の集合体を導き、一つの生命体を創生する。生命の営みは、複雑でありながら正確に繰り返される化学反応の上に成り立ち、生から死までの時を様々な反応が流れていく。その反応は、単なる分子同士の衝突による反応とは異なり、分子と分子が出会い相手の分子を識別した後に進行する。酵素反応、抗原-抗体反応、DNAの二重螺旋の複製、細胞膜の物質透過など、生体系の反応は、反応前の分子間相互作用により高度な分子認識・識別を実現し、その結果、驚くほど選択的で効率的な物質・情報・エネルギー変換が実現する。自然の偉大さがここにある。

このような自然界における生命現象を化学的、人工的に分子レベルで実現しようとする時、多種多様な分子を分子間相互作用により三次元空間の最適位置に配置し組織化させた「分子集合体」の創生が不可欠となる。ここに「超分子」が誕生する。超分子は、構成する各成分の協同効果・相乗効果により、まるで命を吹き込まれたかのように新しい機能を発揮する。

研究室では現在、酵素のように特定の物質を捕捉すると色変化する超分子を開発している。環境ホルモンやダイオキシンに反応すれば環境検査薬として、薬物で色変化するれば競技後のドーピング検査試薬として利用出来る。また、物質ではなく光や熱等の刺激により色変化する超分子の開発も行っている。周囲の色に合わせて皮膚表面のメラニン色素細胞を微妙に移動させ色変化するカメレオンを手本にしている。光量を調整できれば調光メガネとなる。

富士山、南アルプス、八ヶ岳に囲まれ、桃や葡萄、サクランボを育む山梨は、大自然のヒントが溢れている、まさに新しい超分子を開発するための最適空間であると言える。



# 機能性高分子の合成研究

山梨大学 工学部 応用化学科担当  
准教授 小幡 誠 電子メール：mobata@yamanashi.ac.jp

高分子(ポリマー)はモノマーと呼ばれる小さな分子が多数結合した巨大分子です。身の回りにはポリエチレンの袋やペットボトルなど多くの高分子材料が使われています。このように高分子材料は金属やセラミックとともに現代社会を支えている重要な物質です。さらに高分子にはこのような構造材料ばかりでなく、外部刺激に応答したり、生体内で働くように分子レベルで精密に構造や機能を設計した機能性高分子があります。私たちの研究室では圧力センサー、温度センサー、生体適合性などの機能性を付与した特殊なモノマーを合成し、そのモノマーを使って複合的な機能性を有する高分子の開発を進めています(図1)。例えば、私たちの体に薬を輸送するためには、生体にダメージを与えることなく細胞内に取り込まれる高分子の開発が必要です。この目的のために最近、私たちの研究室では糖を化学結合でつないだモノマー(図2)を合成し、これを利用した高分子の合成研究を進めています。図2の右側はX線結晶構造解析法という方法で調べた実際の分子の構造です。このように機能性をもつ小さい分子を有機合成技術で組み立て、さらに重合という高分子合成技術で機能性高分子を合成する方法を研究しています。

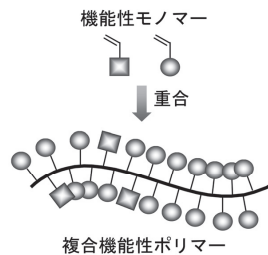


図1 機能性高分子合成

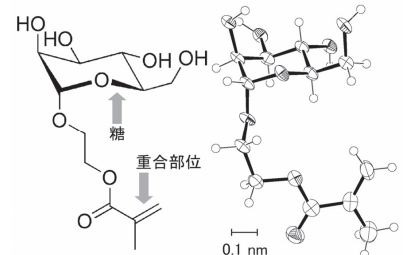


図2 新規糖モノマーの構造式(左)とその実際の構造(右)

## 炭酸ガスレーザー超音速マルチ延伸法によるナノファイバーシート作製に関する研究

山梨大学 工学部 応用化学科担当  
教授 鈴木 章泰 電子メール：a-suzuki@yamanashi.ac.jp

炭酸ガスレーザー超音速マルチ延伸法は、繊維径  $1\mu\text{m}$  ( $0.001\text{mm}$ ) 以下の繊維(ナノファイバー)から成るシートを作製する方法です。この方法では速い空気の流れの中(超音速流)で、繊維に炭酸ガスレーザーを照射して、繊維を融解させ、融けた繊維を超音速流中で引き伸ばす(延伸)ことで、繊維を細くすること(極細化)ができます。極細化の方法には、溶剤を使用するエレクトロスピンク(ES)法がありますが、本方法は①溶剤を使用せずに、②様々な高分子材料(ポリエチレンテレフタレート、ポリ乳酸やフッ素系樹脂など)に適用でき、③原理が比較的簡単であるために量産化も可能であるなどの特徴を有し、他の方法に比べて優れています。

本研究では、炭酸ガスレーザー超音速マルチ延伸法をイソタクトポリプロピレン(iPP)繊維に適用し、ナノファイバーシートを作製しました。iPPは耐薬品性に優れ、高い材料強度を有し、安価であるため、リチウムイオン電池セパレーターやフィルターとして広く利用されています。しかし、iPPは溶剤に溶け難いため、ナノファイバー作製法の主流であるES法を適用できません。図1はiPP繊維がナノファイバー化されている様子を高速カメラで撮影した写真(500倍)です。写真の左側からレーザーが照射されているため、延伸部分は非対称ですが、連続的にナノファイバーを作製できます。図2は得られたナノファイバーシートの走査電子顕微鏡写真です。このシートの平均繊維径は  $350\text{nm}$  ( $0.00035\text{mm}$ ) で、均一な繊維径です。

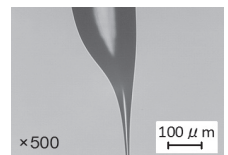


図1 高速カメラで撮影したiPP繊維の延伸部分の写真(x500)

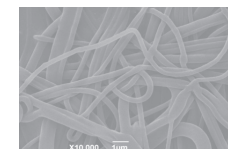


図2 iPPナノファイバーシートの走査電子顕微鏡写真(x10,000)

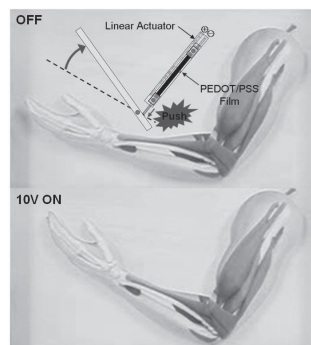
# 有機ロボティクス

山梨大学 工学部 応用化学科担当

准教授 奥崎 秀典 電子メール: okuzaki@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/~okuzaki/okuzaki.html>

すべての生物はさまざまな組織や器官が高次に自己組織化した高分子集合体であり、種々の化学的・物理的  
刺激や環境変化に柔軟に対応することができます。例えば、バクテリアのべん毛は水素イオンの濃度差に応じ  
て回転数を変える、ナノスケール（1ナノメートルは10億分の1メートル）の分子機械といえます。また筋肉  
では、ATP（アデノシン三リン酸）の分解による化学エネルギーによりアクチン・ミオシン筋繊維が形態  
変化し、力学エネルギーを取り出しています。これらに共通する点は、非常に高い効率で化学エネルギーが力  
学エネルギーなどの仕事に変換されることです。実際、筋肉のエネルギー変換効率は60%以上に達するといわれ、通常  
の熱機関（エンジン）の5~35%と比べるとはるかに効率が高いことがわかります。これは化学エネルギーが途中  
で熱のような損失の多いエネルギー形態を経ることなく、直接仕事に変換されるからです。では、生物から「動き」  
のエッセンスを取り出し、自ら感じ、判断して動く賢い材料システムを作ることはいかなるのでしょうか。「死  
して動かぬ」高分子材料を外部刺激で自在に操ることができれば、柔軟でしなやかに動くロボットや人工筋  
肉が実現できます。さらに、刺激を感じるセンサ（感覚）とそれを判断するプロセッサ（頭脳）、そして実際に  
動作するアクチュエータ（筋肉）の機能を分子レベルで融合することにより、『有機ロボット』を人工的に  
つくり出すことも夢ではありません。



## チタニアの熱触媒作用に関する研究と応用

山梨大学 工学部 応用化学科担当

准教授 谷 和江 電子メール: tanik@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABB/No1/tani/tani.html>

光触媒として実用化が進み、太陽電池の材料としても注目されている酸化チタンは、実はとても働き者です。  
チタニアと呼ばれて、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）の充填剤としても働いています。HPLCは、二十世  
紀初め、ロシアの植物学者である M. Tswett が考案したもので、この方法を Chromatography と名付けました。  
ギリシャ語の chroma = color (英) と graphein = write (英) との合成語です。日本では、色相分離分析法として紹  
介されましたが、現在ではクロマトグラフィーという語が使用されています。M. Tswett は、ガラス管に炭酸カ  
ルシウム（充填剤）を詰め、その上端に植物の葉からの抽出液（溶質）を添加した後、石油エーテル（移動相）  
を注ぎ込んで、4種類の色素を分離することができました。本研究室では、上記の充填剤にチタニアを用いて、  
どのように溶質を分離するのか、溶質や移動相をいろいろ変えて、その働きを研究しています。

ところが、最近、そのチタニアに熱触媒としての働きがあることが分かりました。それは、チタニアが何か  
表面に物質を吸着していると加熱によって着色し、更に高温で加熱すると脱色して元の白色に戻ることから推  
測しました。つまり、チタニア表面の着色は吸着物質が重合するため、脱色するのは重合物質が分解される  
ためであり、この着色や脱色をチタニアが促進すると考えました。光触媒として広く知られているチタニアで  
すが、熱触媒についてはあまり研究がなされていません。そこで、チタニアの熱触媒作用を研究し、この作用  
を有効に使うことで、もっと広くチタニアを HPLC 充填剤として普及できないかと考えています。チタニアは  
表面に吸着したものを加熱すると重合します。それによって表面を重合物質で覆うことができるので、これま  
でとは違ったチタニア充填剤を得ることができます。この新たなチタニア充填剤の開発に励んでいます。

# クロマトグラフィーによる有機化合物の分析法の開発

山梨大学 工学部 応用化学科 担当

准教授 小泉 均 電子メール: koizumi@yamanashi.ac.jp

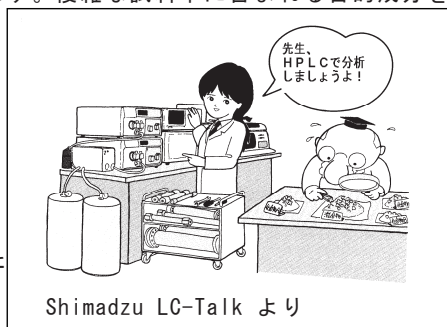
ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABB/No1/koizumi/intro-koi.html>

私たちの身の回りの多くは混合物であり、この混合物の組成を明らかにし、純物質に分けることは化学の重要な基本操作の一つで、「分離」と言われています。分離操作の一つであるクロマトグラフィーは“色”と“記録する”に由来する言葉で、最近の分離操作はクロマトグラフィーを用いる方法が主流です。

クロマトグラフィーには、ガスクロマトグラフィー（GC）、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）、超臨界流体クロマトグラフィー（SFC）やキャピラリー電気泳動（CE）などがあります。分析する試料の特徴（分子量や何に溶解易いか）に合わせてクロマトグラフィーは選択されます。複雑な試料中に含まれる目的成分を分析するために100万分の1の濃度（ppm）以下で存在している微量成分を高感度・選択的に検出する分析法の開発が必要となります。

複雑な試料中の微量のアミン、アミノ酸、カルボニル化合物やカルボン酸等の官能基と誘導体化試薬を反応させると、共存物質から目的の官能基を持つ化合物だけが紫外・可視光に吸収を示す誘導体や蛍光を示す誘導体に変換されます。

誘導体化された試料はクロマトグラフィーで分離され、検出されます。目的成分が妨害を受けずにその量（定量）を正確に知るための分離・検出法の開発が重要で、有機反応を利用して高感度・高選択性を示す新しい微量有機化合物の分析法を開発しています。







# 生命工学科

<http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABF/BT/index.html>



## 微生物を利用した環境調和型技術の開発

山梨大学 工学部 生命工学科担当

教授 宇井 定春 e-mail : ui@yamanashi.ac.jp

准教授 野田 悟子 e-mail : nsatoko@yamanashi.ac.jp

准教授 大槻 隆司 e-mail : tohtsuki@yamanashi.ac.jp

技術専門職員 矢崎 伸一 e-mail : yazakis@yamanashi.ac.jp

URL : <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABF/No4/uiken-top.html>

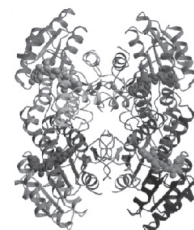
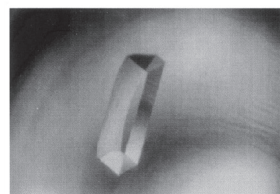
### 微生物に学ぶ

自然環境中のあらゆる所には膨大な種類の微生物がたくさん棲息しており、わずか1グラムの土の中にも、10億の微生物がいると言われています。古くから私たち人間は、微生物の持つ機能を利用して来ました。漬け物や奈良時代から伝わる藍染めにも微生物が関係しており、発酵という機能により漬け物にうま味が出たり、染物がうまくなったりするのです。自然環境中の微生物の中には、まだ知られていないすごい能力を持つ種類がたくさんいると予想されています。そのような微生物の能力を学び、利用することで、地球上に優しい環境調和型社会をつくることのできるのではないかと期待されています。当研究室では分子レベル、細胞レベルの両面から、微生物機能の謎を解き明かし、応用することを目的としてさまざまな研究を行っています。

### 構造情報に基づく酵素の分子設計

多くの物質には、同じ構造式であっても、官能基の付く向きの違いによって光学異性とよばれる構造の違いがあります。光学異性体は性質が異なるために、工業製品や薬品をつくる時にはとても重要になります。例えば、うま味調味料として

有名なグルタミン酸はL体で、光学異性体のD体ではうま味を感じません。光学異性体は構造が同じであるため、化学的に合成仕分ける事は難しいのですが、微生物は効率的に合成を行います。私たちは、2,3-ブタンジオールデヒドロゲナーゼという酵素をモデルに、酵素がどのようにして光学異性体を作り分けるのかを分子レベルで調べ、その情報をもとにして様々な物質の異性体を効率的に造るための基礎研究を行っています。



L-BDHの結晶と酵素四量体構造モデル

### 環境微生物の機能の解明と利用

自然環境中の微生物は、地球規模での物質循環に関わっています。物質循環の主役である微生物の機能を利用、制御することで、環境修復や温暖化を初めとした環境問題に貢献できるのではないかと期待されています。

石油等の化石燃料に対し、植物等に由来する再生可能な資源はバイオマスと呼ばれます。バイオマスをエネルギーや各種有機材料に変換して利用することができれば、環境問題に大きく貢献できます。しかし、穀物等の食糧と競合するバイオマスは、価格の上昇等が問題となっています。しかし、非可食性のバイオマスの利用は難しく、有効利用にはさらなる技術開発が必要とされています。私たちは、エネルギー源の多元化と廃棄物の有効利用を目指して、微生物を利用したバイオマスの利用技術の開発を行っています。

今までの生物工学は、有用な生物を純粋培養することでその能力を利用してきました。しかし、自然環境中では微生物が単独で生育していることは珍しく、ほとんどは多種類の微生物が共存して生育しています。このような微生物コミュニティでは、純粋培養では得られない機能や、高い生物活性を有している可能性があります。コミュニティ内の微生物間の相互作用や代謝を調べ、得られた知識を活用することで、バイオマスを効率よく分解・変換する技術を生み出す研究を行っています。

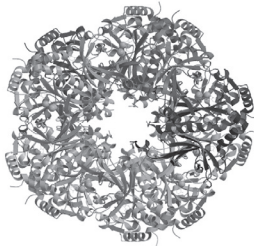
# タンパク質の構造とはたらき -構造生物学-

山梨大学 工学部 生命工学科担当

教授 楠木 正巳 電子メール: mkusunoki@yamanashi.ac.jp

ホームページ: [http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABF/No2/Kusu\\_Lab/](http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABF/No2/Kusu_Lab/)

生物の細胞には、たくさんのタンパク質や核酸などの生体高分子物質があります。このうちタンパク質は、様々な生理機能を担っています。酸素分子を運ぶヘモグロビン、でんぷんを加水分解するアミラーゼ、筋肉の主要な成分であるアクチン、ミオシンなどはよく知られています。タンパク質は温度を上げると、立体構造がくずれ、その機能を失います。つまり、タンパク質はその特異的な立体構造を通して、生理機能を発揮しています。構造生物学という分野は、タンパク質の立体構造を決め、その生理機能を明らかにする研究分野です。X線結晶解析やNMR分光法という方法でタンパク質の原子座標を決定することができます。



トウモロコシのグルタミン合成酵素の立体構造

私たちの研究室では、X線結晶解析の手法を使ってタンパク質の立体構造を決定し、その機能を研究しています。これまで、植物、動物、微生物のいろいろな蛋白質の結晶構造を決定しました。トウモロコシのグルタミン合成酵素、マウス脳タンパク質カルノシナーゼ CN2、海産無脊椎動物の溶血レクチン CEL III などの立体構造を明らかにしました。これらのタンパク質の種類は大変違っていますが、私たちの構造生物学の研究では、目的のタンパク質の遺伝子が太陽菌のプラスミドに組み込まれた材料から出発しており、実験方法はだいたい同じであります。また、結晶解析の実験装置やコンピュータ解析は自動化され高度に整備されているので、生物学専攻の学生でも、容易に研究することができます。

## ES/iPS 細胞の増殖や分化を制御する

山梨大学 工学部 生命工学科担当

教授 黒澤 尋 電子メール: kurohiro@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABF/No5/kurosawa/index.html>

### 【多能性幹細胞の分化制御】

多能性幹細胞とは、胚性幹細胞 (ES 細胞) や今話題の人工多能性幹細胞 (iPS 細胞) のように、無限に増殖する能力とさまざまな細胞に分化 (細胞が専門化) する能力を兼ね備えています。ES 細胞は、受精卵から樹立された多能性幹細胞です。iPS 細胞は、京都大学の山中教授らによって最初に皮膚の細胞から樹立された多能性幹細胞です。これらの細胞の利用に際しては、心筋や神経などへ分化誘導する技術が必要になってきます。胚様体 (図 1) という球状の構造をつくる技術は重要であり、この胚様体の状態の良し悪しで、その後の分化効率が左右されてしまいます。私たちは、胚様体形成法という中核技術をより確かなものにするために、培養器材や培地組成、及びプロトコール (培養手順) について、ハイレベルな研究をしています。

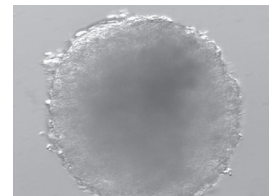


図 1 ES 細胞の胚様体

### 【iPS 細胞の品質評価と標準化】

iPS 細胞は再生医療、創薬、及び疾患研究への利用が期待されており、全世界ではすでに何万株もの iPS 細胞がつくられ、精力的に研究が進められています。ところが、樹立された iPS 細胞の性質は実に多様で、現状では「良い iPS 細胞」についての明確な定義はなく、iPS 細胞の評価法についても研究者の意見は一致していません。私たちは、iPS 細胞評価のグローバルスタンダードを確立するために、最先端の研究に取り組んでいます。

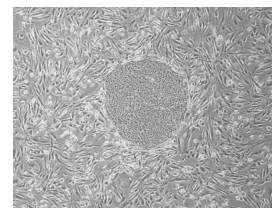


図 2 iPS 細胞のコロニー

# 自然界に習う生体関連物質のテクノロジー研究

山梨大学 工学部 生命工学科工学科担当

准教授 新森 英之 電子メール: shinmori@yamanashi.ac.jp

助教 小久保 晋 電子メール: susumu@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABF/No7/index.html>

近年人間社会と自然界との調和が大きく叫ばれていますが、その中で生体の機能に習った科学はバイオテクノロジーの発展のみならず、ナノテクノロジーやナノバイオテクノロジーへの応用も期待されます。そこで我々は生体機能を利用した新規な機能性材料の開発や生命現象の分子化学的解明を目指しています。また生体物質に対する分子認識機能を付与した様々な化合物を人工的に合成し、その多彩な機能を細胞環境において解明することで、創薬化学やバイオセンサーへの適用さらには生体環境適合材料の開発等に関する研究を行っています。

## 1. 蛍光性オリゴ糖による糖質センサーの開発

糖鎖は生体内においてタンパク質と相互作用することによりさまざまな機能を示すことが知られています。たとえばタンパク質の寿命の制御、細胞同士の接着への関与、抗原決定基の生成といった機能を示すことがすでに知られています(図1)。また、糖鎖とレセプタータンパク質との相互作用はウイルスの感染や癌の転移といったメカニズムとも深く関わっていることが明らかにされています。近年このような細胞間のやり取りに糖鎖とタンパク質の相互作用だけでなく糖鎖同士の相互作用が関与していることが示唆されています。

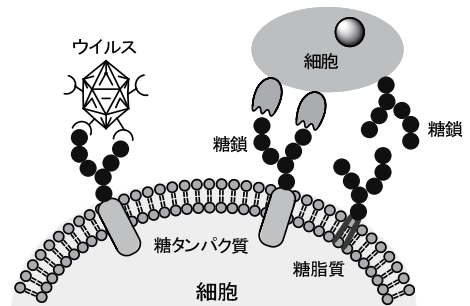


図1 細胞表層に存在する糖鎖

当研究室では、糖鎖-糖鎖間の相互作用について解明するために、蛍光標識したオリゴ糖を化学合成し、糖質との相互作用を色調や蛍光強度の変化等によって調査しています。さらに、工学的観点から蛍光標識オリゴ糖は、特定の糖質センサー、あるいは細胞表層糖鎖の可視化のための指標として発展させることが可能であると期待しています。

## 2. 生体親和性をもった金属ナノ粒子の構築

金属はナノメートルサイズまで小さくすることで特徴的な性質を示します。例えばそれは、色変化であったり、粒子の動きであったりします。近年これらの材料に興味をもたれ、金属ナノ粒子と呼ばれ、最先端技術への利用が期待されています。そこで当研究室では生体親和性をもった金属ナノ粒子を作り出し、その機能性材料としての価値を追求しています。具体的には以下の通りです(図2)。

- ①生体分子により安定化された金属ナノ粒子の作製と利用
- ②脂質親和性金属ナノ粒子の合成と動植物細胞への取り込み
- ③生体適合型金属ナノ粒子の電子授受を利用した各種デバイス

以上の事項を科学的に評価することで人類に役立つ機能性材料の構築を目指しています。

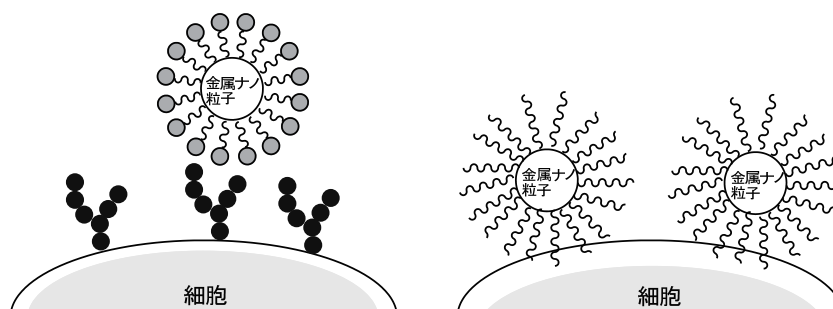


図2 生体親和性を有する金属ナノ粒子

# 豊かな食生活をつくる微生物酵素の研究

山梨大学 工学部 生命工学科担当

准教授 中村 和夫 電子メール：f5kn@yamanashi.ac.jp

ホームページ：http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABF/BT/staff.html

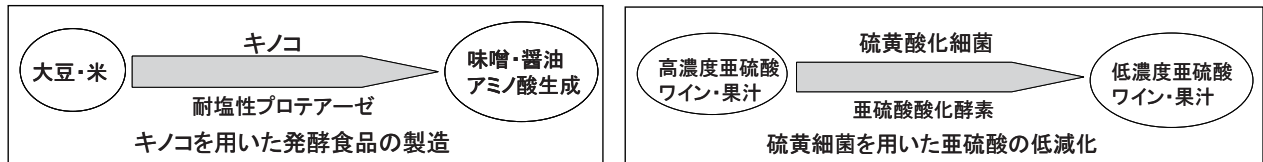
微生物酵素は食品製造に利用され、豊かな食生活を築いています。本研究室では、1) 食塩存在下で蛋白質を分解して発酵食品を作ることができるキノコのプロテアーゼと、2) アレルギー発症の原因となる高濃度亜硫酸を低減化することができる細菌の亜硫酸酸化酵素、について研究を行っています。

## 1. キノコの耐塩性プロテアーゼを用いた発酵食品の製造

キノコの発酵作用を用いて味噌、醤油などを製造するには「耐塩性のプロテアーゼ」を生産する食用キノコが必要です。本研究室では機能性醸造物を作るために、高濃度食塩存在下でも酵素活性を示すキノコを見つけ出し、その酵素の性質を解明しています。

## 2. 硫黄酸化細菌の亜硫酸酸化酵素を用いた亜硫酸の低減化

ワイン中の高濃度亜硫酸を酸化除去できる硫黄酸化細菌に含まれる「亜硫酸酸化酵素」の性質を研究しています。低濃度亜硫酸の食品は亜硫酸にアレルギーをもつ患者でも安心して食べられます。



# 油脂酵母によるバイオディーゼル燃料用油脂の生産に関する研究

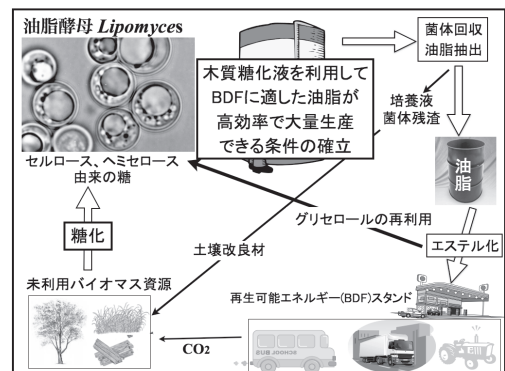
山梨大学 工学部 生命工学科担当

准教授 長沼 孝文 電子メール：tnaganuma@yamanashi.ac.jp

HP: http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABF/No6/naganuma/Naganuma-labo.html

日本のエネルギーの多くの部分を占める化石燃料の使用は、地球温暖化に悪影響を与える CO<sub>2</sub> の排出量を増大させます。そして、その化石燃料もまたそう遠くない将来には枯渇の可能性が高いと云われています。それゆえ、日本が保有する資源の一つである未利用バイオマスを用いて、化石燃料に頼らない自国で生産可能なエネルギーの開発は急務です。

我々の研究室では、軽油に替わるバイオディーゼル燃料用の油脂の生産を目指しています。この研究の第一の課題は、未利用バイオマスから微生物の食糧となる糖質を得ることです。第二は、糖化して得られた木質由来の糖を油脂に変換する代謝機能を有する *Lipomyces* という酵母を用いて、世界に誇る日本の発酵生産技術により油脂を生産することです。一連の研究の中で、第一と第三の課題（微生物からの油脂の回収と燃料化）は、共同研究を行っている他大学や企業が研究を進めています。われわれは、第二の課題である発酵により高効率で多量の油脂が得られる条件の開発、ディーゼル燃料として利用し易い脂肪酸を生産させる条件の設定、野外からの優秀な油脂酵母のスクリーニング等について研究・実験を行い、早い実用化を目指しています。



# 有用微生物資源の探索・育種と有効利用

山梨大学 工学部 生命工学科担当  
教授 早川 正幸 電子メール：hayakawa@ab11.yamanashi.ac.jp  
助教 中川 洋史 電子メール：youji@yamanashi.ac.jp  
助教 山村 英樹 電子メール：hyamamura@yamanashi.ac.jp  
技術専門職員 飯野 茂光 電子メール：iino3@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：<http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABF/No1/hayakawa/index.html>

有用微生物は発酵食品や医薬品、廃棄物処理といった様々な産業で人々の生活に大きく貢献しています。私たちは微生物の中でも抗生物質などの生産例が非常に多い「放線菌」と食品産業には欠かせない「酵母」に着目し、その機能を解明、改良することによって発酵産業に貢献する事を目指しています。

## 1、有用物質を生産する新しい放線菌の分離方法を開発する

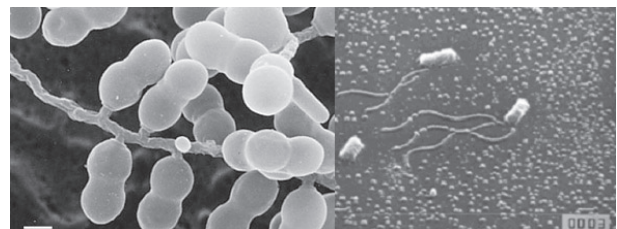
放線菌はバクテリアの仲間でも菌体の形が糸状になるため、このように呼ばれています。この放線菌には抗生物質や有用酵素などを生産する種類が沢山あり、新しい抗生物質や有用酵素の発見が期待されています。

放線菌の多くは土壌から分離されますが、土壌には他の多くのカビや細菌と一緒に生息しています。その中から放線菌を選択的に分離することは大へん困難なことです。さらに分離数が少ない「希少放線菌」を選択的に分離する方法の開発に我々は取り組んでいます。

## 2、新種の発見、そしてゲノムの解明へ

これまでに当研究室で分離された希少放線菌から約 40 種の新種が発見され、微生物分類学分野で権威ある学術誌「IJSEM」

に新種の名前を記載しています。また、*Actinoplanes* 属という運動性をもつ放線菌のゲノム情報を解明するプロジェクトにも携わっています。ゲノムとは生物のもつ遺伝子（遺伝情報）の全体を示す言葉であり、このゲノム情報を利用して遺伝子レベルで抗生物質生産や運動メカニズムの解明を行っています。



## 3、放線菌を用いた植物栽培への応用

放線菌の中には植物と共生し、植物の成長を促進させるような特徴を持っている菌があります。例えば、ある種の放線菌は根に定着し、植物ホルモンや抗生物質を生産することで共生していると考えられています。そこで、私たちは将来の食糧危機に備え、放線菌のこの能力を利用した新規水耕栽培の開発に着手しています。この他に、畑にはセンチュウという非常に厄介な害虫があります。このセンチュウはトマトなどの根に寄生して、生育を著しく阻害します。このセンチュウに対抗するための放線菌を自然界から見つけ、応用する事で健康的な畑作りを目指しています。

## 4、ワイン産膜機構の解明とその応用

貯蔵熟成中のワイン表面に酵母の皮膜が形成されるとワインの品質が劣化します。これは産膜現象と呼ばれ、産膜性酵母によって引き起こされます。私たちは、酵母の産膜現象に細胞表層タンパク質である Flo11p をコードする *FL011* 遺伝子が必須であることを、世界で初めて明らかにしました。

## 5、スーパー酵母プロジェクト

酵母は糖分をエタノールや炭酸ガス、香り成分に効率良く変換できるため、パンやワイン、清酒、ビール等の製造に欠かせない、最も身近な微生物の一つです。また、地球温暖化の防止に有効なバイオマスからのエタノール生産や、医薬品の製造等にも用いられ、非常に重要です。私たちは、変異処理等の方法で酵母の眠っている能力を目覚めさせ、新しい能力を発揮できるようになった様々な「スーパー酵母」を創る研究をしています。

# ヒトに常在する病原性酵母 *Candida* の世界～ゲノムサイエンスの時代～

山梨大学 工学部 生命工学科担当

教授 宮川 洋三 電子メール: ymiya@yamanashi.ac.jp

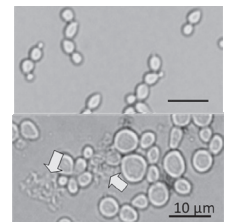
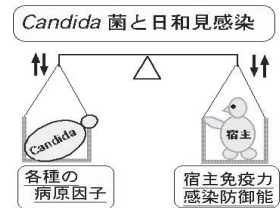
ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABF/No3/index.html>

<日和見感染症> 健康人の体内には非常に多種多様なヒト常在菌が定住しています。その一つ、*Candida* カンジダ菌という酵母様真菌（カビ）が研究対象です。口腔や腸管をすみかとして、がんやエイズ、加齢等でひとたび宿主（ヒト）の免疫力（抵抗力）が低下すると日和見感染症の代表である「カンジダ症」という厄介な真菌症を起こします。

<ヒトと病原菌との壮絶なる戦い> ヒトが「カンジダ症」にかかるのは、この菌が、ヒトの本来持っている防衛軍（免疫力）の戦力低下に乗じてヒトを攻撃する多種の武器（病原因子）を持っているからです。感染症とはまさに、病原菌と宿主（ヒト）双方が自前の武器を総動員した壮絶なる戦いのドラマなのです。

<私たちの戦い> 「*Candida* ゲノムサイエンスの幕開け」を背景に、私たちはカンジダ症対策として新規の薬剤（抗真菌剤）の開発をめざし、その標的となり得る分子（菌の弱点）の探索・同定システムを開発しました。着眼点は、菌の増殖に不可欠な“必須遺伝子群”です。その一つでも抑え込めば菌の息の根を止めることができ、将来の抗真菌剤開発へと道が拓けるからです。

<研究の戦略> 本システムにより、まず個々の必須遺伝子の一部が傷ついた菌（突然変異体；TS-）を多数分離、次に各変異体を正常に復帰させる正常型（TS+）遺伝子（無傷のパーツ）を見つけ出せば、これがすなわち「必須遺伝子」です。私たちの研究室ではこの方法により、抗真菌剤の標的候補が続々と見つかりつあります（写真-上は正常な菌。写真-下は弱点を攻撃されて膨張した菌。⇒印はすでにパンクして死滅した菌）。





# 循環システム工学科

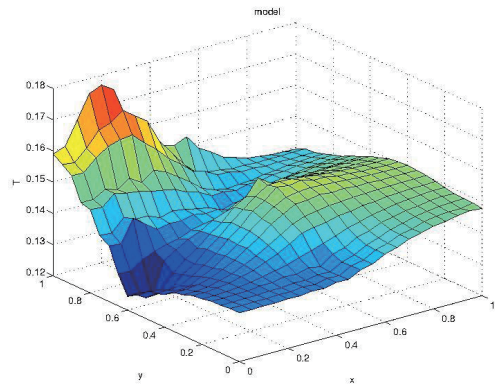
<http://www.js.yamanashi.ac.jp/>



# システム制御と数理解析

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
 准教授 伊藤 一帆 電子メール: ikazuho@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: http://sakura.js.yamanashi.ac.jp/

- 数学とコンピュータシミュレーションを武器に、環境問題や制御問題などに取り組んでいます。
- バイオマスガス化燃焼ボイラーの燃焼解析。燃焼機構のモデル構築から出発し、数学的解析を通して、高性能の秘密を探っています。
- 小水力発電設備の最適配置。笛吹川灌漑用管路など現実の設備に対し、農地への水供給条件を満たしつつ、最大の発電量を得るためには、どのように発電機を配置したらいいか、最適計算しています。
- 環境逆問題。典型的には、環境中の汚染源の位置や規模を、限られた観測データから推定する問題で、現在は、サロベツ湿原の地下透水係数の推定（図は計算例）を対象にしています。
- 公共交通機関の盛衰シミュレータの開発。ミクロ経済学をベースにした数学モデル型、および、エージェント学習系をベースにした人工社会型の両方を模索しています。
- 大変形弾性体の制御。自由変形ロボットアームの動作制御です。
- マルチエージェント学習系を用いたゴミ有料化政策の効果予測。東京都多摩地域を対象に、実データを用いて、ゴミ捨て行動の実体解明を目指しています。



## 統計的学習法の医学への応用に関する研究

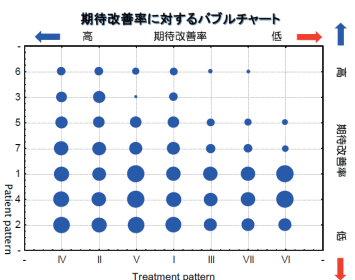
山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
 准教授 下川敏雄 電子メール: shimokawa@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: http://www.js.yamanashi.ac.jp/~simokawa/

治療パターン	手術の有無	術前薬	投与期間	最大投与量	改善率 (標準偏差)
TP1	-	-	1h	50μg	84.1%(6.9)
TP2	-	-	24h	5μg	79.0%(13.6)
TP3	-	Yes	24h	10μg	56.5%(14.7)
TP4	-	No	24h	10μg	88.5%(2.6)
TP5	-	-	24h	10μg	72.9%(7.6)
TP6	-	-	24h	10μg	38.6%(7.0)
TP7	-	-	24h	10μg	50.0%(14.2)

患者プロフィール	性別	年齢	重症度	基礎疾患	合併症	改善率 (標準偏差)
PP1	-	60	軽度、中等度	{1, 1, 3}	-	82.9%(4.4)
PP2	-	60	軽度、中等度	{1, 1, 3}	-	89.1%(4.2)
PP3	-	-	軽度、中等度	{2}	Yes	55.3%(4.7)
PP4	-	-	軽度、中等度	{2}	No	85.1%(6.7)
PP5	-	-	重症	{1, 1, 3}	Yes	61.5%(8.1)
PP6	-	-	重症	{2}	Yes	43.6%(10.1)
PP7	-	-	重症	-	No	73.3%(4.8)

基礎疾患 {1} 心筋梗塞, {2} 他の心疾患, {3} 他の疾患



医学・薬学分野では、様々な治療法あるいは薬剤の研究のために統計学およびそれを専門とする臨床統計家の参加が必須になってきています。本研究室では、これらの医学研究への参加だけでなく、疾患の有無を適切に識別する方法や、最適な治療法を選択するための統計的な方法を開発しています。

例えば、下図および表は、急性循環不全改善薬に対する最適治療法を探索した結果を表しています。この解析では、樹木構造接近法(CART法)という方法を用いて、急性心不全患者のプロフィールと治療パターンのそれぞれを分類しています(下表)。そして、得られた患者プロフィールと治療パターンのすべての組み合わせで治療効果を NILES(非線形反復最小 2 乗法)を用いて予測したのが左図のグラフです。このグラフを見ることにより、個々の患者に対する最適な治療パターンを提供できます。

統計的方法の開発だけでなく、このような解析を行うための環境作りが本研究室の目標です。

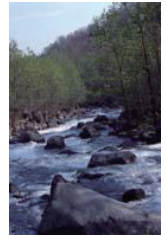
## 流域における生物多様性の維持機構

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
准教授 岩田 智也 電子メール：tiwata@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.js.yamanashi.ac.jp/~iwata

空から地上を見渡すと、森・川・畑・都市などがモザイク状に組み合わさった景観が視野に飛び込みます。山地には森林が、平野部には農耕地や市街地が広がり、それらを貫くように川は景観を走り抜けて海に吸い込まれていきます。このように、川の流れることによって様々な生態システムが結びついた陸上の空間ユニットを流域とよびます。

流域内では、川は有機物や栄養塩の輸送経路の役割を果たしています。流域内に入射した光エネルギーは植物の光合成によって有機物（化学エネルギー）へと変換され、その一部は川の流れることによって海洋へ運ばれていきます。河川空間を流れるこのような物質は、生物による取り込みと排泄を繰り返しながら流下することで、下流域の河川、湖沼、陸上、そして海洋の食物網を駆動する重要な栄養源となっています。このことから、川は流域生態系の動脈ととらえることができます。

しかしながら、人間活動の増大は流域の動脈を大きく改変してきました。大規模な土地開発や河川改修による流路の単調化、ダム・河川構造物の設置は、有機物や栄養塩類の輸送動態を大きく変化させています。当研究室では、このような流域における人為環境改変が陸上-河川-海洋複合システムにおける生物多様性に及ぼす波及効果を、野外調査により明らかにすることを目指しています。



## 環境経済学へのいざない

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
講師 喜多川 進 電子メール：kitagawa@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.js.yamanashi.ac.jp/~kitagawa

環境経済学は、環境問題の原因や解決策を経済学的に、あるいは政治経済学的に考察する学問です。私は、廃棄物問題に強い関心を持っていますが、それは、この問題が技術や経済だけではなく、私たちのライフスタイルのあり方とも深く関わっているため、人間の生き方を問い直す性格を持つからです。これまでは、ドイツの廃棄物政策についての研究を進めてきました。

環境経済学の研究対象は、廃棄物だけではなく地球温暖化、有毒化学物質、大気、水質や生態系保護などと多岐にわたります。さらに、今日、盛んに議論されているエネルギー政策も考察対象です。このように、幅広い環境問題を扱うため、文科系と理科系のセンスが必要とされます。また、誕生後まもない環境経済学は、未開拓領域がたくさんあるだけに、やりがいのある学問です。環境問題への関心を持っているあなたが、門をたたかれることを願っています。

# 数理モデルで都市を解析する

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
助教 宮川 雅至 電子メール: [mmiyagawa@yamanashi.ac.jp](mailto:mmiyagawa@yamanashi.ac.jp)  
ホームページ: <http://www.js.yamanashi.ac.jp/~miyagawa>

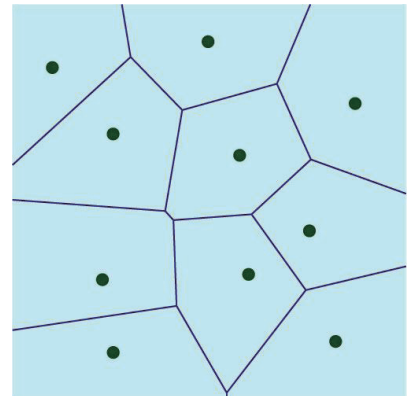
数理モデルを用いて都市・地域の現象を把握し、問題解決につなげるための研究を行っています。モデルとは、現実の大切な部分だけを取り出して単純化したものです。モデルを用いることで、複雑な現象の裏にある隠れた構造・秩序を発見でき、勘や経験に頼らない、客観的な解決方法を導くことができます。

施設の場所はどこが便利？

図書館や公民館などの施設をどこに配置すれば、住民にとって便利になるでしょうか。便利さの尺度として、住民から施設までの移動距離に着目します。最も近い施設までの距離だけでなく、2番目、3番目に近い施設までの距離も考慮して、最適な配置を探求しています。

都市に必要な道路の量は？

都市の道路網をどのように設計すれば、交通を円滑に流すことができるでしょうか。道路には、自動車専用道路、幹線道路、区画道路など機能に応じた階層構造があります。人々の移動時間をできるだけ短くするような、望ましい階層構造を探求しています。



## 人間と地球に優しい政治経済システムへと転換するためには？

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
准教授 キム キソン 電子メール: [kskim@yamanashi.ac.jp](mailto:kskim@yamanashi.ac.jp)  
ホームページ: <http://www.js.yamanashi.ac.jp/~kim>

私は政治学の観点から、人間と地球に優しい政治経済システムへの転換に影響を与える諸要因とそのメカニズムを解明する研究を行っています。特に、環境に関する政策言説と政治過程の比較に力を入れています。

例えば、最近欧州連合の気候変動政策に関する研究を進めてきました。欧州連合は温室効果ガス排出の総量規制と経済的手法を組み合わせた政策パッケージを導入し、どこの国よりも最も積極的な温暖化対策を実施しています。文献研究や現地調査の結果、欧州連合のこのような積極性の背景には、環境への投資は経済的にも利益になるという考え方（エコロジック近代化という政策言説）が存在することが分かりました。このような考え方が定着していたので、欧州連合は積極的な気候変動政策を押し進めることが可能であったと言えます。

一方で、同じ気候変動政策と言っても、国ごとに対応の仕方や政策の強度が異なります。例えば、米国や日本の場合には欧州連合ほど気候変動問題に積極的ではありません。私はこのような違いにこそ、人間と地球に優しい政治経済システムへの転換を促す要因に関するヒントが隠されていると考えています。それを解明すべく、私は前述したような政策言説の比較はもちろん、世論、市民参加、政党政治、利益政治、政府内の政策決定過程など、広い意味での政治過程の特徴を比較する研究も進めています。

このような研究を積み重ねていけば、持続可能な社会への転換を促したり妨げたりしている諸要因を見つけることができるのではないかと考えています。皆さんも挑戦してみたいかと思いますが？

# 藻類って何？人間って何？？

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
教授 御園生 拓 電子メール：mist@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.js.yamanashi.ac.jp/~mist



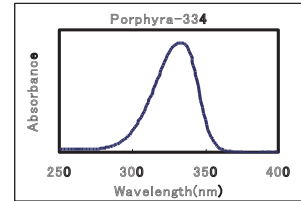
褐藻ワカメ

生き物とは何か、「生きている」とはどういうことなのか、というのは生物学の根源的な問いです。環境との相互作用によって生きている生き物をより深く理解することによって、私たちはこの世界でよりよく生きることができるようになるのではないのでしょうか。

藻類はふだんあまり目にとまることはありませんが、生物界の中ではたいへん重要な生物群です。緑の大地を産んだ陸上の植物も、約4億年前に藻類の中から現れました。現在、藻類は地球上の多様な環境に適応して、それぞれの生態系においてさまざまな役割を担っています。このような藻類を相手に研究をおこなうことで、藻類自体について

の自然科学的な知識だけではなく、藻類を相手にしているわたし自身を通して、生物としてのヒトや、さらにヒトが作る社会に対する進化的な視点への道が開かれると考えています。われわれはどこから来たのか、われわれは何者か、われわれはどこへ行くのか、という「人間の根源的な問い」に生物学の言葉で答えることができるのでしょうか。

**キーワード：**生命系と環境の生化学的相互作用、生命の分子的・進化的理解、ヒトおよびヒト社会の進化的理解、ヒトが生物であることの意味、科学という行為 他



紅藻スサビノリに含まれる porphyrin-334 の紫外吸収スペクトル

# 科学・技術の歴史と環境問題

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
教授 山梨 太郎 電子メール：taro@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.js.yamanashi.ac.jp/~takahato

現代の科学は、DNAを読み解き、脳の構造や機能を明らかにし、生命の謎を解明しつつあります。他方で技術は、ナノつまり1億分の1という単位で、時間や空間をコントロールして、物質を操れるまでになっています。そんな科学と技術を手にした現代、私たちはどんな社会を構築することができるのでしょうか。科学や技術を人類はどうコントロールし、社会の中にどう位置づけるのでしょうか。

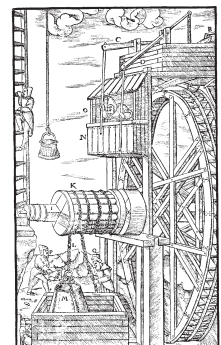
ルネサンスの巨人といわれるレオナルド・ダ・ヴィンチは、400年後に人類が手にすることになる機械を、スケッチという形で書き残しました。レオナルドは、戦乱に明け暮れるパトロンたちに翻弄され、自らの夢や構想を実現できずにこの世を去りました。

ガリレオは、神が支配する閉ざされた世界から、市民が経験に学び、自ら成長できる市民世界への移行を夢見て、望遠鏡を天空へと向け、近代科学の道を拓きました。

産業革命の時代、科学者ファラデーは、工場廃水や生活廃水で汚れたテムズ川を調査し、汚染がコレラやチフスの流行の原因の一つであることを明らかにし、対策に乗り出しました。

日本への原爆投下を知ったアインシュタインは、原爆の使用禁止と廃絶を訴えたアピールを発表し、平和のためにこそ科学が役立つように、科学者の社会的責任を問い続けました。

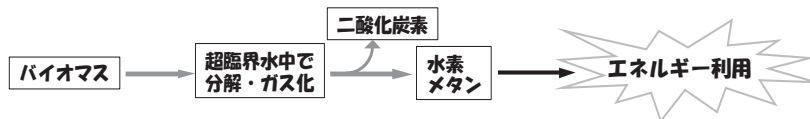
環境問題の解決が求められる現代、どんな未来社会を構想し、社会の中で市民はどう行動するのか。歴史を辿りながら考えてみませんか。



# バイオマスのエネルギー変換

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
教授 小宮山 政晴 電子メール: masaharu@yamanashi.ac.jp  
助教 依田 英介 電子メール: eisuke@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.js.yamanashi.ac.jp/~komilab/>

バイオマスの中には、家畜排泄物、下水汚泥、食品廃棄物など、現在はあまり利用されていないものがまだ多くある。これらのバイオマスは、熱分解してエネルギーを得ようと思うと、多量の水分を含んでいるので、水分を蒸発させるのに大量のエネルギーを消費してしまう。しかし、バイオマスを高温高压の水の中におくと、バイオマスは分解して最終的には常温常圧では気体の水素やメタン、二酸化炭素などへ分解される。得られた水素やメタンは、エネルギー源として利用することができる。ここでの高温高压の水とは、374℃以上、220気圧以上のことで、この時、水は超臨界水という私たちが普段目にする水とは性質が異なる状態になっている。超臨界水中でのバイオマスの分解は、廃棄物の処理とそれをエネルギーに変換するという一石二鳥の技術である。この技術はまた、森林や藻類といった、世界中に大量に存在するバイオマスをエネルギーに変換する技術としても期待されている。



## 微粒子のキラキラが気候を変える？！

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
准教授 小林 拓 電子メール: kobachu@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.js.yamanashi.ac.jp/~koba>

みなさんが暗い部屋にいるとき、例えば映画館などで、光の筋が浮かび上がる様子をみたことがあると思います。実は部屋に浮遊している小さな粒子（微粒子）が、光をあちらこちらに飛び散らすことにより、光の筋がみえているのです。このような光を飛び散らす現象を散乱といいます。大気中や海洋中には様々な微粒子が浮遊しています。これらの微粒子が太陽から届いた光をキラキラと散乱させることにより、気候に影響を与えるとわれています。また、キラキラと散乱された光を地上や宇宙空間で測定し解析することで、大気中や海洋中に存在する様々な物質に関する情報を引き出すことができます。そこで本研究室では、様々な微粒子がどのように光を散乱するのか、その性質を明らかにすることにより、宇宙を飛んでいる人工衛星のデータから海の汚れを解析したり、大気中に浮遊している微粒子がどの程度気候に影響を与えるか調べています。そのためにあちらこちらへ飛び回って、微粒子のキラキラを観測しています。



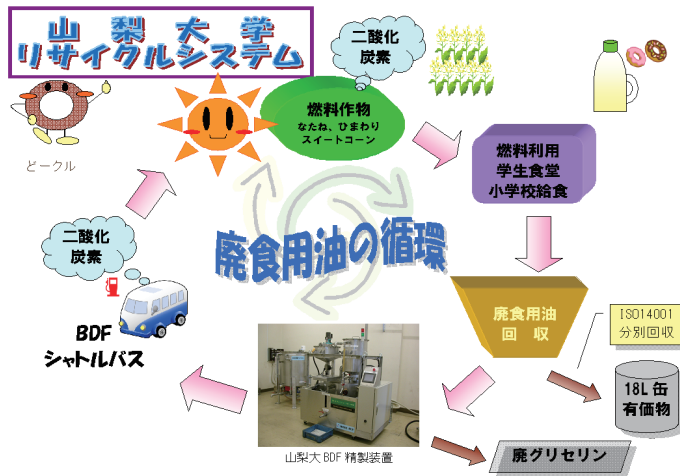
図1 富士山測候所(かつて使われていたレドームは富士吉田にあります)



図2 測候所内部の観測機器

# 廃食用油からバイオディーゼル燃料(BDF)を作ろう

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
 教授 竹内 智 電子メール: take@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: <http://www.js.yamanashi.ac.jp/~take>



地球の温暖化は、人為活動の大量生産・消費・廃棄によって放出された温室効果ガスが原因であると考えられています。バイオマス（生物資源）は、その温暖化を防止する役割があります。その理由は、再生可能とカーボン・ニュートラル（大気中の二酸化炭素を増減させない）という性質をバイオマスが持っているからです。

家庭や給食、食堂などで使用された廃食用油をリサイクルすると軽油代替のBDFができます。身近な環境問題と環境実践から、自分の生き方を考えてみませんか。

**地球の未来は、私の未来！**

## 社会とエネルギー

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
 准教授 島崎 洋一 電子メール: simazaki@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: <http://www.js.yamanashi.ac.jp/%7Esimazaki>

21世紀の社会とエネルギーシステムの望ましいあり方について、教育研究を行っています。図1は小学生が描いた未来社会の絵です。自然志向(例:となりのトトロ)と技術志向(例:ドラえもん)の社会が描かれています。現代社会は石油、石炭、天然ガスなどのエネルギー消費により成り立っています。今後、社会のあり方と同時にエネルギーの使い方を考えていくことが重要です。そこで、新エネや省エネの技術導入をした場合のシミュレーション(模擬実験)を行い、望ましい使い方を地域社会に提案しています。図2は次世代を担う子ども達を対象にした出前講義の様子です。地域特性を踏まえたエネルギー環境教育の推進にも努めています。



図1 自然志向社会と技術志向社会

図2 エネルギー環境教育の出前講義

# 水質を調べることから健全な水環境を考える

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
教授 風間 ふたば 電子メール: [kfutaba@yamanashi.ac.jp](mailto:kfutaba@yamanashi.ac.jp)  
ホームページ: <http://www.js.yamanashi.ac.jp/~kazama>

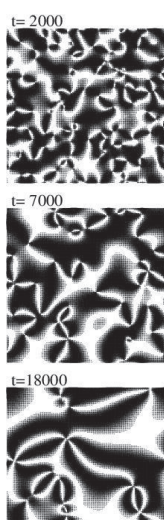
科学技術の進歩によって私たちの暮らしは便利になりました。しかし便利さの裏側には思いもかけない落とし穴が潜んでいました。例えば、様々な化学物質が使われていますが、そのなかに生き物によくない影響を持つものがあることがわかってきました。また、海外からたくさんの飼料や食料品が輸入されて私たちの食卓は豊かになりましたが、一方で大量の廃棄物(食品残渣や家畜の排泄物)を生んでいます。これは肥料などとして使われますが、すべてが効率よく植物に吸収されるとは限らないため、じわじわと環境中に漏れ出し、川や湖の環境に変化を起こしています。この他にも生活から出るたくさんのゴミや廃棄物はどうなるのでしょうか。これらの中の成分が長い時間をかけて土を汚し、最終的に水に入り、私たちに影響を与えることはないのでしょうか。私たちは皆、安全で快適な暮らしを望んでいます。しかし物質の循環経路は非常に複雑で、何がいつ、どのように私たちの暮らしに跳ね返ってくるか判りにくくなっています。



私の研究室では様々な水を調べていますが、結果は自然からのメッセージのように思われてなりません。そのメッセージにじっと耳を傾けることで、自然界での水の密やかな循環経路を見つけたり、水中に存在している様々な物質の動き方を知ることが出来ます。それをもとに、よりエネルギー消費の少ない方法で持続的に安全に水を使うためにはどうすればいいか、それを考えています。

## 秩序と無秩序の数理と応用情報学

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
教授 豊木 博泰 電子メール: [toyoki@yamanashi.ac.jp](mailto:toyoki@yamanashi.ac.jp)  
ホームページ: [http://cosmos.js.yamanashi.ac.jp/toyoki\\_lab/](http://cosmos.js.yamanashi.ac.jp/toyoki_lab/)



水中にインクをたらすと、インクは容器全体に広がっていきますが、その逆の変化は起こりません。形あるものは、いずれ壊れればばらになります。では、秩序ある構造が自然現象として形成されるメカニズムとはどのようなもののでしょうか。個々の物質や秩序のあり方によらない普遍的な法則はあるのでしょうか。生命を頂点とする「もの」の秩序形成に共通する性質を見出そうとする研究が非平衡統計物理学と呼ばれる分野です。そうした分野の一部として、液晶という棒状分子集団の秩序形成について研究しています。左図はそのシミュレーション例です。最近、交通渋滞や侵食の構造、生物コロニーといった物理系以外の数理モデルも扱っています。

もう一つ、最近、社会に役立つ Web アプリケーションの開発を行っています。本研究室で開発したプログラムはやまなしバスコンシェルジュ(右図)に活かされています。





## 都市・地域・エコ・景観研究

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
教授 北村 真一 電子メール: skita@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.js.yamanashi.ac.jp/~skita/>

(1) 都市は技術と文明の象徴です(日畑康雄「都市計画の世界史」講談社現代新書)。近年では、人口減少や中心市街地の衰退を憂え、まちづくり3法が制定され、コンパクトシティの提案もありますが、必ずしも有効な政策とはなっていません。超長期的な都市像を探る必要があり、都市のデータから法則を見だし、理念と現実と計画を考えています。

(2) 地球環境問題を超えて、資源の循環利用やエネルギー開発、食品の自給率低下と海外輸入、生物多様性・生態系の保全などが課題となっています。人々の幸福感と資源制約下での都市のあり方、合理的な土地利用と交通手段や野生生物との共存などを研究しています(細田衛士「環境と経済の文明史」NTT出版)。

(3) 日本では、自然は美しいですが、電線類と電柱、広告看板、コンクリートなど人工物は問題です(田村明「まちづくりと景観」岩波新書)。施設の景観をデザインする方法、地域の景観を管理する方法に加え、心理学、脳科学、生理学の視点から人間が美や癒しを感じる要因の基礎的研究も進めています(坂井克之「心の脳科学」中公新書)。



甲州市市民協働, 甲府駅前景観, 田草川生物調査, 太田川護岸設計, 沼津狩野川護岸, 成都市濱江路, 石和橋設計

## 財政学とは？

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
准教授 門野圭司 電子メール: kadono@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.js.yamanashi.ac.jp/~kadono>

財政学とは：財政現象（≒税の使われ方と集められ方）を観察し、その背景要因を解明する作業を通じて、われわれが生きる社会に対する理解を深めるとともに、税の使い方と集め方をより良いものに変えていくための方策を探究する（ことでより良い社会づくりに貢献する）。

(1) 財政の観察・解明を通じて、われわれが生きる社会に対する理解を深める

- ①税を集めたり使ったりするためのしくみ（財政制度）を調べる
- ②現実の税の集められ方や使われ方に作用した政治的・経済的・社会的要因を探る
- ③財政現象の比較を通じてわれわれが住む国や地域の特徴を浮かび上がらせる
- ④①～③の歴史的な変遷過程を辿る

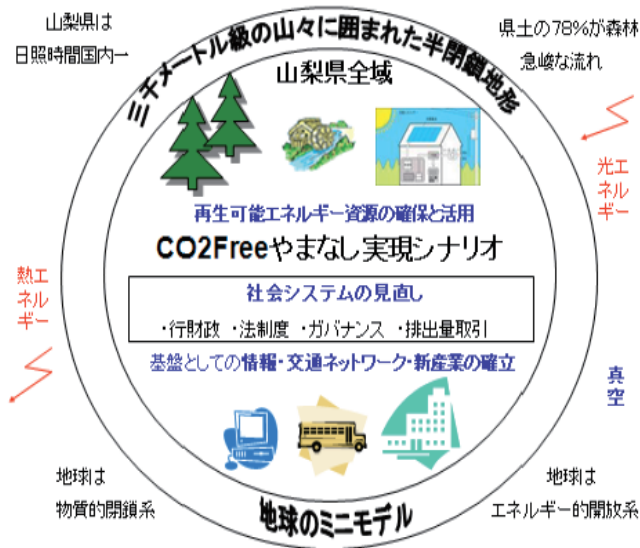
(2) 財政のより良いあり方を探究し、改革方策を検討する

- ①より良い社会とはどういう社会なのか
- ②より良い社会づくりに財政がどのように貢献できるのか
- ③財政が社会のなかでどの程度の比重を占めるのが望ましいのか などなど

※(1)と(2)の両方を行ったり来たりしつつ、民主主義の質を高めていくことが財政学の使命

# CO2Free やまなし実現シナリオ

山梨大学 工学部 循環システム工学科担当  
 教授 鈴木嘉彦 電子メール: syosihiko@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: <http://sakura.js.yamanashi.ac.jp/~yosihiko/>



地球は回りが真空で物が入り出せず、光エネルギーが入り、熱エネルギーを捨てることのできる特殊な生命系です。山梨県の地理的な性質は地球を小さくしたような特性です。その山梨県で30年後に化石資源に全く頼らない持続可能な社会(CO2Free)を実現するための具体的なシナリオを作成しています。これに成功することによって、世界の先進事例を山梨の地で実現しようと考えています。



## 工学部附属施設



### ■ものづくり教育実践センター

<http://www2.ms.yamanashi.ac.jp/monodukuri/>

# フッ素樹脂の微細加工に関する研究

山梨大学 工学部 附属ものづくり教育実践センター担当  
准教授 平 晋一郎 電子メール：hira@yamanashi.ac.jp

フライパンのコーティング材としてフッ素樹脂がよく使われるのは、この材料がプラスチックの一種でありながら高い温度で使用できることと、ものを引っ付けない性質をもっているからです。この他にも化学薬品に対して反応しないことや、燃えにくいこと、変質しないこと、人体に無害であることなどの特長があります。そこで、この優れた性質を併せもつ材料を使って、小型化学分析装置の一構成要素である“マイクロ流体チップ”を作ろうと考えていま

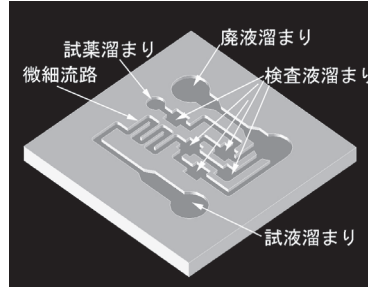


図1 マイクロ流体チップの構造

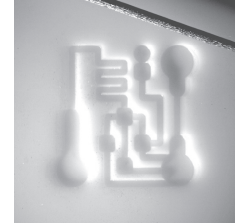


写真1 サンプル成形品  
※右上に見える黒い棒状のものはシャープペンシルの替え芯（直径0.5mm）

す。チップは1辺が数cm程度の基板上に図1のように微細流路などを作り、その上にふたをして試液などが漏れないようにしたものです。微細流路で化学操作を行わせると、試薬や試料の使用を極微量に抑えることができるだけでなく、混合や化学反応、検出、分離などを迅速に行わせることもできます。

この研究では、機械加工（切削や成形加工など）によってフッ素樹脂基板上に微細構造を高精度に加工することを目的として、いくつかの加工実験を実施しています。写真1は、材料を加熱プレスして金型に作られた微細構造を材料に転写成形する“ホットエンボス”という加工方法によって作られたマイクロ流体チップのサンプルです。



## 医学工学総合研究部附属施設



### ■ワイン科学研究センター

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

## 健康な植物を作る研究

山梨大学 大学院 医学工学総合研究部附属 ワイン科学研究センター  
准教授 鈴木 俊二 電子メール：suzukis@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.wine.yamanashi.ac.jp/fruitgenetic/index.htm

みなさんは、風邪を引いたときに薬を飲むでしょうか？「栄養のある食事をとってゆっくり寝れば風邪ぐらい治るさ」という人も多いのではないのでしょうか。そうです、人は外部から侵入してくる病原菌に打ち勝つ生体防御機構「免疫」を持っています。薬はこの免疫システムを補助するものです。もちろん、重い病気の時には、薬は不可欠なものです。

話を植物に移します。植物は、大地に根を張り、生育しています。動物とは異なり、進化の過程で「動かない」という戦略を選びました。その結果、植物は動物に比べると一見静かですが、その体の中では活発な生命活動が営まれています。人と同じように、植物は常に病原菌の攻撃を受け、それを排除すべく戦っています。



初夏の甲府盆地は美しい新緑であふれています。ブドウ畑でも、新芽がどんどん成長しています。ブドウの木も、もちろん病原菌と戦っています。戦う相手は、ウイルス、細菌、カビ、など多様な病原菌達です。ところが、栽培されているブドウ品種は、品質の高い果実を実らせますが、病気と闘う力は大変弱く、頻繁に薬（この場合は農薬）を与えてやらないとすぐに病気になってしまいます。そこで、私の研究室では、遺伝子工学的手法を用いて、ブドウの生体防御機構を活性化させる研究をしています。これには遺伝子組換え技術も含まれます。一方、薬を多量に飲めば毒になるように、農薬も人体や環境にあまり良くありません。そこで、農薬を減らすべく、自然界に生息する微生物を利用して、ブドウの病気を防ぐ試みも行っています。「健康な植物」。これが私達のキーワードです。

## ワインが持つ味やおいしさ

山梨大学 工学部 ワイン科学研究センター 機能成分学研究部門担当  
教授 奥田 徹 電子メール：okuda@yamanashi.ac.jp  
准教授 久本 雅嗣 電子メール：hisamoto@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.wine.yamanashi.ac.jp/index.html

本研究部門では「ワインが持つ味やおいしさ」に着目し、その成分について生化学・有機化学的アプローチにより研究を行っています。

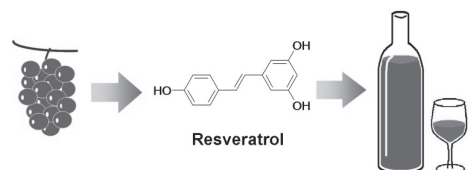
－高分子化合物の機能性－

ワイン中には比較的多量の高分子化合物が存在します。これらの高分子は、通常、明確な呈味を持ちませんが、ポリフェノールが持つ「苦味」や「収斂み」を軽減し、ワインに粘性・コク・厚みを与えることが分かってきました。これらの高分子化合物の持つ特性についてさらに研究を進めています。

－ブドウ中の老化抑制物質の探索－

赤ワインに含まれるいくつかのポリフェノールには、HDL コレステロール増加、ガン細胞増殖抑制／アポトーシス誘導、抗炎症、アミロイド線維形成の抑制など老化関連疾患や生活習慣病の予防に寄与する可能性のある様々な生理活性を持つことが明らかになっています。ブドウ中のポリフェノールは数百～数千種類ありますが、未だに知られていない化合物も多く、実際どのような化合物がどのように各種の生活習慣病予防に働いているかは詳しく分かっていません。そこで本学医学部との医工融合によるプロジェクトでブドウに含まれる老化抑制物質の探索し、その効果を検証しています。

他の研究課題についても公的機関並びに民間企業などと共同で幅広い視点からユニークな研究を進めています。





# 海洋酵母ワインと大豆で作った飲むヨーグルト

山梨大学 大学院 医学工学総合研究部附属 ワイン科学研究センター 発酵微生物工学研究部門  
教授 柳田 藤寿 電子メール：yanagida@yamanashi.ac.jp  
准教授 岸本 宗和 電子メール：mkishimoto@yamanashi.ac.jp  
ホームページ：http://www.wine.yamanashi.ac.jp/staff/yanagida/yanagaida\_01.html

ワイン発酵工程の主役である酵母は、ブドウをワインという芸術品に高める重要な働きを担っています。一方、乳酸菌は、ヨーグルトなどの乳製品、アルコール飲料、調味料などの多くの発酵食品との関わりが深く、これらの味わいを高める重要な役割を果たしています。

当研究部門では、有用な酵母や乳酸菌の検索とその応用に関する研究をもとに、ワインをはじめとする様々な飲料や食品の新たな価値創造を目指しています。

## 1. 大豆で作った飲むヨーグルトに関する研究

大豆飲料メーカーと共同研究を行い、豆臭の少ない大豆を原料にして山梨ワイン酵母を加えて発酵することにより、大きな課題であった大豆臭を低減した「大豆で作った飲むヨーグルト」の開発に成功しました。さらに、山梨特産の桃果汁を使用した「大豆で作った飲むヨーグルト<桃果汁入り>」も開発しました。

この開発のように、ワイン酵母を他の飲料に応用することによって新たな価値を生み出せる可能性があり、ワイン酵母の様々な利用方法について研究しています。



大豆で作った飲むヨーグルト

## 2. 海洋酵母ワインの開発と有用ワイン酵母の検索

海から分離した酵母により、世界初の海洋酵母ワインの開発に成功しました。従来のワイン酵母を使ったワインに比べて酸味が豊かで、バラの花のような香気成分が多く含まれる新たな味わいのワインです。

この例のように、ワイン醸造環境以外に生息する酵母は、従来のワイン酵母にはない有用な特徴を備えている可能性があります。そこで、自然界、とりわけ、花や湖から酵母を分離し、その分類学的、生化学的あるいは醸造学的な特徴を明らかにして、ブドウ品種や醸造方法ごとに最も適した酵母を選抜する研究を行っています。



海洋酵母ワイン

## 3. マロラクティック発酵乳酸菌の検索

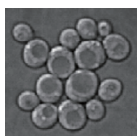
ある種の乳酸菌は、ワイン醸造工程においてリンゴ酸を乳酸に変換する重要な働きを行っています。これはマロラクティック発酵と呼ばれ、ワインの味わいをまろやかにするとともに、ワインに微生物安定性や香りの複雑さを与えます。しかし、マロラクティック発酵は、ワインのpH、温度、アルコール濃度などの様々な要因に影響されるために安定的に行うことが非常に困難です。そこで、低pH、低温、高アルコール濃度などの発酵条件ごとに適した乳酸菌を検索し、そのワイン醸造上の性質を調べて安定的にマロラクティック発酵を行えるように研究しています。

## 4. 有用乳酸菌の検索

乳酸菌の種類は非常に多く、自然界のあらゆるところに分布しています。そこで、湖、土壌、花、あるいは漬物をはじめとする食品など様々なところから乳酸菌を分離し、その分類学および生化学的な特徴を調べています。そして、分離した乳酸菌の中から、有用物質を生産する菌を見つけ出して、食品に利用する研究を行っています。

## 酵母の遺伝情報を探る

山梨大学 大学院 医学工学総合研究部附属 ワイン科学研究センター  
助教 三木 健夫 電子メール: takemiki@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.wine.yamanashi.ac.jp/microbiol/microbiol2.html>

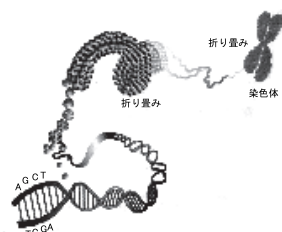


位相差型顕微鏡  
で見た酵母

**酵母の形**: 代表的な酵母の大きさは約  $5\mu\text{m}$ 、顕微鏡で見ると写真(左図)のような形をしています。しかし、自然環境にはもっといろんな形をした酵母があります。形だけを観察しても、数十種類の酵母が見出されています。

**酵母と人類の関係**: ワインはブドウ果汁を発酵させて造られます。また、発酵は酵母によって行われます。人類がワインを造り始めたのが約 5000 年前という科学的事実から考えると、酵母と人類はとても長い付き合いをしています。パン、ビール、日本酒だって酵母無しではうまく作る事ができません。

しかし、どんな酵母も美味しい食製品を造ってくれる訳ではありません。様々な実験を繰り返して、酵母の持つキャラクター(性質)を調べる事によって、製品造りに適した酵母を選択していきます。



**酵母の性質と遺伝情報**: 酵母の性質はどこから生まれてくるのでしょうか? それは酵母の持つ遺伝情報と大きく関係しています。酵母の染色体には自分と同じ酵母を造るために必要な遺伝情報がぎっしり詰まっています。特別な性質を持つ酵母には、きっと「美味しい食品」を造るために必要な遺伝情報が存在しているはずです。

**私達の研究**: 酵母の持つ様々な遺伝子を調べ、効率的利用に関連する遺伝情報を探し出し、理解し再構築する事、それが私達の研究目標です。興味を持たれた方は上記のホームページをご覧ください。



## 医学工学総合研究部附属施設



### ■ クリスタル科学研究センター

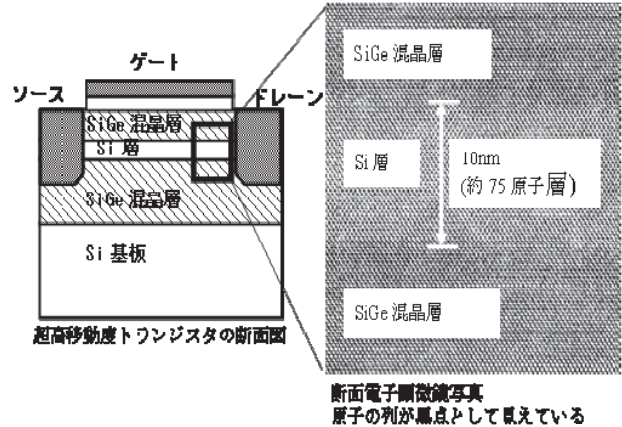
<http://www.inorg.yamanashi.ac.jp/ccst/home-j.html>

## 4 族半導体超構造形成と物性・素子応用に関する研究

山梨大学 大学院 附属クリスタル科学研究センター 工学部 電気電子システム工学科担当  
教授 中川 清和 電子メール: kaz-naka@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.inorg.yamanashi.ac.jp/ccst/laboratories/nakagawa-lab/main.htm>

産業の米と言われて久しい Si 超集積回路ではトランジスタの微細化に伴う種々の問題が表面化してきています。これらの問題を打破し、21 世紀のエレクトロニクスを開拓するために、従来の Si トランジスタに取って代わる 4 族半導体超構造（異種の 4 族半導体を原子オーダーで制御して積層した構造）を用いたトランジスタの開発が急務となっています。そのため、超構造形成のための結晶成長技術開発、および形成した超構造の物理的性質・素子応用に関する研究を行っています。右の図は、作製した超構造トランジスタの模式図および断面の電子顕微鏡写真で、極めて高い電子移動度が得られたものです。電子は上部の SiGe 混晶層と Si 層との界面に蓄積されており、3 次元的な分布を持たず 2 次元的に広がっているもので、散乱を受けにくいことが分かってきております。現在は、表面・界面荒れ・歪の制御により一層の高性能化を図っています。

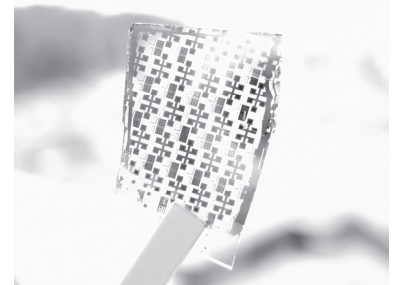


## 石英ガラス基板上への 4 族半導体デバイスの作製と素子応用

山梨大学 大学院 附属クリスタル科学研究センター 工学部 電気電子システム工学科担当  
准教授 有元 圭介 電子メール: arimoto@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.inorg.yamanashi.ac.jp/ccst/laboratories/nakagawa-lab/main.htm>

パーソナルコンピュータや携帯電話など、みなさんの周りの電子機器の大部分には、Si（シリコン）を材料とする LSI（大規模集積回路）が使われています。Si-LSI の機能は多様であり、コンピュータの CPU のように演算を行うものもあれば、メモリーのようにデジタル値の記憶を担うもの、また熱や光を検出するセンサーとしても用いられています。これらは全て Si という物質が持っている物理的・化学的性質を利用したものであり、類似の材料・製造技術で多種多様な機能を実現できることが Si の強みです。その一方で、進歩を続ける産業界の要求に答え続けるためには 1 つの技術に依存したままでは対応できなくなってきています。例えば、Si-LSI の集積度はどんどん上がっていますが、既存の技術を用いる限り集積化はされても最後はセラミック・パッケージに収めてプリント基板へのハンダ付けが必要になることは従来通りです。もし、高い機能性をもったデバイスをセラミック・パッケージに収めるのではなくガラス基板などの上に直接作り込むことができたらどうでしょうか？実はそのような技術が確立すると、いくつかの分野で製品の飛躍的な進化が可能となります。一例として、ノート・パソコンや液晶テレビなどのディスプレイ制御素子としての応用があります。液晶ディスプレイのガラス基板上には TFT（薄膜トランジスタ）という素子が並んでいて、それらが明るさ等の制御に用いられているのですが、これらは性能が低く、高速演算処理は従来の LSI に頼っています。このため、現状ではディスプレイを制御するための装置の省スペース・低コスト化には限界があります。当研究室ではこれらの問題を解決するべく、ガラス基板上に高性能なデバイスを形成するための基礎技術に関する研究を行っています。



写真：ガラスの上に形成された半導体素子

# 酸化物を主体とする物質探索とその大型単結晶育成に関する研究

山梨大学 大学院 附属クリスタル科学研究センター 工学部 応用化学科担当  
准教授 細谷 正一 電子メール: shosoya@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.inorg.yamanashi.ac.jp/ccst/laboratories/hosoya-lab/home-j.html>

異種金属イオンを酸化物の母結晶にドーピングすると量子的な結合係数が変わり、さまざまな新機能やより優れた機能を発現することがあります。これらの機能を持つ物質の探索的研究とその物性評価、バルク単結晶育成技術を用いた大型単結晶の育成に関する研究を行っています。現在は新光学材料に関して研究を行っています。以下は最近私達の研究室で見いだされた機能性材料の例です。

・  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  を母結晶としてVをドーピングするとCrをいれたものの約半分の波長で蛍光を発光することがわかりました。従来より短波長で発振する固体レーザー材料としての利用が考えられます (図1)。



図1 V添加  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  単結晶

・ 中性子検出器に用いるイベント分解能に優れた超高速シンチレータ材料が見いだされました。蛍光寿命が約 30nS という非常に速い応答性をもっています (図2)。さらに高輝度を与える賦活剤の研究が進められています。



図2  $\text{Ce}^{3+}$ で賦活したほう酸リチウム

# 新機能性酸化物の結晶合成

山梨大学 大学院 附属クリスタル科学研究センター 工学部 応用化学科担当

教授 田中 功 電子メール: itanaka@yamanashi.ac.jp

准教授 綿打 敏司 電子メール: watauchi@yamanashi.ac.jp

助教 長尾 雅則 電子メール: mnagao@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.inorg.yamanashi.ac.jp/ccst/laboratories/tanaka-lab/home-j.html>

”結晶”と聞くとキラキラ光る宝石を思い浮かべる人も多いのではないのでしょうか。また、氷や雪のような透きとおったものをイメージする人もいるかもしれません。結晶とは、特定の物質を示す言葉ではなく、物質を構成する原子が規則正しく配列した状態を言います。したがって、ほとんどの物質に結晶は存在します。白く見える粉末も実は小さな結晶の集まりです。これを一つの大きな結晶にしたとき、透きとおった“結晶”になります。様々な物質の結晶はみなさんの身近なところで使われています。レーザー光を発生させる結晶、光を電気に変換する結晶はその代表例です。パソコンの頭脳というべき、CPU（マイクロプロセッサ）等にはシリコンの結晶が使われています。図1に示したように、結晶は、現代の生活を支える重要な役割を担っています。結晶合成はその意味で重要な技術の一つと言えます。そのため、これまで結晶化が難しかった物質の結晶

結晶育成技術は、現在及び将来の産業を支える重要な技術の一つ

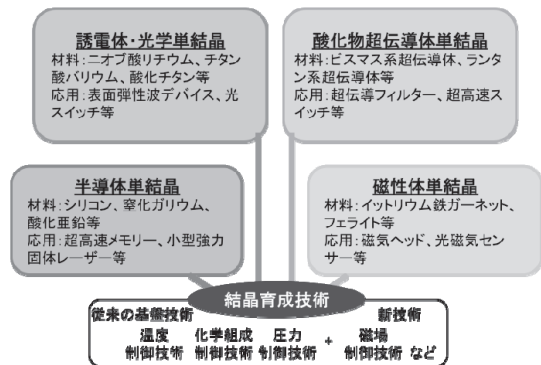


図1. 未来に資する結晶合成技術

化を目指した新技術開発は、環境・エネルギー問題を根底から解決する可能性を秘めているとも言えます。

私達の研究室では主に図2に示したような装置を使って、多様な機能を持った結晶を合成する研究を行っています。これまでにルビー・サファイアといった宝石を人工的に合成したり、強誘電体、強弾性体、超伝導体など新しい機能を持った物質の結晶を合成したりしてきました。特に、ランタン系銅酸化物高温超伝導体 ( $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ ) の結晶は、質の良いものとして世界中で高く評価され、多くの研究者に提供されています。

最近の研究成果を次に挙げます。ルチル ( $\text{TiO}_2$ ) の結晶は、光通信分野では欠かせない重要な役割を担っていますが、その屈折率(2.87)がダイヤモンド(2.38)よりもかなり高いことから、宝飾用にも利用されています(図3)。当研究室では、宝飾用として透明青色のブルールチルを合成することに成功しました(図4)。

最近、セメントの一成分であるアルミン酸カルシウム ( $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ ) にエレクトライド化という処理を加えることで、セメントにも電気が流れるようになったという発表がありました。私達のグループでは、この電気の流れるセメント化合物を結晶化することにも成功しました。

この他に、一風変わった結晶として図5に示した銅酸化物高温超伝導体ウイスキーというものについても合成を行っています。ウイスキーとは、本来(ネコなどの)“ひげ”という意味でひげ結晶とも呼ばれています。また、結晶を合成するだけでなく、新しい結晶合成のための技術開発にも取り組んでいます。結晶合成において磁力(磁場)を利用する新技術の開発はその一例です。



図2. 結晶合成装置と実際の研究風景



図3. ルチル結晶

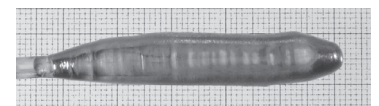


図4. ブルールチルの結晶

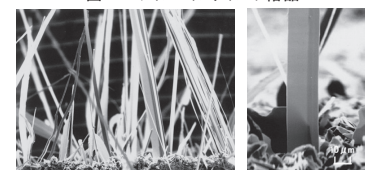


図5. 銅酸化物高温超伝導体ウイスキー

# 新しい無機化合物の探査と結晶構造解析

山梨大学 大学院 附属クリスタル科学研究センター 工学部 応用化学科担当

教授 熊田 伸弘 電子メール: kumada@yamanashi.ac.jp

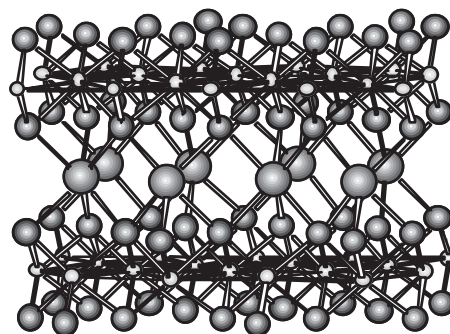
助教 米崎 功記 電子メール: yonesaki@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.inorg.yamanashi.ac.jp/ccst/laboratories/kumada-lab/home-j.html>

人それぞれに独自の個性があるように化合物にもそれぞれの個性(特性)があります。新しい個性をもった無機化合物をいろいろな方法で合成して、その結晶構造および性質を明らかにしています。

## ニオブ酸塩の合成と結晶構造の決定

ニオブ(Nb)の酸化物では、ニオブは2価から5価の原子価をとることができ、低い原子価のニオブ酸化物では超伝導体になるものもあります。初めて合成に成功した  $\text{CaNb}_2\text{O}_4$  は3価のニオブを持ちますが、残念ながら、超伝導体ではありませんでした。



$\text{CaNb}_2\text{O}_4$  の結晶構造

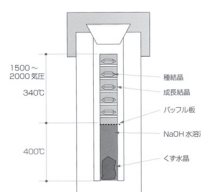
## 水熱反応による単結晶の合成、育成

水熱反応とは、密閉容器を用いて、高温高压の水の中で行う反応を指し、自然界における鉱物の生成を模倣した手法です。高温の水がもつ強い溶解力を利用して、反応を進行させます。

時計用の振動子として知られている水晶の人工単結晶は水熱反応により育成されています。圧力容器内の上部に種結晶を、下部に原料となるくず水晶を置き、アルカリ性水溶液を充填し、密閉後、加熱します。

このとき上部の温度を下部より低温に維持すると、水に対する溶解度の差から、温度の高い下部では原料が溶解し、温度の低い上部ではその水溶液が過飽和状態となり、種結晶上に水晶が析出するため、水晶が大きくなるわけです。

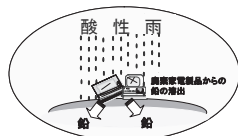
当研究室でも、水熱反応を用いた原料試薬の溶解、析出を経て、圧電体を代表とする新たな機能性化合物の合成を行っています。



人工水晶の水熱育成



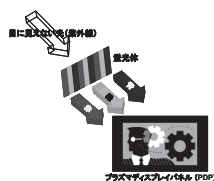
当研究室で作製した人工水晶



酸性雨による土壌汚染問題



圧電体とは...



蛍光の原理

## 鉛フリー圧電体の開発

圧電体とは、圧力をかけると材料表面に電荷が発生し、電気的な力が得られたり、逆に電圧を印加すると、材料がひずんで、機械的な力が得られる材料のことを指し、我々の生活に必要な不可欠な材料のひとつとなっています。

しかし、多くの電子機器に使われている圧電体には鉛が含まれているため、廃棄されると酸性雨により鉛が溶出してきます。そこで鉛を含まない圧電体を開発することが急務となっています。当研究室では、ビスマスやニオブを含む新しい圧電体の探査をしています。

## 新規蛍光体の開発

プラズマテレビが美しい発色で画像を映し出す理由は、目に見えない光(紫外線)を蛍光体に照射したときに、赤、緑、青色といった目に見える鮮やかな光を発するためです。蛍光体に要求される条件として、発光色や明るさ以外にも、どれだけの期間、劣化せずに使用できるかという問題があり、これらの条件はいずれも結晶構造を敏感に反映します。そこで当研究室では結晶構造の観点から、新しい蛍光体の合成に取り組んでいます。



# ソフト化学的手法による機能性材料の作製

山梨大学 大学院 附属クリスタル科学研究センター 工学部 応用化学科担当

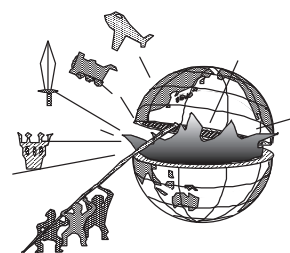
准教授 武井 貴弘 電子メール: takei@yamanashi.ac.jp

助教 三浦 章 電子メール: amiura@yamanashi.ac.jp

ホームページ: <http://www.inorg.yamanashi.ac.jp/ccst/laboratories/kinomura-lab/index-j.html>

約400万年前に発生した人類は、長い暗闇の時を経て今から約100万年前に火を使うことを覚えました。エネルギー変換技術の歴史の始まりです。しかし、その後も時間はゆっくりと流れ、明かり、暖、料理以外に火が利用されるまでさらに100万年ほどの時間が必要でした。人類最古の土器は、日本で発掘された約2万年前のもので、エネルギー変換技術を利用して材料合成を行った最初のもので、一度あけてしまったパンドラの箱のように、エネルギー変換技術を身につけた人類はよいものも悪いものも生み出してしまいました。今さらに高度で新規な機能を備えると同時に地球にやさしい材料が求められております。

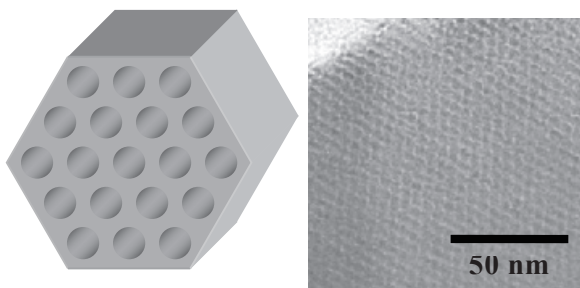
土器を始めとするセラミックスと呼ばれる無機材料の性質は、構成する元素の組合せ（**化学組成**）と結晶内での原子の配列（**結晶構造**）によって決まります。新しい化学組成と結晶構造を持った化合物は、全く新しい機能を備えている可能性を秘めています。私達は、これまで世界に報告されていない新しい無機化合物をさまざまな方法で合成し、その組成、結晶構造を決定すると共に、電気的・磁気的性質などを測定して、その物質がどんなものであるかを明らかにしております。今特に興味を持って行っている合成方法は、ソフト化学と呼ばれる手法です。これは、合成にあまりエネルギーを必要としない比較的低い温度領域（200℃程度以下）の反応で、特異な原子価を持った化合物や、すでにある構造単価を持ったものを組み合わせて積み木を積み重ねるようにして新しい構造を持った化合物を合成することなどを可能にしてくれます。



「新しい機能は、新しい化合物から」、パンドラの箱の中から小さな声が聞こえます。

## ソフト化学的手法によるナノ多孔体の作製

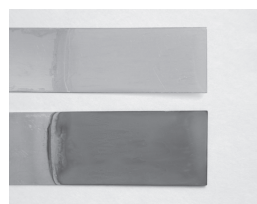
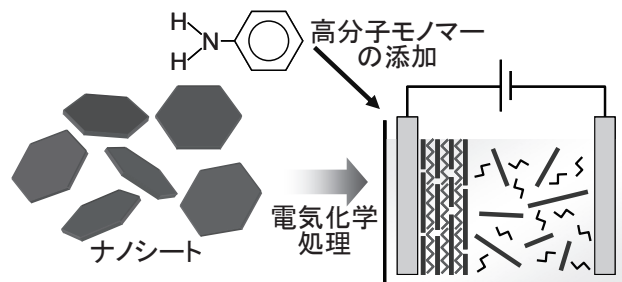
お菓子や海苔の乾燥剤として使われているシリカゲルをご存じですか？ シリカゲルには1ナノメートル程度の大きさの孔が開いており水分子を吸着できます。シリカゲルよりも大きな孔を持つメソポーラスシリカではさまざまな化学物質を吸着することが可能です。メソポーラスシリカの孔の大きさを合成時に制御して有害物質の吸着除去や種々のガス吸着について調べています。



ヘキサゴナル型メソポーラスシリカのナノ細孔モデルと電子顕微鏡写真

## 層状化合物の剥離ナノシート化と無機-有機複合膜

層状化合物は、お菓子のパイのように無数の層が積み重なっており、この積み重なりをバラバラにすると、原子レベルの厚みしか持たないナノシートと呼ばれる物質が得られます。ナノシートを用いて、電気化学的手法により導電性高分子との複合膜が作製でき、電解質溶液中で電荷蓄積が可能な電気化学キャパシタとしての利用が期待されます。

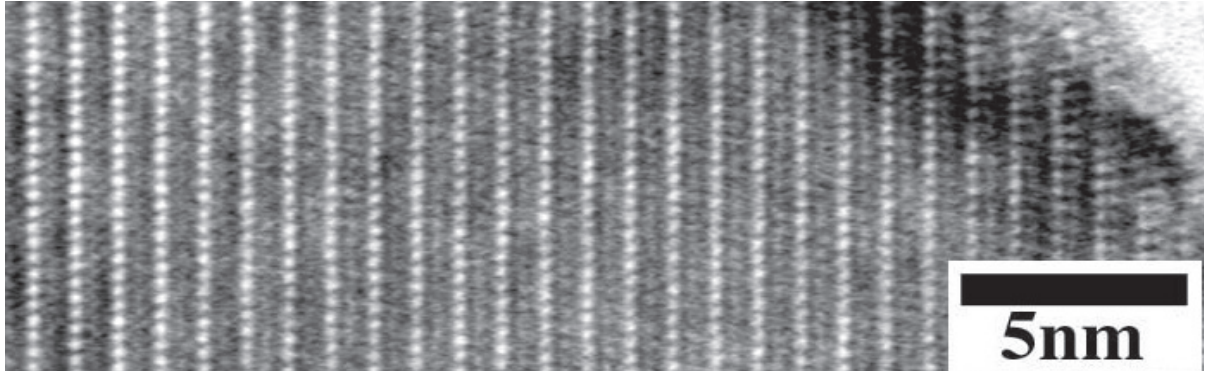


無機-有機複合膜の新しい作製方法と実際に作製された複合膜

## 結晶材料の微細組織制御と電子顕微鏡観察に関する研究

山梨大学 大学院 附属クリスタル科学研究センター 工学部 電気電子システム工学科担当  
准教授 山中 淳二 電子メール: jyamanak@yamanashi.ac.jp  
ホームページ: <http://www.inorg.yamanashi.ac.jp/ccst/laboratories/yamanaka-lab/home-j.html>

様々な結晶材料の構造をナノメートル・レベルで観察し、材料の微細組織を制御し、よりよい性能(電気電子的性質、機械的性質)をもった材料開発に役立てています。



上図は、バナジウム化合物中で、原子レベルの小さな穴が規則正しく並んでいる様子を観察した、高分解能透過電子顕微鏡観察結果。図中右下のスケール(黒い横線)の長さは、(5 nm) = (0.000005 mm)。

## 医学工学総合研究部附属施設



### ■ 国際流域環境研究センター

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

## 国際流域環境研究センター

<b>センター長</b>		坂本 康 (環境動態分野)	
<b>流域水文分野</b>			
教授	砂田憲吾 末次忠司	准教授	石平 博 市川 温
		助教	馬籠 純
<b>環境動態分野</b>			
教授	風間ふたば	准教授	西田 継 岩田智也 小林 拓
		助教	原本英司
<b>環境管理分野</b>			
教授	金子栄廣 平山公明	准教授	森 一博
		助教	平山けい子 田中靖浩
<b>地域計画分野</b>			
教授	北村真一	准教授	大山 勲 下川敏雄
<b>流域健康リスク分野</b>			
教授	有田 順 山縣然太郎 北村正敬 中尾篤人	講師	近藤尚己

国際流域環境研究センターの担当教員は、工学部(土木環境工学科、循環システム工学科)、医学部の学生の研究・教育指導を行っています。また、大学院の博士課程「国際流域総合水管理特別コース」、修士課程(土木環境工学専攻、国際流域環境科学特別教育プログラム等)での研究・教育指導も担当しています。

## 国際流域環境研究センター

世界各地で、水資源の枯渇や水災害、水環境の悪化、水に起因する疾病など、広範な水に関わる問題が発生しています。また、水資源の確保や水防災などに必要な施策の計画は工学系の重要な課題ですが、水にかかわる感染症等の疾病の予防・軽減については公衆衛生学や生化学など医学系の知識の結集も不可欠です。

本センターでは、これらの水に関連した諸問題の解決を目指して、流域の水文や環境動態、環境管理、地域計画、健康リスク及びその相互関係や複合的影響を評価するための最先端のテクノロジーを開発し、流域管理に役立つ研究を行っています。特に、この分野での医工融合の取り組みを全国に先駆けて進めています。さらに、このような研究・教育活動を通じて、水の専門家の国際的ネットワーク形成にも意欲的に取り組んでいます。

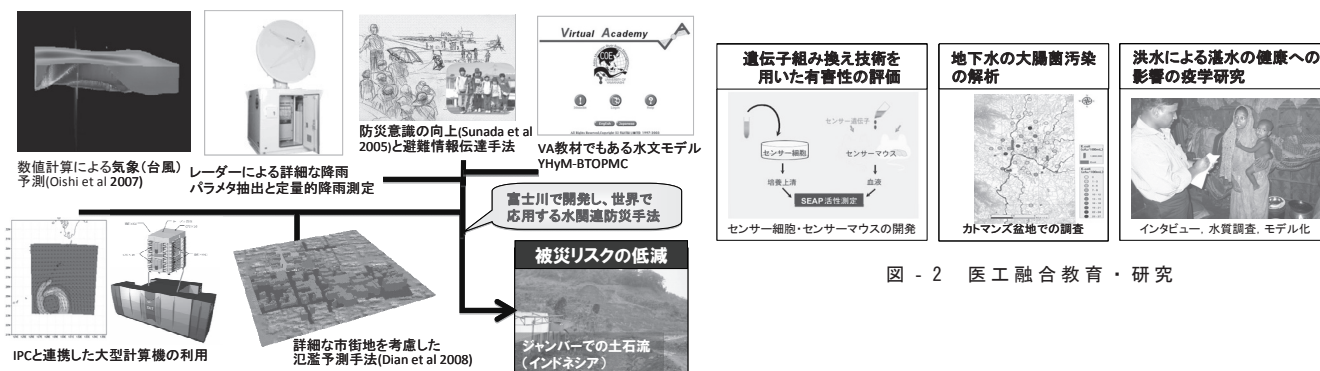


図 - 1 先端的観測・解析手法の開発と統合

図 - 2 医工融合教育・研究



## 学内共同教育研究施設



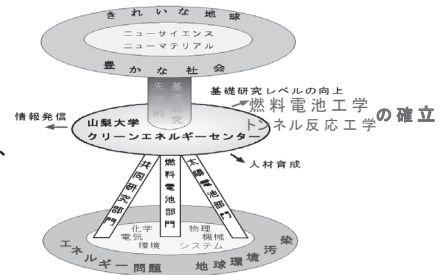
### ■ クリーンエネルギー研究センター

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

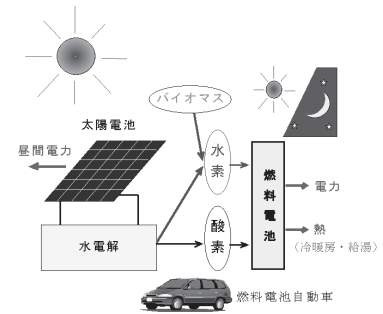
# クリーンエネルギー研究センター

クリーンエネルギー研究センターは、燃料電池や太陽エネルギー変換などのクリーンエネルギーに関する研究を推進し、省エネルギー、地球環境問題の解決に貢献するために活動しています。人類は、この僅か 20 年間に有史以来の消費量に匹敵する化石エネルギー資源を消費しており、その量は今後 50 年で更に数倍にもなると予測されています。この大量消費が原因で、地球の温暖化や酸性雨などによる環境汚染が深刻化し、エネルギー・環境問題は人類が解決すべき今世紀最大課題となっています。

燃料電池は、天然ガス、石油などをクリーンな水素燃料とした上で、その化学エネルギーを高効率・無公害に直接電気エネルギーに変換する手段です。数 10 年後の水素エネルギー時代には、より一層、理想的な発電手段となることが予想されます。他方、太陽光水素・太陽電池など太陽エネルギー変換は再生可能、無尽蔵な自然エネルギーの有効な利用手段です。将来は、日中に太陽光で水分解をして、もしくは太陽電池の電力で水電解をして水素を作り、これを用いた燃料電池で、何時でも何処でも電力を得ることが出来る理想的な循環型社会が実現されるものと思われれます。また本学には、バイオマス利用、ナノ材料設計や熱工学の専門研究者も多くおり、本センターをベースにこれら分野との連携を図り、燃料電池ナノ材料研究センターと共同でクリーンエネルギー研究の総合的な発展を目指しています。尚、本センターは応用化学科と連携し、教育・研究指導にも直接携わっています。



センター設置目的と期待される効果



太陽電池と燃料電池によるゼロエミッション社会

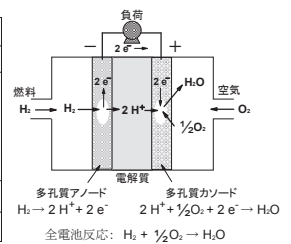
## 究極のクリーン発電—燃料電池

山梨大学 クリーンエネルギー研究センター 燃料電池研究部門  
 教授 内田 裕之 電子メール: h-uchida@yamanashi.ac.jp  
 教授 宮武 健治 電子メール: miyatake@yamanashi.ac.jp  
 准教授 野原 慎士 電子メール: snohara@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: <http://www.clean.yamanashi.ac.jp/>

燃料電池は、水素と空気中の酸素が反応するときに発生する化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する発電装置です。従来のエンジンやガスタービンに比べ低騒音で、大気汚染物質はほとんど発生せず、地球環境に優しいクリーンな発電システムです。当研究室は文部省省令による我国唯一の「燃料電池実験施設」として 1978 年に発足しました。その後、工学部特別施設「電気化学エネルギー変換研究室」を経て、2001 年 4 月に現在のクリーンエネルギー研究センター（文部科学省令による部局）が設立されました。これまでに、各種燃料電池用電極の高性能化、長寿命化を実現する種々の新規材料を提案し、燃料電池技術の確立に大きく貢献してきました。さらに、原子レベルでの電極触媒の設計や表面解析に関する研究も活発に行っています。2003～07 年度には、文部科学省プロジェクト「次世代型燃料電池」研究を推進しました。その成果をさらに発展させ、2008 年度からは燃料電池の実用化を推進するための経済産業省プロジェクト（通称 HiPer-FC）を新設した兄弟センター（燃料電池ナノ材料研究センター）と連携し、世界トップランクの設備で関連企業とも共同しながら強力に進めています。



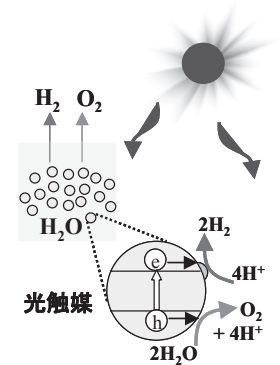
エネルギー変換方式	発電所		自動車	
	火力発電	燃料電池	ガソリンエンジン ディーゼルエンジン	
	汚染物質発生	クリーン	汚染物質発生	クリーン
効率	電気 40%	電気+冷熱 80%	40%	15%
騒音	有	無		有



# 太陽光エネルギー・熱エネルギー変換材料・システム

山梨大学 クリーンエネルギー研究センター 太陽電池・環境科学部門担当  
 教授 入江 寛 電子メール: hirie@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABB/No3/index.html>

当部門ではエネルギー・環境問題を解決すべく、クリーンな太陽光エネルギーを利用可能なエネルギー（水素・化学・電気）に、未利用の熱エネルギーを電気エネルギーに変換する材料・システム創製の研究を行っています。ここでは、「水素エネルギー」について簡単に紹介します。新しいエネルギー源として水素が注目を集めています。水素は燃焼すると熱が得られ、燃料電池に供給すると電気が得られます。どちらの場合でも水しか排出されず、水素はクリーンなエネルギーです。クリーンで再生可能エネルギーである太陽光がある材料を照らすことによって、地球に大量に存在する水を分解し、水素を製造できれば、それは究極のクリーンエネルギーということになります。そのような魔法の材料（光触媒材料）を探索しています。光触媒にそのバンドギャップより大きなエネルギーをもつ光を照射すると水を還元、酸化（水の分解）する機能を発現し、水素と酸素をつくり出すことができます（図1）。この反応は非常に簡単ですが、実際に光触媒材料が水を分解するには、光触媒が十分に光を吸収すること、吸収した光によって還元、酸化を担う電子（e<sup>-</sup>、図1）、正孔（h<sup>+</sup>）が生成すること、生成した電子と正孔が材料表面まで拡散し、それぞれ単独に水と反応することが必要です。ひとつの微粒子の中で様々な反応を進行させることは非常に困難ですが、そのような夢の光触媒材料を求めて研究を行っています。



水の分解反応  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

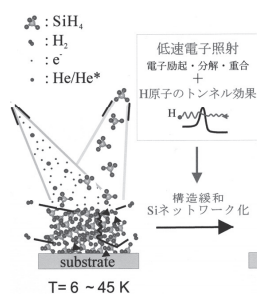
図1 光触媒による水の分解反応

## 次世代型太陽電池用半導体薄膜の低温合成に関する研究

山梨大学 クリーンエネルギー研究センター 太陽電池・環境科学研究部門  
 准教授 佐藤 哲也 電子メール: tetsu-sato@yamanashi.ac.jp  
 ホームページ: <http://www.ab11.yamanashi.ac.jp/ABB/No3/index.html>

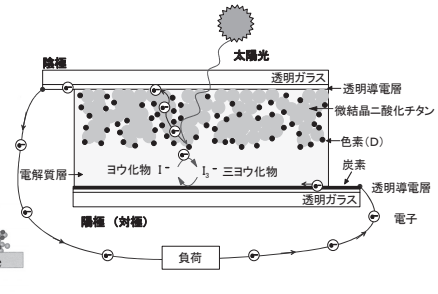
極低温において顕著になる“トンネル反応”を解明し、太陽電池で使用している薄膜半導体（非晶質シリコン・微結晶シリコン、非晶質炭素）の製膜技術に応用する研究をしています（左図）。これにより、プラスチックフィルムを使用できますので、ガラス基板に比べ大幅な軽量化を図ることができます。

また、植物の光合成に類似した、色素増感太陽電池の酸化チタン電極の低温合成と高効率化に関する研究を行っています（右図）。シリコン系太陽電池に比べ製造法が簡単であり、高価な大型の製造装置を必要としないので、製造コストを大幅に削減できると期待されています。



薄膜半導体の極低温合成方法

放電プラズマで生成した、低速電子線を分子の氷に照射して分子を分解します。水素原子の波の性質により化学反応が進行し、Siの網目構造が形成されます。



色素増感太陽電池

酸化チタン粒子の表面に化学結合した色素が太陽光を吸収し、色素から発生した電子が酸化チタンを通じ効率よく取り出される次世代の太陽電池です。



## 学内共同教育研究施設



### ■ 燃料電池ナノ材料研究センター

<http://fc-nano.yamanashii.ac.jp/>

# 高性能・高信頼性・低コスト燃料電池の開発

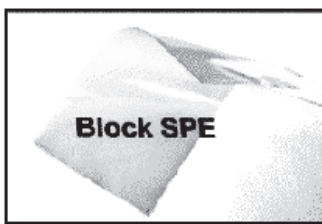
山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センター

センター長・教授 渡辺 政廣 電子メール：m-watanabe@yamanashi.ac.jp

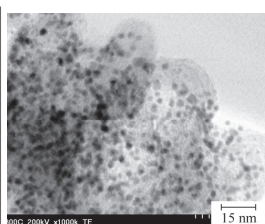
ホームページ：http://fc-nano.yamanashi.ac.jp/

わが国におけるエネルギー供給の安定化・効率化、地球温暖化問題の解決等の観点から、燃料電池の実用化が期待を集めています。燃料電池の本格的普及のためには、高性能、高信頼性、低コストを同時に実現可能な燃料電池の基礎的技術を確認することが必要です。燃料電池ナノ材料研究センターでは、ナノテクノロジーを駆使した燃料電池の研究開発を総合的に実施しています。

燃料電池用の心臓部「膜電極接合体 (MEA)」では厚さ約  $30\mu\text{m}$  の高分子電解質膜上に厚さ  $10\mu\text{m}$  以下のアノードおよびカソード触媒層が形成され、アノードおよびカソードそれぞれの触媒層の外側に、約  $200\mu\text{m}$  あるいはそれ以下の厚さの多孔質のカーボン基材からなるガス拡散層が付されています。我々は、ナノレベルで構造制御を行うことで、新しい高性能電解質膜や触媒の合成を行っています。これらの材料を組み合わせることで作製されたMEAを用いて、燃料電池を構築します。実際の稼働条件あるいはより厳しい作動条件において燃料電池を稼働させ、電池性能がどのように保たれるか、より高性能を達成するためにはどうすればよいかを考えながら、世界最高性能を持つ燃料電池の実現に向けて取り組んでいます。



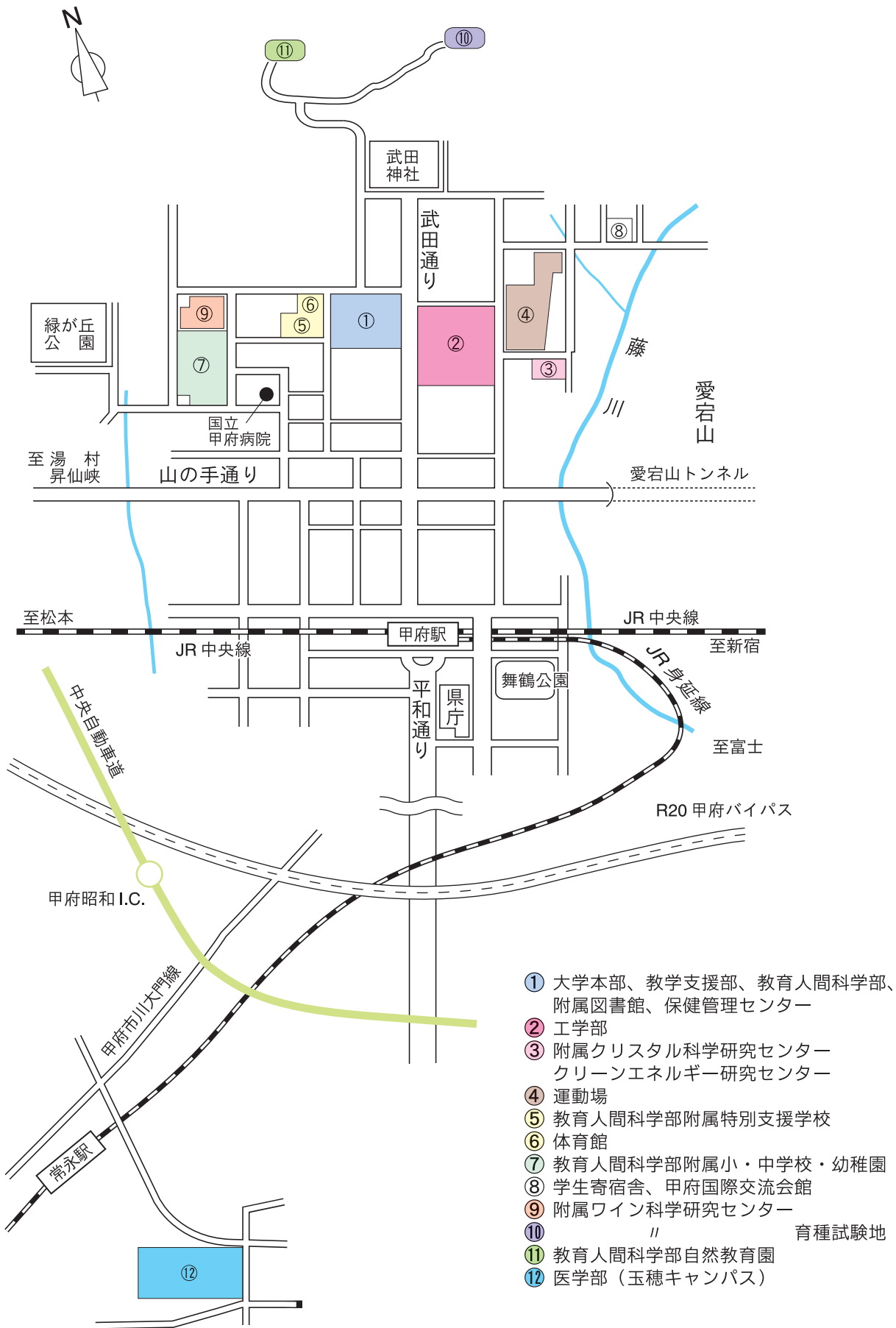
環境に優しい燃料電池用  
高性能電解質膜の合成



高性能・高耐久性  
白金合金ナノ触媒の合成



燃料電池内部の  
「二酸化炭素見える化」



## 山梨大学 工学部

Faculty of Engineering, UNIVERSITY OF YAMANASHI

〒400-8511 甲府市武田4丁目3-11

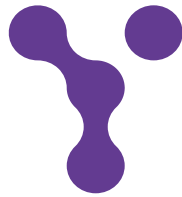
電話 055(220)8738

4-3-11 Takeda, Kofu, 400-8511 Yamaguchi, Japan

Phone 055(220)8738

山梨大学工学部のホームページ

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



「地域の中核 世界の人材」

