

# 研究シーズ集 2016

2016年5月版



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY



研究者名: **宮村 典秀** Norihide Miyamura

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 准教授

専門分野: 航空宇宙工学

キーワード: 小型衛星、補償光学系、リモートセンシング

## 研究概要

人工衛星の光学系は打ち上げ振動、軌道上の熱入力による過酷な機械環境、熱環境にさらされる。これらの要因によって、光学系の歪みまたはミスアライメントが起こると光学性能の劣化につながる。従来は、支持構造の強度を上げて精度を維持していたが、質量増加により小型衛星への搭載が困難であること、あるいは剛性をあげるだけでは抑えられない歪みによる性能劣化につながっていた。これらの問題に対して、光の波面補償によって軌道上で光学性能を補正する補償光学技術を主な研究テーマとして、小型衛星搭載センサの大幅な光学性能の向上や、展開望遠鏡や複数衛星による光学系の軌道上再構成への応用を目指している。また、研究成果の宇宙実証を目指し、小型衛星の研究開発にも取り組んでいる。



写真: 補償光学実験装置

## 応用例・用途

- 人工衛星によるリモートセンシングの高性能化
- 複数の小型衛星による観測ミッションへの応用
- 高い精度が求められる地上の天体望遠鏡など各種光学システムへの応用が期待される

## 研究設備

- デフォーマブルミラー
- 大口径望遠鏡
- コリメーター

# 超小型衛星と 新しいリモートセンシングセンサの研究

宇宙  
工学

研究者名: **宮村 典秀** Norihide Miyamura

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 准教授

専門分野: 航空宇宙工学

キーワード: 光学系, 人工衛星, リモートセンシング

## 研究概要

近年、大学やベンチャー企業による超小型衛星開発が活発に行われています。特に低コストと短い期間での開発が可能であるため、開発グループの得意な技術の宇宙実証や、新しいビジネスの開拓に積極的に利用されています。さらに、2014年度より、JAXAによる有償打ち上げ機会の提供が始まり、より宇宙が身近になりました。

当研究室では、教員がこれまでに携わった人工衛星開発の経験を活かし、**明星大学発の超小型衛星の開発**に取り組んでいます。特に、専門分野である光学系の技術を活用し、デフォーダブルミラーを用いて宇宙で光学性能を補正する補償光学系、折りたたみ構造により大口径を実現する展開望遠鏡の研究を進めています。これらの技術は宇宙利用に限らず、地上のさまざまな光学系にも応用可能です。

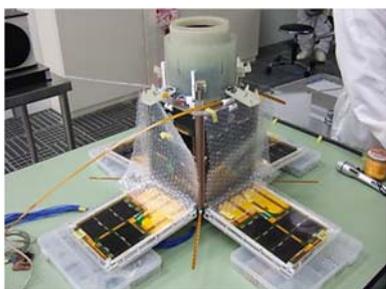


図1 超小型衛星PRISM  
(東京大学で開発)



図2 補償光学系実験装置

## 応用例・用途

- 制御系(ホイール, 各種センサ)
- 電源(リチウムイオン電池, 太陽電池)
- 構造系(構造設計, 製作)
- 推進系(イオンエンジン)
- 光学系(望遠鏡, レンズ, MEMSデフォーダブルミラー, CMOSセンサ)
- 電子機器(回路設計, 基板設計, 製作)など様々な技術

## 研究設備

- 補償光学系実験装置
- デフォーダブルミラー
- LCOS-SLM
- コリメータ
- 光学定盤
- 暗室
- イオンクロマトグラフ
- シャックハルトマン型波面センサ
- 光学設計ソフト(Zemax)TOC計



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY

お問合せ先: 明星大学 連携研究センター

〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1  
Tel: 042-591-5639 Fax: 042-591-5644  
e-mail: liaison@meisei-u.ac.jp  
<http://corec.meisei-u.ac.jp/>

# 明星大学天文台の紹介

## ～教育・研究及び天文台普及活動について～

天文学  
地域連携

研究者名: **井上 一** Hajime Inoue  
**小野寺 幸子** Sachiko Onodera

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 教授、准教授

専門分野: 銀河天文学、電波天文学、高エネルギー天文学、  
X線天文学



キーワード: 渦巻銀河、銀河の力学構造、星間物質、星形成、中性子星・ブラックホール、  
宇宙の高温ガス

### 研究概要

天文学は、人類が、自分たちを取り巻く宇宙と、その中で自分たちの生き立ち・行く末をさぐる中で確立してきた、基礎的で先端的な学問です。人類として、広く私たちの環境を知り、地球と文明の未来を考える上で、必要不可欠な学問と言えます。人類の宇宙観は、天文学の進展によってダイナミックに変革をとげてきました。今や、私たちは、さまざまな観測手段により、宇宙の生きてきた時間を遡り、宇宙137億年の歴史を、ほぼ見渡すことができます。

私たちの研究室では、天文学・天体物理学について教育・研究を行っています。その他に、市民の方たち向けの天体観望会、近隣の小中学生向けの夏休み体験教室などを開催して、明星大学天文台の普及活動も行っています。

明星大学天文台(天体観測ドーム)の主な望遠鏡群

➢ リッチクレチアン型反射望遠鏡、ガイド望遠鏡付き 赤道儀式架台、コンピュータ制御駆動装置、シュミットカセグレン型反射望遠鏡他

夏休み体験教室と天体観望会の主な内容

➢ 天体観測、太陽観測、黒点観測、日食・月食観測等



図1 明星大学天文台と望遠鏡



図2 天文台で撮影した画像(左)月(右)子持ち銀河M51



図3 金環日食

図4 体験教室の様子

### 応用例・用途

- 最新の宇宙像とそれらの基本的な理解を進める躍動的な天文学について学ぶことができます。
- 地域に開かれた天文台であり、天体観測を通して天文学と宇宙をやさしく学べます。

### 研究設備

- 本文中に記載以外の主な研究設備: 太陽観測用H $\alpha$ 望遠鏡、冷却CCDカメラ

研究者名: **伊庭 健二** Kenji Iba

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 教授

専門分野: 電力系統工学、環境エネルギー工学

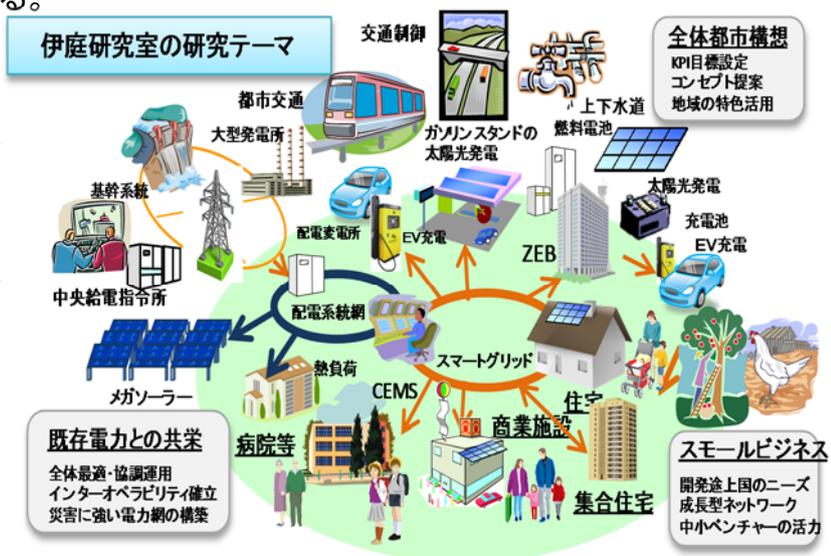


キーワード: 環境エネルギー、再生可能エネルギー利用、電力系統工学

## 研究概要

東日本大震災以降、再生可能エネルギーへの期待が高まっている。スマートコミュニティは再生可能エネルギーと、双方向通信を活用する電力・エネルギーを中心とした社会インフラの新たな概念である。この技術を核としてASEAN諸国やインドや中国のような人口増加と大量の電力消が予想される国々に対して、日本が保有する環境・エネルギー技術を展開すべきである。ところが、現在進んでスマートコミュニティの運用に責任を持つ主体者の存在が不明確で、電力会社の役割も明確でない。そこで伊庭研究室では以下の研究を進めている。

- (1) 都市を設計する視点でのトータルデザイン技術。個別単品売りに流されやすい国内ビジネスモデルの転換化を図るためのメタエンジニアリング技術の開発
- (2) 特定の地域内のエネルギー管理を行うスマートグリッドと既存電力系統網間の共存共栄に必要な情報の把握、各々の責任分担と電力系統全系の全体最適化と災害に強い構造の研究
- (3) 開発途上国の身の丈にあったスモールビジネスを日本の中小・ベンチャー企業から展開するためのビジネスモデル研究



## 応用例・用途

- トータル提案ができる都市設計技術と個々の電力エネルギーインフラ技術の融合に貢献する。
- 既存電力会社系統網とスマートコミュニティとの共栄を目的とした、ネットワーク設計に貢献する。
- 中小企業・ベンチャー企業が持つ技術を、開発途上国の発展速度に合わせてマッチングを図ることに貢献する。

## 研究設備

# 再生可能エネルギーの出力安定化のための NAS電池の運用制御の調査研究

エネルギー

研究者名: **伊庭 健二** Kenji Iba

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 教授

専門分野: 電力システム、省エネルギー、環境エネルギー、蓄電システム

研究者HP: <http://www.hino.meisei-u.ac.jp/ee/iba/>



キーワード: 電力貯蔵、再生可能エネルギー、需要予測、NAS電池、地球温暖化

## 研究概要

日本が諸外国に対して掲げる脱炭素社会にむけて、CO<sub>2</sub>削減を達成するためには、再生可能エネルギーの利用促進を図る必要がある。電力の安定供給の観点からはその出力不安定を抑制することが大きな課題となっている。現時点で入手でき経済性の最も優れた電力貯蔵設備は国産技術であるNAS電池である。本研究ではNAS電池による再生可能エネルギーの利用促進技術の推進を目的とする。明星大学では2003年から1000kWのNAS電池を導入し、予想寿命の3分の1にわたる長期運用を続けており、その実績データを分析してきた。

本研究では風力・太陽光といった再生可能エネルギーの出力不安定(intermittency)をNAS電池で補償・緩和することで、安定で品質の高い電力供給を可能にする運用制御技術を研究する。その結果は日本の環境エネルギー政策の推進に貢献し、若い世代の研究者の研究意欲を高めるものと期待される。



## 応用例・用途

- 電力システム
- 蓄電システム
- NAS電池

## 研究設備

- NAS電池(1000kW:商用使用中)

# 防災機能の高いクラスター型スマートグリッドの研究

エネルギー

研究者名: **伊庭 健二** Kenji Iba

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 教授

専門分野: 電力システム、省エネルギー、環境エネルギー、蓄電システム

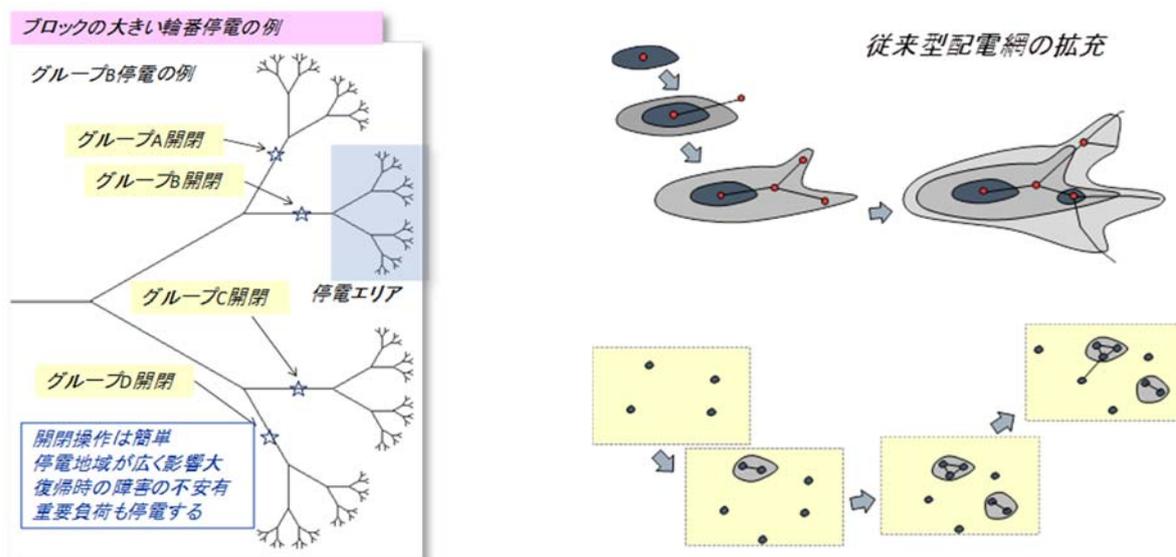
研究者HP: <http://www.hino.meisei-u.ac.jp/ee/iba/>



キーワード: クラスター型スマートグリッド、自然災害

## 研究概要

これまでの電力系統は軽微な停電すら起こさない、高品質の電力供給を行ってきた。しかし東日本大震災による混乱に見られるように、大きな天災に対する対応には次元の異なる視点での信頼性維持が必要であることが明らかになった。本研究は、緊急電源を消費地の近くに位置させた、地産地消が可能なクラスター型のスマートグリッドに関するものであり、自然エネルギーを中心とした小規模発電と優先度別の負荷切り替えを特徴とする。



## 応用例・用途

- スマートグリッド
- 地域供給システム

## 研究設備

- NAS電池(1000kW:商用使用中)



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY

お問合せ先: 明星大学 連携研究センター

〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1

Tel: 042-591-5639 Fax: 042-591-5644

e-mail: [liaison@meisei-u.ac.jp](mailto:liaison@meisei-u.ac.jp)

<http://corec.meisei-u.ac.jp/>

研究者名: **伊庭 健二** Kenji Iba

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 教授

専門分野: 電力システム、省エネルギー、環境エネルギー、蓄電システム

研究者HP: <http://www.hino.meisei-u.ac.jp/ee/iba/>

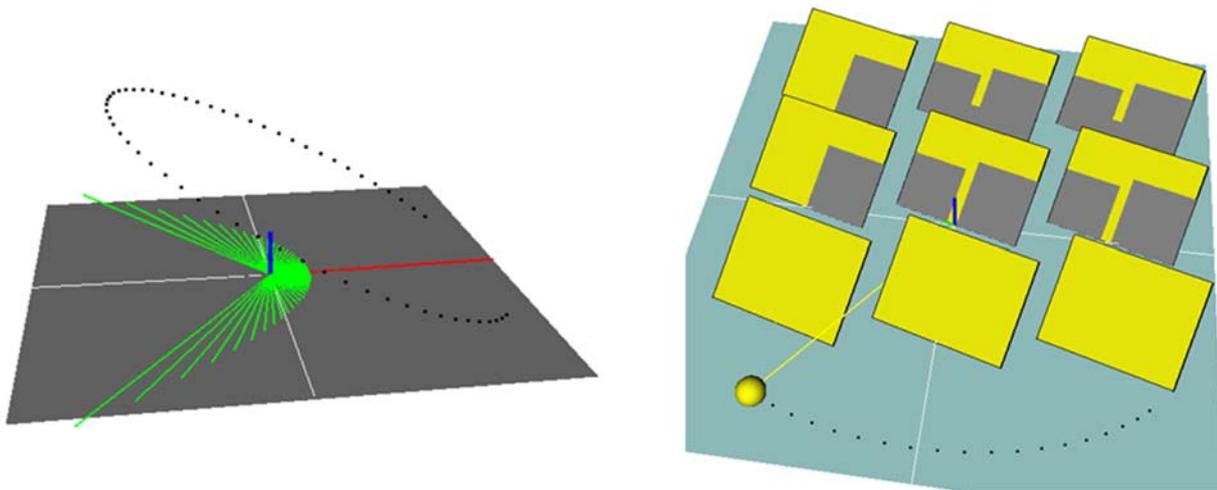


キーワード: 太陽光パネル、太陽光パネル設置技術

## 研究概要

2030年までに太陽光発電の設備容量を最大53GWまで増やす国策は、東日本大震災以後の原子力発電に対する信頼の失墜によりさらに拍車がかかり、早急な普及が求められるようになってきた。しかし、条件に良い広平坦地を求めることは難しく、今後普及に伴って新、悪条件下での太陽光パネルの設置や、わずかでも効率の高いパネルの設置技術が求められるようになってきた。

本研究では、太陽光パネルに当たる日射やパネルの影、季節による太陽高度の違いなどを詳細なシミュレーションで分析し、効率の高い運用制御に資するものである。



## 応用例・用途

- 太陽電池の配置シミュレーション

## 研究設備

- NAS電池(1000kW:商用使用中)



# 太陽電池パネルの発電量を最大化する方法 ～気象環境の変化に追従した発電量制御技術～

エネルギー

研究者名: **星野 勉** Tsutomu Hoshino

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 教授

専門分野: 物性II、電力工学・電気機器工学、電子・電気材料工学



キーワード: 太陽光発電、最大電力追従、増分コンダクタンス、制御アルゴリズム

## 研究概要

再生可能エネルギーとして、太陽光を利用する太陽光発電の近年の進歩は目覚ましいものがあります。太陽電池パネルの発電量は、太陽放射照度のみならず、温度や雲量といった諸条件にも大きく左右されます。そこで、太陽電池パネルの効率を改善する方法として、最大電力追従技術(MPPT: Maximum Photovoltaic Power Tracking)を提案しましたので、紹介します。

太陽電池パネルの最大電力を日射変動があっても常に最大化できるように負荷インピーダンスを制御するアルゴリズムが最大電力追従で、最大発電量を確保できるようになります。

- 太陽電池パネルが出力を最大化できる電流と電圧の関係を図1に示します。
- 最大電力追従増分コンダクタンス法は、P-V曲線の傾きが最大電力点でゼロになる特性を利用した制御法です。温度や雲量等の諸条件が変化しても、逐次最大電力点に達するまで動作電圧を調整して、出力する電力の効率を大幅に向上できることが明らかになりました(図2)。

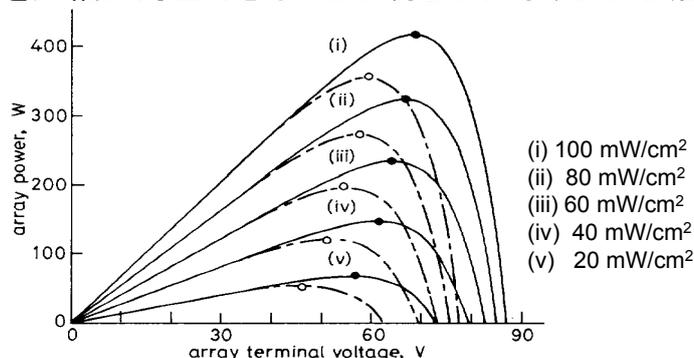


図1 電流と電圧の関係(P-V曲線)  
温度と太陽放射照度による影響  
●と○:最大電力点、—— :28℃、---- :56℃

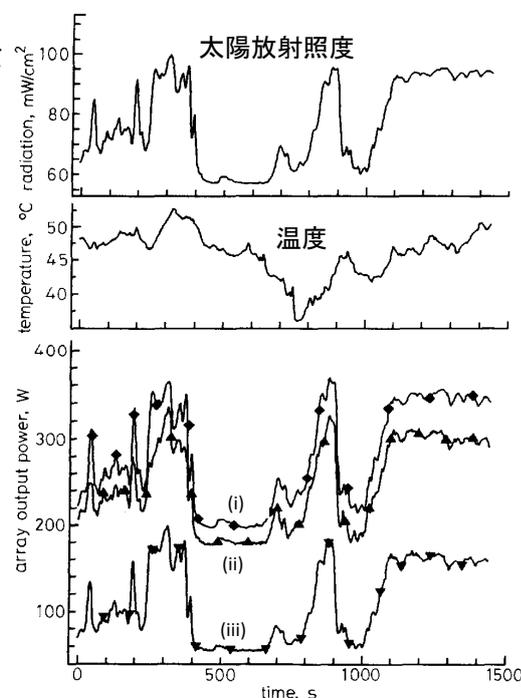


図2 本方式による実証試験

| 電力                | 効率    |
|-------------------|-------|
| (i) 理論最大電力◆       | 100%  |
| (ii) 本方式使用時の電力▲   | 89.9% |
| (iii) 本方式非使用時の電力▼ | 31.3% |

## 応用例・用途

- 太陽電池パネルの出力電流の効率を大幅に向上できます。本技術は、650以上の論文に引用されています(HOSHIO, T., et al., IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib., 142, 59, 1995)。

## 研究設備

- シャーシダイナモ
- 極低温実験装置

# 「電力の仮想的な色づけ」を用いたEV充放電 ～充放電時の電力売買インセンティブ～

エネルギー

研究者名: **石田 隆張** Takaharu Ishida

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 教授

専門分野: 電力系統解析、社会インフラシステム、デジタル放送、ビッグデータ  
分析の制御応用、蓄電池劣化分析、電気自動車の電力系統連系

キーワード: 電気自動車、蓄電池、充電負荷、スマート充電、充電アルゴリズム

## 研究概要

電力自由化がこれから進み、電気自動車(以下、EV)からの電力が電力系統に分散電源の形態で供給されることが考えられます。EV所有者が個人ベースであることから、EVの所有者に電力を供給してもらうために、ある基準に沿ったインセンティブが必要と考えられます。本研究では、このインセンティブを「電力の仮想的な色づけ」手法に基づき、EVに搭載されている電池等から供給した電力の影響範囲に応じて、売買価格を動的に変動させるための基本データを作成します。

- EVSEを介して各EVへの充放電量を制御する概要を図1に示します。
- 系統情報に基づいて、開発したシミュレータにて、「電力の仮想的な色づけ」手法を用いて、対象配電系統に接続しているEVごとの充放電パターンを算出します(図2)注)。

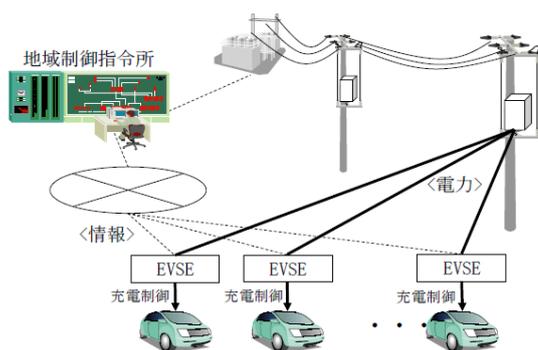


図1 充電制御の前提

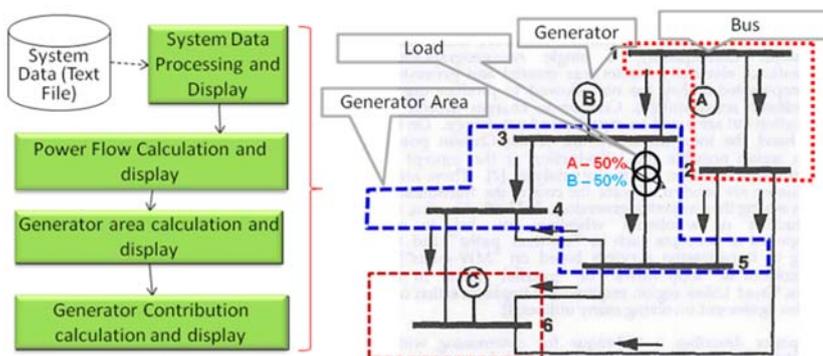


図2 電力の仮想的な「色づけ」

注): 対象となる配電系統とEVの充放電データを取得し、潮流計算※実行後「電力の仮想的な色づけ」手法で各負荷への充放電の影響を算出。その結果と売買電コストを考慮して、EVの最終的な充放電量を決定します。

※潮流計算: 発電と負荷のデータから、電力系統中の電力の流れを算出する計算

用語説明 EV: Electric Vehicle(電気自動車)、EVSE: Electric Vehicle Supply Equipment(充電器)、Load: 負荷、Generator: 発電機、Bus: 母線(電力機器をまとめた仮想的な線)、Power Flow Calculation: 潮流計算

## 応用例・用途

- 「電力の仮想的な色づけ」手法を他の分散電源(例: 太陽光、風力、定置型蓄電池)にも適用することで、需要家の電力コストを最適にします。
- 電力自由化に向けて、「電力の仮想的な色づけ」によりEV所有者へのインセンティブが明確になります。

## 研究設備

# リチウムイオン電池の劣化診断

## ～急速充電時のデータから準リアルタイムで推定～

エネルギー

研究者名: **石田 隆張** Takaharu Ishida

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 教授

専門分野: 電力系統解析、社会インフラシステム、デジタル放送、ビッグデータ  
分析の制御応用、蓄電池劣化分析、電気自動車の電力系統連系

キーワード: 電気自動車、蓄電池、充電負荷、スマート充電、充電アルゴリズム

### 研究概要

電気自動車(以下、EV)には大容量のリチウムイオン電池の搭載が必要です。この電池は劣化が進行するので、車両の安全上その度合いをリアルタイムに近い状態で診断する(以下、劣化診断)必要があります。劣化診断を行う方法は従来からあるものの、改善の余地があります。そこで、CHAdemo<sup>(TM)</sup>注方式で急速充電を行う際に、EVと充電器間で授受されるデータと、充電器側の電力データをもとに劣化診断を準リアルタイムで行う手法を開発しました。

- EV急速充電時に、EV中の情報をCANを介してEVSEに送信し、種々のデータを遠隔データベースに記録します(図1)。
- EV充電回数が多くなるにつれて、定電流充電時の電圧の傾きが大きくなっています。これは内部抵抗が増加していて、劣化が進んでいることを示唆しています(図2)。
- 電圧パターンマッチング法(図3)により、蓄電池の劣化診断を行うことが可能となります。

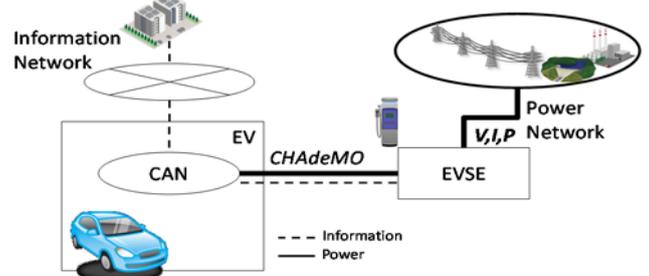


図1 急速充電時のEV、充電器、電力・通信ネットワークの関係

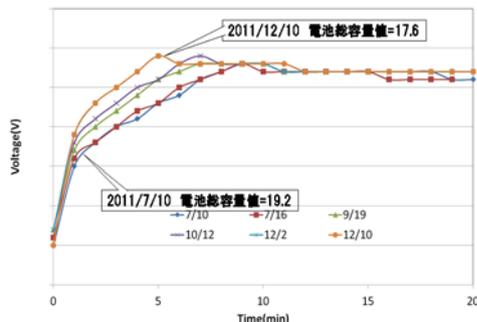


図2 充電時の電圧と充電時間の関係  
時間経過による充電時の電圧変化

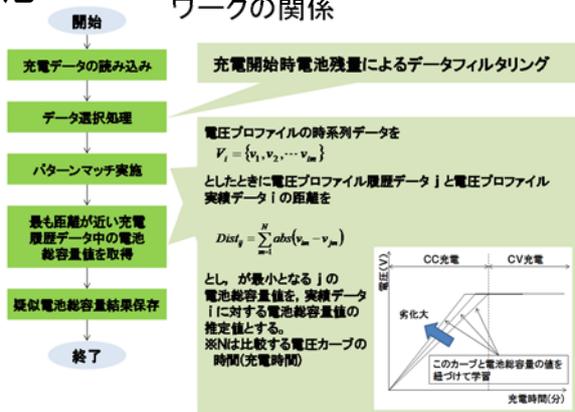


図3 充電プロファイルを用いた蓄電池劣化診断例

注): EVの急速充電方法の商標名で、EVの急速充電器間の通信方法と充電方法を規定

用語説明 EV: Electric Vehicle(電気自動車)、CAN: Controller Area Network(情報ネットワークの名称)、EVSE: Electric Vehicle Supply Equipment(充電器)

### 応用例・用途

- リチウムイオン蓄電池の劣化度合いをEV急速充電時に準リアルタイムに診断することで、蓄電池の交換時期を見極めることが可能となります。

### 研究設備

# 流量観測による都市部小水力発電の可能性 ～地域で考える自然エネルギー～

エネルギー

研究者名: **藤村 和正** Kazumasa Fujimura

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 水文学、水資源学、河川工学、地域防災



キーワード: 小水力発電、水循環解析、降雨データ、有効利用、地域活用

## 研究概要

東京都日野市は多摩川と浅川の合流地域にあり、戦国時代末期から取水が活発で、農業用水路が発達していたが、現在では市域の多くが都市化し、農業用水路はほとんど機能していない。

日野市浅川や根川のような水位差の小さい河川での小水力発電を実施できれば、都市部での最初のモデルとなり、再生可能エネルギー源としての有効活用が可能となる。

日野市では、市民主体により用水路再生まちづくりの延長として、小水力発電の設置を検討している。そこで、日野市根川において流量観測と降雨データを用いた水循環解析を行い、小水力エネルギー可能量を推定した。

水循環モデルにアメダス八王子の日雨量と気温データを与えて根川の流量を算出し、これを根川での実測流量および国土交通省水文・水質データベースの高幡橋地点の流量と比較検証した。その結果、渇水流量(355日流量)は3.77 mm/dayとなった。これは以下の式から、発電出力は7.84 kWとなり、学校施設(中学校)での平均発電出力(17kW)の4割程度に相当する。

$$P \text{ (kW)} = 9.8 \times Q \text{ (m}^3\text{/sec.)} \times H \text{ (m)} \times \eta \text{ (Hは1m, } \eta\text{は0.7と仮定)}$$

P: 発電出力、Q: 流量、H: 有効落差、 $\eta$ : 総合効率

### 【水循環のイメージ】

降水と流出の時間的、量的関係を知る

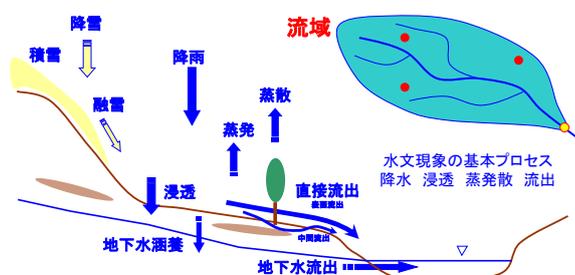


図1 水循環のイメージ

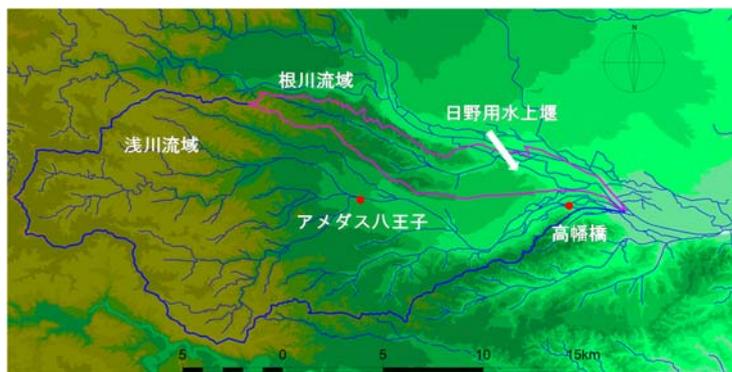


図2 根川流域(26.2 km<sup>2</sup>)及び浅川流域(153.9 km<sup>2</sup>)

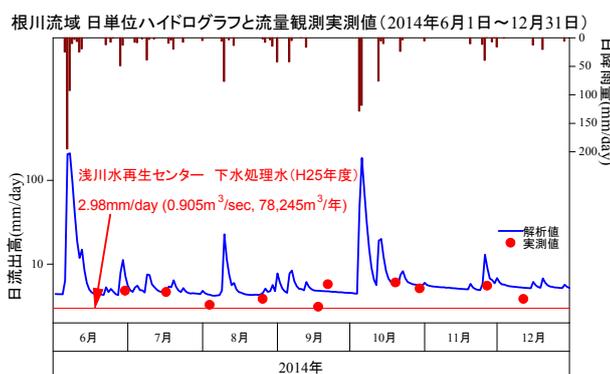


図3 根川流域 日単位ハイドログラフと流量観測実測値

## 応用例・用途

- 市民や行政等との話し合いは必須となるが、中小河川の流量を利用して小水力発電を実施することで、小水力による再生可能エネルギーが地域づくり(地域活性化)の一つの手法になりうる。
- 「日野の水車活用プロジェクト」で報告(2015年1月17日)

## 研究設備

- 電磁流速計(低水時流量観測)

# 変異・融合酵母による草本系バイオマスからのエタノール発酵技術の開発

エネルギー

研究者名: **田中 修三** Shuzo Tanaka

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 応用発酵工学、水環境学

研究者HP: <http://www.hino.meisei-u.ac.jp/es/staff/mizu-bio/>



キーワード: バイオエタノール、キシロース代謝、変異・融合技術、草本系バイオマス

## 研究概要

草本系バイオマスである稲藁を原料として、食料との競合や農地の乱開発を起こさないバイオエタノール生産をめざし、前処理による結晶構造の改変、低温高活性酵素による糖化及び変異・融合酵母による糖発酵を行う高度エタノール発酵技術を開発する。

具体的には、エタノール発酵の障害となる稲藁のリグニンや結晶構造による難分解性及び*Saccharomyces*酵母が資化しないキシロースの生成等の技術的課題に対して、本研究では亜塩素酸塩による脱リグニンと重曹熱処理による結晶構造の改変、*Trichoderma*変異株による低温高活性セルラーゼの産生・糖化及び*Saccharomyces*変異株とキシロース資化性*Candida*変異株による変異・融合酵母の獲得・発酵を行い、課題の解決を図る。全体目標として、稲藁の糖化率90%以上、30℃高活性のセルラーゼの産生及びエタノール転換率0.4(kg/kg稲藁有機分)を達成することをめざし、稲藁などの草本系バイオマスを原料として、これらの要素技術を統合した高度並行複発酵(SSF)プロセスを開発する。



## 応用例・用途

- 未利用の草本系バイオマス
- 残材・廃材等の草木質系廃棄物からのバイオエタノール生産

## 研究設備

- 各種発酵実験設備: ジャーフェーマンター、PCR、電気泳動装置、タンパク分離精製装置など
- 各種分析装置: LC-MS/MS、GC-MS、HPLC、FPLC、ICP-MS、FT-IR、SEMなど

# 草木質バイオマスからの高効率エタノール生産技術の開発 ～亜塩素酸塩処理と重曹熱処理による稲藁の前処理～

エネルギー

研究者名: **田中 修三** Shuzo Tanaka

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 環境技術・環境材料、土木環境システム、応用微生物学



キーワード: リグノセルロース系バイオマス、亜塩素酸・重曹処理、マイクロフィブリル、酵素糖化

## 研究概要

草木質系バイオマスは賦存量が多く且つ食料・飼料の供給と競合しないバイオエタノールの原料となるが、草木質成分であるリグノセルロースは糖化されにくい構造であるという欠点を持っている(表1)。更に、セルロース繊維の剛構造を破壊する必要がある。そこで、我々は、草本系バイオマスである稲藁を原料として、エタノールに転換されないリグニンの除去並びにセルロース繊維の結晶性の低減と結晶型の改変に関する研究を行い、良好な結果が得られたので、以下に紹介する。

### 稲藁の亜塩素酸・重曹法による前処理

- ブレンダー粉砕稲藁(図1)を酢酸酸性域で亜塩素酸ナトリウム処理(亜塩素酸処理)によってリグニンを可溶化させ、除去できることを見出した。
- 粉砕された稲藁を亜塩素酸処理することにより漂白され、その後重曹熱処理することによってパルプ状になり、膨潤した微細繊維(マイクロフィブリル)に変化していることが明らかとなった(図2及び図3)。
- 開発した亜塩素酸・重曹法により、稲藁のリグニンを88%除去することが可能となり、工業用セルラーゼによる50℃、12時間での糖化の場合、無処理稲藁の糖化率20%に対して、96%の糖化率を達成した(図4)。図2中の3回ASC+SBを使用して行った実験の結果である。

表1 リグノセルロースを構成する成分組成

|     | リグニン   | セルロース  | ヘミセルロース |
|-----|--------|--------|---------|
| 木質系 | 20~30% | 40~50% | 20~40%  |
| 草本系 | 5~20%  | 35~40% | 20~40%  |
| 稲藁  | 約14%   |        |         |

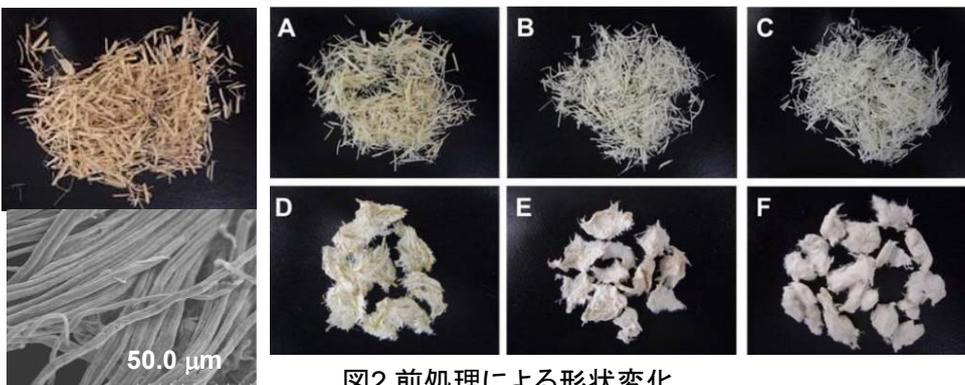


図2 前処理による形状変化

- 図1 粉砕稲藁(上)      ・A、B、C: 順に ASC 1回、2回、3回  
図3 図2 EのSEM写真(下)      ・D、E、F: 順に ASC+SB、2回ASC+SB、3回ASC+SB

脚注 ・ASC: 亜塩素酸ナトリウム処理、SB: 重曹処理

・Avicel: Nobozyme社 celluclast 及び Nobozyme 188 によるアビセルセルロース(微結晶セルロース)の糖化

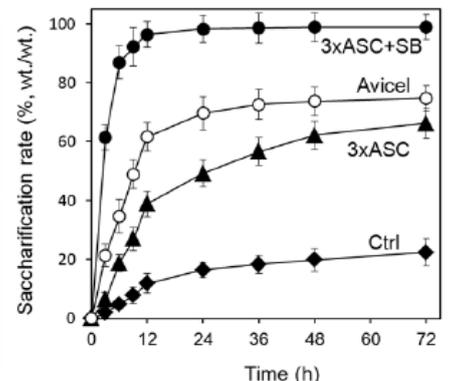


図4 稲藁の酵素糖化に対する前処理の効果      Ctrl: 無処理、3XASC: 3回ASC処理、Avicel: 脚注参照、3XASC+SB: 3回ASC+SB処理

## 応用例・用途

- 草木質系バイオマスを亜塩素酸・重曹法による前処理を行うことで、効率の良い糖化が可能となる。

## 研究設備

- インキュベータ、電気泳動装置、PCR計、分光光度計、質量分析計(LC-MS/MS)、クロマトグラフ(HPLC、FPLC)、凍結乾燥機、ファーメンタ、高速遠心分離機、オートクレーブ、恒温室、安全キャビネット、フリーザ(-80℃、-20℃)

# 草木質バイオマスからの高効率エタノール生産技術の開発 ～ *Trichoderma reesei* 変異によるセルラーゼ活性の改良～

エネルギー

研究者名: **田中 修三** Shuzo Tanaka

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 環境技術・環境材料、土木環境システム、応用微生物学



キーワード: リグノセルロース系バイオマス、糸状菌トリコデルマ、セルラーゼ、変異導入

## 研究概要

食料と競合しないリグノセルロース系バイオマス<sup>注1)</sup>を酵素により糖化するに当たり、セルラーゼ<sup>注2)</sup>高産生菌として知られている糸状菌トリコデルマの1種 *Trichoderma reesei* (以下、*T. reesei*) に変異を加えることで、糖化比活性の高いセルラーゼを産生する菌株の獲得に成功した。

- UV照射や亜硝酸浸漬及びその組み合わせによる変異処理をした菌体培養液を希釈培養し、変異株を取得した(図1)。各種の変異処理をした菌株は野生株と同等の粗酵素(主にセルラーゼ)産生能を示した。各種の変異株培養によって得られるセルラーゼの糖化能を調べるため、 $\alpha$ -セルロースを基質として30°Cで1時間、酵素による糖化を行い、産生セルラーゼの糖化比活性を求めた(図2)。
- *T. reesei* にUV照射及び亜硝酸浸漬による変異処理を組み合わせることで、産生されるセルラーゼの糖化比活性が向上し、*T. reesei* 野生株からの酵素に対して約1.8倍、市販酵素(C1.5L<sup>注3)</sup>)に対して約2.2倍の糖化能を備えた高活性セルラーゼ(MT100UN)を取得した。更に糖化活性の高い酵素を産生する優良株の獲得を目指して、研究を継続中である。

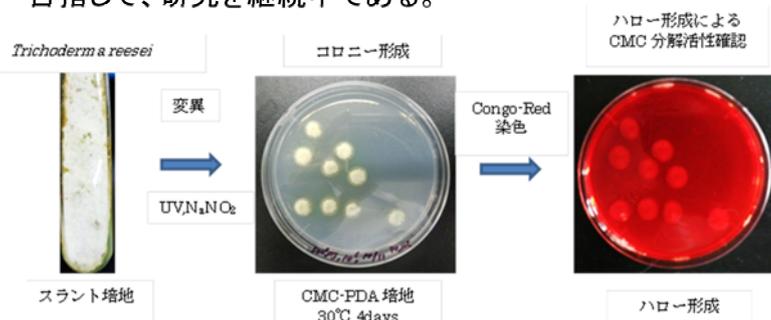


図1 *T. reesei* 変異処理によるセルラーゼ産生株の獲得

- ・カルボキシメチルセルロース(CMC)を含むポテトデキストロース寒天(PDA)培地で培養
- ・CMCを分解することで、染色されずハローが形成される

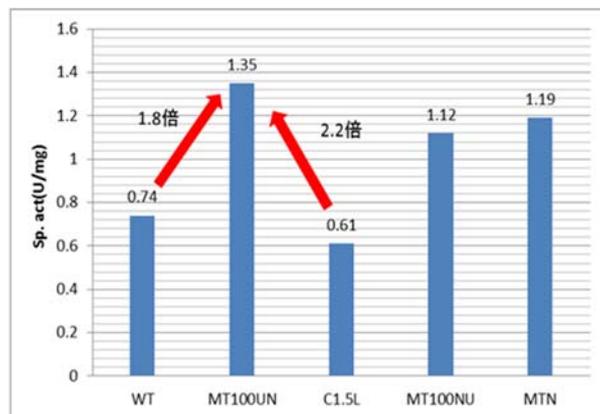


図2 セルラーゼの糖化比活性

WT: *T. reesei*の野生株、MT100UN: UV照射+亜硝酸浸漬変異株、MT100NU: 亜硝酸浸漬+UV照射変異株、MTN: 亜硝酸浸漬変異株

注1): 植物の細胞壁の主成分で、セルロース、ヘミセルロース、リグニンを含む、注2): セルロース分解酵素

注3): Novozymes社、Celluclast® 1.5L (1,4-(1,3;1,4)- $\beta$ -D-グルカン 4-グルカノヒドロラーゼ)

## 応用例・用途

- セルラーゼ高産生菌 *T. reesei* にUV照射と亜硝酸浸漬を組み合わせた変異を加えることで、高活性セルラーゼを産生する菌株を得ることが可能となる。
- 取得したセルラーゼは、セルロース系バイオマスからのエタノール生産の糖化工程に利用可能である。

## 研究設備

- インキュベータ、電気泳動装置、PCR計、分光光度計、質量分析計(LC-MS/MS)、クロマトグラフ(HPLC、FPLC)、凍結乾燥機、ファーメンタ、高速遠心分離機、オートクレーブ、恒温室、安全キャビネット、フリーザ(-80°C、-20°C)

研究者名: **田中 修三** Shuzo Tanaka

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 環境技術・環境材料、土木環境システム、応用微生物学



キーワード: キシロース利用融合酵母、変異導入、プロトプラスト融合、*Saccharomyces cerevisiae*、*Candida intermedia*

## 研究概要

酵母 *Saccharomyces cerevisiae* と *Candida intermedia* との細胞融合により、キシロースを利用する変異・融合酵母の獲得と得られた酵母を利用した発酵技術を開発したので紹介する。これにより、草本系バイオマスである稲藁を原料として、①亜塩素酸・重曹を用いた前処理技術、②高活性な低温性セルラーゼによる糖化技術、及び③変異・融合酵母による発酵技術を利用した、食料との競合や農地の乱開発を起こさないバイオエタノール生産を可能とする一連の技術を確立した。

- エタノール発酵能の高い *Saccharomyces cerevisiae* NBRC2114 (以下、*S. cerevisiae*) とキシロール代謝能をもつ *Candida intermedia* NBRC10601 (以下、*C. intermedia*) (両酵母とも、NITE-NBRCより取得) を野生株として用いた。両酵母をメタンスルホン酸エチルで変異処理し、キシロース取り込み能を向上させた *S. cerevisiae* 変位株とキシロース取り込み能を抑えた *C. intermedia* とのプロトプラスト融合<sup>注1)</sup>を行い、グルコース存在下でもキシロース取り込み能が野生株の約12.2倍高いFSC1株(変異・融合酵母)を獲得した。
- FSC1株のエタノール発酵能を改良するため、再度メタンスルホン酸エチルで変異処理し、改良型のFSC3株を取得した。エタノール収率(g/g-グルコース・キシロース基質): FSC3株は0.42、FSC1株は0.38、野生株 *S. cerevisiae* は0.1
- 一連の研究の成果を組み合わせることで実験を行ったところ、エタノール生成は発酵48時間で完全に糖化された(図1)。エタノール収率は、0.324(g/g-前処理済み稲藁)であった(前処理済み稲藁は、菌体増殖にも使われた)。

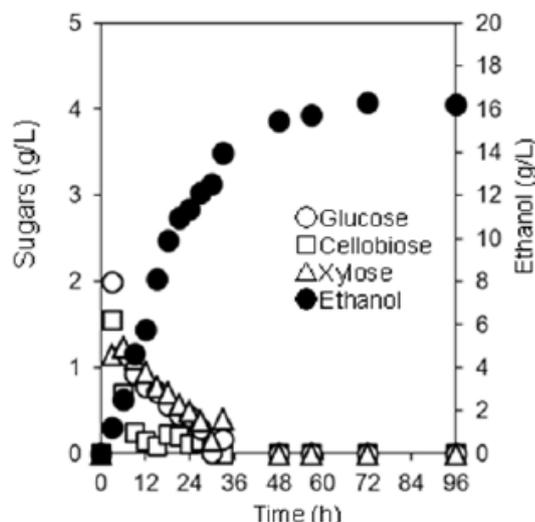


図1 前処理済み稲藁の低温性セルラーゼと改良型FSC3株による平行複発酵  
・亜塩素酸・重曹法による前処理  
・*Trichoderma reesei* MT957株産生の低温性セルラーゼによる糖化と融合酵母FSC3株による同時発酵

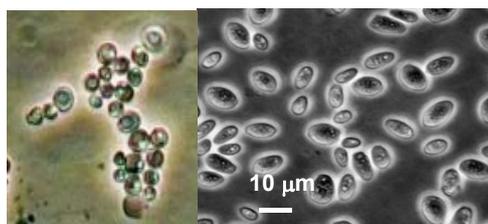


図2 融合酵母FSC1株の胞子形成(左)と顕微鏡写真(右)

注1): 細胞壁のない植物等の2種類の細胞を融合する方法。細胞融合には、一般的にPEG(ポリエチレングリコール)が用いられる。

## 応用例・用途

- 高活性低温性セルラーゼとキシロースを利用する変異・融合酵母を組み合わせることで、高効率なバイオエタノールの生産が可能となり、地球温暖化対策に貢献できる。
- 草木質バイオマスを原料とするバイオエタノール生産により、再生可能エネルギーとして貢献できる。

## 研究設備

- インキュベータ、電気泳動装置、PCR計、分光光度計、質量分析計(LC-MS/MS)、クロマトグラフ(HPLC、FPLC)、凍結乾燥機、ファーメンタ、高速遠心分離機、オートクレーブ、恒温室、安全キャビネット、フリーザ(-80°C、-20°C)

# LSIを構成するIP回路ブロックの開発

～新機能・高性能セルライブラリの構築による応用展開～

ものづくり

研究者名: **大塚 寛治** Kanji Ootsuka

所属: 連携研究センター 名誉教授、特別顧問、主幹研究員

専門分野: 電気電子工学、電子・電気材料工学、電子デバイス・電子機器、  
通信・ネットワーク工学



キーワード: 電子材料工学、マイクロエレクトロニクス工学、コンピュータハードウェア工学

## 研究概要

当研究室は長年、実践で鍛えたベテラン技術者によるコンピュータアーキテクチャ、システム・回路設計、高速信号伝送・電源設計能力を備えています。最近のIP<sup>注1)</sup>として、検索エンジン、メモリ・論理共役コンピュータ、高解像度タッチパネルシステムがあります。また、技術として、28 Gbps (Gigabits per second) 以上の低消費電力I/Oシステムがあります。

I/Oインターフェイスの各要素の基本となる回路・システム設計の一例を紹介します。

- 回路は全て既存IPを使わず、オリジナルなデバイス・回路設計 (図1) 微細プロセスを採用しなくても 28 Gbpsシステムが可能

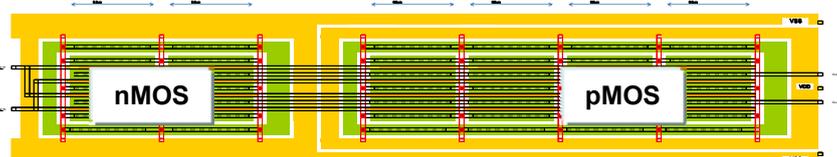


図1 28 Gbps高速ドライバの設計レイアウト例 (130 nm MS) 高速レシーバ、ラッチ、クロック含む

- 最近の注目システム その1 **メモリ・論理共役回路** (図2)

人間の脳のニューロンと同様、回路そのものが論理であり、メモリであるダイナミックコンフィギュレーションの究極を行く回路

- 最近の注目システム その2 **検索エンジン: Axonerve** (図3)

クラウドコンピューティングの時代になり、高速大容量ネットワーク (Internet環境) に必須のルータやスイッチに多用されている検索エンジンの一つ Contents Addressable Memory (CAM) の新アルゴリズムで、低電力エンジンもIPとして開発完了間近

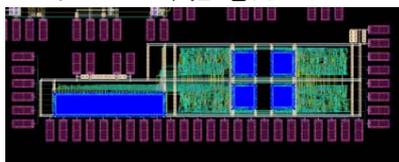


図2 最近の注目システムその1 **メモリ・論理共役回路**

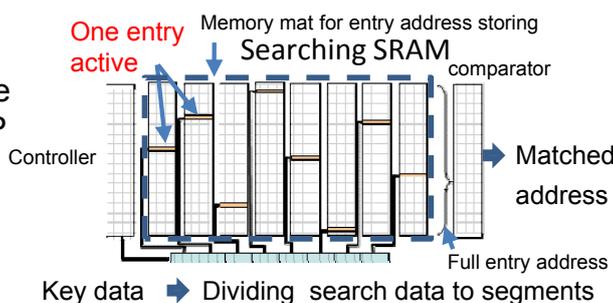
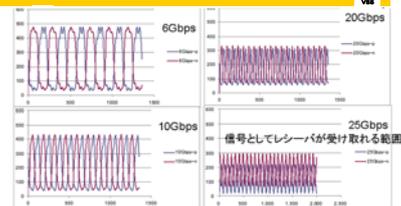


図3 最近の注目システムその2 **検索エンジン: Axonerve**

注1): Intellectual Properties、半導体分野ではLSI (大規模集積回路) を構成する機能ブロックをいう

## 応用例・用途

- 新機能・高性能セルライブラリ構築により、新しい電子制御装置の開発が可能
- アジアにおけるIEEE活動に多大に貢献により、Regional Contribution Awardを受賞 (2014年)

## 研究設備

- 10 GHz以上のデジタル波形測定装置
- 20-50 GHzのベクトルネットワークアナライザなど高速信号系の測定装置

# チップからボード、ケーブルまでのSI、PI一環設計 ～エバネッセントエネルギー、プラズモニクス等の利用～

ものづくり

研究者名: **大塚 寛治** Kanji Ootsuka

所属: 連携研究センター 名誉教授、特別顧問、主幹研究員

専門分野: 電気電子工学、電子・電気材料工学、電子デバイス・電子機器、  
通信・ネットワーク工学

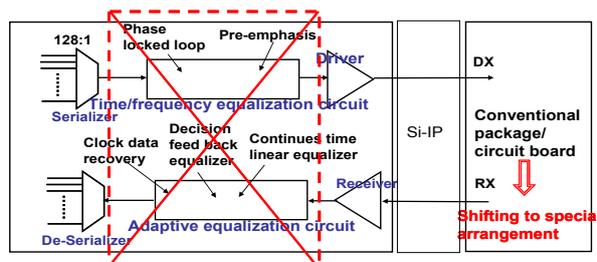


キーワード: 電子材料工学、マイクロエレクトロニクス工学、コンピュータハードウェア工学

## 研究概要

当研究室は長年、実践で鍛えたベテラン技術者によるシステムニーズからチップ、ボード、ケーブルまでのシステムのコンカレントな設計を行う能力を備えています。我々の研究室では、新しい概念「エバネッセントエネルギー、プラズモニクス、及びスピントロニクス」を利用しています。また、インターポーザ<sup>注1)</sup>配線特性を考え、チップからボード、ケーブルまでのSI<sup>注2)</sup>、PI<sup>注2)</sup>の一環設計を行っています。一環設計では、3次元電磁界ソフト<sup>注3)</sup>、PIソフト<sup>注3)</sup>とSPICE<sup>注4)</sup>連成技術を駆使して最適化しています。エバネッセント波<sup>注5)</sup>を利用したインターネットケーブル設計について紹介します。

図1 ボード、ケーブル設計の一例



最近の新規テーマを以下に示します。

- エバネッセント波利用のインターネットケーブル
- プラズマ放電利用
- 乗算機などの新規演算アルゴリズム
- 高速低消費電力CMOS I/O回路
- BCH符号化技術

注1): チップのパッド間隔を基板で処理しやすいパッド間隔やピン並びに変換する中継配線部品

注2): SI (Signal Integrity) は信号の整合性、PI (Power Integrity) はDC電源のドロップダウン、デカップリング、ノイズのこと

注3): 3次元電磁界ソフトとしてMW StudioとHFSS、PIソフトとしてPower SIとSentinel PI

注4): Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis、電子回路のアナログ動作をシミュレーションするソフト

注5): 電磁波が特定の条件下で反射して放出される電磁波

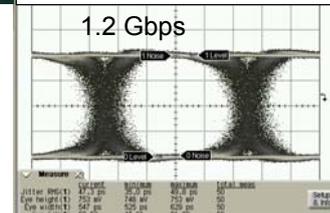
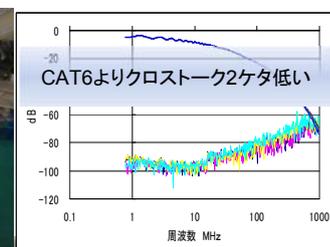


図2 エバネッセント波測定例(ケーブル68 m測定例)

## 応用例・用途

- システムのコンカレント設計
- エバネッセント波を利用した高速・長距離信号伝送技術

## 研究設備

- 10 GHz以上のデジタル波形測定装置
- 20-50 GHzのベクトルネットワークアナライザなど高速信号系の測定装置

研究者名: **高重 正明** Masaaki Takashige

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 教授

専門分野: 物性物理学実験、電気電子材料、物理教育



キーワード: 超伝導 磁気浮上 科学教育

## 研究概要

超伝導とは、物質の電気抵抗が完全にゼロになる現象ですが、それ以外にもマイスナー効果<sup>注1)</sup>や磁束のピン止め効果<sup>注2)</sup>などと呼ばれる磁場と関わった現象が知られています。これらを利用すると、永久磁石で作った軌道上で超伝導体を無接触で走行させることができます。軌道配置を工夫して周回や背面走行を行うことも可能で、意外感を演出することで、超伝導現象の魅力を紹介する物理教育の教材にできます。

下図は一例で、全長約6メートルのネオジウム鉄ホウ素磁石で作った周回軌道を、液体窒素で冷却した超伝導体が走行するジオラマでありオープンキャンパスなどで公開しています。

走行体はイットリウム系酸化物超伝導体をガーゼや発泡スチロールシートで保冷したものを使用し、ガス吹き付けによる加速装置を装備しています。一度の冷却で10周以上周回走行します。

これ以外にも、分岐点を含んだ軌道やリニアモーターを利用した加速装置も製作した実績があり、この種の模型製作のノウハウを提供することも可能です。また浮上や懸垂の原理の解説も含めて走行シーン収録のDVDも貸し出し可能です。



超伝導磁気浮上懸垂模型

注1): 超伝導体内部の正味の磁束密度をゼロにする現象、完全反磁性ともいう

注2): 磁束が超伝導体の内部にあるひずみや不純物などの常伝導部分に捕らえられ、ピンで止めたように動かなくなる現象

## 応用例・用途

- 科学教育関係の行事等でのデモンストレーションに参加することで、先端科学技術の知識普及活動に貢献することが期待できます。

## 研究設備

- 超伝導磁気浮上懸垂走行装置
- チョクラルスキー結晶育成装置(共同利用)
- 低温電気物性測定装置(共同利用)

研究者名: **高重 正明** Masaaki Takashige

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 教授

専門分野: 物性物理学実験、電気電子材料、物理教育



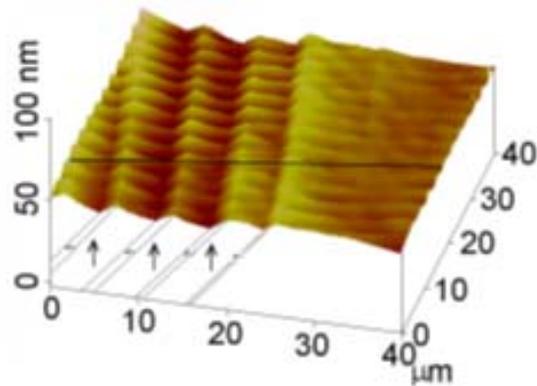
キーワード: 強誘電体、相転移、原子間力顕微鏡、90度分域

## 研究概要

我々の研究室では、強誘電体を対象とした研究を行っています。今までに、一般式 $A_2BX_4$ 型をもつハライド化合物(Aは1価のアルカリ金属、Bは2価の遷移金属、Xはハロゲン)やタングステンブロンズ系酸化物において、10種類以上の強誘電体を発見した実績があります。

強誘電体は、相転移<sup>注1)</sup>という現象により発現する物性です。温度を変えることで起こる相転移を対象にした研究、つまり温度を変えながら、誘電率や自発分極などの測定、分域の観察などを行ってきました。数多くの先駆的なデータを発表していますが、とりわけ注目されたものに原子間力顕微鏡による分域の観察があります。強誘電体は通常自発分極の向きが反平行になった状態(180度分域)に分かれています。特別な場合には自発分極の向きが、ほぼ垂直になった90度分域というものも存在することもあります。

➤ 90度分域が発生する時には、結晶の表面が波打つことが予想されていましたが、右図は、チタン酸バリウム( $BaTiO_3$ )の90度分域の原子間力顕微鏡観察において、それを実証したものです。



BaTiO<sub>3</sub>の90度分域  
(原子間力顕微鏡写真、矢印は分極の向き)

強誘電体分域の電場による反転現象は、メモリー素子への利用が実用化されています。また、外部電場を印加することで、90度分域は大きな表面形状の変化を起こすので、分極反転による疲労現象に大きな関わりがあります。

我々の研究室での、このような長年の強誘電体研究の成果や経験を基にして、物質構造と誘電体入門(高重正明著、裳華房、2003)という本を出版していますが、全国のこの分野の大学院では標準的な教科書として多数使われています。

注1): 外部条件(圧力や温度等)を変化させた時、物質の状態がある条件を境目に、際立って変わる現象

## 応用例・用途

- 強誘電体関連材料の研究情報や原子間力顕微鏡全般について、助言できます。
- 分域の外部電場に対する応答を、電気機械変換素子へ利用できる可能性があります。

## 研究設備

- 超伝導磁気浮上懸垂走行装置
- 低温電気物性測定装置(共同利用)
- チョクラルスキー結晶育成装置(共同利用)

# 環境に優しく、無駄なく、効率的な合成 ～光学活性化合物の新規合成法～

ものづくり

研究者名: **松本 一嗣** Kazutsugu Matsumoto

所属: 理工学部 総合理工学科 生命科学・化学系 教授

専門分野: 有機合成化学、生体触媒化学



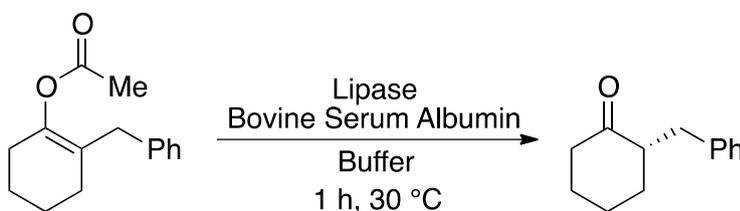
キーワード: グリーン・サステイナブルケミストリー、生体触媒、光学活性、有機合成

## 研究概要

「環境に優しく、無駄なく、効率的に」物質合成を行うグリーン・サステイナブルケミストリーが求められています。我々の研究室では、生体触媒(酵素や微生物などの天然由来の触媒)の基質特異性を利用した反応による光学活性体の合成など、従来の有機化学と生物化学の境界領域の研究を進めています。そこで、代表的な光学活性体の合成例について紹介します。

➤ エノールエステルをリパーゼ<sup>注1)</sup>により酵素加水分解すると得られるケトンは無セミア体となりますが、ウシ血清アルブミン(BSA)を添加することにより光学活性なケトンが生成することを明らかにしました(図1)。BSAは、各種の有機化合物を結合し、血液中を輸送するタンパク質です。結合部位が、酵素の活性部位のような反応場を提供することで、光学活性体が生成したと考えられます。

➤ カルボニル化合物とニトロアルカンを縮合するニトロアルドール反応は、代表的なC-C結合反応の一つとして知られています。ヒト血清アルブミン(HSA)を反応系に添加することで、水中での不斉反応が可能であることを初めて明らかにしました(図2)。



| 添加物             | 合成収率 | エナンチオマー過剰率 |
|-----------------|------|------------|
| Lipase PS / なし  | 49%  | 2%         |
| Lipase PS / BSA | 46%  | 88%        |

図1 エノールエステルの酵素加水分解  
合成収率とエナンチオ選択性

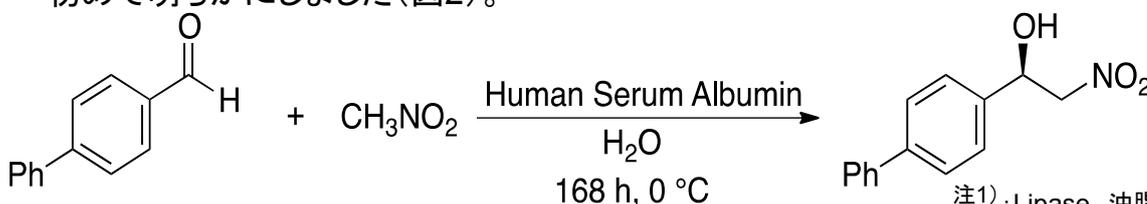


図2 ニトロアルドール反応(ヘンリー反応)  
単離収率70%、エナンチオマー過剰率79%

注1): Lipase、油脂のエステルをアルコールとカルボン酸に加水分解する酵素  
Lipase PS: *Burkholdria cepacia*由来、天野エンザイム株式会社製

## 応用例・用途

- 新しい手法・考え方に基づいた新規有機化合物合成法を提案できます。
- 有機溶媒を使用せず、生体触媒を再利用可能で、環境にやさしい合成法を提案できます。

## 研究設備

# 環境に優しく、無駄なく、効率的な合成 ～再利用可能な環境調和型触媒の開発～

ものづくり

研究者名: **松本 一嗣** Kazutsugu Matsumoto

所属: 理工学部 総合理工学科 生命科学・化学系 教授

専門分野: 有機合成化学、生体触媒化学



キーワード: グリーン・サステイナブルケミストリー、生体触媒、光学活性、有機合成

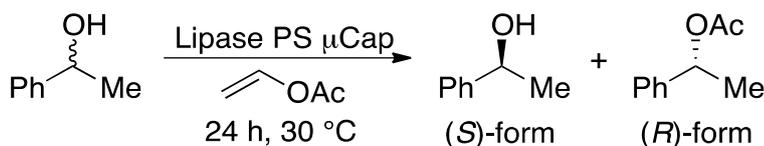
## 研究概要

「環境に優しく、無駄なく、効率的に」物質合成を行うグリーン・サステイナブルケミストリーが求められています。我々の研究室では、生体触媒(酵素や微生物などの天然由来の触媒)の基質特異性を利用した反応による光学活性体の合成など、従来の有機化学と生物化学の境界領域の研究を進めています。そこで、光学活性化合物の合成に使用する酵素を、再利用可能で、環境にやさしい生体触媒として開発しましたので、紹介します。

酵素を回収再利用する試みは、多くの例がありますが、担体に酵素を固定化することによる不安定性や使用する溶媒に制限がある等の欠点がありましたので、炭酸カルシウム(CaCO<sub>3</sub>)をマイクロカプセル(μCap)化する技術を応用し、酵素を固定化することを考えました。

➤ リパーゼ固定化マイクロカプセル(Lipase PS μCap)を使用し、不斉アセチル化を検討し、高いエナンチオ選択性を示す光学活性体を得ることに成功しました(図1)。Lipase PS μCapの再利用も可能でした。

➤ Lipase PS μCapの調製は、図2に示した方法により作製しました。



| Run | Alcohol (% ee) | Acetate (% ee) | 変換率 (%) |
|-----|----------------|----------------|---------|
| 1   | 98             | 99             | 50      |
| 2   | 92             | 99             | 48      |
| 3   | 69             | 99             | 41      |

図1 有機溶媒中での不斉アセチル化反応  
R-Formのアルコール: 選択的アセチル化  
%ee: エナンチオマー過剰率

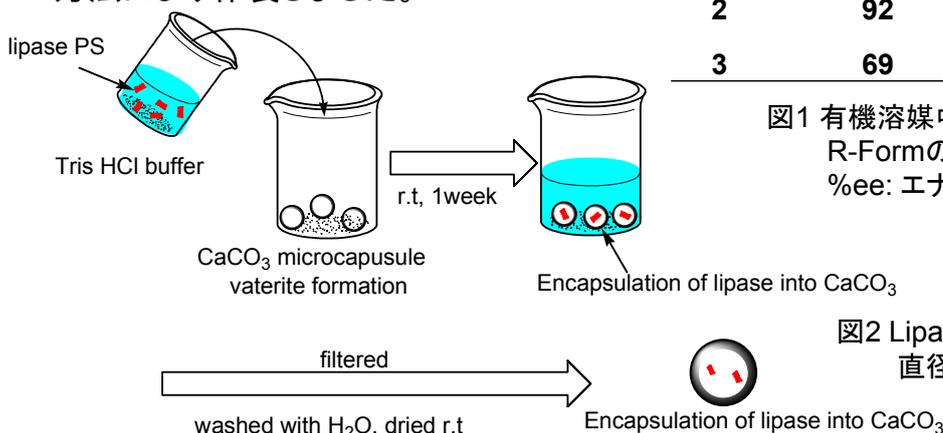


図2 Lipase PS μCapの調製法  
直径約5-8 mm程度の球状構造

## 応用例・用途

- 新しい手法・考え方に基づいた新規有機化合物合成法を提案できます。
- 有機溶媒を使用せず、生体触媒を再利用可能で、環境にやさしい合成法を提案できます。

## 研究設備

研究者名: **原田 久志** Hisashi Harada

所属: 理工学部 総合理工学科 生命科学・化学系 教授

専門分野: 物理化学、機能物質化学、機能材料・デバイス、  
触媒・資源化学プロセス、光電気化学



キーワード: 超音波光触媒反応、過酸化水素発生、超音波霧化、ソノルミネセンス、  
マイクロ高温・高圧極限化学反応場

## 研究概要

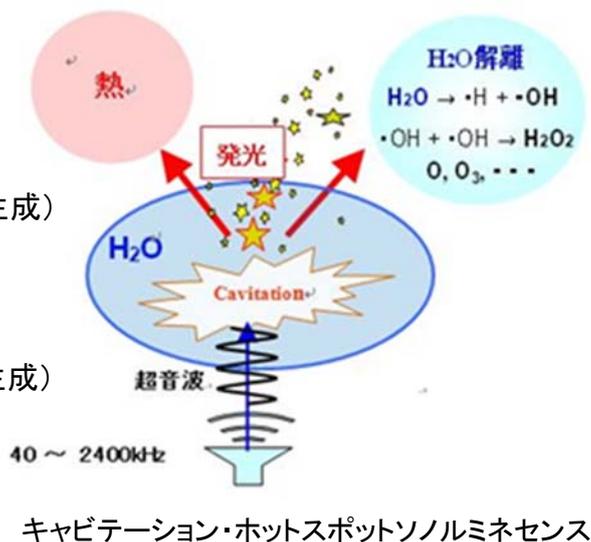
### 超音波照射が化学反応を起こす過程やそれを利用した

化学反応(ソノケミカル反応または光触媒反応系との複合化による超音波光触媒反応)についての研究概要

超音波を液体に照射すると、溶液中では疎密波の通過に伴い無数のCavity(空洞・空泡)が生成しそれらが崩壊する過程、すなわちCavitation(キャビテーション)が起こります。このキャビテーション時には、微小ジェット流による強い力学場が生成し、短寿命の急加熱・急冷現象も生じ、マイクロ領域ではありますが数千度・千気圧にも達する高温・高圧場が生まれます。前者が超音波照射による物理作用、後者が化学作用の源泉です。これらの作用により化学結合の切断・組み換え、いわゆるソノケミカル反応が発現されたり、反応速度が加速されたりします。

以下に現在の研究テーマを示します。

- ミクロ領域極限化学反応場の利用
- オンサイト過酸化水素製造(使用現場での強力酸化剤生成)
- 水からの水素発生(水素の分離生成)
- 二酸化炭素の再資源化  
(二酸化炭素の還元、光と超音波による有機化合物の生成)
- 超音波と光触媒反応の相乗効果
- 環境浄化(環境汚染物連続分解装置考案)
- 物質創成(光触媒など)



## 応用例・用途

- 超音波技術を用いた製品開発 (食品の製造過程サポート、機能水の生成、化粧品など)

## 研究設備

- ソノケミカル反応装置
- ソノルミネッセンス観測装置
- 超音波霧化装置

# 高周波数の超音波による霧化とその応用 ～超音波照射による化学発光と化学反応の定量～

ものづくり

研究者名: **原田 久志** Hisashi Harada

所属: 理工学部 総合理工学科 生命科学・化学系 教授

専門分野: 物理化学、機能物質化学、機能材料・デバイス、  
触媒・資源化学プロセス、光電気化学



キーワード: 超音波、高周波、超音波霧化、ソノルミネッセンス、ソノケミカル反応

## 研究概要

近年、超音波を化学反応系に照射する方法、即ちソノケミカル反応、により化学反応を促進する方法が注目されています。また、周波数が1 MHz以上の高周波数の超音波は、溶媒を盛んに霧化することが知られており、加湿器やネブライザー<sup>注</sup>)などとして、日常生活にも取り入れられています。周波数2.4 MHzの超音波霧化器を使用した一部の例を紹介します。

- 超音波霧化器を図1に示します。超音波を照射することにより、霧化現象が現れることが分かります(図2)。
- ルミノールのアルカリ溶液に、2.4 MHzの超音波を照射し、暗箱内で発光を観察しました(図3)。超音波を照射するとルミノールと反応する過酸化水素が生成され、超音波照射時のみ化学発光が観察されることが分かります。
- ヨウ化カリウム(KI, 0.1 mol/L)水溶液に、超音波照射すると、発生するヒドロキシラジカル( $\cdot\text{OH}$ )による反応で、355 nm付近に吸収(生成 $\text{I}_3^-$ による発色)が現れることが分かります。



図1 2.4 MHz超音波発生装置  
霧化能力: 250 mL $\pm$ 50 mL/h

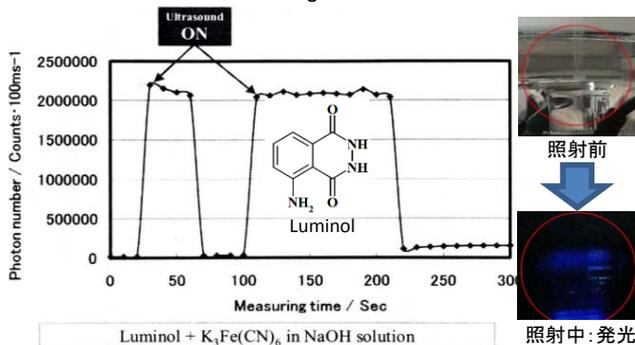


図3 ルミノールのアルカリ水溶液からの化学発光  
発生する過酸化水素との反応による発光

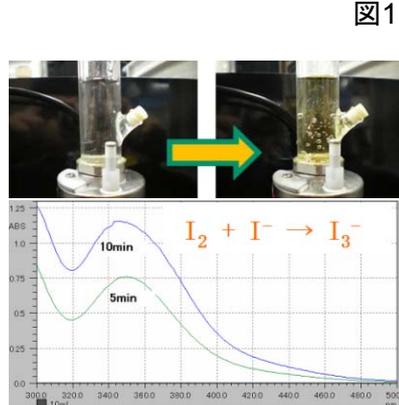


図4 ヨウ化カリウム発色反応



図2 超音波霧化実験  
反応溶液は底面の振動子と直接接触

注) : 喘息患者が薬剤を経口吸入するための器具

## 応用例・用途

- 高周波数の超音波を利用することにより、霧化させることで、アルコールなどの揮発性物質を濃縮する技術が確立できます。
- 各種の超音波を化学反応に利用することで、反応時間の短縮や収率の向上が図れます。

## 研究設備

■ ソノケミカル反応装置

■ ソノルミネッセンス観測装置

■ 超音波霧化装置

# 有機金属錯体によるナノワイヤーの創製 ～機能性分子のナノワイヤー化とその特性～

ものづくり

研究者名: **西條 純一** Junichi Nishijo

所属: 理工学部 総合理工学科 生命科学・化学系 准教授

専門分野: 分子性磁性体、分子性導体



キーワード: 有機金属錯体、ナノワイヤー

## 研究概要

各種有機分子にエチニル基を導入し、銅(II)または銀(II)イオンとの錯体(=アセチリド)とすることで、ナノワイヤー化することに成功しました(図1)。また、機能性分子をナノワイヤー化し、その特性も調べましたので、その例を紹介します。

金属イオンの種類や有機化合物の構造によってはナノワイヤーの出来具合が異なります。我々の研究室で調べた15種類の分子の内、部分的なもの(3種類)も含めてナノワイヤー化は、11種類となり、汎用性が高い方法といえます。

- 銀フェニルアセチリドを使用したナノワイヤーの作成方法を図2に示します。錯体を合成しただけではナノワイヤー化しなかった分子であっても、再結晶することによってナノワイヤー化が可能であることが分かりました。
- 機能性分子として、蛍光性のあるフェナントレンを持つ金属アセチリドを使用した例を図3に示します。銀錯体の場合は蛍光を呈しませんでした。銅錯体の場合は、蛍光を呈しました。

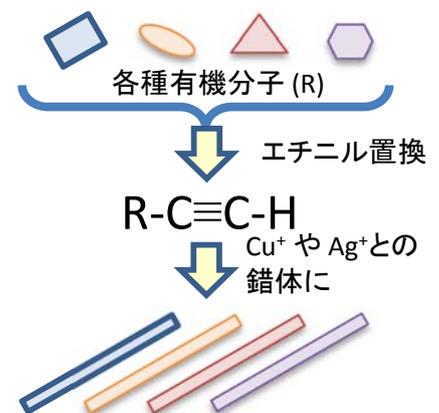


図1 各種有機金属錯体によるナノワイヤー化

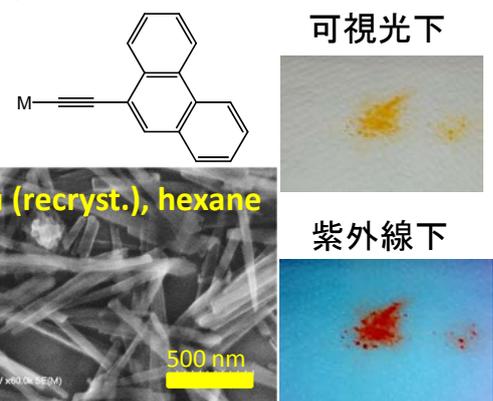


図3 9-エチニルフェナントレンによるナノワイヤー

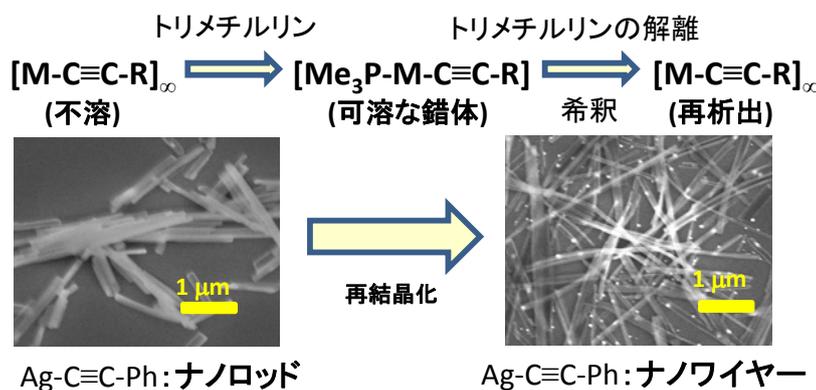


図2 銀フェニルアセチリドによるナノワイヤー

## 応用例・用途

- 分子の形状にほとんど依存しない統一的手法でナノワイヤー化することが可能です。
- 様々な機能を持ったナノワイヤーの迅速な開発が可能となります。

## 研究設備

# 有機金属錯体による磁性体の創製 ～磁性ナノワイヤーとフェリ磁性体及びその特性～

ものづくり

研究者名: **西條 純一** Junichi Nishijo

所属: 理工学部 総合理工学科 生命科学・化学系 准教授

専門分野: 分子性磁性体、分子性導体



キーワード: 有機金属錯体、ナノワイヤー、フェリ磁性

## 研究概要

磁性を持つ有機化合物にエチニル基を導入し、金属アセチリドとすることで、磁性を持つナノワイヤーの作製にも成功しています。また、エチニル基を有する導電性化合物と環状化合物との新規なクロム(III)錯体を合成することにより、分子間で強い相互作用を有するフェリ磁性<sup>注1)</sup>体の作製にも成功しています。ここでは、これら2例を紹介します。

- ▶ エチニル基を導入した有機磁性分子の銅(I)錯体を合成し、再結晶化することで、磁性を有するナノワイヤー(図1)を作製しました。ナノワイヤー状でも磁性を維持していることが明らかになりました。また、銀(I)錯体の場合は、ナノ粒子も一部副生しました。
- ▶ エチニル基を導入したテトラチアフルバレン誘導体をクロム(III)に結合した錯体を新規に合成しました(図2)。中心金属としてクロム(III)を用いたことで、比較的大きなスピンをもつ安定な錯体を得られます。これを用いて作製した磁性結晶では、隣接する錯体との間でテトラチアフルバレン誘導体が二量体を組み、+1価の電荷が隣接分子間で非局在化し、隣り合う分子のスピンを非常に強く結びつけていることが明らかになりました。

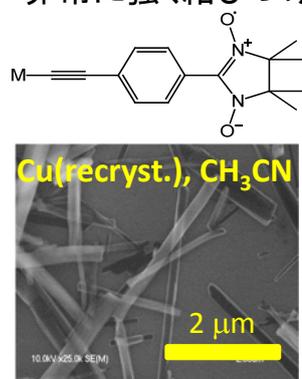


図1 磁性有機化合物の銅アセチリドによるナノワイヤーと磁化率

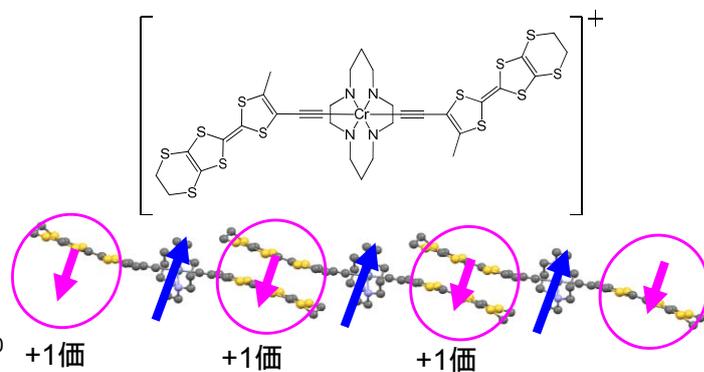
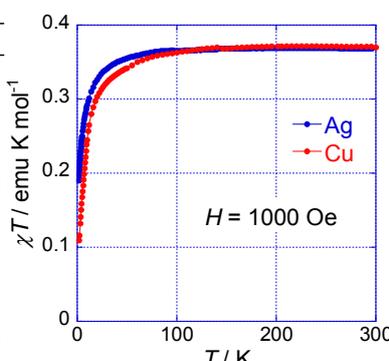


図2 新規導電性磁性クロムイオン(III)錯体分子同士が一体化

注1): 大きさの異なるスピンの整列することで、全体として大きな磁化を示す磁性体

## 応用例・用途

- 磁性を保持したナノワイヤーの迅速な開発が可能となります。
- 安定なフェリ磁性体の迅速な開発が可能となります。

## 研究設備

# 化学 - 生物相補的合成プロセスによる有用物質の合成

ものづくり

研究者名: **富宿 賢一** Ken-ichi Fuhshuku

所属: 理工学部 総合理工学科 生命科学・化学系 准教授

専門分野: 有機化学、酵素化学、応用微生物学



キーワード: 生体触媒、酵素、微生物、光学活性物質、生物活性物質、不斉合成、光学分割

## 研究概要

生体内で様々な代謝反応をつかさどる酵素を用いる物質変換法は、温和な条件下で利用可能であり、環境にやさしく省エネルギーを可能にします。我々は、環境調和型の物質合成プロセスの基盤となる、新規かつ斬新な酵素・微生物触媒反応を開発し、化学-生物相補的合成プロセスとして有用物質の合成へと展開する研究を進めています(図1)。有機化学や酵素化学、応用微生物学等の知識や技術を最大限に使い、研究を行っています。その一例について紹介します。

カルボニル化合物の不斉還元を可能とする新規な微生物を探索し、各種の光学活性なアルコールを合成しました。次に、合成した光学活性なアルコールに対する新規な化学変換を開拓することによって、有用物質を合成した例について説明します。

- プロキラルなカルボニル化合物に作用する微生物を探索し、酵母の一種 *Torulaspora delbrueckii* を選択し、不斉還元を行いました(図2)。
- 還元され生成したアルコールは、分子内環化反応を経て、光学的に純粋な二環性化合物へと変換しました。また、ラジカルβ-開裂などの化学変換を開発し、インターロイキン6の活性阻害剤マジンドリン A の形式全合成に成功しました(図2)。

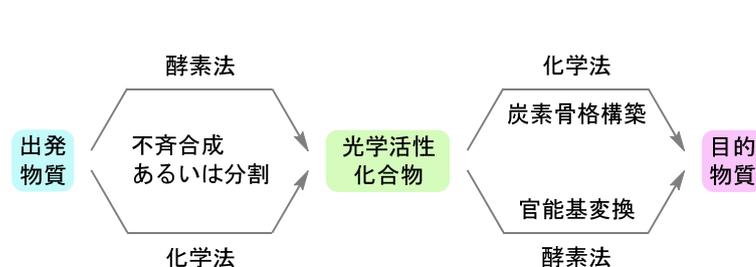


図1 化学-生物相補的合成プロセス  
目的とする有用物質の合成プロセス例  
酵素法と化学法を使い分けて効率的に合成

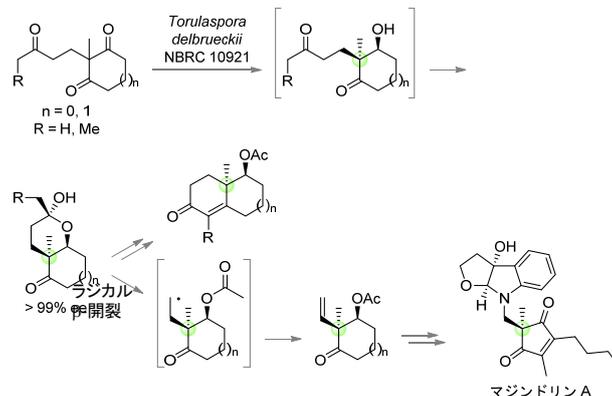


図2 微生物反応と有機合成を活用したマジンドリン A の合成

## 応用例・用途

- 独自に見出した酵素反応を鍵段階として、様々な有用物質の効率的な合成を可能にします。
- 各種の特許を取得していますので、効率の良い合成法を提案できます。

## 研究設備

研究者名: **山本 晴生** Haruo Yamamoto

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 機械材料・材料力学



キーワード: 各種金属、合金、疲労強度

## 研究概要

金属の強度を調査することは、機械や装置の部品の形状と寸法を定める時に必要不可欠である。通常、金属材料の引張強度を基準とした設計が行なわれているが、機械などの性能を長期間に亘って安定的に維持するためには繰返し応力が負荷した時の疲労強度の解明が必須であり、現在は超長寿命(10年以上)下の疲労限度が必要とされている。部品に負荷する応力は多種多様であり、応力様式の異なった時の疲労限度を究明する必要がある。本研究室には、次の4種類の疲労試験機が整備されており、多種多様の疲労強度特性を解析することができる。

- 平面曲げ・ねじり疲労試験機(図1): 薄板の面外平面曲げ疲労及び棒のねじり疲労(6台)  
金属及び非金属の平板試験片の繰返し曲げ試験及び丸棒試験片のねじり試験に最適
- 回転曲げ疲労試験機(図2): 四点曲げ応力下の回転曲げ(棒)(2台)  
金属材料の回転曲げ疲れ試験(JIS Z 2274)規格に適用
- 油圧サーボ疲労試験機(図3): 平均応力が伴う引張応力(棒及び板)  
各種金属や非金属等の疲労試験、安定性の良い高い制御精度の試験ができる
- 多連式軸荷重疲労試験機(図4): 平均応力が伴う引張応力を同時に4本(棒)  
試験軸数4軸で、各試験ごとに最大試験荷重を設定可能



図1 平面曲げ・ねじり  
疲労試験機

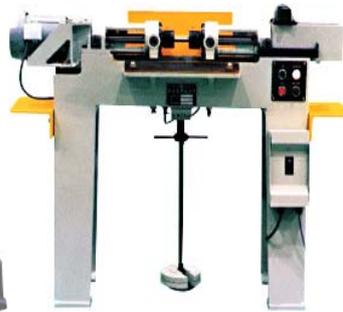


図2 回転曲げ  
疲労試験機



図3 油圧サーボ  
疲労試験機



図4 多連式軸荷重  
疲労試験機

掲載した4試験機は、株式会社東京衡機のHPから転載を了解頂いた

## 応用例・用途

- 各種金属及び非金属材料の疲労強度試験機を所有しており、多種多様の繰返し応力負荷時の疲労強度の解明が可能となる。

## 研究設備

- その他の研究設備: 高速衝撃試験装置、落垂式衝撃試験装置、静的・動的ひずみ測定器

# マグネシウム合金溶接部の疲労強度特性 ～溶接による疲労強度低下を抑える～

ものづくり

研究者名: **山本 晴生** Haruo Yamamoto

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 機械材料・材料力学



キーワード: マグネシウム合金、TIG溶接、疲労強度

## 研究概要

地球温暖化や環境問題への対策が急務な状況にあり、輸送機器の軽量化による環境負荷の低減が重要な課題である。軽量化を考慮した実用性のある材料として、チタン、アルミニウム、マグネシウム等の合金があり、疲労強度特性について研究している。

マグネシウム合金<sup>注1)</sup>は、輸送機器の部品として使われてきたが、構造用材料への用途拡大も考えられており、溶接部の疲労強度も把握することが重要になってきている。ここではマグネシウム合金AZ31<sup>注2)</sup>を使用したTIG溶接<sup>注3)</sup>部の疲労強度特性を評価した結果について説明する。

- 平滑材 (Smooth Specimen) と溶接継手材 (Welding Specimen) の変位一定型平面曲げ疲労試験機による疲労試験を行い、平滑材で68 MPa、溶接継手材 (余盛り除去) で60 MPaの疲労限度となり、溶接しても約13%の低下に留まることが明らかとなった(図1)。
- 余盛りが存在すると溶接止端部で疲労き裂が発生し、疲労強度が減少することが明らかとなった。
- 疲労試験での破断面を観察したところ、表面き裂の発生部位は溶接部または熱影響部から発生していることが明らかとなった(図2)。

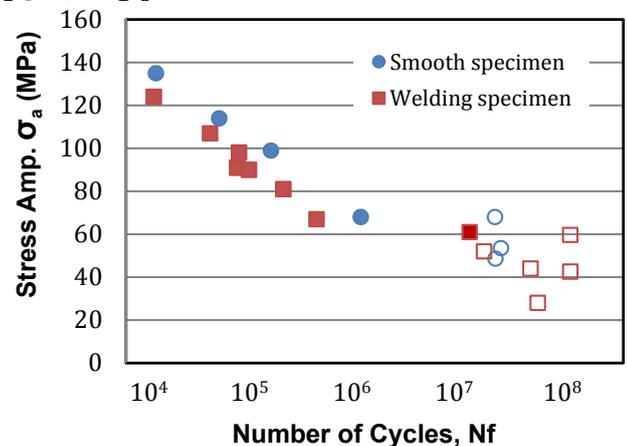


図1 平滑材及び溶接継ぎ手材のS-N線図  
縦軸: 応力振幅 $\sigma_a$ 、横軸: 破断までの繰返し数Nf



図2 破断面と表面き裂及びき裂の起点部  
 $\sigma_a = 107 \text{ MPa}$ 、 $N_f = 5.7 \times 10^4$   
下図: 破産面を重ね合わせて拡大

注1): 比重は鉄の1/4、アルミニウムの3/4と軽量、比強度(強度/比重)も他の金属に比べて高く、再溶融してリサイクルする際にも省資源の観点から優れている

注2): アルミニウム (Al) を3%と亜鉛 (Zn) を1%含むマグネシウム合金

注3): Tungsten Inert Gas溶接、電極にタングステンを使用し、溶接部を不活性ガス(アルゴンガス等)で覆いながら溶接する

## 応用例・用途

- 軽量且つ比強度が高いマグネシウム合金は、溶接接合を含めた構造用材料としての用途に応用可能である。

## 研究設備

- 疲労試験機、高速衝撃試験装置、落垂式衝撃試験装置、静的・動的ひずみ測定器

# 感性工学による高音質音楽用CDの開発 ～録音技術のあり方と音楽表現の可能性～

ものづくり

研究者名: **亀井 延明** Nobuaki Kamei

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 人間工学、遠隔医療、機械力学、CAD/CAM、競技車両設計・製作



キーワード: 芸術音楽、演奏家、録音技術、官能評価

## 研究概要

芸術音楽のCD等、録音物において、「作り手」の録音制作者と「受け手」である演奏家、一般聴衆の間に、その音質及び音のバランスに対する価値基準に乖離が生じている(図1)。明星大学芸術音楽録音研究会では、録音技術のあり方、音楽表現の可能性について研究を行ってきた注1)。優れた演奏家の紹介を兼ねて、実際のもの作りとしてのCD制作を始め、産学連携を通して現在までに4枚のCDを企画、制作、販売を行ってきた注2)ので、その一端を紹介する。

- ▶ 参加した演奏家は、ステージにおける演奏調整及び録音を聴くことにより、演奏を客観的に捉える機会となり、今後の演奏活動に大変役立ち、新たな視野を獲得できた(図1)。
- ▶ 録音エンジニアは、暖めていたアイデア、録音環境及び録音技法が音楽表現に及ぼす影響について、確認する機会となった(図1)。
- ▶ ピアノを用いる録音制作の場合、ホールの音響特性、演奏作品、当日の温度や湿度等、環境が異なる中で、ピアノの脚に付属するキャストの向きを調整することは、録音をする上で重要な要素となることが官能評価から明らかになった(図2)。

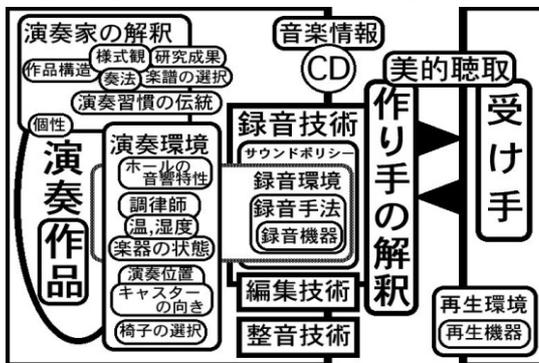


図2 ヴァイオリンとピアノのデュオ及びチェロを加えた録音風景  
6本のマイクロフォンによるマルチマイク及びコンピュータによるマルチトラックレコーディング方式による録音風景

図1 芸術音楽の録音・再生での音楽情報伝達過程 「作り手」と「受け手」との関係

注1): カワイサウンド技術・音楽振興財団からの研究助成に基づいた研究

注2): 販売元: ラッツパッケレコード、演奏家: ミハイル・カンディンスキー(ピアノ)、他  
2006年より逐次販売開始。4枚目の「マタニティーコンサート」(発売日: 2013年10月)は、株式会社デラより共同制作し、約1万枚販売



## 応用例・用途

- 芸術音楽と録音の関係性を軸に、演奏家同士の出会いと優れた録音制作の実現という良循環を作り出すことが可能となる。

## 研究設備

- 芸術音楽録音研究会 (<http://www.hino.meisei-u.ac.jp/me/kamei/index.htm>) の常設

# グランドピアノ用譜面台の開発 ～新規開発譜面台による音響効果～

ものづくり

研究者名: **亀井 延明** Nobuaki Kamei

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 人間工学、遠隔医療、機械力学、CAD/CAM、競技車両設計・製作



キーワード: グランドピアノ、譜面台、反響音、音域

## 研究概要

グランドピアノから演奏者へ到達する演奏音には、大屋根等に反射した後に演奏者へ到達する反射音と、演奏者に直接到達する直接音とが含まれる。しかし、譜面台を備え付けた場合、直接音の到達が妨げられるおそれがある(図1左と中央)。そこで、明星大学芸術音楽録音研究会にて、芸術音楽のCDを作製する過程で、グランドピアノ用譜面台を開発し、その効果を明らかにした。



図1 コンサート用のグランドピアノ(STEINWAY -D274型)  
左: 付属の譜面台、中央: 譜面台なし、右: 開発試作した譜面台

以下に譜面台開発で検討した結果を示す。

- 重さを1.5 kg以内を目標仕様とした。材質をアルミとし、厚みを2 mmとした結果、1.3 kgとなった(図1 右)。
- 弦の上部にピアノ共鳴板として梁が突き出ている部分に載せるようにした。また、ピアノとの接触部は、弦の上の梁とピアノの鍵盤の上の外側部分に譜面台の下部にゴムを貼り付け、譜面を載せて固定した。実際の演奏でも、譜面台が動かないことを確認した。
- 1/3オクターブ解析を行った結果、L(左)とR(右)での全音域の最大値は、譜面台なしの場合とほぼ同等の結果となった(表1、図2)。
- 今後、材質を木製に替えるなど検討し、本番にも対応できるような譜面台にする。

表1 振動数による音域の設定

| 音域  | 振動数                |
|-----|--------------------|
| 低音域 | 20Hz以上～200Hz未満     |
| 中音域 | 200Hz以上～2000Hz未満   |
| 高音域 | 2000Hz以上～20000Hz未満 |

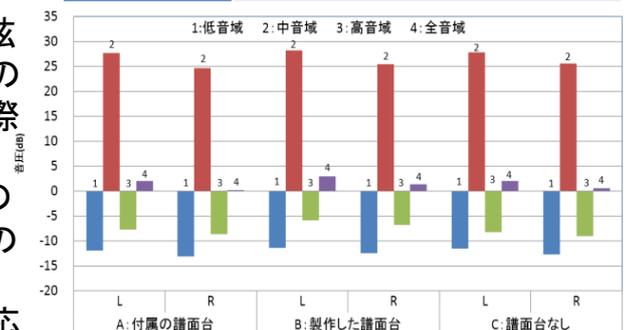


図2 各音域での1/3解析結果

## 応用例・用途

- グランドピアノ演奏会でも、反響音を損ねることなく使用可能な譜面台作製の可能性がある。
- 発明の名称: グランドピアノ用譜面台(特願2013-168222)

## 研究設備

- 3Dプリンタ
- CAM
- 3D-CAD (CATIA V5)

# 環境にやさしいマイクロバブル発生装置の開発 ～巡回水中翼を用いた水中への高効率気泡導入～

ものづくり

研究者名: **熊谷 一郎** Ichiro Kumagai

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 流体力学、流体可視化技術



キーワード: 省エネルギー、曝気装置、微小気泡発生装置、攪拌混合

## 研究概要

下水処理の過程で行われるエアレーションでは、処理施設の総消費電力の大半を占めるエネルギーが使われており、より消費電力の少ない気泡発生装置の開発が期待されている。

巡回翼を用いた揚力型気泡発生装置では、翼周囲の流れにより翼上面に発生する負圧を利用して空気を水中に導入するため、空気圧送による熱力学的エネルギーの損失がなく、消費電力の大幅な削減が見込まれる。新型翼を回転翼型曝気装置(図1 I.)に採用し、空気導入性能について検討し、以下のことを明らかにした。

- 翼の空気孔から放出される空気が、周囲の流れの影響によって微細化されて気泡が形成される。小さな空気孔を設けた水中翼を回転させ、sub-mmからmmオーダーの微小気泡の発生に成功した(図1 II.)。
- 気泡流量は迎角の増大に伴って増加し、最大流量となる迎角が存在することが明らかとなった(図2)。
- 気泡流量は巡回速度と共に増加した(図3)。巡回速度の増加によって、翼上面に発生する低圧領域と大気圧との圧力差が大きくなったことで説明できる。

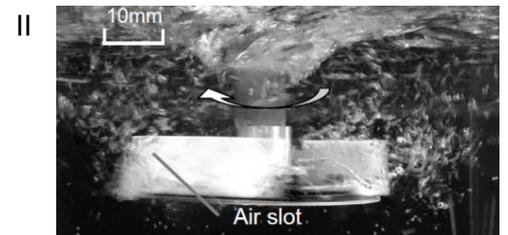
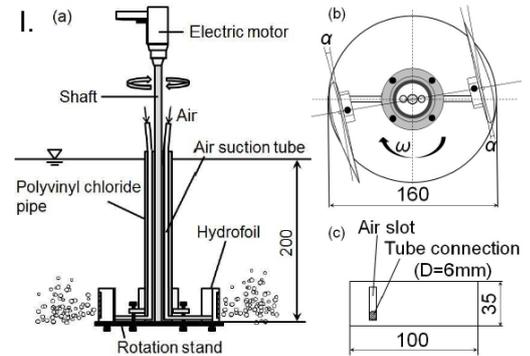


図1 回転翼型曝気実験装置模式図と回転水中翼からの放出気泡  
I. (a) 横からの図、(b) 上方からの図、(c) 水中翼 II. 水深 100 mm、周速度 1.8 m/s、迎角 35°

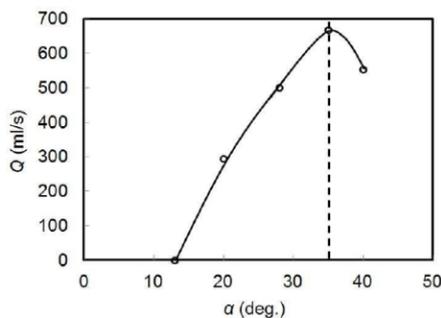


図2 気泡流量の迎角依存性

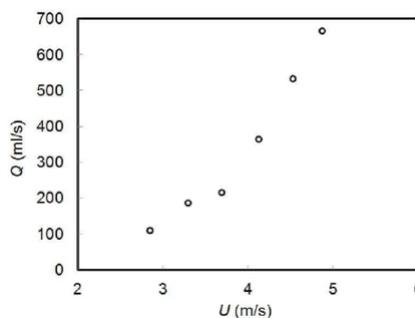


図3 気泡流量の巡回速度依存性

## 応用例・用途

- 下水処理や湖沼の水質改善等での消費電力の少ない気泡発生装置として利用できる。
- 液体を選ばないエマルジョン(液-液混合)の作製や効率的攪拌にも利用可能である。
- 村井祐一、田坂裕司、熊谷一郎、回転翼式気泡発生装置、特許第5501028号(2014.3.20、出願人:国立大学法人北海道大学)

## 研究設備

- ハイスピードカメラ
- 3D CAD
- 3Dプリンター
- 実験水槽

# 船舶の摩擦抵抗低減を微小気泡で実証 ～翼の負圧を利用して微小気泡を船底に誘導する～

ものづくり

研究者名: **熊谷 一郎** Ichiro Kumagai

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 流体力学、流体可視化技術



キーワード: 省エネルギー、曝気装置、微小気泡発生装置、攪拌混合、船舶の摩擦抵抗低減

## 研究概要

微小気泡を用いた船舶の摩擦抵抗低減技術に関する研究は、輸送効率の向上、燃料コストの削減、そして地球温暖化防止へ向けた省エネルギー技術として脚光を浴びはじめている。このような状況の中、空気導入管とその船底側に水中翼を取り付けた微小気泡発生装置を開発した。

本装置は、水中翼上面の負圧を利用して大気中の空気を船底に誘導するところに特徴がある(図1及び図2)。即ち、船舶の推進によって生じる水の流れが水中翼を過ぎる際、翼上面に発生する負圧により、空気をほぼ大気圧のまま船底に導入し、微小気泡を発生させるため、空気の圧送に伴うエネルギーを必要としない。

- 船舶の抵抗低減に対して有効に働く微細気泡を効率的に、しかも大量に発生させることが可能となった(図3)。
- 実船試験を行い、正味10～15%の動力節減を実証した。船舶スピード上昇と共に、動力節減効果も上昇した(図4)。
- 気泡発生動力が小さいため、装着数に比例して省エネルギー効果も増加した。

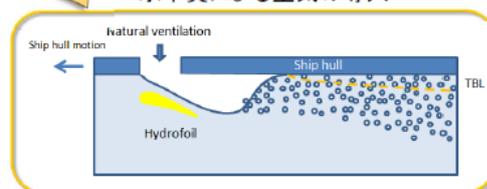
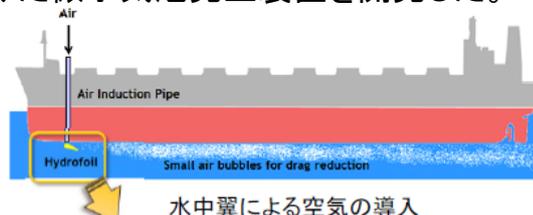


図1 船舶に装着した水中翼及び空気導入の模式図

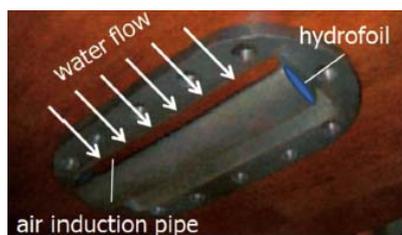


図2 空気導入管を有する水中翼

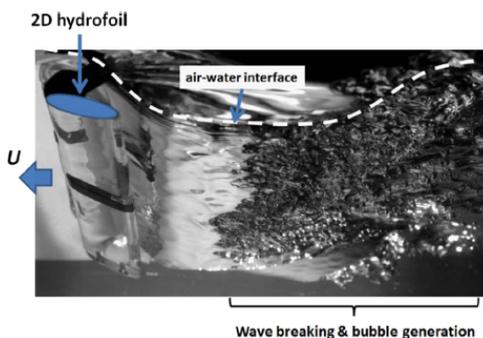


図3 水中翼による気泡発生状況

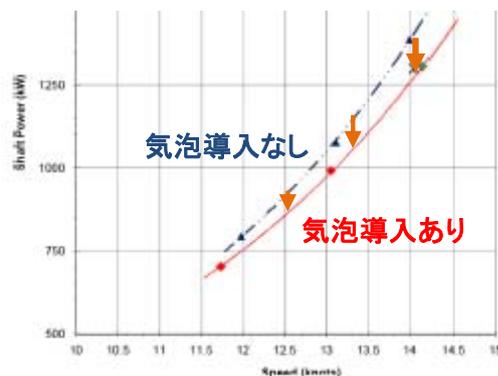


図4 実船試験での船舶スピードと軸動力(Shaft Power)の関係

## 応用例・用途

- 本微小気泡発生装置により、船舶のエネルギー消費量を低減することが可能となる。
- 船舶の形状や運用に適した水中翼の最適化により、省エネルギー効果向上が可能となる。

## 研究設備

- ハイスピードカメラ
- 3D CAD
- 3Dプリンター
- 実験水槽

研究者名: **山崎 芳昭** Yoshiaki Yamazaki

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: ロボティクス・メカトロニクス



キーワード: レスキューロボット、宇宙エレベーター、自律移動ロボット

## 研究概要

本研究室では、無線LANなどを用いた**遠隔操縦型ロボット**や**自律移動ロボット**の研究に取り組んでいます。

(1) **遠隔操縦型レスキューロボットの開発**・・・震災時に瓦礫の下に残された被災者を発見するレスキューロボットを開発し、毎年5月開催の「ロボカップレスキュー実機リーグ」で他大学と競い実験評価している。

(2) **宇宙エレベーター用クライマーの開発**・・・気球から吊るしたアラミド繊維製のベルトを昇降するクライマーの研究を進めている。2013年の「宇宙エレベーターチャレンジ」では、500mの自律昇降を実現した。

(3) **屋外型自律移動ロボットの研究**・・・レーザスキャナ、GPS、慣性センサなどで環境を認識する自律移動ロボットを開発し、つくば市で開催される「つくばチャレンジ」にて実験評価を行っている。2012年度は屋外において、180mの自律走行を実現した。

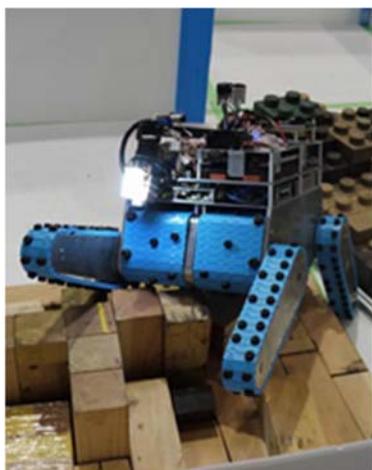


写真1: 遠隔操縦型レスキューロボット(MeiseiRescueV)



写真2: 宇宙エレベーター用クライマー(MSE-II)とSPEC2013競技風景



写真3: 自律移動ロボット(Bright Star V)とつくばチャレンジ2012競技風景

## 応用例・用途

- 各種ロボットの技術開発(レスキューロボット、マニピュレータ、自律移動ロボットなど)
- エレベーターなどの各種振動問題に関する技術

## 研究設備



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY

お問合せ先: 明星大学 連携研究センター

〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1

Tel: 042-591-5639 Fax: 042-591-5644

e-mail: liaison@meisei-u.ac.jp

http://corec.meisei-u.ac.jp/

# マニピュレータによる熱源探索法の開発 ～遠隔操縦型レスキューロボットへの適用～

ものづくり

研究者名: **山崎 芳昭** Yoshiaki Yamazaki

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: ロボット工学、機械力学・制御、知能機械学・機械システム



キーワード: レスキューロボット、マニピュレータ、距離センサ、サーモグラフィー

## 研究概要

地震災害による被害を受けた建物内にて、探索を行う遠隔操縦型レスキューロボットは、倒れた家具、崩れた壁による障害物を乗り越えることは可能であるが、単体では、倒れた家具等による瓦礫内を探索することは困難である。そこで、ロボットにマニピュレータ<sup>注</sup>を搭載することで、瓦礫にいた隙間から内部に差し込しこむことにより、死角領域の探索が可能となる。我々は、マニピュレータ搭載レスキューロボットによる、迅速に被災者を発見する方法を考案した。

- マニピュレータの先端に装着した赤外線距離センサから得られる奥行情報をもとに、温度測定位置の推定を行い、小型サーモグラフィモジュールを利用して広範囲な温度分布図を作成し、熱源を特定する方法を採用した(図1)。
- 壁面の直方体熱源(約40°C、縦88×横64×奥行24 mm)までの奥行(z)を推定できた(図2、計算時間約0.5秒)。
- 奥行(z)が315 mm、415 mm、515 mmの場合、測定温度は約40°Cであった。また、奥行が615 mmの場合は、解像度が低くなったが、壁面にある熱源を確認できた(図3)。

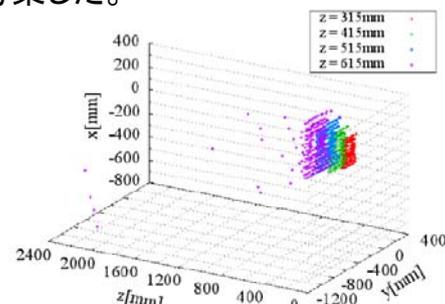


図2 赤外線距離センサでの壁面測定  
壁面にある熱源までの奥行を推定

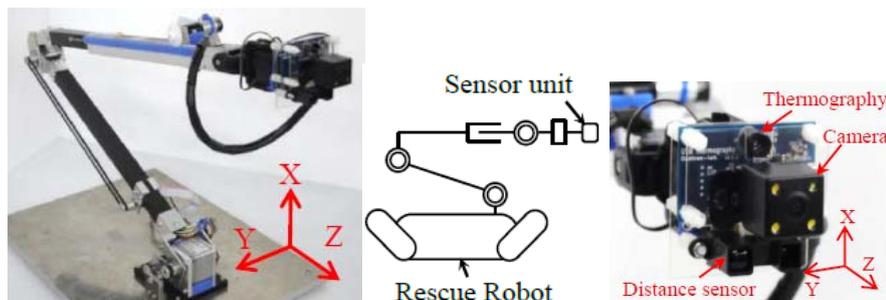


図1 マニピュレータ外観、マニピュレータ搭載レスキューロボット概略図、  
及びセンサユニット外観(外観寸法:56.3×59.1×51.0 mm)  
魚眼カメラ、赤外線距離センサ、小型サーモグラフィモジュールを搭載

注): ロボットの腕や手に当たる部分のことで、作業を実行する時に使用する

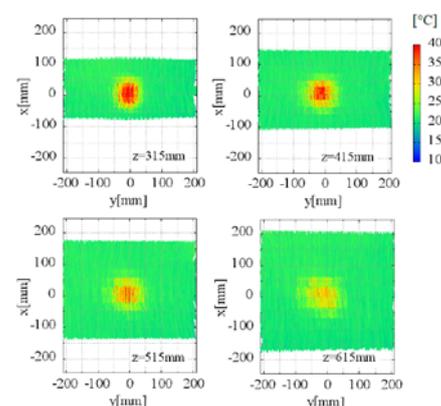


図3 推定壁面を基ついた温度分布図

## 応用例・用途

- 地震災害時の瓦礫内探索し、迅速に被災者を発見できるレスキューロボットに利用できる。
- 隙間内の熱源位置特定への応用も可能である。

## 研究設備

# 宇宙エレベーターチャレンジ用クライマーの開発 ～機構系と走行実験による各種センサ計測～

ものづくり

研究者名: **山崎 芳昭** Yoshiaki Yamazaki

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: ロボット工学、機械力学・制御、知能機械学・機械システム



キーワード: 宇宙エレベーター、

## 研究概要

宇宙エレベーターとは、地表から静止軌道を結ぶエレベーターのことで、全長が10万～14万kmにもなる巨大な建造物である。長い間夢物語とされていたが、カーボンナノチューブの発見により、強い引張強度を持つケーブルが作製できることが明らかとなり、宇宙エレベーター実現の可能性が見出され、注目されてきている。ケーブルを自動昇降するクライマーの機構・制御系の研究を行い、軽量・小型のメイセイスペースエレベーター I (図1)を開発した。

第4回宇宙エレベーター技術競技会(図2、静岡県富士宮市、2012年)で以下を達成した。

- 500 mの自動制御による自律昇降を達成した(第5回、2013年)。ベルトケーブルへの巻き付け角を大きく取れる交差ローラ方式及びトルク重量比の高いDCブラシレスモータを採用した。
- 200 m昇降した際のデータより、最高速度は40 km/h、上昇距離は180 mと推定された(図3)。
- 200 m走行時: 上昇22秒、最高地点で停止9秒、下降54秒、合計85秒の昇降を実現(図3)。

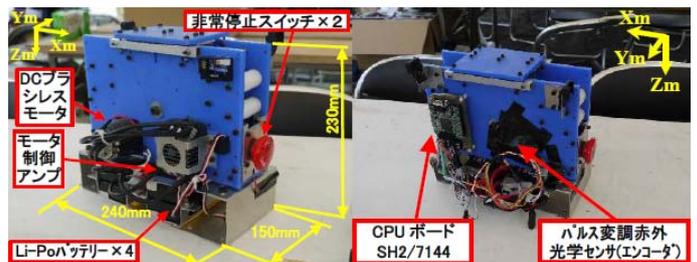


図1 開発したメイセイスペースエレベーター I の概要  
重量: 3.2 kg、昇降速度: 50 km/h、駆動: 交差ローラ方式、

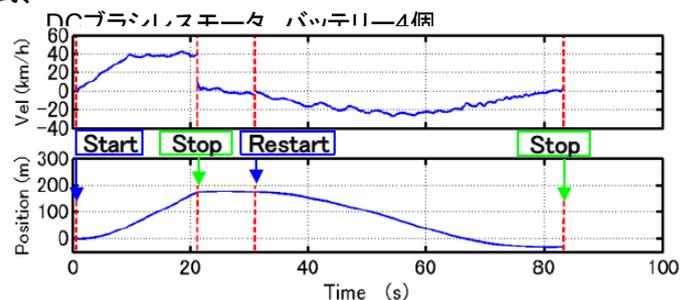


図3 昇降トライアル(200 m)時の速度と位置の解析結果  
最高速度約40 km/h、最高到達地点が約180 m

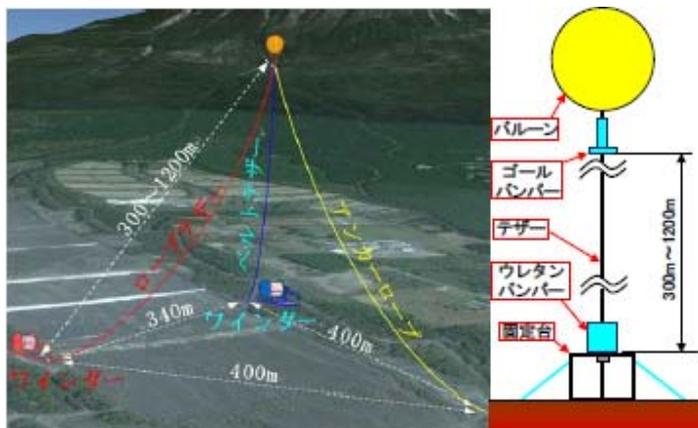


図2 第4回 宇宙エレベーター技術競技会の概要  
上空のバルーンからテザー(ケーブル)を垂らし、300～1200 mまで上昇・下降することが課題

## 応用例・用途

- 自動昇降クライマーの機構及び制御系は、各種のロボット開発技術に適用できる。

## 研究設備

# 自律走行レスキューロボットの開発 ～障害物走行時の傾斜補正と熱源検出～

ものづくり

研究者名: **山崎 芳昭** Yoshiaki Yamazaki

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: ロボット工学、機械力学・制御、知能機械学・機械システム



キーワード: レスキューロボット、自律走行、障害物検出、熱源検出

## 研究概要

震災が発生した際、救助活動には建物の倒壊や漏電といった2次災害の危険がある。また、震災による被害が広範囲に及ぶ場合、人出が足りなくなる。そこで、人の代わりにレスキューロボットを使うことで、被災の可能性を下げることができ、人手の補充もできるため、レスキューロボットの研究が進められている。我々は、そんなレスキューロボットの中で、屋内の被災者を探索する自律走行レスキューロボット(Meisei Rescue Mk)を開発している。

Meisei Rescue Mk-5(図1)は、障害物を発見<sup>注</sup>して識別し、障害物が階段か坂の場合、前進して、慣性センサ(IMU)により車体の傾きを計測し、フィードバック制御をかけて走行する。本技術を使うことにより、坂や階段の自動昇降アルゴリズムの有用性を実証した。

- 上り坂走行(傾斜25°): IMUフィードバックなしでは曲がった(△)が、ありでは直進(○、図2左)
- 上り階段走行(傾斜35°): IMUフィードバックなしでは曲がったが、ありでは若干右に曲がる(クローラの空回り)ものの登段達成(図2右)
- 瓦礫の中から要救助者を発見するため、焦電型赤外線センサ(背景との温度差と移動速度によって熱源を検出)を装着した探索型レスキューロボットも開発中

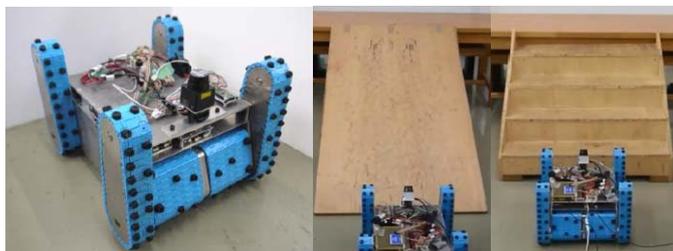


図1 レスキューロボットMeisei RescueMk-5  
胴体部と4つのレッグ部で構成  
自律坂走行と階段走行の様

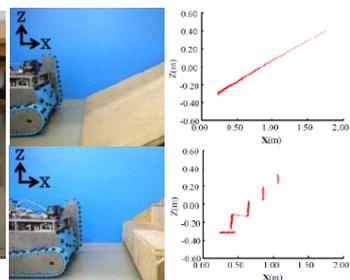


図3 2自由度3Dスキャン結果  
上: 上り坂走行時  
下: 上り階段走行時

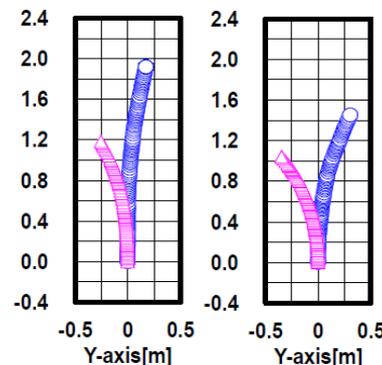


図2 走行軌跡  
IMUフィードバック  
の有(○)無(△)  
上り坂走行(左)  
上り階段走行(右)

注): スキャニングレーザーレンジファインダー(環境情報を取得するセンサ)により、対象物にレーザーを照射し、対象物までの距離を計測(サーボモーターと組み合わせ、3Dスキャンを行う)

## 応用例・用途

- 自律走行レスキューロボットにより、早期の被災者発見が可能となる。
- 各種のロボット開発技術に応用可能である。

## 研究設備

# 耐熱CFRP製ハニカムサンドイッチパネルの開発 ～軽量・高剛性に高温耐久性を付加する～

ものづくり

研究者名: **小山 昌志** Masashi Koyama

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 助教

専門分野: 材料力学、複合材料、耐熱材料



キーワード: CFRP、耐熱性樹脂、ハニカムサンドイッチパネル、フラットワイズ強度、曲げ特性

## 研究概要

人工衛星や航空機などの機体には、軽量・高剛性なサンドイッチパネルが用いられており、現在、人工衛星ではコア材にアルミハニカム、スキン材に炭素繊維強化プラスチック(CFRP)を用いたハニカムサンドイッチパネルが広く使用されています。しかし、金星探査など太陽近くの観測用人工衛星では従来のサンドイッチパネルが満たしている軽量性、高い寸法安定性、低温での安定した機械特性に加えて、250℃～300℃に耐え得る高い耐熱性も要求されます。そこで、耐熱構造体への適用可能性を検討しましたので、紹介します。

- **ポリイミドCFRPハニカム** 強化繊維に炭素繊維(T300、東レ製)を用い、母材をポリイミドとしたCFRPにより成形されたハニカムコアをコア材として、同材料をスキン材としたサンドイッチパネルを作製しました。Co-Cure法<sup>注1)</sup>と、Two-Step法<sup>注2)</sup>の2種の成形方法を採用しました。
- **高温特性評価** スキン材とコア材の接着強度測定のために、図1に示すフラットワイズ引張試験を、常温から300℃の測定温度域で実施しました。また、パネルの曲げ特性として、曲げ剛性、および曲げ強度を同様の温度域で試験を実施しました。
- **測定結果** 両成形条件で作製したパネルで、高いフラットワイズ強度を示すことが確認されました(図2)。また、300℃でもフラットワイズ強度、曲げ剛性、及び曲げ強度を維持することが確認されました。これらの結果から、本サンドイッチパネルは耐熱部材としての適用可能性が示唆されました。

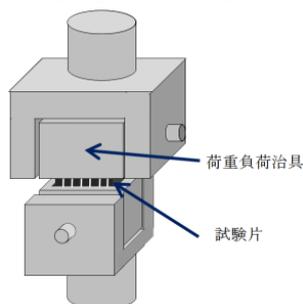


図1 フラットワイズ試験

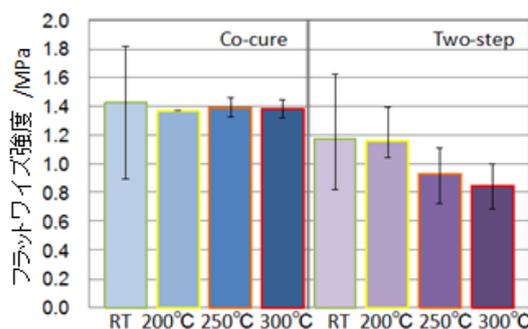


図2 フラットワイズ強度

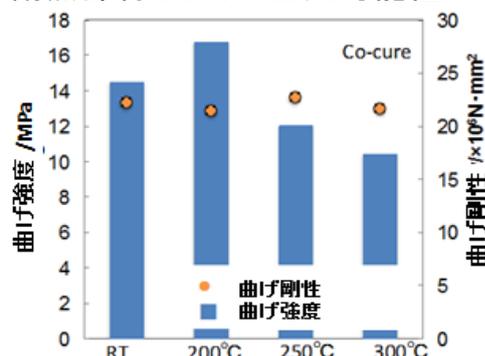


図3 曲げ特性

注1): Co-cure法でサンドイッチパネルを成形した試験片。Co-cure法とは、コア材上下面をスキン材となるプリプレグ(繊維状補強材と熱硬化樹脂他による強化プラスチック成型材料)で挟み、ホットプレスでスキン材の熱成形とコア材の接着を同時行う方法

注2): スキン材を熱成形し、その後ホットプレスによりコア材と接着させる方法

## 応用例・用途

- 耐熱性樹脂を用いたCFRP製サンドイッチパネルにより、軽量・高剛性を維持した高温耐久性のある材料に関する研究が可能です。

## 研究設備

# 自然インターフェイス技術と3Dプリンタの融合 ～現実感、臨場感のある立体造形物を目指して～

ものづくり

研究者名: **嶋 好博** Yoshihiro Shima

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 教授

専門分野: メディア情報学・データベース、知覚情報処理・知能ロボティクス、システム工学



キーワード: 自然インターフェイス、複合センサ、3Dプリンタ、立体造形

## 研究概要

「体の動き」や「顔の表情の変化」、「音声」などの自然な動きを入力できる「自然インターフェイス」技術が近年急速に発展してきています。自然インターフェイス技術は、より自然にIT機器を操作でき、利用者や用途の範囲を新たに広げることができます。そこで、より現実感、臨場感のある立体造形物の製作を目指して、複合センサ<sup>注1)</sup>を使用した自然インターフェイスと3Dプリンタを組み合わせて検討し、その可能性を見出しました。

- 複合センサ搭載の距離センサによるdepth画像の取り込みから、3Dプリンタによる立体造形物作製までの流れを図1に示します。
- Depth画像中の隣接する画素三点の座標とdepth値から立体物の表面を覆う三角形メッシュデータ(図2、独自に作成)を作成し、次いで3Dプリンタ用の積層データを作成します。
- 複合センサを複数台配置することで、より精度の高い立体造形物の作製を検討しています。

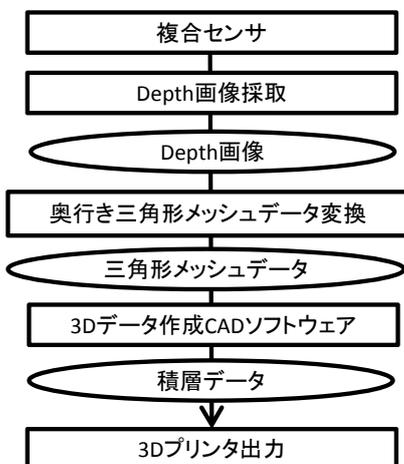


図1 Depth画像から立体造形へ

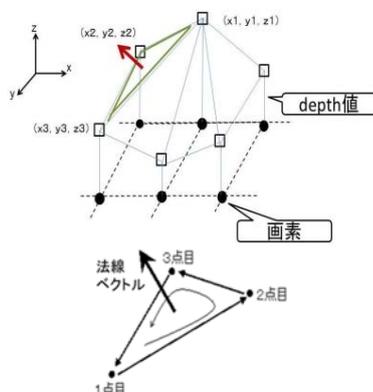


図2 Depth画像から三角形メッシュデータへの変換  
↑は法線ベクトル

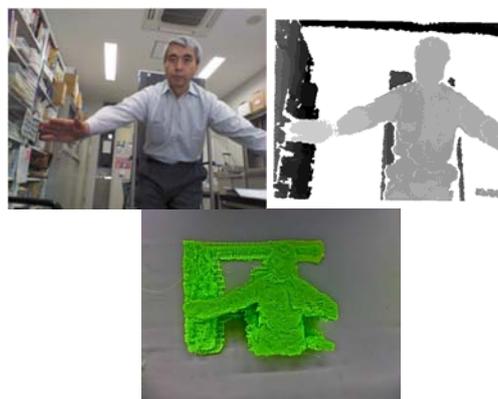


図3 撮影カラー画像、Depth画像及び造形結果  
撮影距離は0.4mから3.0mの範囲、Depth画像のサイズは640×480画素、造形時間は2～14時間

注1): 使用した複合センサは、赤外線を使用する距離センサとRGBカメラを搭載し、奥行きを表すDepth画像が得られる

注2): 距離センサから対象物までの距離情報を含む濃淡画像で、近距離は灰色、遠距離は黒、検出不能は白色で表現

## 応用例・用途

- 自然インターフェイス技術を活用することで、より現実感、臨場感のある高精度な立体造形物の作製が可能になります。

## 研究設備

- 複合センサ(3Dセンサ)
- 3Dプリンタ

# 人工ジャイロ磁性特性の各種マイクロ波への応用 ～磁性体を一切含まない非可逆メタ材料の利用～

ものづくり

研究者名: **小寺 敏郎** Toshiro Kodera

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 准教授

専門分野: マイクロ波デバイス・アンテナ工学、人工電磁材料



キーワード: マイクロ波ミリ波素子、機能性アンテナ素子、人工電磁材料

## 研究概要

マイクロ波・ミリ波非可逆素子は磁性体の回転磁気特性(ジャイロ磁気特性)により非可逆特性を得ており、希土類永久磁石とイットリウム鉄ガーネット(YIG)<sup>注</sup>等の希土類鉄酸化物が必要になりますが、磁石の存在は素子の集積化と小型化の障害となる上、磁気損失が動作周波数に比例することがミリ波・テラヘルツ領域への応用の障壁となり続けてきました。そこで、我々の研究室では、マイクロ波非可逆素子に不可欠な希土類磁性体の代替手段として、単向性デバイスを含む進行波共振構造により人工的にジャイロ磁性特性を作り出し、これをマイクロ波帯域において人工磁性体としてこれを各種マイクロ波素子に応用しました。

- 進行波共振により回転磁気(ジャイロ磁気)を達成(図1)  
リング共振器に単向性素子を装荷することで、構造中の波は一方向に制限され、進行波共振となる
- 人工ジャイロ磁気特性の応用例(図2~図4)

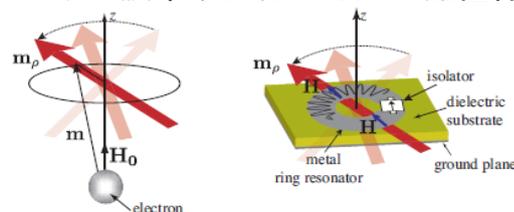


図1 磁性体を一切含まない人工的ジャイロ磁性特性の基本原理

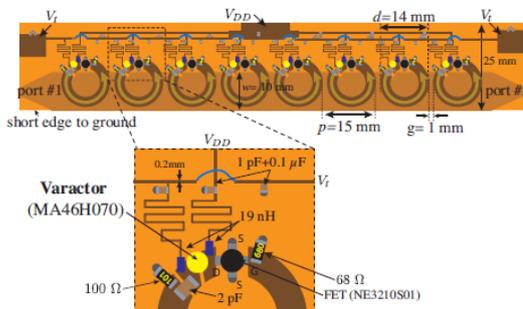


図2 電圧による放射ビーム走査可能な漏洩波アンテナ

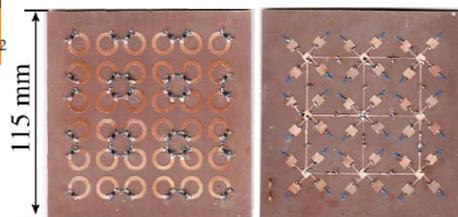


図3 反射型ファラデー回転子  
36個のジャイロ磁気共振器  
(a) 表面(RF面)  
(b) 裏面(バイアス回路面)

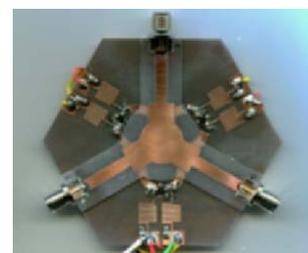


図4 人工ジャイロ磁性によるマイクロ波サーキュレータ

注) Yttrium Iron Garnet、高周波領域での磁気損失が小さいため、マイクロ波用磁性材料として用いられる

## 応用例・用途

- 人工的なジャイロ磁性特性により、小型化、軽量化を実現できます。また、集積回路製造技術そのまま応用可能ですので、低コスト化も同時に実現できます。
- 従来技術では磁石の存在が実現を阻害していた新規デバイスの創出も可能です。
- 本技術(反射型ファラデー回転子)は、高等教育機関における電磁界シミュレータの活用に関する投稿論文について、YEP (Yes! Education Program) Award 2015が授与されました。

## 研究設備

- 各種ベクトルネットワークアナライザ、スペクトラムアナライザ、各種信号発生装置、放射パターン測定装置、マイクロ波基板加工機、3Dプリンター等

# ビーム走査可能な漏洩波アンテナの開発 ～電圧制御による全方向へのビーム走査を実現する～

ものづくり

研究者名: **小寺 敏郎** Toshiro Kodera

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 准教授

専門分野: マイクロ波デバイス・アンテナ工学、人工電磁材料



キーワード: マイクロ波ミリ波素子、機能性アンテナ素子、人工電磁材料

## 研究概要

我々の研究室では、磁性体を一切含まない非可逆メタマテリアル(a magnetless non-reciprocal metamaterial, MNM、図1)の技術を開発し、人工的なジャイロ磁性特性を創出してきました。MNMにより構成される非可逆性を有する電圧走査可能な漏洩波アンテナについて研究を行い、ビーム走査の可能性を見極め、その特性を実験により評価しましたので紹介します。

電圧制御によるビーム走査可能な漏洩波アンテナ<sup>注1)</sup>(図2)

➢ MNMの基本構造にバラクタダイオード<sup>注2)</sup>を装荷することで実現

シミュレーション検討結果

➢ 7 GHzにおいて $-30^\circ$ から $60^\circ$ のビーム走査が可能であることを確認

実験による特性評価結果

➢ シミュレーション結果との良好な一致を確認

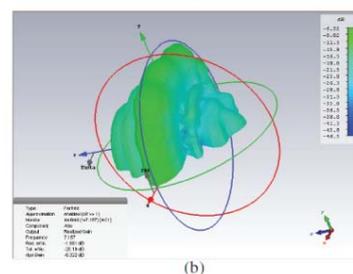
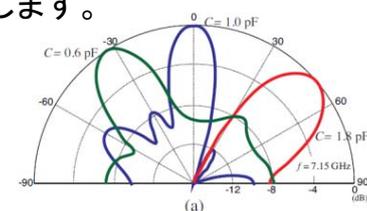


図3 アンテナの放射パターンのシミュレーション結果  
(a) 平面のときの放射パターン  
(b) 3D放射パターン

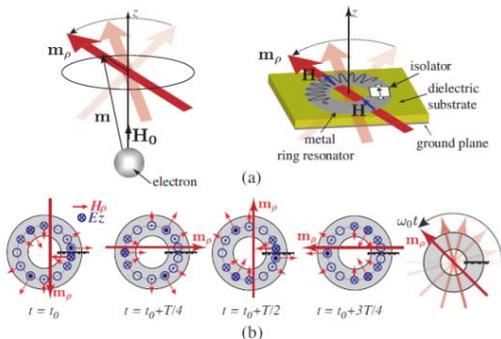


図1 MNMの基本原理

(a) 単向性素子を装荷した進行波共振器によるMNMの基本セル

(b) 共振器内に励起される電磁界と回転磁化

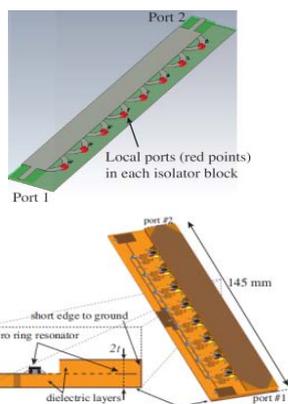


図2 電磁界モデル(上)と放射ビーム走査漏洩波アンテナ(下)

注1): 電圧制御による漏洩波(伝送線路から外部に向けて放射しながら伝搬する電磁波)の放射方向可変可能なアンテナ

注2): 端子に加える電圧によって静電容量が変化する可変容量ダイオード

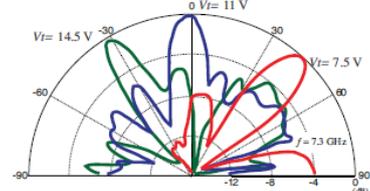


図4 放射パターンの測定結果

## 応用例・用途

- 人工的なジャイロ磁性特性により、小型化、軽量化を実現できます。また、集積回路製造技術をそのまま応用可能ですので、低コスト化も同時に実現できます。
- 磁石の存在が実現を阻害していた広帯域放射特性を有する漏洩波アンテナを開発できます。

## 研究設備

- 各種ベクトルネットワークアナライザ、スペクトラムアナライザ、各種信号発生装置、放射パターン測定装置、マイクロ波基板加工機、3Dプリンター等

# ビーム走査可能な漏洩波アンテナの開発 ～周波数制御による全方向へのビーム走査を実現する～

ものづくり

研究者名: **小寺 敏郎** Toshiro Kodera

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 准教授

専門分野: マイクロ波デバイス・アンテナ工学、人工電磁材料



キーワード: マイクロ波ミリ波素子、機能性アンテナ素子、人工電磁材料

## 研究概要

我々の研究室では、磁性体を一切含まない非可逆メタマテリアル(a magnetless non-reciprocal metamaterial, MNM)の技術を開発し、人工的なジャイロ磁性特性を創出してきました。MNMにより構成される非可逆性を有する周波数走査可能な漏洩波アンテナについて研究を行い、ビーム走査の可能性を見極め、その特性を実験により評価しましたので紹介します。

### 周波数制御によるビーム走査可能な漏洩波アンテナ(図1)

- MNMによる非可逆性を有する人工ジャイロ磁性特性の実現漏洩波アンテナの放射パターン(シミュレーションと測定結果)
- 試作品と測定の概要を図2に示す
- 広域放射の測定結果はシミュレーションとよく一致した(図3)
- (c)の結果はファンビーム特性を示した(図3)

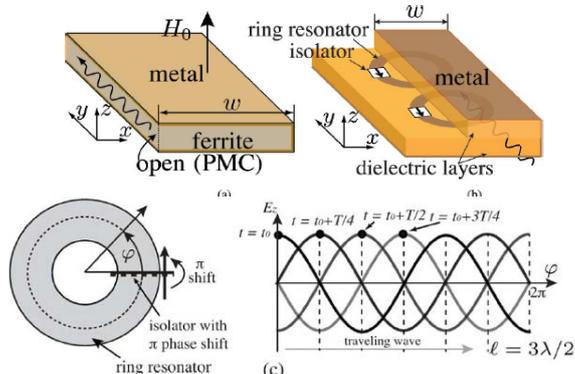


図1 ビーム走査漏洩波アンテナ

- (a) フェライト使用
- (b) 提案リングメタマテリアル使用
- 下図: 進行波共振構造上面図(左)と進行波(右)

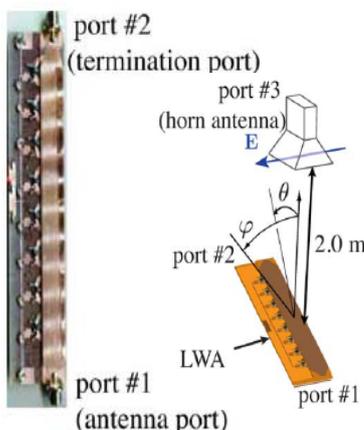


図2 漏洩波アンテナ試作品(左)と測定の概要(右)

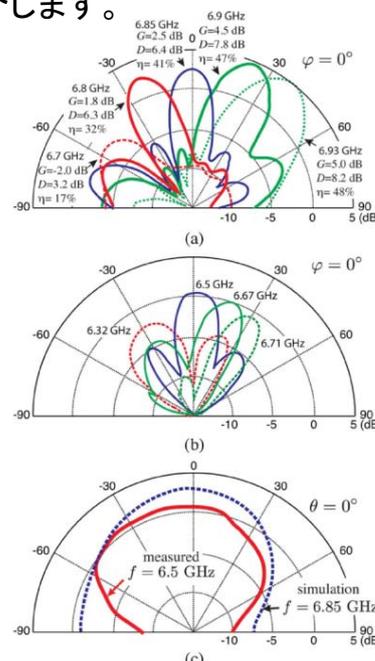


図4 漏洩波アンテナ放射パターン

- (a) 単相全波シミュレーション
- (b) 測定結果
- (c)  $\phi$ 方向放射のシミュレーションと測定結果の比較結果

## 応用例・用途

- 人工的なジャイロ磁性特性により、小型化、軽量化を実現できます。また、集積回路製造技術をそのまま応用可能ですので、低コスト化も同時に実現できます。
- 広帯域放射特性を有する漏洩波アンテナの単一マイクロ波集積回路を開発できます。

## 研究設備

- 各種ベクトルネットワークアナライザ、スペクトラムアナライザ、各種信号発生装置、放射パターン測定装置、マイクロ波基板加工機、3Dプリンター等

# 水耕栽培で野菜のおいしさを向上させる ～腐植物質フルボ酸添加の効用～

ものづくり

研究者名: **吉澤 秀二** Shuji Yoshizawa

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 環境影響評価、機能物質化学、環境材料学

研究者HP: <http://www.hino.meisei-u.ac.jp/es/staff/eco-material/>



キーワード: 水耕栽培、野菜、フルボ酸、硝酸態窒素、うま味、糖度、抗酸化作用

## 研究概要

水耕栽培は、天候の影響を受けず、年間を通して栽培を行えるため、安定した農業経営が可能となる。また、腐植物質の一つであるフルボ酸は森林土壌に多く含まれる腐植物質で、植物にミネラルを補給する役目を担っていると考えられている。フルボ酸を用いた土耕栽培は行われているが、水耕栽培には使用された例はない。

水耕栽培(写真1)の養液に、酸にもアルカリにも可溶性フルボ酸(写真2)を添加することで、野菜(リーフレタス)の品質が改善されることが認められた<sup>注)</sup>。

- 水耕栽培用養液のみを①ブランクとして、②フルボ酸を含有する竹材堆肥抽出液添加養液と③精製したフルボ酸添加養液を用いてリーフレタスを水耕栽培し、成長促進効果及び品質向上効果について検討した。
- 葉茎や根に成長の違いは殆ど見られなかったものの、フルボ酸を添加することで、苦み成分として知られている硝酸態窒素が減少し、アスコルビン酸(ビタミンC、抗酸化作用)、L-グルタミン酸(うまみ成分の一つ)、糖度の増加が確認された(図1)。



写真1 水耕栽培の様子

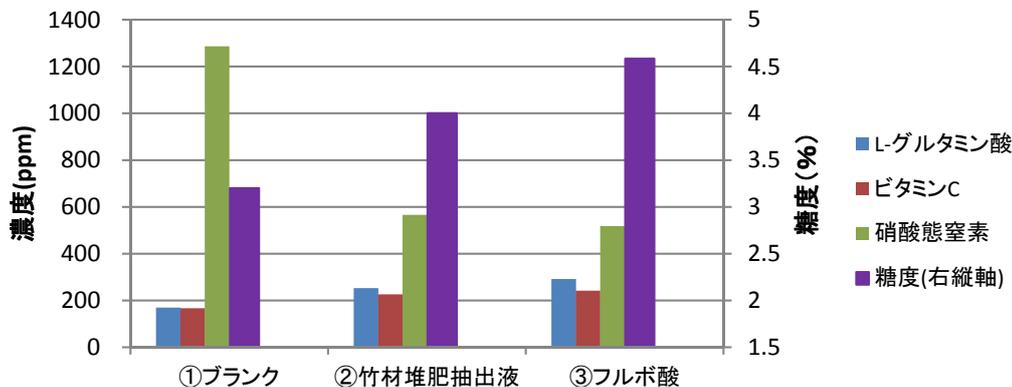


図1 成分分析結果



写真2 フルボ酸培養液

注): 本フルボ酸を利用した水耕栽培の研究は、株式会社T&Gとの共同研究によって成されたものである

## 応用例・用途

- 野菜の水耕栽培培養液へのフルボ酸添加効果: 苦み成分としての硝酸態窒素含有量を低減させ、且つおいしさを増進するうまみ成分、抗酸化作用や糖度を増加させる

## 研究設備

- 水耕栽培棚、恒温恒湿室、RQフレックス反射式光度計、吸光光度計

# ラオスの教育援助活動の一環として ～ラオスの土と木でつくる快適小学校校舎～

ものづくり

研究者名: **加藤 隆久** Takahisa Kato

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 建築設計、建築計画、都市計画



キーワード: 環境建築、自然通風・自然採光、現地の材料

## 研究概要

急成長を遂げる東南アジアの中でも未だ最貧国に留まるラオス(人口630万人)に対して、1995年からボランティア建築家としてNGOの小学校建設計画に参画し、現地の気候風土と建設事情に適した設計を行い、現場監理、検査、メンテナンスに当たってきました。その結果、2015年までに36校が完成し、約7,000人の子供たちが常時学んでいます。

■ 電気の無い村での建設を前提とした基本方針は以下の通りです。

- ① 自然採光、自然通風の確保と方位への配慮(図1)  
⇒気持ちよく学べる教室
- ② 現地材料の使用⇒適正な工費と地元還元の実現
- ③ 十分な耐久性と建設・補修性⇒村人の労働参加

■ 具体的な設計内容は以下の通りです。

- 現地の土を主材料とするソイルブロックを使用する
- 現地の木で作るシンプルな骨組みトラス構造を採用する
- 高窓を設けて自然採光と自然換気を実現する
- 東西軸に配置することで教室内を常に日陰とし、常緑高木による地面温度低下を図る

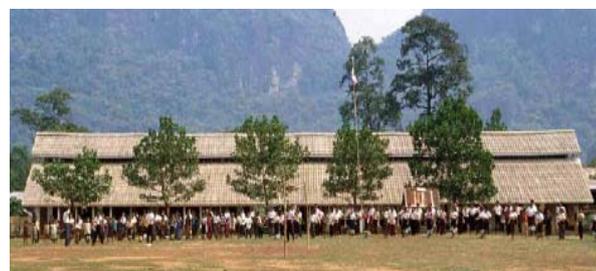


図2 植樹4年後の小学校風景



図3 教室断面パース

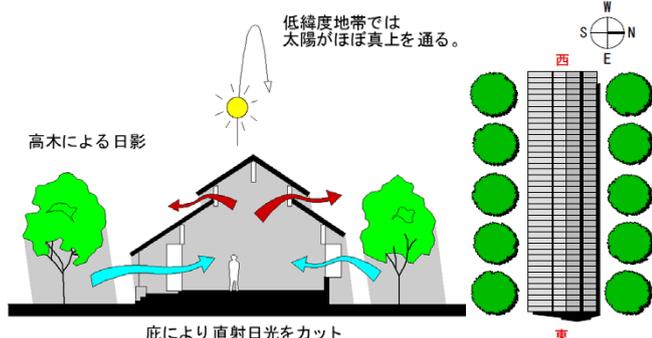


図1 日陰を作り、自然通風と自然採光を取り入れる



ソイルブロック: 表(上)と裏(下)

赤道周辺を中心に地球に広く分布するラテライトソイル(紅土)に水を混ぜて、簡単なプレス機械で圧縮して製造する。この技術は、半世紀くらい前に開発されたようで、起源を調べたが分からなかった。

## 応用例・用途

■ 学術・技術・芸術などの進歩に寄与する優れた業績に対して贈られる「日本建築学会賞(業績)」を2010年に受賞しました。また、同年にラオス人民民主共和国友好勲章を授与されました。ラオス教育省内では、通称「KATO Project」として周知されています。

## 研究設備

# ラオスの教育援助活動の一環として ～ラオスの土と木でつくる快適中学校校舎～

ものづくり

研究者名: **加藤 隆久** Takahisa Kato

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 建築設計、建築計画、都市計画



キーワード: 環境建築、自然通風・自然採光、現地の材料

## 研究概要

ラオスの小学校の建設がある程度進み、中学校の校舎建設に2012年から取り掛かることになりました。中学校は小学校に比べ、一教室当たりの面積が33%大きい上に、物価が上昇傾向にあるため、建設費を抑制する必要性がありました。そこで、規模を大きくしながら建設費は抑えることを与件として設計することにしました。ここでは、小学校との違いを中心に中学校校舎建設活動の一部を紹介します。

- 中学校設計の基本方針は以下の2つです。
  - 方針-1: 小学校の設計コンセプトを踏襲(図1)
  - 方針-2: 建設費の低減のため、主要材料①セメント、②木材、③ソイルブロックの使用総量減少
- 中学校設計に当たり、小学校設計からの主な変更点
  - 基礎: 「布基礎」から「ベタ基礎」に変更(図3)
  - 架構: 屋根架構の方向を90度変更し、3本の三角形トラス梁を教室両側の柱と柱の間に架設  
→ 建物の荷重はベタ基礎四周の基礎梁に分散(図4)
  - ブロック壁: 屋根勾配を1:1.5から1:3に緩やかにしてブロック壁の高さを低下(図5)



図2 完成中学校風景



図3 床スラブで建物の荷重を支える

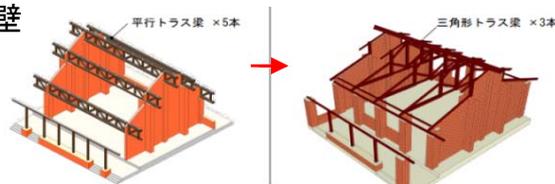


図4 トラス梁の変更

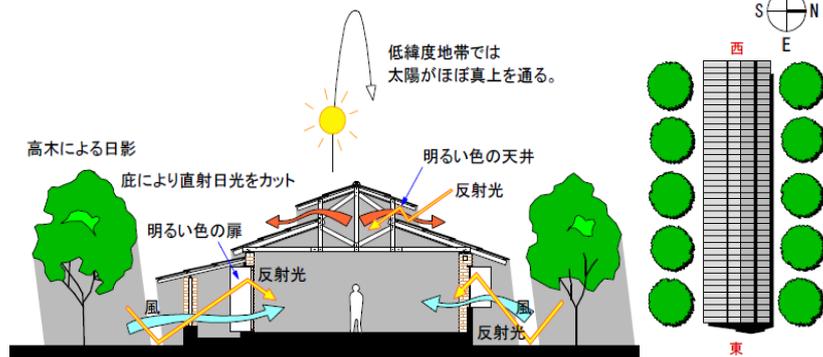


図1 自然通風と自然採光を取り入れた設計

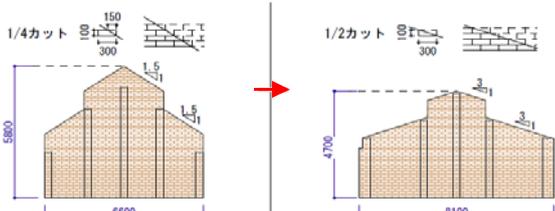


図5 屋根勾配を緩やかにしてブロック壁の高さ低下

## 応用例・用途

- 中学校の設計では、以下の専門家の協力を得ることができました。
  - 野室文明(加藤隆久都市建築事務所)
  - 北村春幸(東京理科大学 建築学科 教授)
  - 腰原幹雄(東京大学 生産技術研究所 教授)
  - 森雅、岡本治子(宇建築事務所 共同主催)
  - 塚本良道(東京理科大学 土木学科 教授)

## 研究設備

# 現代社会における「集まり祈る空間」の設計 ～幼稚園に隣接した教会と修道院の設計～

ものづくり

研究者名: **村上 晶子** Akiko Murakami

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 建築設計、建築意匠



キーワード: 建築意匠、教会建築

## 研究概要

「集まり祈る空間」の歴史的、社会内成立性を踏まえて、教会建築の生成過程のプログラムに着目し、現代社会における設計行為と設計方法について研究し活動しています。聖アウグスチノ会の修道院を併設する笹丘カトリック教会を幼稚園に隣接する敷地に設計したので報告します。教会及び修道院の設計に当たり、①礼拝空間の確保、②幼稚園活動の一環としての教会利用、平日の幼稚園送迎及び幼稚園行事の際に利用する駐車場の確保、の条件を満たすことに配慮して、以下の特徴を持つものを設計しました。

- ✓ 翼を広げたようにおおらかに構えてその中心に聖堂を配置し、その両翼に修道院と教会信徒会館を設置(図1)
- ✓ 幼稚園へのアプローチも分かり易く前庭を広くとる設計
- ✓ 内陣後方にイエス像の十字架、その上方に天窓を設置し、気持ちが天に向かうように設計、正面の壁は白煉瓦を積んだ繊細な仕上がり(図2左)
- ✓ 信徒席の周囲は木の空間、後方の高窓に聖堂全体を包み込む聖母マリアをイメージしたステンドグラスを配置(青い衣をイメージした光環境、図2右)

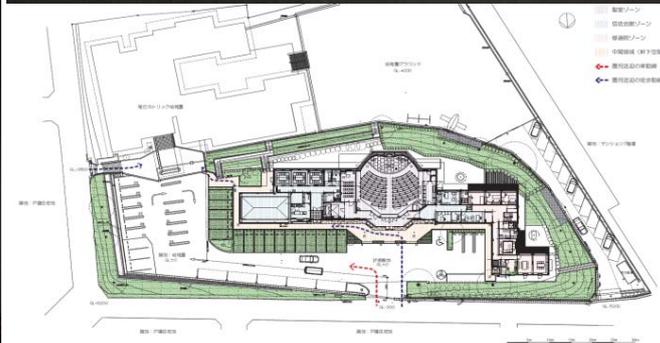
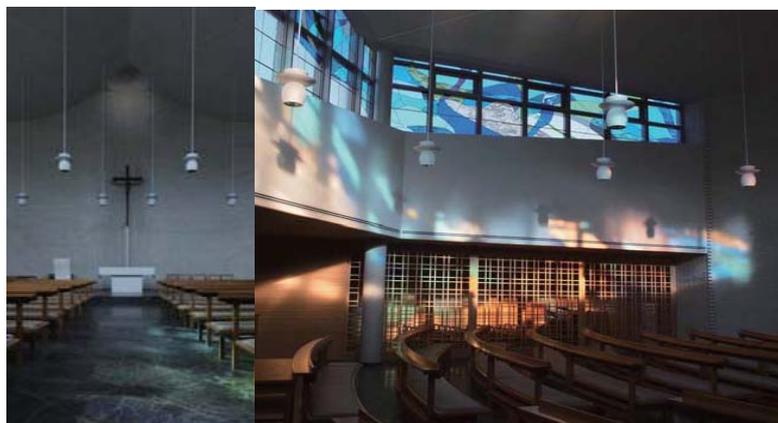


図1 笹丘カトリック教会と併設する修道院  
聖堂(中央)、修道院と教会信徒会館  
(それぞれ、聖堂に向かって右翼、左翼)

図2 聖堂内陣(左)及び信徒席とステンドグラス(右)

## 応用例・用途

- 現代社会における教会設計を行うことで、単に「集まり祈る空間」を創造するのみならず、一般建築物についても美しい環境を創造することが可能となります。

## 研究設備

研究者名: **齊藤 哲也** Tetsuya Saito

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 准教授

専門分野: 建築意匠・歴史、都市デザイン



キーワード: 歴史的建造物・産業土木遺産の再生活用、地域活性化、まちのデザイン

## 研究概要

世代を超えて長く住み続けたいと思える生活環境の創出を目指し、歴史的建造物や産業土木遺産等の既存建造物をはじめ、河川敷や緑地などの自然資源まで、地域資源となり得る対象の発掘から、その再生活用および設計提案を行っている。主な研究テーマとしては、

- (1)歴史的建造物・産業土木遺産の現存、現況調査および再生活用提案に関する調査研究
- (2)地域資源を活かしたまちのデザインに関するコンサルタントおよび基本設計の提案
- (3)日常生活環境における愛着を感じる場や空間の創出に関する研究

などがある。これまで関わった事例として(1)に関連して、旧青梅街道周辺の歴史的建造物調査(蔵、町屋など)、駒沢配水塔(世田谷区)の再生活用提案、(2)に関連して、青梅織物工業協同組合工場(築100年の織物工場)および関連の建築物の活用計画の提案、(3)に関連して、明星大学キャンパス内における学生の愛着を感じる空間・風景の調査などを行っている。

### ◆招待講演

「イタリアの近・現代建築と日本への影響」2012年 埼玉県立近代美術館

「青梅市のにぎわい活性化について(市民公開講演)」2011年 青梅市

「世界遺産で注目される20世紀建築」2009年 世界遺産アカデミー

### ◆著書

「アルヴァ・アアルト セイナツツァロ役場&夏の家」, バナナブックス, 2014

「アルヴァ・アアルト アアルト邸とアトリエー ヘルシンキ 1936,1955」, バナナブックス, 2012

「建築史 増補改訂版」, 市ヶ谷出版社, 2010

「過去を活かす保存再生ー第3の道を探るー」, ディテール(155), 彰国社, 2003

## 応用例・用途

住民に認知されていない歴史的建造物を発掘し、地域資産として位置づけ、再生活用することで、地域の活性化はじめ、住民の地元への愛着の向上が期待できる。

## 研究設備



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY

お問合せ先: 明星大学 連携研究センター

〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1

Tel: 042-591-5639 Fax: 042-591-5644

e-mail: liaison@meisei-u.ac.jp

<http://corec.meisei-u.ac.jp/>

# 歴史的建造物を地域資源とするまちづくりの提案 ～旧青梅街道周辺の歴史的建造物を現代に生かす～

ものづくり

研究者名: **齊藤 哲也** Tetsuya Saito

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 准教授

専門分野: 建築意匠・歴史、都市デザイン



キーワード: 歴史的建造物・産業土木遺産の再生活用、地域活性化、まちのデザイン

## 研究概要

時代を超えて生き続けてきた歴史的な建物、街の空間構成やその特性と魅力を発掘し、現代に活かす活動を行っている。その中で、旧青梅街道沿いの建物の調査を行い、現代でも十分に魅力ある建物のタイプや分布状況を明らかにした。また、地権者の皆さんとワークショップを行い、街の良いところ、必要なものや改善すべきところなど、学生ら若い世代とのディスカッションを通じ、今後のまちづくりについて考えている。例えば、80年生き残った建物や路地は、どんな状態であれ若い世代にとっては強く惹かれる対象であり、まちを再生する起点となるのである。街の構成や社会の状況を読み取って調査分析(研究)し、その課題を解くためにデザイン(設計)することによって、世代を超えて長く住み続けたいと思える生活環境をつくっていく。



写真1 青梅駅周辺での現地調査風景



写真2 地元の方々への説明風景と学生が作製した模型

ワークショップ形式による意見交換に基づいた青梅駅前の今後の方向性についての提案

## 応用例・用途

- 住民に認知されていない歴史的建造物を発掘し、地域資産として位置づけ、再生活用することで、地域の活性化はじめ、住民の地元への愛着の向上が期待できる。

## 研究設備



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY

お問合せ先: 明星大学 連携研究センター

〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1

Tel: 042-591-5639 Fax: 042-591-5644

e-mail: liaison@meisei-u.ac.jp

<http://corec.meisei-u.ac.jp/>

# 地域連携による自然資源の活用提案 ～森とひとの持続的な共生方法と間伐材の有効活用～

ものづくり

研究者名: **齊藤 哲也** Tetsuya Saito

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 准教授

専門分野: 建築意匠・歴史、都市デザイン



キーワード: 歴史的建造物・産業土木遺産の再生活用、地域活性化、まちのデザイン

## 研究概要

都市近郊の森林の自然環境を保全・整備・運営するに当たり、地域と連携しながら、人々の森林資源への関心が持続するような方法も視野に入れ、社会との結びつきを考えている。

青梅市の依頼により、森林とひとの持続的な共生方法と間伐材を有効活用する方法を提案したので、その一部を紹介する。

- 青梅市永山公園の永山北部丘陵を实地調査を実施
- 持続的な共生方法及び間伐材有効利用の検討
- 青梅市役所でのプレゼンテーション  
地域住民を対象に、プロダクト・家具・アスレチック・建築・市民参加イベントの5項目を提案



写真 青梅の森实地調査、間伐材の有効利用の検討、青梅市役所へのプレゼンテーションの風景

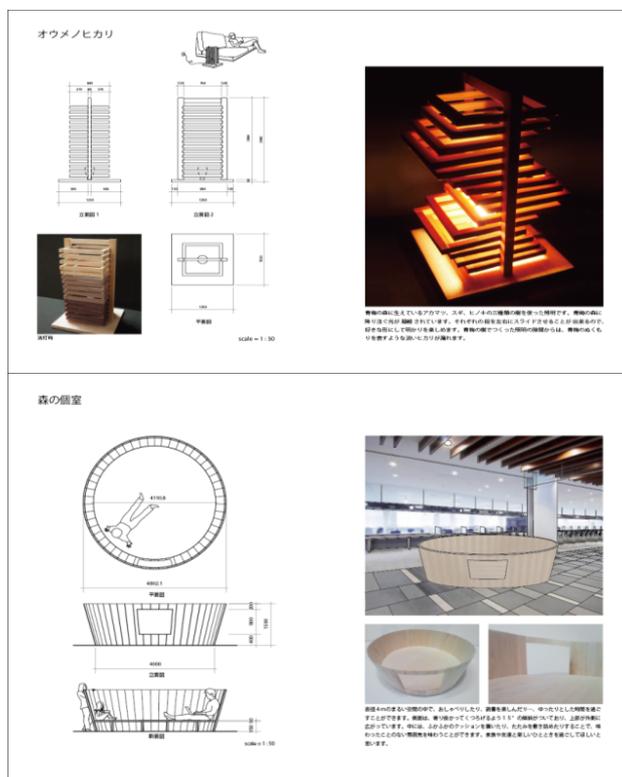


図 間伐材有効利用への提案の例  
上: オウメノヒカリ(好きな形に変えられる)  
下: 森の個室(円い空間の中でくつろぐ)

## 応用例・用途

- 都市近郊の森の自然環境を保全するとともに、市民の散策の場を提供することが可能となる。
- 間伐材を有効利用することで、森への関心を高めることが可能となる。

## 研究設備

# 建築学系の学生協業による挑戦的なワークショップ ～用意された答えのない問題へ取り組む力の育成～

ものづくり

研究者名: **齊藤 哲也** Tetsuya Saito

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 准教授

専門分野: 建築意匠・歴史、都市デザイン



キーワード: 歴史的建造物・産業土木遺産の再生活用、地域活性化、まちのデザイン

## 研究概要

明星大学理工学部総合理工学科建築学系では、発案・設計から材料加工、組み立てまで、1年生から3年生までの協同作業で、毎年実施しているセルフビルド・ワークショップがある。明星大学建築学科の初代卒業生から続けている挑戦的なワークショップであり、近年の例を紹介する。

- **2015年度:** ネットロンという雨樋の枯れ葉詰まり防止素材を活用した建築空間の構築に挑戦。互いに寄り添って力を分散するらせん状の構築物(写真左)。
- **2013年度:** ダンボールという身近な素材を活用した建築空間の構築に挑戦。正八面体を作製し、種々の組合せにより、様々に変化させた建築形態(写真中央)。
- **2010年度:** 構造用合板を用いた3次元曲面による建築構造体に挑戦。曲げ合板を一定の曲率で貼り合わせた異なる3つの集成材パーツによる立体作品(写真右)。

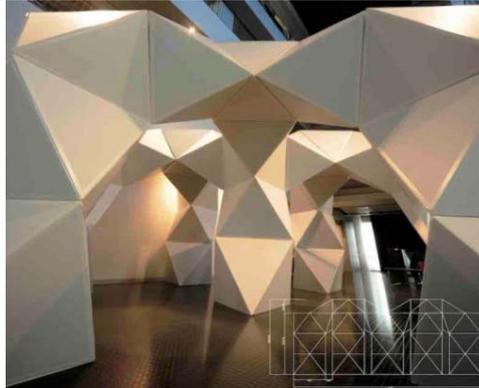


写真1 2015年度作品と制作風景

写真2 2013年度作品と制作風景

写真3 2010年度作品と制作風景

## 応用例・用途

- 発案から設計、加工、組み立てまでの一連の作業手掛けることで、机上学習とは異なる洞察力や決断力など、予め用意された答えのない問題へ取り組む力を身に付けさせることができる。

## 研究設備

# NMRによるタンパク質-低分子リガンド相互作用解析 ～低分子リガンドシグナルの選択的検出方法～

ライフサイエンス

研究者名: **田代 充** Mitsuru Tashiro

所属: 理工学部 総合理工学科 生命科学・化学系 教授

専門分野: 分析化学



キーワード: NMR、タンパク質、低分子リガンド、相互作用、選択的検出

## 研究概要

水溶液中でタンパク質と相互作用する低分子リガンドを会合状態のまま測定する方法として、NMRを使用する手法がよく知られており、中でもWaterLOGSY法<sup>注1)</sup>及びSTD法<sup>注2)</sup>が注目されています。水シグナルの効率的な除去方法の開発を行い、WaterLOGSY法とSTD法に取り入れて、リガンドシグナルの選択的検出を可能にしましたので、得られた成果の一部を紹介します。

- WaterLOGSY法の測定手法を図1に、応用例を図2に示します。相互作用しているリガンドのシグナルは上向きに、していないリガンド分子のシグナルは下向きに現れます。
- STD法の測定手法を図3に、応用例を図4に示します。タンパク質によるシグナルが効率よく除去され、リガンド分子のシグナルが鮮明に表れていることが分かります。

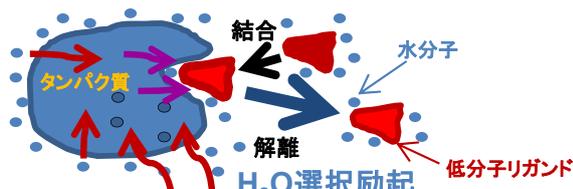


図1 WaterLOGSY法(水分子を選択的に励起)



図3 STD法(タンパク質を選択的に励起)

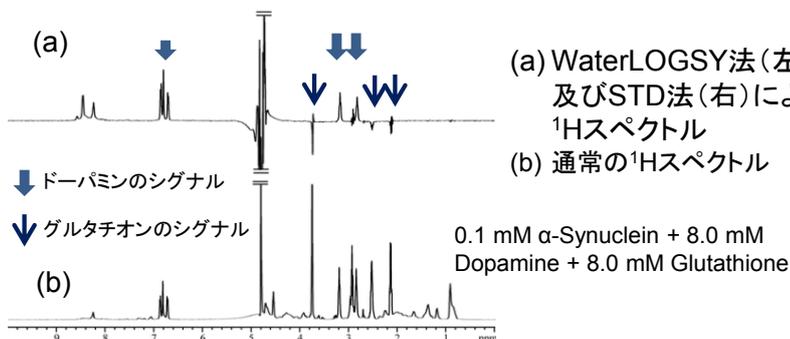


図2  $\alpha$ -シヌクレインとドーパミンの相互作用 (WaterLOGSY法)

注1): Water-Ligand Observed via Gradient Spectroscopy、水シグナルを選択的に励起して、水の磁化をタンパク質に移し、次に結合した低分子リガンドに磁化を移動させて低分子リガンドを検出する方法

注2): Saturation Transfer Difference、飽和移動差分法、タンパク質シグナルを選択的に照射して、タンパク質の磁化を結合しているリガンドに移動させ、低分子リガンドを検出する方法

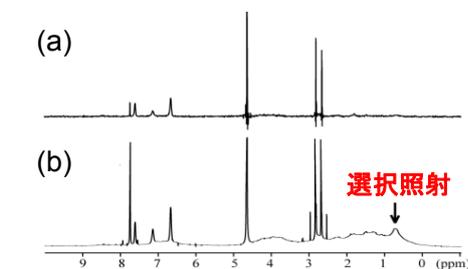


図4 ヒト血清アルブミンとサリチル酸の相互作用 (STD法)  
0.1 mM HSA + 10 mM Salicylic Acid

## 応用例・用途

- タンパク質と低分子リガンドの相互作用をより効率的に解析できるため、医薬品スクリーニング法としても活用できます。

## 研究設備

■ 核磁気共鳴装置

■ エレクトロスプレーイオン化質量分析装置

# NMRによるタンパク質-低分子リガンド相互作用解析 ～WaterLOGSY法とSTD法の比較と応用～

ライフサイエンス

研究者名: **田代 充** Mitsuru Tashiro

所属: 理工学部 総合理工学科 生命科学・化学系 教授

専門分野: 分析化学



キーワード: NMR、タンパク質、低分子リガンド、相互作用、選択的検出、反応追跡

## 研究概要

我々の研究室で開発したNMRにおける水シグナルの効率的な消去技法を適用したWaterLOGSY法及びSTD法により得られたスペクトルの結果を紹介します。両法とも、磁化移動した結合型低分子リガンドのスペクトルを検出する方法です。また、本法の応用例として、反応の経時変化を追跡した結果も紹介します。

- ▶ ヒト血清アルブミン(HSA)とトリプトファン(Trp)の複合体の通常の<sup>1</sup>H NMRスペクトルに対するWaterLOGSY法及びSTD法によるスペクトルを図1に示します。
- ▶ WaterLOGSY法では、タンパク質によるシグナルは十分には消去できていませんが、結合しないグルコースのシグナルは下向きになります(図1上)。
- ▶ STD法では、タンパク質によるシグナルは効率よく消去され、結合したトリプトファンのシグナルをより鮮明に確認することができます(図1中)。
- ▶ インベルターゼ(β-Fructofuranosidase)によるスクロースの加水分解反応の経時変化を図2に示します。スクロースとインベルターゼの相互作用を利用して、スクロースのH1シグナルの強度変化を観ることで、加水分解反応の進行を容易に追跡できます。

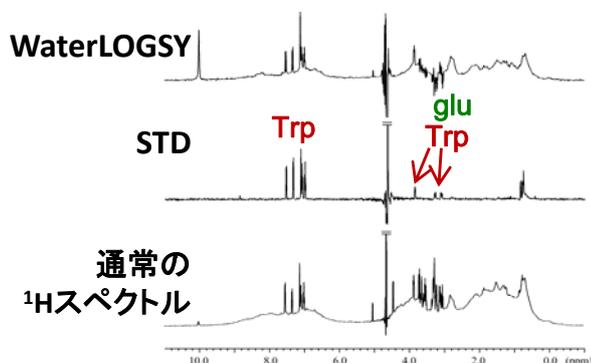


図1 WaterLOGSY法とSTD法の比較:ヒト血清アルブミン(HSA)とトリプトファン(Trp)複合体のNMR  
0.1 mM HAS + 2.0 mM **Trp** + 2.0 mM **glucose**  
非結合グルコースをネガティブコントロールとして添加

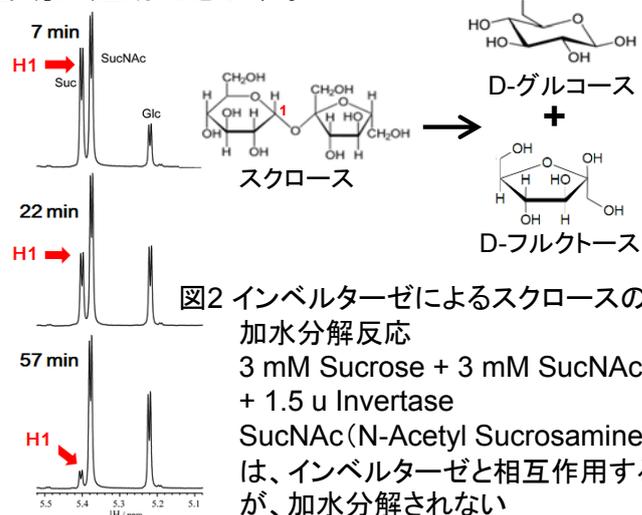


図2 インベルターゼによるスクロースの加水分解反応  
3 mM Sucrose + 3 mM SucNac + 1.5 u Invertase  
SucNac(N-Acetyl Sucrosamine)は、インベルターゼと相互作用するが、加水分解されない

## 応用例・用途

- タンパク質と低分子リガンドの相互作用をより効率的に解析できるため、医薬品スクリーニング法としても活用できます。

## 研究設備

- 核磁気共鳴装置
- エレクトロスプレーイオン化質量分析装置

# 時間遅れを導入した遺伝子回路におけるカオスの発現 ～一つの遺伝子の自己制御に対する時間遅れの導入～

遺伝子  
ネットワーク  
(数理系)

研究者名: **鈴木 陽子** Yoko Suzuki

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 准教授

専門分野: 数理物理・物性基礎



キーワード: 生物物理、統計力学

## 研究概要

細胞を機能させたり維持する上で、遺伝子ネットワークは極めて重要な働きをしています。遺伝子回路の理論的研究においては、定常状態における振る舞いに着目することが多く、時間遅れを入れて考えることはあまり行われておりませんでした。我々は、1～2の遺伝子からなる回路でさえも、転写抑制や転写促進に対して時間遅れを取り入れることにより、時間遅れのない場合に比べて様々な動的挙動を示すことを数値シミュレーションを用いることによって、明らかにしました。ここでは、その例として、図1のような自己制御を伴う1つの遺伝子からなる単純な遺伝子回路に時間遅れを導入した場合についての結果を紹介します。

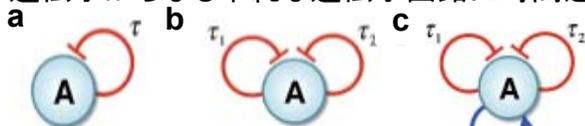


図1 遺伝子回路モジュール(遺伝子A)

a: 1つの自己転写抑制ループ、b: 2つの自己転写抑制ループ、  
c: 2つの自己転写抑制と1つの自己転写促進のループ、 $\tau$ : 遅延時間

### ■ 自己制御を伴う遺伝子Aの遺伝子回路に時間遅れを導入

- 1つの自己転写抑制ループを持つ遺伝子(a)  
遅延時間( $\tau$ )が短い( $< 3.1$ 分)と発現及び分解するタンパク質濃度変化は定常状態、長くなると周期性を示す(図2)。
- 2つの自己転写抑制ループを持つ遺伝子(b. 図3: 左)  
 $\tau_2$ 時間依存的タンパク質濃度の最大値に対する分岐図(上図、 $\tau_1$ 18分の時)で、 $\tau_2 < 4.2$ 分或いは $> 4.9$ 分では周期性、それ以外では非周期性を示す(上図、中図)。 $\tau_1$ 18分、 $\tau_2$ 4.65分の時のタンパク質濃度変化は、非周期性且つ弱カオス(下図)であることが分かる。
- 2つの自己転写抑制ループと1つの自己転写促進ループを持つ遺伝子(c. 図3: 右)  
 $\tau_1$ 18分、 $\tau_2$ 8.0分時の $\tau_3$ 時間依存的タンパク質濃度の最大値に対する分岐図(上図)で、 $\tau_3$ が11～13、14～15、18～19分では非周期性を示す(上図、中図)。 $\tau_3$ 12.5分の時のタンパク質濃度変化は、非周期性且つ強カオス(下図、強カオス発現に特徴的な非周期スペクトル)であることが分かる。

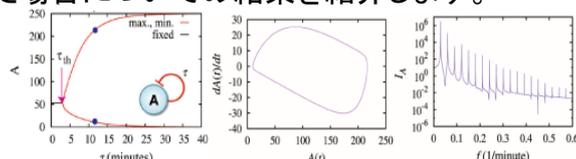
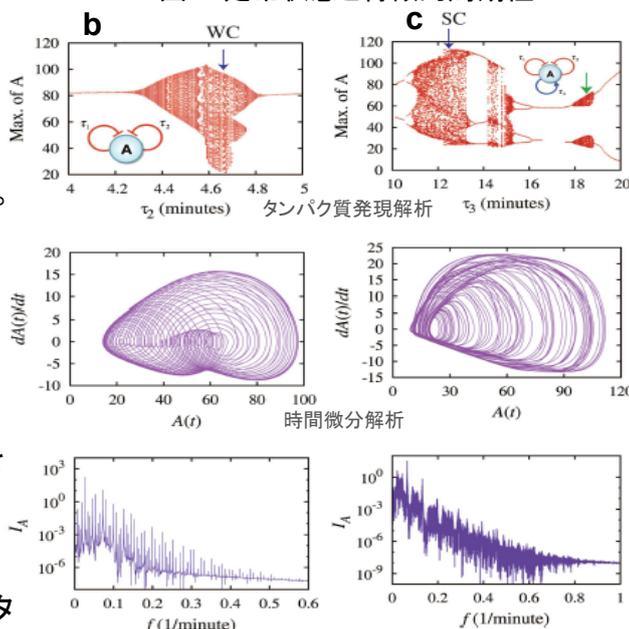


図2 定常状態と特徴的周期性



タンパク質発現スペクトル解析  
周期的に近いピーク(左下図)と非周期的なピーク(右下図)  
図3 弱カオス挙動(左)と強カオス挙動(右)

P: 周期的(Periodic)、QP: 準周期的(Quasi-Periodic)、WC: 弱カオスの(Weak Chaotic)、SC: 強カオスの(Strong Chaotic)

## 応用例・用途

- 遺伝子回路をモジュールとして扱うことで、細胞の振る舞いを説明することが可能になります。
- 免疫システムを妨害する腫瘍細胞のカオス的挙動の解明にも役立ちます。

## 研究設備

# 時間遅れを導入した遺伝子回路におけるカオスの発現 ～二つの遺伝子間の相互作用に対する時間遅れの導入～

遺伝子  
ネットワーク  
(数理系)

研究者名: **鈴木 陽子** Yoko Suzuki

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 准教授

専門分野: 数理物理・物性基礎



キーワード: 生物物理、統計力学

## 研究概要

細胞を機能させたり維持する上で、遺伝子ネットワークは極めて重要な働きをしています。遺伝子回路の理論的研究においては、定常状態における振る舞いに着目することが多く、時間遅れを入れて考えることはあまり行われておりませんでした。我々は、1～2の遺伝子からなる回路でさえも、転写抑制や転写促進に対して時間遅れを取り入れることにより、時間遅れのない場合に比べて様々な動的挙動を示すことを数値シミュレーションを用いることによって、明らかにしました。ここでは、その例として、図1のような相手の遺伝子を制御する2つの遺伝子からなる単純な遺伝子回路に遅延時間を導入した場合についての結果を紹介します。

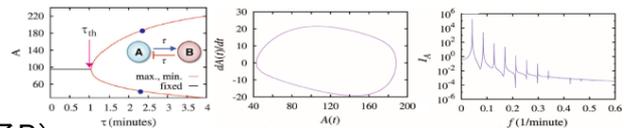
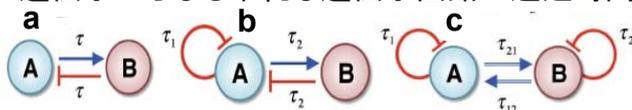


図1 2つの遺伝子回路モジュール間の相互作用(遺伝子Aと遺伝子B)  
a: 遺伝子Aからの転写促進と遺伝子Bからの転写抑制、b: 遺伝子ペアaの遺伝子Aに自己転写抑制ループを追加、c: 遺伝子ペアaの両遺伝子AとBに自己転写抑制ループを追加  $\tau$ : 遅延時間

図2 定常状態と特徴的周期性

### ■ 相手を制御する遺伝子AとBの遺伝子回路に時間遅れを導入

#### ➤ 相手を転写抑制・促進する遺伝子ペア(a)

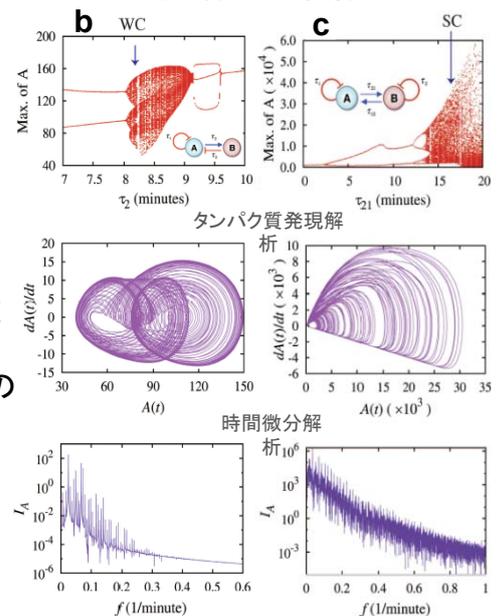
遅延時間( $\tau$ )が短い( $< 1.05$ 分)と発現及び分解するタンパク質濃度変化は定常状態、長くなると周期性を示す(図2)。

#### ➤ 遺伝子ペアaの遺伝子Aに自己転写抑制ループを追加(b, 図3: 左)

$\tau_1$  5.3分の時の $\tau_2$ 時間依存的タンパク質濃度の最大値に対する分岐図(上図)で、 $\tau_2 < 8.0$ 分或いは $> 9.18$ 分では周期性、それ以外は準周期性或いは弱カオスを示す(上図、中図)。 $\tau_1$  5.3分、 $\tau_2$  8.2分の時のタンパク質濃度変化は、非周期性且つ弱カオス(下図)であることが分かる。

#### ➤ 遺伝子ペアaの二つの遺伝子に自己転写抑制ループを追加(c, 図3: 右)

$\tau_1$  6.0分、 $\tau_2$  5.0分、 $\tau_3$  7.5分の時の $\tau_{21}$ 時間依存的タンパク質濃度の最大値に対する分岐図(上図)で、 $\tau_{21} > 14$ 分では非周期性を示す(上図、中図)。 $\tau_{21}$  16.0分の時のタンパク質濃度変化は、非周期性且つ強カオス(下図、強カオス発現に特徴的な非周期スペクトル)であることが分かる。



タンパク質発現スペクトル解析  
周期的に近いピーク(左下図)と非周期的なピーク(右下図)

図3 弱カオスの挙動(左)と強カオスの挙動(右)

P: 周期的(Periodic)、QP: 準周期的(Quasi-Periodic)、WC: 弱カオスの(Weak Chaotic)、SC: 強カオスの(Strong Chaotic)

## 応用例・用途

- 遺伝子回路をモジュールとして扱うことで、細胞の振る舞いを説明することが可能になります。
- 免疫システムを妨害する腫瘍細胞のカオスの挙動の解明にも役立ちます。

## 研究設備

# 鉄道車両の走行安全性を向上する

## ～急曲線低速走行時の乗り上がり脱線の定量評価～

安全

研究者名: **石田 弘明** Hiroaki Ishida

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 車両運動力学、鉄道車両工学、機械力学



キーワード: 鉄道車両、脱線係数、輪重減少率、横圧輪重比、シミュレーション

### 研究概要

過去の列車事故を貴重な経験として、鉄道関係者はその再発防止に鋭意取り組んできた。レールに導かれて走行する鉄道固有の問題として列車脱線事故がある。鉄道車両の脱線現象及び脱線時の車両挙動を解明した研究の成果を紹介する。

- 半径の小さい曲線を走行する時、車両の輪軸は左右車輪の回転半径差が十分取れず、輪軸が曲線の外方へ向かって転がる(図1(a))。また、図1(b)は、輪軸の後方から眺め、外軌側車輪とレールとの接触面に働く力を示したものである。
- 半径160 m、カント<sup>注</sup>90 mmの曲線に続く出口緩和曲線部を速度10～20 km/hで走行した実車による脱線試験(図2)の結果、乗り上がりが発生するのは、脱線係数、輪重減少率、内軌側横圧輪重比の三つの指標が大きい場合であることがわかった(図3)。
- 輪重減少率を用いた急曲線低速走行時の新たな走行安全評価手法を提案した。



図2 試験車両

脱線係数を用いた精度の高い評価手法の研究を引き続き行っている。

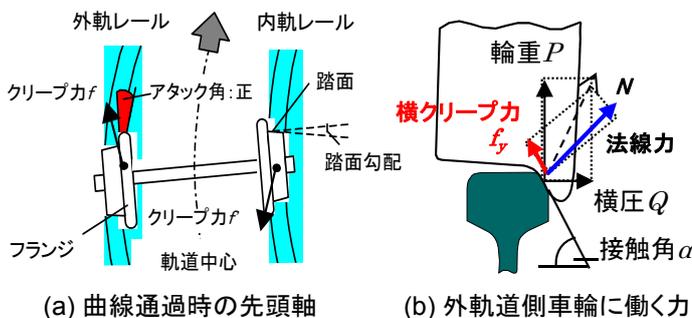


図1 曲線通過時の輪軸の姿勢と車輪に働く力

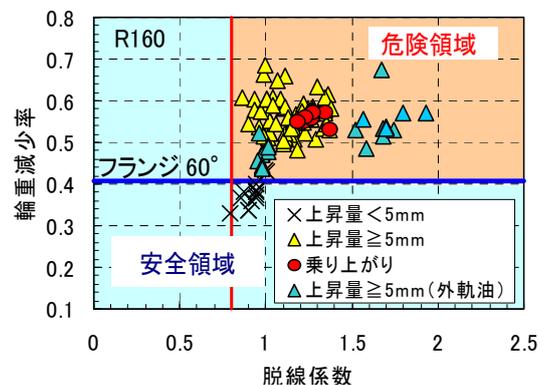


図3 脱線走行試験結果例(内軌側横圧輪重比 $\geq 0.4$ )

注): 曲線部での外側のレールまたは路面を内側よりも高くした高さの差

### 応用例・用途

- 効果的な脱線防止対策の検討に使用できる。
- 脱線しにくい車両の設計・開発に活用できる。

### 研究設備

- 松平式振動試験機(加振方向:鉛直、水平、加振周波数:1～70Hz)
- 1/5模型輪軸転走試験装置
- 5インチ模型車両と軌道

# 鉄道車両の走行安定性を向上する

## ～軸箱前後支持の剛性緩和と減衰付加による効果～

### 高速化

研究者名: **石田 弘明** Hiroaki Ishida

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 車両運動力学、鉄道車両工学、機械力学



キーワード: 鉄道車両、軸箱、支持剛性、走行安定性、蛇行動限界速度

### 研究概要

鉄道車両の曲線通過性能を向上するには軸箱(図1参照)<sup>注1)</sup>前後の支持剛性を小さくすることが有効であるが、走行安定性が低下するとともに、乗り心地が悪化する。一輪軸の転走モデル(図2)により安定性解析を行い、軸箱前後の支持剛性をある程度小さくしても減衰を付加することにより、走行安定性が確保できることを定量的に示した。

- 軸箱前後支持剛性を小さくしてもその蛇行動限界速度<sup>注2)</sup>が変わらない、つまり走行安定性を確保した場合の減衰特性を決める新たな手順を開発した。
- 軸箱前後支持剛性を下げて減衰を付加した方が、減衰のない支持剛性の場合より、等価踏面勾配<sup>注3)</sup>の増加に対する蛇行動限界速度の減少が抑えられることが分かった(図4)。

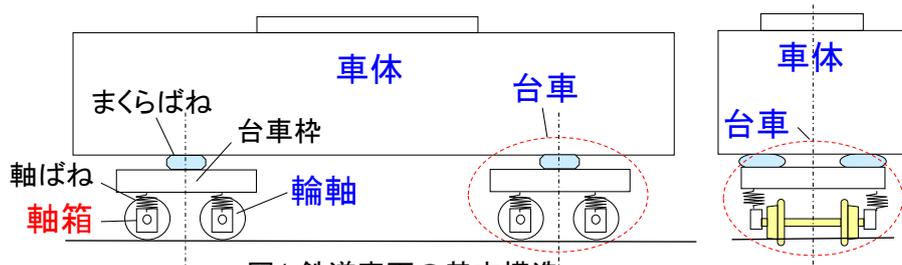


図1 鉄道車両の基本構造



図2 模型輪軸(1/5スケール)と軸箱前後支持剛性減衰付加コイルばねとオイルダンパー

- 注1): 軸受を収納した箱、輪軸は車輪と車軸を組み立てたもの
- 注2): 鉄道車両が蛇のようにくねらずに進む限界の速度
- 注3): 輪軸の左右変位に対する車輪半径の増分の比率。車輪が摩耗すると、等価踏面勾配が増加する。

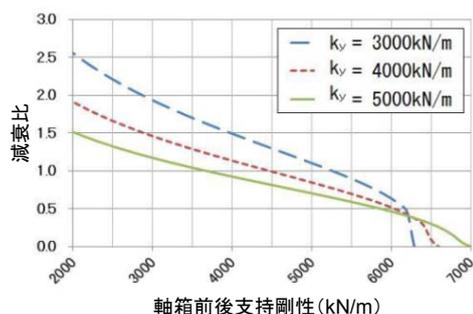


図3 軸箱前後支持剛性と減衰比の計算結果例  $k_y$ は軸箱左右支持剛性

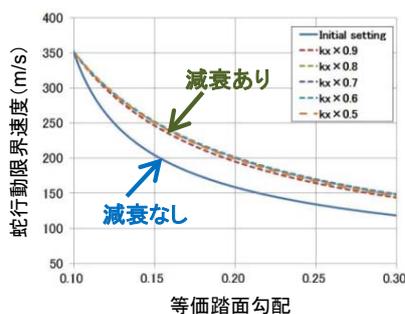


図4 等価踏面勾配の蛇行動限界に対する影響

### 応用例・用途

- 高減衰材料の開発により、高速鉄道車両の走行性能を向上することが期待できる。

### 研究設備

- 松平式振動試験機(加振方向:鉛直、水平、加振周波数:1~70Hz)
- 1/5模型輪軸転走試験装置
- 5インチ模型車両と軌道

研究者名: **山口 俊久** Toshihisa Yamaguchi

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 教授

専門分野: 電気物性、物性実験、強誘電体



キーワード: 極低温測定、強誘電性、超伝導、熱伝導

## 研究概要

特に強誘電体の誘電率や自発分極を極低温 (3.8 K) から 500 K までの広い温度範囲で高精度測定し、優れた誘電材料の開発を目指している。更に、得られた各種の物性量を総合的に評価し、対象とする単結晶物質の強誘電性発現のメカニズムの解明に努めている。誘電率はLCRメーターを使用し、1 kHz ~ 10 MHzで測定可能である。自発分極は焦電荷法や $D$ (電束密度)- $E$ (電界)履歴曲線法で測定できる。

その他、導体、超伝導体、半導体など、各種電気材料の電気抵抗や磁気特性などを、上記のような広い温度範囲で高精度で測定し、特性を評価する。



図1 液体ヘリウム再凝縮式・連続流型冷装置と極低温電気物性測定装置

資源として貴重なヘリウムを回収・再凝縮(液化)して使用することにより、希少資源の有効利用が可能であり、且ついつでも極低温までの測定が可能となる。

強誘電体のデータを得るには、試料(結晶)の質が重要となるが、各物質に対して様々な測定上の工夫も必要となる。

## 応用例・用途

- 極低温域までの様々な新素材の電気物性の測定が可能である。
- 長年の強誘電体研究の成果や経験に基づいて、測定上の技術相談ができる。

## 研究設備

- 極低温電気物性測定装置
- 熱伝導率測定装置
- 卓上単結晶引き上げ装置

# 強誘電体の電気物性測定 of 極意

## ～強誘電性の確認と温度依存的電気物性測定例～

ナノテクノロジー  
材料

研究者名: **山口 俊久** Toshihisa Yamaguchi

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 教授

専門分野: 電気物性、物性実験、強誘電体



キーワード: 強誘電体、D-E 履歴曲線、自発分極

### 研究概要

強誘電性とは、**焦電性<sup>注)</sup>**結晶の自発分極を外部電界の印加によって反転可能な性質を言い、ある温度以下で強誘電性が出現する物質を強誘電体と言う。ここでは、我々の研究室で改良したD-E履歴曲線測定法による自発分極の測定について紹介する。

- D-E履歴曲線が観測されれば、強誘電性を確認したと言える。従来、D-E履歴曲線の補償にはソーヤ・タワー回路が用いられてきたが、誤差を小さくするため、改良した回路を開発した(図1)。
- 補償前のD-E履歴曲線は図2(a)のようになるが、改良型回路(図1)により履歴曲線を補償することで、図2(b)に示すような純粋な自発分極の成分(強誘電成分、F)のみの観測が可能になる。
- 代表的強誘電体、硫酸三グリシンに約325 K以下で現れるD-E履歴曲線を測定し、決定した自発分極の温度依存性を図3に示した。

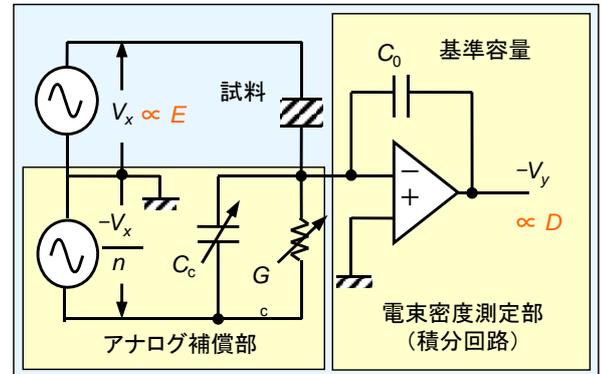


図1 改良型ソーヤ・タワー回路  
改良回路部:黄色部分

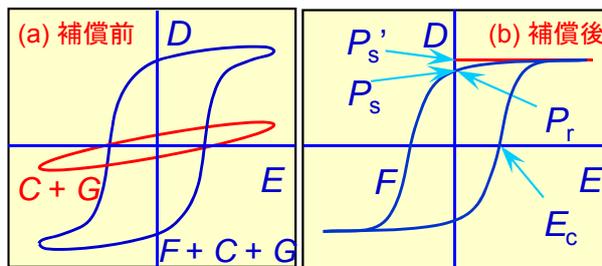


図2 D-E履歴曲線の補償(模式図)

赤い楕円: 誘起分極成分(C)と導電成分(G)を表す  
改良型回路によりCとGの成分を除去し、強誘電成分(F)を求める。

<sup>注)</sup>: 温度変化にとまない、誘電体の表面電荷が温度変化分に相当して変化する性質

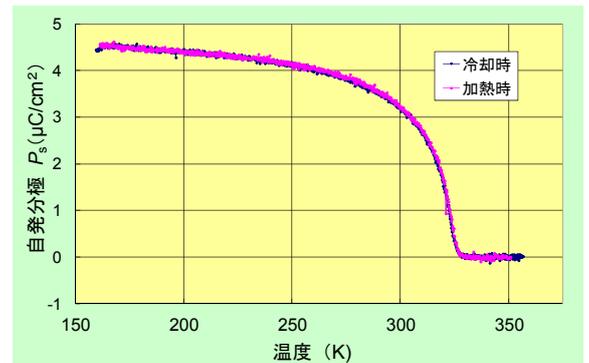


図3 硫酸三グリシンの自発分極温度依存性

### 応用例・用途

- D-E履歴曲線測定法や焦電荷法による自発分極の精密測定ができる。
- 長年の強誘電体研究の成果や経験に基づいて、測定上の技術相談ができる。

### 研究設備

- 極低温電気物性測定装置
- 熱伝導率測定装置
- 卓上単結晶引き上げ装置

研究者名: **山口 俊久** Toshihisa Yamaguchi

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 教授

専門分野: 電気物性、物性実験、強誘電体



キーワード: 熱膨張、極低温測定、体膨張、誘電率

## 研究概要

熱膨張は物質の基本物性で、基礎研究の分野でも応用分野でも重要な特性である。本研究室で開発したクリップ型ストレインゲージ熱膨張計を用い、3 ~ 10 mm程度の比較的小さな試料の極低温(3.8 K)から500 Kの温度範囲で熱膨張の高精度測定が可能である。

熱膨張の独立な成分の数は対称性により異なり、立方晶系では1、正方晶系や六方晶系では2、斜方晶系では3、単斜晶系では4である。特に、単斜晶系の試料の独立な4方向を測定することにより、3結晶軸方向の熱膨張成分ばかりでなく、結晶軸角の変化も求めることが出来る。更に、熱膨張係数を求めることにより、各種の材料の特徴をより明確に理解することが出来る。

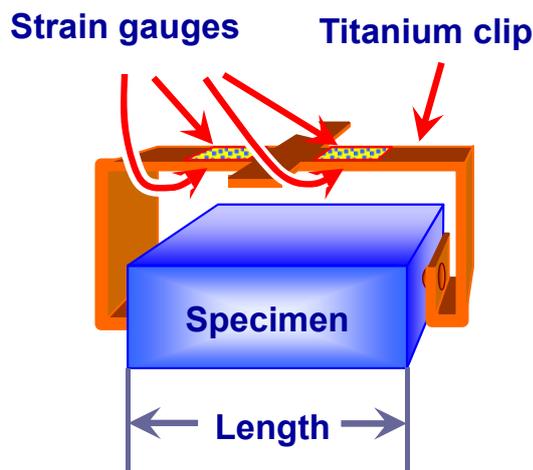


図1 本研究室で開発したクリップ型  
ストレインゲージ熱膨張計

全ての熱膨張成分を測定することで、体膨張や体膨張係数を決定することが出来て、比熱などの物性量と比較することが出来る。

また、必要ならば、同一試料による熱膨張と誘電率や電気抵抗などの電気物性値との同時測定も可能である。

## 応用例・用途

- 特に極低温までの各種材料の異方性も含む熱膨張の測定が可能である。
- 長年の熱膨張に関する高精度測定研究の成果や経験に基づき、測定上の技術相談ができる。

## 研究設備

- 極低温電気物性測定装置
- 熱伝導率測定装置
- 卓上単結晶引き上げ装置

# 極低温域までの熱膨張精密測定 ～単斜晶系強誘電体を用いた測定例～

ナノテクノロジー  
材料

研究者名: **山口 俊久** Toshihisa Yamaguchi

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 教授

専門分野: 電気物性、物性実験、強誘電体



キーワード: 極低温測定、熱膨張、強誘電体、硫酸三グリシン

## 研究概要

単斜晶系の結晶構造を持つ代表的な強誘電体として、硫酸三グリシンが知られているが、熱膨張測定では極低温までの広い温度域での測定は報告されていなかった。そこで、本研究室でクリップ型ストレインゲージ熱膨張計を用いて、極低温から400 K近くの温度範囲で熱膨張の高精度測定を行った結果を紹介する。

- ▶ 我々が開発したクリップ型ストレインゲージ熱膨張計では、単斜晶系の3結晶軸方向 $a$ ,  $b$ ,  $c$ と更に独立なもう一つの方向 $a'$ に垂直な面を持つ六角柱試料(図1)で全ての成分を測定できる。
- ▶ 本熱膨張計による結果(赤い曲線)とX線回折で測定した格子定数から求めた結果(青い丸)は良く一致していた(図2)。また、相転移点322.6 K付近で明確な変化が認められる。この熱膨張計で測定した単斜角 $\beta$ の温度依存性も同様にX線解析の結果と良く一致していた。

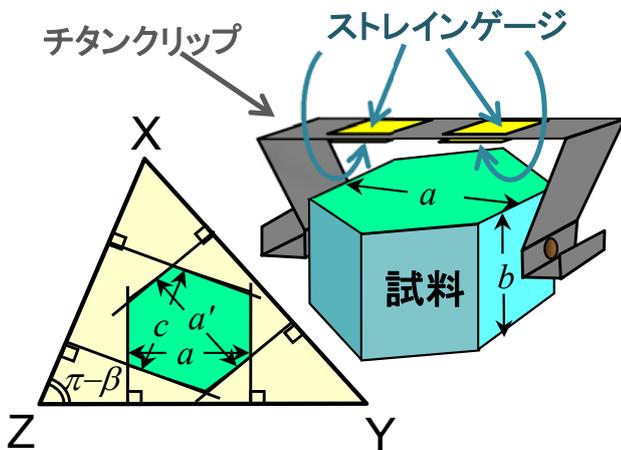


図1 クリップ型ストレインゲージ熱膨張計による単斜晶系試料の測定 ( $a$ 軸方向の測定例)

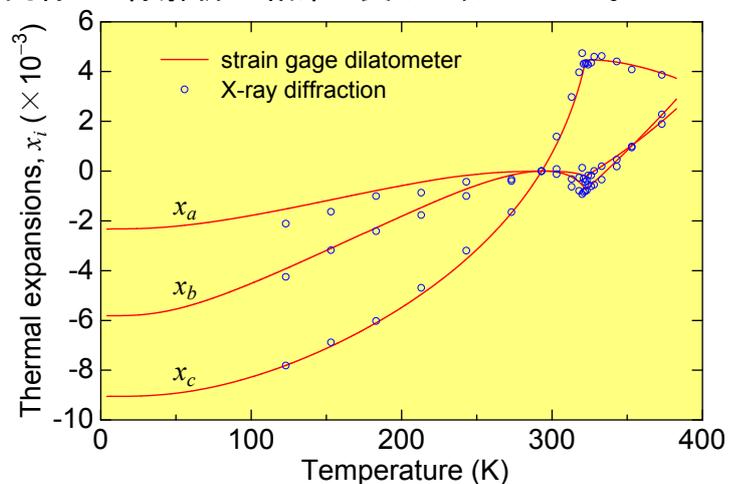


図2 熱膨張 $x_a$ ,  $x_b$ ,  $x_c$ の温度依存性  
本測定法とX線解析結果の比較

## 応用例・用途

- 本熱膨張計により、各種材料の熱膨張を精密に測定することが可能である。
- 長年の強誘電体研究の成果や経験に基づいて、測定上の技術相談ができる。

## 研究設備

- 極低温電気物性測定装置
- 熱伝導率測定装置
- 卓上単結晶引き上げ装置

# 各種試料の熱伝導率の精密測定 ～定常熱流法と温度傾斜法～

ナノテクノロジー  
材料

研究者名: **山口 俊久** Toshihisa Yamaguchi

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 教授

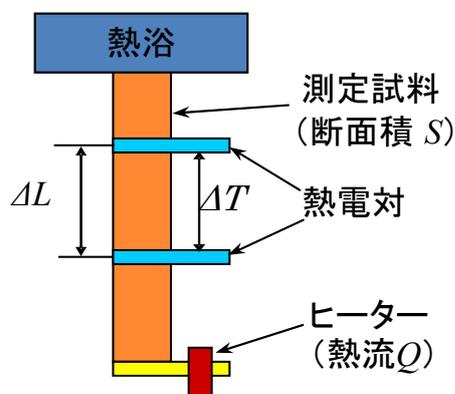
専門分野: 電気物性、物性実験、強誘電体



キーワード: 熱伝導率測定、定常熱流法、温度傾斜法

## 研究概要

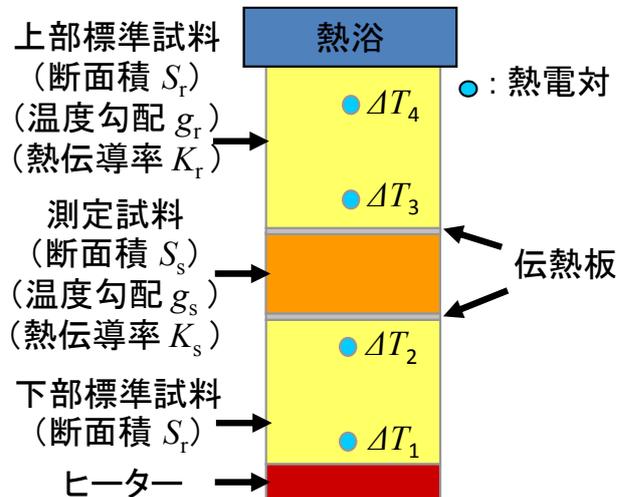
熱伝導率を定常熱流法: 図1(a) と温度傾斜法: 図1(b) で測定している。



測定試料の熱伝導率

$$K = \frac{Q/S}{\Delta T/\Delta L}$$

(a) 定常熱流法



測定試料の熱伝導率  $K_s = K_r \frac{g_r S_r}{g_s S_s}$

(b) 温度傾斜法

図1 熱伝導率の測定原理

## 応用例・用途

- 各種材料の熱伝導率の原理に基づいた測定が可能である。
- 長年の強誘電体研究の成果や経験に基づいて、測定上の技術相談ができる。

## 研究設備

- 極低温電気物性測定装置
- 熱伝導率測定装置
- 卓上単結晶引き上げ装置

# 放熱性材料の熱伝導率精密測定 ～定常熱流法と温度傾斜法による測定例～

ナノテクノロジー  
材料

研究者名: **山口 俊久** Toshihisa Yamaguchi

所属: 理工学部 総合理工学科 物理学系 教授

専門分野: 電気物性、物性実験、強誘電体



キーワード: 極低温測定、熱伝導率、定常熱流法、温度傾斜法、アルミナイトライド

## 研究概要

コンピュータのCPUのように、発熱の大きいものには放熱用の熱伝導材料が必要である。この時、放熱性に優れた材料として銅やアルミニウム等の金属がある。一方、半導体素子と金属放熱板を直接接着すると熱膨張の差で劣化するため、熱膨張係数が傾斜したアルミニウム (Al) と窒化アルミニウム (AlN) による傾斜機能材料 (Al/AlN)<sup>注</sup>等が開発されている。その過程で、本研究室において定常熱流法と温度傾斜法による高精度測定を行った例を紹介する。

- 定常熱流法は、熱伝導率の物理的な定義に忠実な測定法であり、他法に比べ、密度等の測定は必要なく、熱伝導率の絶対値を求めることができる。Al/AlN の傾斜機能材料を測定した結果を図1に示す。
- 温度傾斜法は、熱伝導率既知の基準試料と未知の測定試料について、内部の温度勾配を比較して値を決定する相対測定法である。薄い板状試料にも対応しやすい。銅を測定した温度分布の結果を図2に示す。

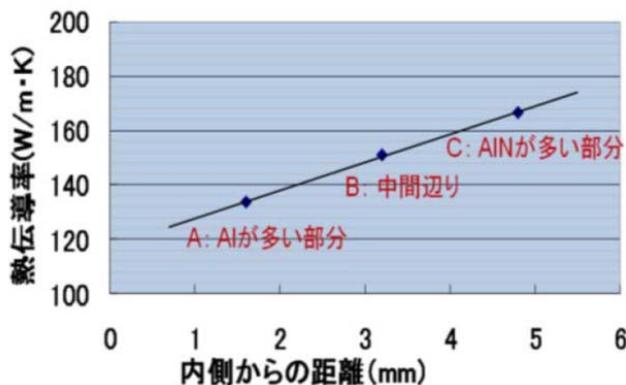


図1 定常熱流法によるAl/AlN傾斜機能材料の熱伝導率

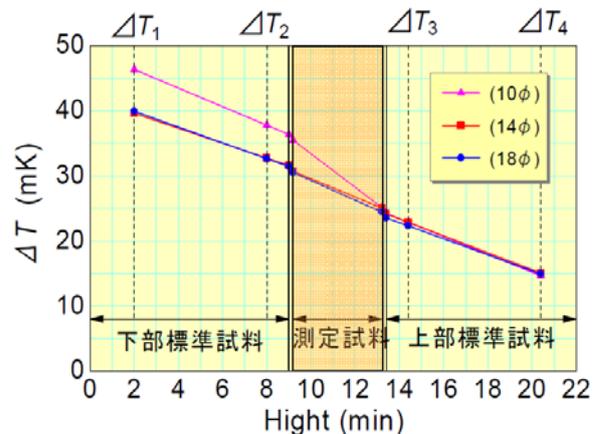


図2 温度傾斜法による銅測定試料の温度分布  
標準試料: 14 mmφの銅、伝熱板: インジウム  
測定試料: 厚さ4 mmの3種類の直径の銅

注): AlとAlNの密度差を利用した遠心鑄造法により作製

## 応用例・用途

- 各種材料の熱伝導率を精密に測定することが可能である。
- 長年の熱伝導率測定の結果や経験に基づいて、測定上の技術相談ができる。

## 研究設備

- 極低温電気物性測定装置
- 熱伝導率測定装置
- 卓上単結晶引き上げ装置

# 放熱性の高い材料を遠心鑄造技術で作製する ～アルミニウムと窒化アルミニウムによる傾斜機能材料～

ナノテクノロジー  
材料

研究者名: **清宮 義博** Yoshihiro Seimiya

所属: 教育学部 教育学科 教授

専門分野: 材料物性、組織制御



キーワード: 傾斜機能材料、遠心鑄造、アルミニウム、窒化アルミニウム

## 研究概要

金属とファインセラミックスという異なる素材の組成を連続的に変化させる傾斜機能材料により、熱膨張係数が大きく異なる素材を強固に一体化する技術をアルミニウムに応用し、アルミニウム-窒化アルミニウム<sup>注1)</sup> (Al-AIN) 傾斜機能材料を遠心鑄造法<sup>注2)</sup>により作製することに成功した。

Al-AIN複合体インゴットを超真空下1,000°Cで融解し、高速回転による遠心力付加をかけて250°Cで傾斜組織を形成しながら凝固させて傾斜機能材料を作製した。



図1 遠心鑄造装置



図2 遠心鑄造用円筒金型



図3 遠心鑄造法によって得られた傾斜組織 (Al-AIN)



図4 傾斜組織の光学顕微鏡写真

図の横の長さは約3 mm

試料外側ほど窒化アルミニウムが多く集まり、内側にアルミニウムが存在した傾斜組織を形成していることが分かる

上: アルミニウムと窒化アルミニウムの混合原料

下: 遠心鑄造法により得られたアルミニウム-窒化アルミニウム傾斜組織

一部晶出したケイ素も認められる

注1): 窒化アルミニウムはセラミックス材料の一種で、窒化ガリウムに比べて熱伝導率が非常に高く(320 W/mK対2 W/mK)、放熱材料として優れた物質であり、熱膨張率は同等(4.5 X 10<sup>-6</sup>/K対5.6 X 10<sup>-6</sup>/K)であることより、温度上昇による熱応力を生じさせずに熱を放散することが可能

注2): 溶湯に遠心力を負荷させながら鑄造する方法であり、母相と強化相の比重差、母相の凝固に伴う粘性の変化から強化相の分布を制御し、半径方向に機能を分布させた傾斜機能材料を得る方法

## 応用例・用途

- アルミニウムの靱性とセラミックスとしての窒化アルミニウムの高熱伝導性を兼ね備えた傾斜機能材料は、熱を外部に効率よく排出できるため、半導体デバイスのヒートシンク部材等としての応用が期待できる。

## 研究設備

- 遠心鑄造装置、各種顕微鏡装置、熱伝導測定装置(レーザーフラッシュ)、各種電気炉、卓上単結晶作製装置

研究者名: **清宮 義博** Yoshihiro Seimiya

所属: 教育学部 教育学科 教授

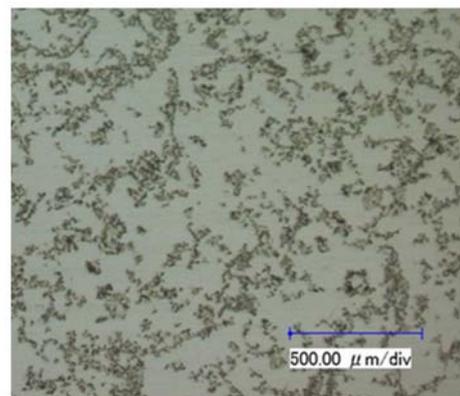
専門分野: 材料物性、組織制御



キーワード: 燃焼合成, 複合材料, ヒートシンク

## 研究概要

私の研究室では中温・常圧窒素雰囲気中で熔融アルミニウム中から熱伝導特性に優れたアルミナイトライド(AIN)を生成することに成功した。これにより、本来濡れて一体化することの無い金属とセラミックスからなる複合材料が作製可能になった。また、従来AINの板材はAIN粉末を焼結助剤を用いて再び高温高圧で焼結して作られる。しかし、我々が提案する手法を用いれば1つの工程で濡れ性に優れたAl/AIN複合体からなる板材が作れることになり、製造コストは格段に安く済むことから実用化しやすくなった。



## 応用例・用途

- 電子部品へヒートシンクとしての応用
- 耐熱性・耐摩耗性に優れた新素材

## 研究設備

- 各種顕微鏡装置
- 各種電気炉
- 遠心鑄造装置
- 卓上単結晶作製装置

# 小型木質ペレット燃焼スターリングエンジン 発電給湯システムの開発

環境

研究者名: **濱口 和洋** Kazuhiro Hamaguchi

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: エネルギー変換、電熱工学、熱工学

研究者HP: <http://www.hino.meisei-u.ac.jp/me/hamaguti/>

キーワード: バイオマス、廃熱、コージェネレーション

## 研究概要

木質ペレットを燃料とするスターリングエンジン発電機を用いた小型の発電給湯システムを構築し、その実証試験を行っている。

その結果、数kWの発電並びに10数kWの熱供給の可能性が実証できた。本研究成果は、バイオマスタウンを構築している地域における新たな木質ペレットの利用法を提案するものであり、特に寒冷地の小規模な公共施設や店舗、一般家庭における電力と熱供給に適している。



図1 木質ペレット燃焼発電給湯システム

## 応用例・用途

- バイオマス燃焼マクロジェネレーション
- 灯油燃焼マイクロジェネレーション
- 廃油燃焼発電、廃熱回収発電...

## 研究設備

- スターリングエンジン発電機
- パルス管冷凍機
- 再生器性能評価装置

# スターリングエンジン発電給湯システムの開発 ～省エネルギーと環境負荷低減を目指して～

環境

研究者名: **齊藤 剛** Takeshi Saito

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 燃焼工学、エンジン工学



キーワード: スターリングエンジン、木質ペレット、コージェネレーション、発電給湯

## 研究概要

化石燃料の大量消費による枯渇のみならず、炭酸ガス発生による地球温暖化も避けることができない状況にある。代替燃料として、カーボンニュートラルの特徴を持つ木質ペレット等の植物由来燃料の需要が増加している。そこで、内燃機関の排熱を利用して動力と温熱や冷熱を取り出すことでエネルギー効率を高める、いわゆるコージェネレーションシステムとして、スターリングエンジンに関する研究を進めている。

木質ペレットを燃焼させ、発生熱を利用して発電を行うと共に、温水と暖房を供給するシステム

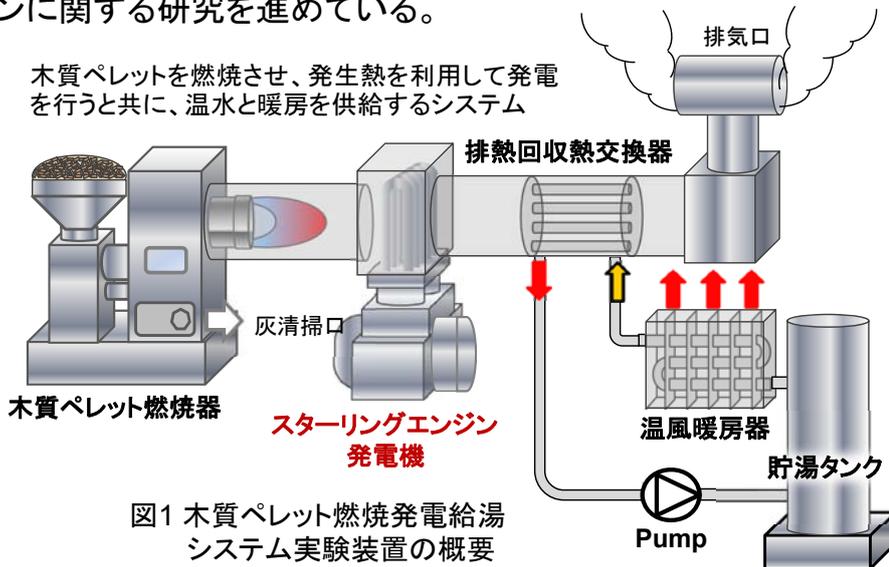


図1 木質ペレット燃焼発電給湯システム実験装置の概要



図2 2 kW級スターリングエンジン発電機

- ホワイトペレット(図3 上)とグレーペレット(図3 右下)は燃焼室内温度が安定し、発電量が高かった。バークペレット(図3 左下)は、燃焼室内温度は安定していたが低く、発電量も低かった。
- ホワイトペレットとグレーペレットの燃焼灰は燃焼室内に残った灰、フィンに付着灰共に少なく、発電に及ぼす影響は少ない。しかし、バークペレットではフィン付着灰は少なかったが、燃焼室内の灰が多く、給気の妨げとなり、燃焼が不安定になる恐れがある。



図3 木質ペレット3種類

## 応用例・用途

- 廃棄物等の発熱材料を使用したコージェネレーションシステムとして、スターリングエンジンは利用可能である。技術内容等、ご相談に応じます。

## 研究設備

- Nd-YAGレーザー、高速度カメラ、シュリーレン光学系、動力計、ガスクロマトグラフィ、NO<sub>x</sub>-O<sub>2</sub>濃度計、CO-CO<sub>2</sub>濃度計、発熱量計

# レーザーブレークダウン着火方式による内燃機関の 運転特性 ～高効率化と低環境負荷を目指して～

環境

研究者名: **齊藤 剛**

Takeshi Saito

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 燃焼工学、エンジン工学



キーワード: 内燃機関、レーザーブレークダウン着火、高効率化、低環境負荷

## 研究概要

内燃機関による環境問題として、炭酸ガス排出による地球温暖化、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )等の排出による大気汚染、化石燃料の枯渇等が挙げられている。ガソリンを使用する内燃機関として、更なる高効率化と低環境負荷を目指して、スパークプラグに替わり得る方式としてレーザーブレークダウン着火<sup>注)</sup>に着目して研究を進めている。

- 窒素希釈率0%時の着火を比較すると、レーザーブレークダウン着火では、早期に着火核中心から火炎が大きく広がるのに対して、火花点火の場合は遅れてスパークプラグ先端付近で火炎が広がることを確認した(図3)。
- 各吸気混合気条件での点火時期における排気ガス中の $\text{NO}_x$ と全炭化水素濃度(THC)を確認したところ、窒素希釈状態で更に希薄化させることで $\text{NO}_x$ 濃度は低下し、また窒素希釈によりTHC濃度は低下し、熱効率が向上することが明らかとなった。いずれの場合も、レーザーブレークダウン着火方式の方が優れていることが明らかとなった。

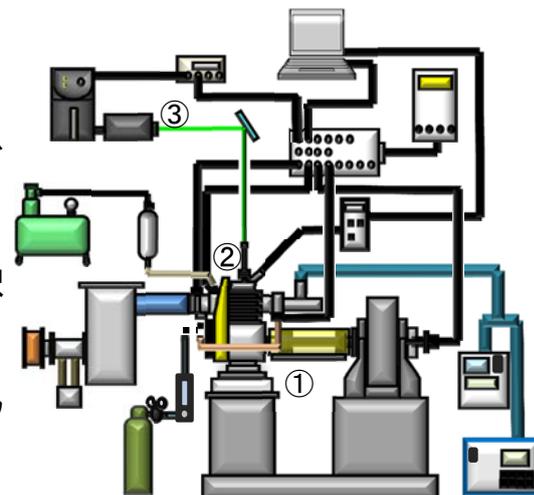


図1 エンジンシステム概略図

- ①エンジン、②レーザー着火光学システム
- ③レーザー発振器とレーザービーム(緑色)



図2 燃焼室内部可視化の概略図

- ①高速ビデオカメラ、②点火プラグ
- ③シリンダーヘッド

注):レーザー光を集光して燃焼室中心でプラズマを発生させて着火させる方式で、火炎から燃焼室壁面への熱損失低減が期待できる

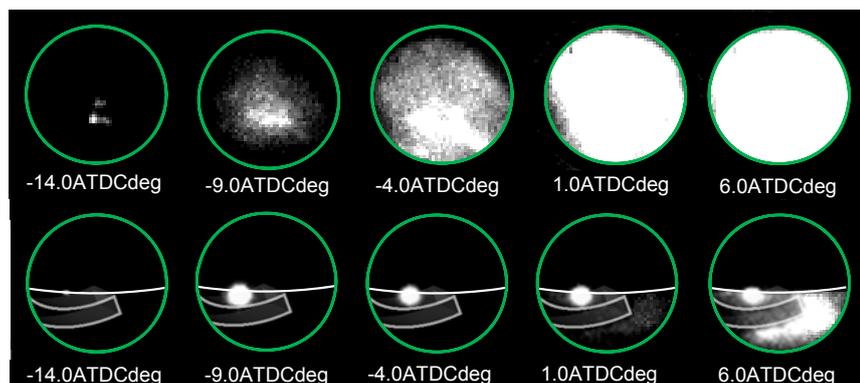


図3 レーザーブレークダウン着火(上)と火花点火の比較  
クランクが最も高い位置に到達した位置(上死点)を0度(ATDCdeg = 0)

## 応用例・用途

- レーザーブレークダウン着火方式と空気等によるガソリンの希釈・希薄化を採用することで、燃焼率の向上と環境負荷低減が期待できる。

## 研究設備

- Nd-YAGレーザー、高速度カメラ、シュリーレン光学系、動力計、ガスクロマトグラフィ、 $\text{NO}_x$ - $\text{O}_2$ 濃度計、CO-CO<sub>2</sub>濃度計、発熱量計

研究者名: **清宮 義博** Yoshihiro Seimiya

所属: 教育学部 教育学科 教授

専門分野: 無機材料、物性、材料工学



キーワード: オゾン水、ナノバブル、汚水処理、洗浄装置、滅菌、半導体洗浄

## 研究概要

オゾン水は、過酸化水素水、塩素、次亜塩素酸より強い酸化力を有しており、滅菌、消毒剤として利用されています。また、汚水処理や医療福祉分野、電子材料の洗浄などの、新たな分野への応用が期待されており、高濃度かつ簡便にオゾン水を製造できる技術が求められています。

本研究室では、オゾンガス発生部をオゾンガス溶解部に接続し、超音波を付加することで純水に濃縮オゾンガスを溶存させて、揮発しにくく極めて安定な高濃度溶存オゾン水を作り出すことに成功しました。これにより、長時間水中に留まり続ける高濃度ナノバブルオゾン水の製造を可能にしました。

従来のオゾン水製造装置に比べ机の上に乗る程度のコンパクトタイプで、いろいろな現場で応用可能です。また、従来のオゾン水は15分ほどでオゾン濃度が半減するのに対し、本発明のオゾン水の濃度の減少は30分で10%ほど、半減時間は540分(9時間)です。



## 応用例・用途

- 医療器具の消毒ならびに滅菌
- 病院等医療施設での滅菌入浴
- 滅菌シャワー
- 汚水処理
- 半導体洗浄

## 研究設備

- 超音波発振器付き気体導入装置



研究者名: **原田 久志** Hisashi Harada

所属: 理工学部 総合理工学科 生命科学・化学系 教授

専門分野: 物理化学、光電気化学、超音波化学

研究者HP: <http://www.hino.meisei-u.ac.jp/chem/LBT/Harada01.html>



キーワード: ソノケミストリー、超音波、光触媒

## 研究概要

化学反応を起こすにはエネルギーが必要です。音響エネルギー(超音波)の投入によっても化学反応を起こすことができます。超音波の投射と化学反応との関係を調べる学問領域を、ソノケミストリーと呼びます。

### ソノケミカル(Sonochemical)反応の例

#### ■ 水の分解

酸化力の大きい過酸化水素( $H_2O_2$ )や活性酸素が、現場(オンサイト)で生成します。<水素も同時に得られます。>

#### ■ 二酸化炭素の還元

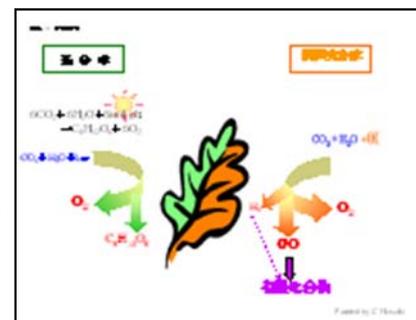
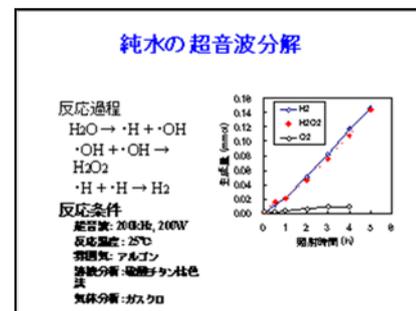
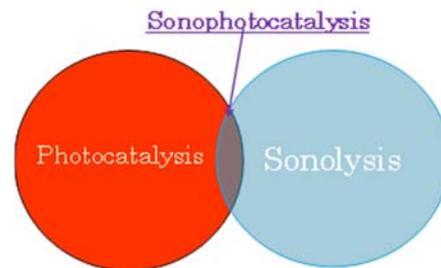
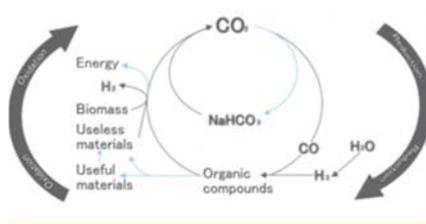
地球温暖化物質といわれている $CO_2$ を超音波化学力で還元します。

#### ■ 光触媒反応の反応性向上

反応の促進ならびに、超音波と光照射との協同効果による特異な反応の進行が進行します。

#### ■ 超音波霧化

#### ■ 超音波発光(ソノルミネッセンス)



## 応用例・用途

河川や湖沼中に蓄積している難分解性汚染物質(農薬、内分泌かく乱物質、フッ素含有化合物)の分解処理

## 研究設備

- ソノケミカル反応装置

研究者名: **矢島 寿一** Juichi Yajima

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 地盤工学、環境地盤工学



キーワード: 地盤工学、環境地盤工学

## 研究概要

私達の研究室では今まで、清掃工場から排出される溶融スラグと建築解体現場から排出される廃石膏ボードの地盤材料への適用性について検討を行ってきました。その結果、溶融スラグは建設発生土を改良した改良土と混合することで路盤材料や埋設管等の埋戻し材料として利用できることを確認しました。また、廃石膏ボードは半水石膏にすることで建設発生土を改良する際の改良材として利用できることを確認しました。適用事例として、溶融スラグはさいたま市発注道路工事他となっています。廃石膏ボードはNEXCO発注工事他となっています。



定ひずみ圧密試験装置



三軸圧縮試験装置



動的三軸圧縮試験装置

## 応用例・用途

- 公共工事等の地盤材料への適用

## 研究設備

- 土の物理的性質試験機器
- 定ひずみ圧密試験装置
- 三軸圧縮試験装置
- 動的三軸圧縮試験装置



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY

お問合せ先: 明星大学 連携研究センター

〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1

Tel: 042-591-5639 Fax: 042-591-5644

e-mail: liaison@meisei-u.ac.jp

<http://corec.meisei-u.ac.jp/>

# 清掃工場から発生する溶融スラグの地盤材料としての評価

環境

研究者名: **矢島 寿一** Juichi Yajima

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 地盤工学



キーワード: 建設残土、有効利用、物理試験、力学試験

## 研究概要

清掃工場から発生する**溶融スラグの有効利用方法**としては、コンクリートの細骨材として利用する方法が最も多い。しかし、溶融スラグを地盤材料(特に埋戻し材)として利用するには、溶融スラグの物性値、力学的特性を明確にすることが必要である。そこで、溶融スラグの物性値、力学的特性を明確にし、**地盤材料**としての評価を行った。



写真-1 溶融スラグ

## 概要

溶融スラグと建設現場から発生する建設残土の混合比率を種々変化させた地盤材料に対して、締固め試験、CBR試験、透水試験を行った結果を図-1~3に示す。このように、**溶融スラグと建設残土を混合した地盤材料**は力学的にみても良好な強度を有しており、また透水性も高いことから埋戻し材として有望な材料であると評価できる。(採用実績: 地方公共事業工事の埋戻し材(建設残土80:20溶融スラグ))

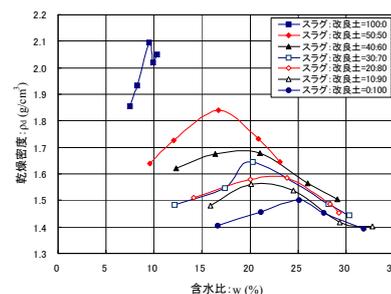


図-1 締固め曲線



写真-2 動的三軸圧縮試験機/一面せん断試験機/定ひずみ

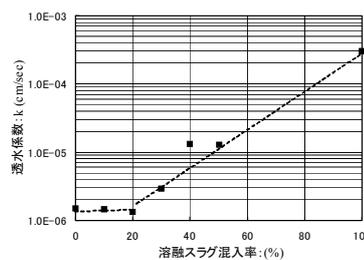


図-3 透水係数

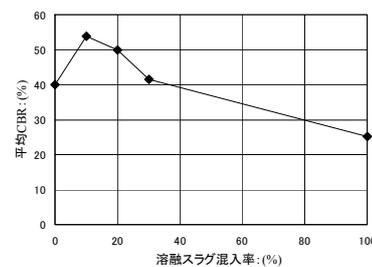


図-2 平均CBR値

## 応用例・用途

- 建設現場での地盤問題、建設工事で発生する残土の処分・有効利用等

## 研究設備

地盤材料を評価するための試験機

- 三軸圧縮試験機
- 動的三軸圧縮試験機
- 一軸圧縮試験機
- 一面せん断試験機
- 定ひずみ圧密試験機
- 圧密試験機
- 各種物性試験機等

# クリーニング工場内の温熱環境の改善に向けて ～窓の開閉状況が作業環境に与える影響～

環境

研究者名: **小笠原 岳** Takeshi Ogasawara

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 准教授

専門分野: 建築設備学、建築環境工学



キーワード: 空調設備、温熱環境、空気質、数値流体力学

## 研究概要

多数の高温発熱機器を有する工場では、他の用途の建築と比べて建築内の温熱・空気環境が問題となる場合が多いですが、工場内の温熱・空気環境を詳細に報告した例は少なく、環境改善に向けた事例の収集や対策手法の整理が望まれています。我々は、夏季のある「クリーニング工場」を研究対象に、効率的な換気による環境改善手法を構築するため、数値流体力学<sup>注1)</sup>を使用して窓の開閉状況が工場内環境に与える影響について検討しましたので、紹介します。

クリーニング工場は多くの高温発熱機器を有し、機器の多くは蒸気を利用する上、洗濯・漂白の際に多くの薬剤を使用しているため、作業者は不快な高温多湿の作業環境に曝されています。

- 実測結果: 測定点と開口近傍点との温度差は約2.1°C
- アンケート結果: 放射熱と不快なにおいを強く感じている

- CFD結果: ①現状の屋根部分でのショートサーキット<sup>注2)</sup>を改善することで室内の温熱環境が向上する

- ②ウインドウキャッチャの設置は室内の温熱環境の向上に効果がある(幅45 cm、高さ90 cmのウインドウキャッチャを西面の窓に4か所、南面の窓に6か所設置)

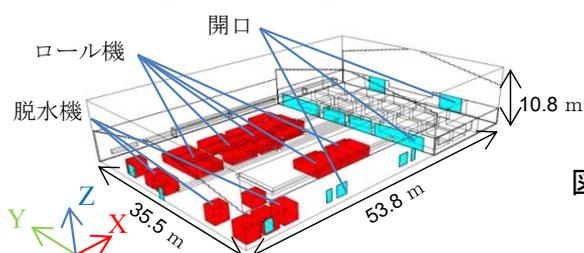


図3 工場内部のCFD解析モデル

注1): Computational Fluid Dynamics (CFD)、流体の運動をコンピュータで解析すること

注2): 吸気口と排気口の位置が近すぎると、狭い範囲で空気が循環する現象

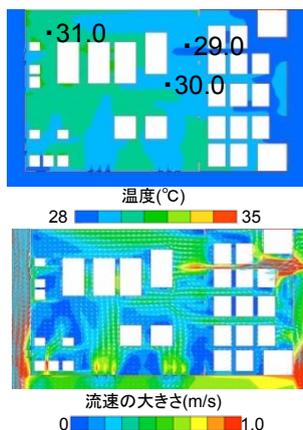


図4 平面温度分布(上図)及び平面流速分布(下図) ウインドウキャッチャ設置時の高さ1.1 mでのCFD結果

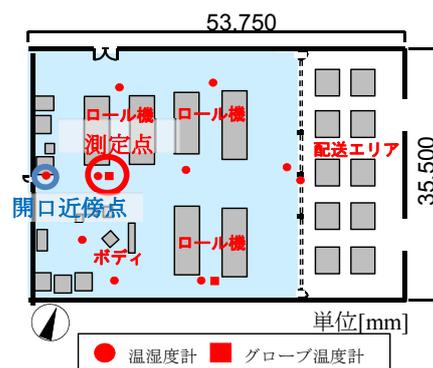


図1 クリーニング工場の平面図及び測定位置



図2 工場内風景

## 応用例・用途

- 工場内の温熱・空気環境を数値流体シミュレーション解析した結果に基づいて、より効率的に換気することで、作業環境を改善できます。
- 本研究の成果に対して、2015年日本建築学会若手優秀発表賞が賞与されました。

## 研究設備

- 数値流体シミュレーション解析ソフト

# 環境水試料に含まれる微量金属の分離回収 ～Pb, Cu, Cd, Mn, Ni, Co, In などの効果的固相抽出～

環境

研究者名: **赤間 美文** Yoshifumi Akama

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 特別教授

専門分野: 環境化学、環境分析、環境材料



キーワード: 吸着材、固相抽出、金属イオンの分離分析、キレート繊維

## 研究概要

再生セルロース繊維<sup>注1)</sup>を化学的に修飾し、金属イオンを吸着しやすい構造に変えた吸着材(キレストファイバーIRY-HW<sup>注2)</sup>、以下IRY-HWと略)を用いて、Pb<sup>2+</sup>、Cu<sup>2+</sup>、Cd<sup>2+</sup>、Mn<sup>2+</sup>、Ni<sup>2+</sup>、Co<sup>2+</sup>、In<sup>3+</sup>などの微量金属イオンの分離濃縮に関する研究を行っている。IRY-HWの構造式を図1に示した。IRY-HWは、各種金属イオンを素早く吸着でき、且つ酸処理により容易に脱着濃縮することが可能で、環境水中の微量金属イオンの分離除去に極めて有用な吸着材であることが明らかとなった。IRY-HW自身は白色(図2)であるが、Cu<sup>2+</sup>が吸着すると青色(図3)に、Co<sup>2+</sup>の場合紫色(図4)に着色し、水溶液における金属イオンの色が反映されることが分かる。

➤ IRY-HWは、排液中の重金属イオンの分離除去に優れていることが認められた。図5は、各種金属イオンがそれぞれ5 mg含まれる水溶液(pH 5) 3 LにIRY-HWを2 g添加し、60分以上攪拌すれば、Mn<sup>2+</sup>以外は100%近く吸着されることを示している。吸着されやすさの順番はおおよそ、Pb > Cu > Ni, Cd > Co > Mnである。

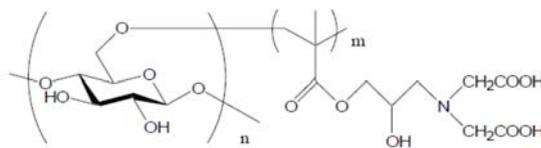


図1 IRY-HW構造式



図2 IRY-HW



図3 Cu—IRY-HW



図4 Co—IRY-HW

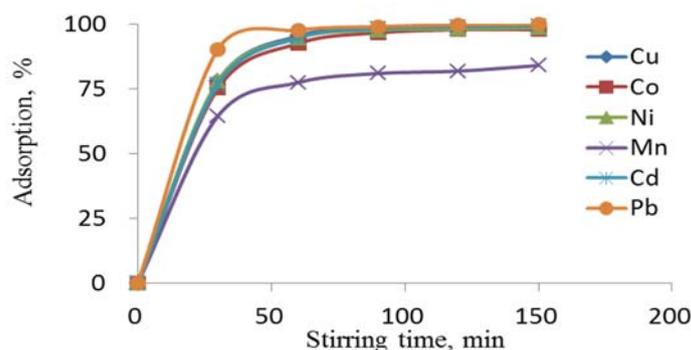


図5 各種金属の吸着特性

注1): 天然高分子であるセルロースを化学的に処理して溶解してから繊維に再生したもので、安全性、親水性に優れ、金属の吸着速度が速く、また、金属の脱着も容易で繰り返し使用できるという特色がある

注2): キレスト株式会社、キレストファイバー® IRY-HW

## 応用例・用途

- 応用例: IRY-HWを用いた天日塩、地下水及び金属塩などに含まれる微量金属の分離分析。
- 有用金属の回収、排液処理への利用が期待される。

## 研究設備

- グラファイト炉原子吸光光度計、赤外分光光度計など

# 金(Ⅲ)及びパラジウム(Ⅱ)の水性二相抽出 ～有機溶媒を使用しない低環境負荷による抽出分離法～

環境

研究者名: **赤間 美文** Yoshifumi Akama

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 特別教授

専門分野: 環境化学、環境分析、環境材料



キーワード: 金属イオンの分離分析、水性二相抽出、Au<sup>3+</sup>及びPd<sup>2+</sup>の抽出

## 研究概要

金(Au<sup>3+</sup>)及びパラジウム(Pd<sup>2+</sup>)の抽出分離法として、有機溶媒を全く使用しないで、しかも使用した薬品類を廃棄した時に極力環境に負荷を与えない方法を確立したので、以下に報告する。

第四級アンモニウム塩の臭化テトラブチルアンモニウム(TBAB、図1)の水溶液に(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>などの無機塩を添加すると塩析効果によりTBAB濃度の高い親油的な上相と無機塩濃度の高い親水的な下相の二水相が形成される。本研究は、この現象を利用して、Au<sup>3+</sup>及びPd<sup>2+</sup>を他の金属塩から効率よく抽出分離する方法を開発したものである。

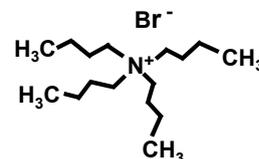


図1 TBAB構造式

➤ Au<sup>3+</sup>(図2)及びPd<sup>2+</sup>(図3)とも同様な抽出挙動を示し、pH 1.5~6の領域でほぼ100%上相に抽出されることを確認した。図4に水性二相抽出例の写真を示す。酸性領域で抽出率が高いのは、両金属イオンの臭化物錯陰イオンとTBA<sup>+</sup>とがイオン対を形成し、電気的に中性の化学種としてTBABが豊富な上相に抽出されるためと考えられる。他に、Pt<sup>4+</sup>、In<sup>3+</sup>、Pb<sup>2+</sup>、CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>なども酸性領域で上相に抽出されることを確認している。

➤ Au<sup>3+</sup>及びPd<sup>2+</sup>を抽出する際、各種金属イオンを添加して、それらの影響を検討した。その結果、表1に示されるようにAu<sup>3+</sup>・Pd<sup>2+</sup>は影響を受けず良好に回収されることが確認された。

表1 Au<sup>3+</sup>及びPd<sup>2+</sup>抽出における共存イオンの影響

| Ion | Added/μg | Au(III) recovery, % | Pd(II) recovery, % |
|-----|----------|---------------------|--------------------|
| Ca  | 1000     | 96.5                | 98.0               |
| Mg  | 1000     | 100.5               | 97.0               |
| Cu  | 1000     | 97.5                | 101.0              |
| Fe  | 1000     | 100.5               | 102.5              |
| Ni  | 1000     | 99.5                | 99.0               |
| Co  | 1000     | 103.0               | 102.5              |
| Mn  | 1000     | 97.5                | 97.5               |
| Zn  | 1000     | 102.0               | 101.0              |
| Pb  | 1000     | 95.5                | 98.5               |

Au(III) and Pd(II) taken: each 20 μg

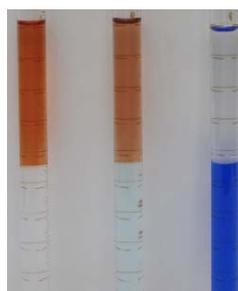


図4 水性二相抽出例

TBAB相(上相)、水溶液相(下) Pd(左)、Pd-Cu(中)、Cu(右)

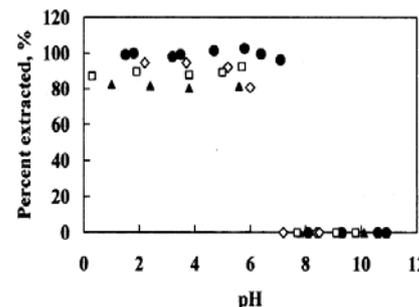
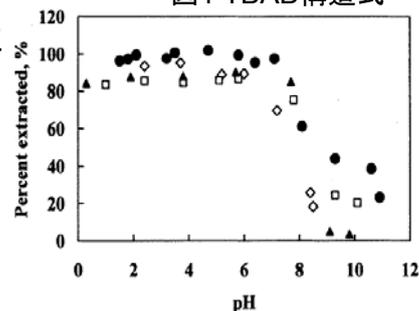


図2 Au<sup>3+</sup>抽出でのpHの影響(上)

図3 Pd<sup>2+</sup>抽出でのpHの影響(下)

Au<sup>3+</sup>: 20 μg/6mL、TBAB: 0.5M、●: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.8g、◇: (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.5g、▲: NaNO<sub>3</sub> 2.0 g、□: NaCl 1.6 g

## 応用例・用途

- 応用例: 廃プリント基板やめっき液中の有用金属の定量及び濃縮・精製・回収。
- 有用金属の濃縮・精製・回収を、有機溶媒を不要とする環境負荷低減型の水性二相抽出で達成できる。

## 研究設備

- グラファイト炉原子吸光光度計、赤外分光光度計など

研究者名: **吉澤 秀二** Shuji Yoshizawa

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 環境材料、微生物応用

研究者HP: <http://www.hino.meisei-u.ac.jp/es/staff/eco-material/>



キーワード: 炭、微生物、堆肥、食品廃棄物

## 研究概要

炭の表面での微生物の増殖の状態を観察するために、孟宗竹炭と微生物の餌としての米ヌカと、複合微生物群の菌種を混合し、空気に触れさせるようにして、微生物を増殖させた。数十 $\mu\text{m}$ のさまざまな大きさの孔が存在する。米ヌカの堆肥化開始後14日間を経過した竹炭の細孔内部において、棹菌、短棹菌等の微生物の増殖が観察され、炭がこれら微生物の担体として適していることが確認できた。

炭を添加した食品廃棄物の堆肥化処理工場を、東京都瑞穂町に設置し、2009年1月から稼働している。一日の処理量は125トンであり、堆肥化工場としては、近隣地域で最大級となる。



200 L 炭化炉

## 応用例・用途

- 高品質堆肥の開発
- 炭を微生物担体とした排水処理
- バイオトイレ

## 研究設備

- 200 L 炭化炉
- 50 L 堆肥化発酵機



# 新型堆肥化システムの開発

～エアブローアーと衝撃付加による効率的な堆肥化～

環境

研究者名: **吉澤 秀二** Shuji Yoshizawa

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 環境影響評価、機能物質化学、環境材料学

研究者HP: <http://www.hino.meisei-u.ac.jp/es/staff/eco-material/>



キーワード: ブローアーエアレーション、衝撃付加、好気性発酵、堆肥化、食品残渣、生ゴミ

## 研究概要

食品リサイクル法の施行により、食品の製造過程で廃棄される食品残渣や家庭から出る生ゴミなどの有機系廃棄物の発生抑制と減量化、再利用が進められている(図1)。

従来のブローアーのみによる連続的なエアレーションを改良し、間歇的なコンプレッサーによる高圧空気の注入による衝撃の付加で、エアレーションの流れを変化させて好気性発酵を促進させる低価格堆肥化システムを開発した(図2)注)。この方法により、堆肥製造において定期的な切り返しが不要になる。

有機系廃棄物を破碎脱水し、微生物を添加して一次発酵を行った後、本堆肥化システムにより二次発酵を行う。或いは、フレコンバックにて二次発酵を行い、本堆肥化システムを使用して三次発酵を行う。

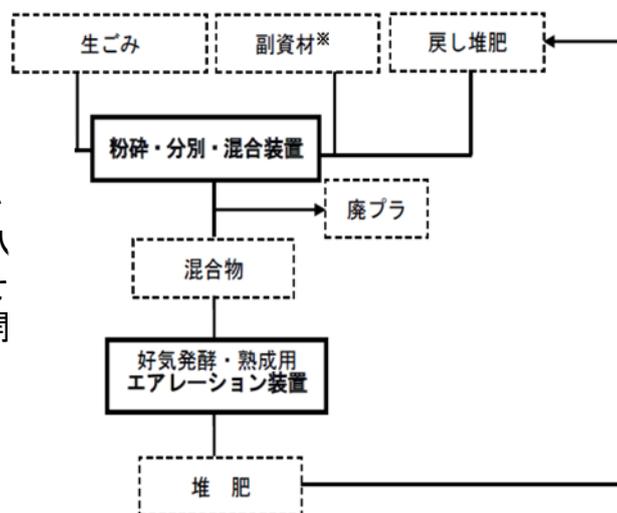


図1 堆肥化システムの処理フロー

※: 炭、米ぬか、もみ殻、おが屑、落葉等

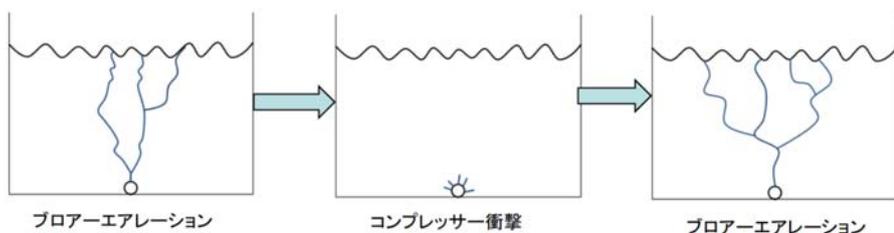


図2 エアレーションと改良型低価格堆肥化システム

エアレーションと衝撃の組み合わせ、幅5 m X 奥行5 m X 高さ1.5 m

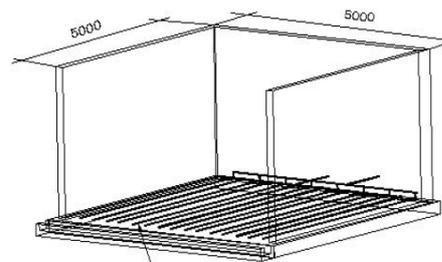


図2 新型堆肥化システム

注) : 本堆肥化システムの開発は、楽しい株式会社及び株式会社AZテックとの共同研究によって成されたものである

## 応用例・用途

- 従来法を改良した低価格堆肥化システムを採用することにより、食品残渣や生ゴミなどの有機系廃棄物を容易に短時間で再利用することが可能となる。
- 特許出願中(特開2015-29955)「好気性菌と酸素を用いた有機系処理物発酵装置」

## 研究設備

- 堆肥化発酵機、RQフレックス反射式光度計、吸光光度計



研究者名: **宮脇 健太郎** Kentarou Miyawaki

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 廃棄物工学、衛生工学



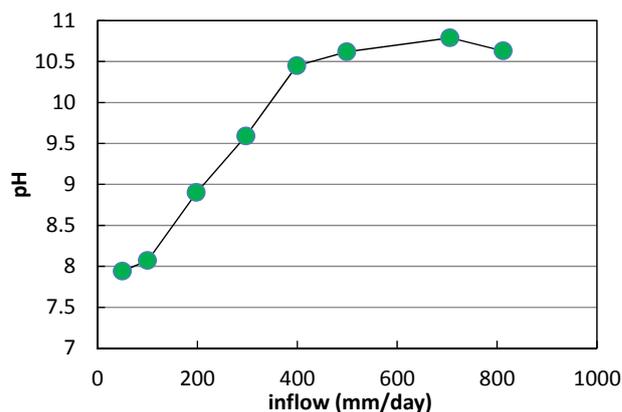
キーワード: 埋立地、浸出水処理、アルカリ排水

### 研究概要

焼却灰を主に埋め立てる処分場では、高pHの浸出水が長期にわたり流出する可能性がある。排水基準のpH8.6まで中和・調整が行われるが、数10年の浸出水処理コストは莫大であり問題となる。対策として、大気中CO<sub>2</sub>を集排水管近傍の採石表面で吸収させる条件を検討している。CO<sub>2</sub>中和は周知の事実であるが、実埋立地条件での設計に生かせる現象解明とデータ取得を目的としている。低降水量条件ではpH11→pH8前後となることを確認した。



中和実験装置



実験結果例 (Ca(OH)<sub>2</sub>水溶液 : pH11)

### 応用例・用途

- 高pH排水のCO<sub>2</sub>中和

### 研究設備

- 原子吸光光度計(フレーム、ファーネス共用)各種電気炉
- TOC計
- イオンクロマトグラフ

研究者名: **宮脇 健太郎** Kentarou Miyawaki

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 廃棄物工学、衛生工学



キーワード: 廃棄物最終処分場、高pH浸出水、大気中炭酸ガス中和能

## 研究概要

廃棄物最終処分場の廃棄物として、可燃ごみの焼却残渣が多く含まれており、高pH浸出水流出の原因となっており、排水基準(pH 8.6~5.8)を満たせない場合もあり、対策が急務な状況にある。高pH浸出水の主な要因は水酸化カルシウムであり、大気中の炭酸ガスを利用した中和による解決法を紹介する。

浸出水集排水管近傍の碎石層で起こる大気中の炭酸ガスによる中和反応について、小粒径碎石( $\phi 10\sim 16$  mm)及び大粒径碎石(栗石: $\phi 50\sim 150$  mm)を用いて検討した。ここでは、大粒径碎石を使用した結果について説明する。模擬装置を図1に示す。

- 流入量が少ないと、浸出水pHは低下する(図2)。流入量の増加に伴い、碎石表面の水膜が厚くなり、大気との接触時間も減少する(図3)ためpHが上昇する。
- 碎石層の充填高さを高くする(2回繰り返したものを60 cm、3回のもを90 cmと定義する)ことにより十分な中和能が得られる(図4)。

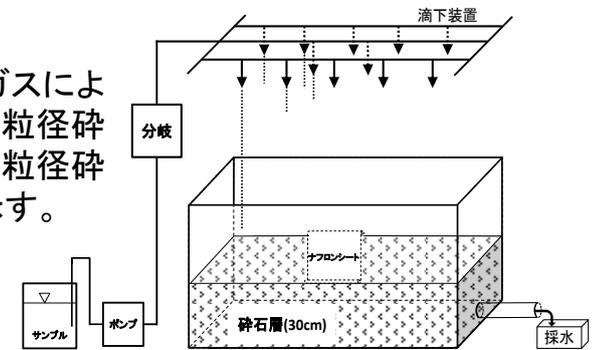


図1 大粒径碎石層における浸出水流出模擬装置  
内径: D800 mm X W560 mm X H480 mm  
碎石充填高さ: 300 mm  
試料はポンプにより碎石層上部より均一に滴下

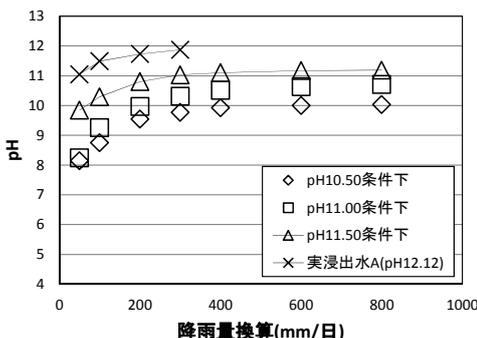


図2 pH変動と流入量の関係  
模擬浸出水と実浸出水

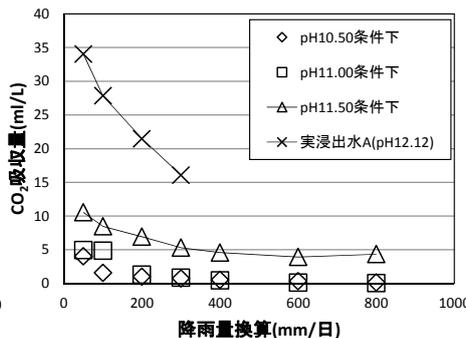


図3 炭酸ガス吸収量  
模擬浸出水と実浸出水

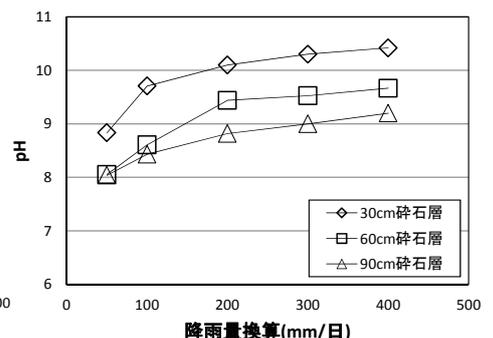


図4 碎石層高さ別pH変動  
pH 11 模擬浸出水

## 応用例・用途

- 大気中の炭酸ガスを利用した中和により、高pH浸出水流出の問題を解決できる。

## 研究設備

- 原子吸光光度計、pHメーター、イオンクロマトグラフ分析装置、各種溶出試験機器、乾燥機

# 廃棄物最終処分場の不燃破碎残渣からの浸出水による環境への影響評価

環境

研究者名: **宮脇 健太郎** Kentarou Miyawaki

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 廃棄物工学、衛生工学



キーワード: 不燃破碎残渣、浸出水、重金属類、環境影響、埋設用土壌代替材

## 研究概要

廃棄物最終処分場に埋め立てる不燃破碎残渣の環境への影響について検討を行った結果、降雨により重金属類は浸出水として流出する可能性が示唆された。

- 不燃破碎残渣を表1の条件(降雨量4 mm/日相当)で、定量送液ポンプを用いて、純水を降水として流入した。
- Cu、Zn、Cr、Mn、Fe は環境省の一律排水基準と、B、As、Se、Pb は土壤環境基準と比較した。  
Cu: 銅、Zn: 亜鉛、Cr: クロム、Mn: マンガン、Fe: 鉄、B: ホウ素、As: ヒ素、Se: セレン、Pb: 鉛
- 浸出水のpHは次第に高くなり、排水基準を超えたが、その後低下する傾向にあった(図1)。
- 純水を流し始めてから、すべての元素で流出濃度が全体的に高くなり、その後排出される濃度が低下して環境基準を下回る結果となった。図2にSeの例を示す。

表1 カラム試験の条件

| カラム名  | 充填量 (kg) | 流量 (mL/h) | 充填高 (cm) |
|-------|----------|-----------|----------|
| 基本1   | 3.26     | 1.16      | 30       |
| 基本2   | 3.26     | 1.14      | 30       |
| 週4日降雨 | 3.26     | 1.16      | 30       |
| 水量5倍  | 3.26     | 5.66      | 30       |
| 60 cm | 6.52     | 1.12      | 60       |

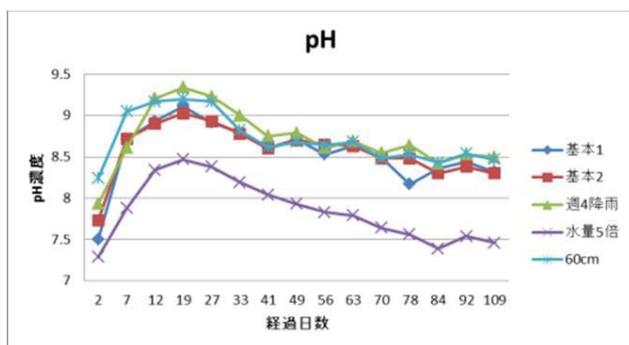


図1 降水日数とpH変動の関係

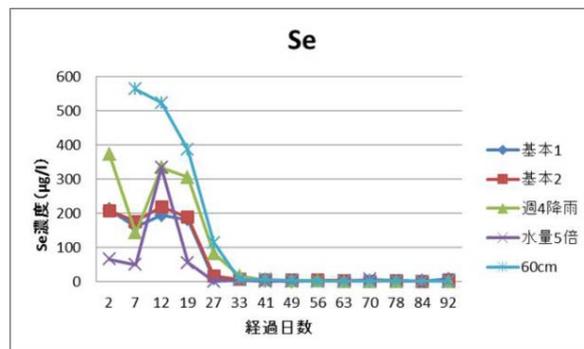


図2 降水日数とセレン流出濃度の関係

- ・不燃破碎残渣は、粗大ごみや不燃物として回収された廃棄物から、鉄、アルミ等の資源を回収後、細かく破碎されたものである。
- ・不燃破碎残渣はA市資源化施設から採取し、室温で10日間十分乾燥させて使用した。

## 応用例・用途

- 重金属類は洗い流されやすいため、十分な水による浸漬洗浄を行うことによって不燃破碎残渣の環境への影響をさらに低減できる。

## 研究設備

- 原子吸光光度計、pHメーター、ICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析計: 共通機器)、乾燥機

# 都市域における土地利用計画 ～大都市周縁市街地域での調査分析ツール～

環境

研究者名: **木下 瑞夫** Mizuo Kishita

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 環境影響評価・環境政策、交通工学・国土計画



キーワード: 土地利用計画、自然的環境保全、地理情報、オーラル情報、地理情報システム

## 研究概要

大都市であってもその周辺においては人口減少の兆しが見え始めていることから、市町村マスタープランの見直し、特に周縁市街地の土地利用計画の見直しを考える必要がある。

地理情報<sup>注1)</sup>から得られる自然的環境に関わる基本情報と、住民から得られる動植物の存在及び生活空間の変容に関わるオーラル情報<sup>注2)</sup>(図2)を地理情報システム<sup>注3)</sup>上で結合することにより、マスタープランづくりに必要となる自然的環境保全のための基本情報を得ることが可能となる。

大都市近郊に位置し自然的環境の復元が見込まれる神奈川県秦野市周縁部(図1)のうち西部地区(図3)を選定し、地理情報とオーラル情報を結合した結果、次のような時空間情報を得た。

- 爬虫類、昆虫類、鳥類の年代別の減少、消失状況がある程度明らかにすることができた。
- 四十八瀬川周辺は水田耕作による景観を保っており、生態系に大きな変化は認められない。
- 一方、旧桜土手周辺ではタバコ栽培等の畑地が急速に住宅地に変貌した。農地は孤立して分布しており、生態系も大きく減少している。



図3 秦野市西部の事例地区  
・四十八瀬川周辺: 自然環境が存在する市街化調整区域  
・旧桜土手周辺: かつて農地が存在した市街化区域

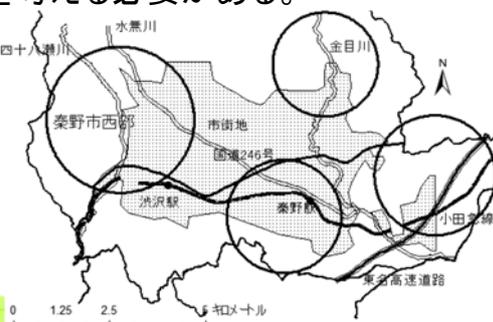
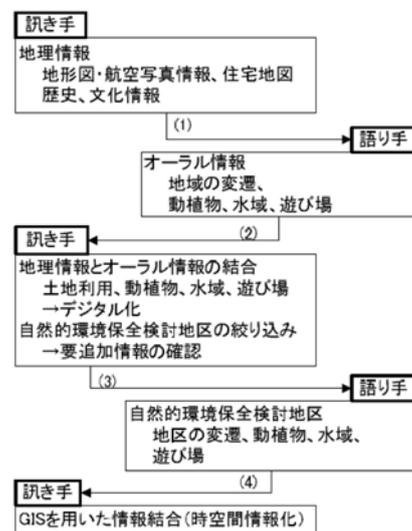


図1 秦野市周縁部(○印は語り手により語られた場所が存在するエリア、網掛け部分は市街化区域)



注1): 地形図や航空写真から得られる自然的環境情報に歴史や文化を組み合わせた情報

注2): 過去の自然環境や住環境を知る人達に対する聞き取り情報

注3): 様々な情報を地図の上に重ね合わせて関連性を明確化及び視覚化させるシステム

## 応用例・用途

- 地理情報とオーラル情報を地理情報システムで結合することにより、時系列的関連性が明確となり、自然環境保全のための土地利用計画を見直す上での強力なツールとなる。

## 研究設備

- 地理情報システムソフトウェア(GISソリューション)

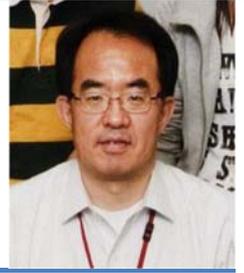
# 都市再生と広域連携の計画策定に向けて ～広域交通網の整備が進む多摩地域を事例として～

環境

研究者名: **西浦 定継** Sadatsugu Nishiura

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 交通工学・国土計画、都市計画・建築計画



キーワード: 都市総合計画、土地利用計画、交通計画、都市再生、広域連携

## 研究概要

リニア中央新幹線駅の設置や首都圏中央連絡自動車道(圏央道)整備などが本格的に機能するようになると、首都圏の人とモノの流れが大きく変わることが考えられる。広域交通網の整備が進む多摩地域は、戦後の高度成長期に鉄道沿線を中心に発展を遂げ、今後は首都圏の新たな”エンジン都市圏”となることが期待されている。

都市総合計画、土地利用計画、交通計画について、都市環境保全という観点から適正な市街化コントロール手法を研究している。相模原市も含めた多摩地域は、首都圏の第二の都心として整備していくことが極めて重要な意味を持っており、更に多摩ニュータウンの再生戦略や地理情報システムなどのツールを活用した広域連携による計画行政をどのように機能させていくべきかといった計画案の策定と評価について取り組んでいる。



多摩の対象自治体と広域交通網整備

多摩地域の人口は2015年の419万人をピークに減少し、2030年には399万人、2100年には250万人まで減ると予測されている。人口構成においても、区部と比較して急速に高齢化率が高まり、2030年に28%、2100年には45%になると予測されている。

今後は、広域交通網によるエンジンの部分と急速に進む高齢化のブレーキの部分とを、どのように噛み合わせて成熟社会を築いていくかが問われている。

## 応用例・用途

■ 広域交通網の整備が進む多摩地域で、広域連携による都市総合計画を策定することが可能となる。

## 研究設備

■ 地理情報システムソフトウェア(GISソリューション)、騒音測定器(NL-22)及び管理ソフト

# 都市域でのヒートアイランド現象を緩和する

～都市気候・建物エネルギー連成数値モデルの開発と適用～

環境

研究者名: **亀卦川 幸浩** Yukihiro Kikegawa

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 教授

専門分野: 都市気象・熱環境学、環境動態解析、エネルギー学



キーワード: 地球温暖化、人工排熱、ヒートアイランド現象、連成数値モデル、高温化現象緩和

## 研究概要

多くの巨大都市域では、地球温暖化に加え、都市自身が作り出す高温化現象(ヒートアイランド現象)によって、冷房の増エネルギーに伴うCO<sub>2</sub>排出量の増加や、異常高温(熱波)による熱中症被害の拡大、都市型集中豪雨の激化等、様々な環境被害が生ずることが懸念されている(図1)。

都市の気候・熱環境とエネルギー需要の相互作用過程のモデリングとその省エネルギー・温暖化対策の評価や将来気候変動予測等への適用を明らかにするため、我々が開発した都市気候・建物エネルギー連成数値モデル(MM-CM-BEM<sup>注</sup>)、図2)により解明している。

国内外の大都市を中心に、①将来気候変動予測、②ヒートアイランド対策、③都市緑化や人工排熱の削減による将来都市気温の低減と熱中症などの健康被害リスクの軽減等について、研究を行っている。

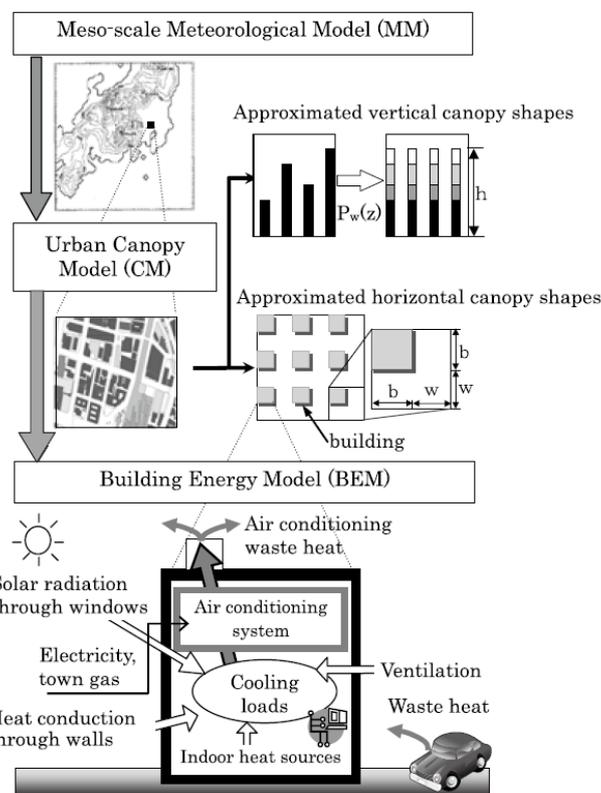
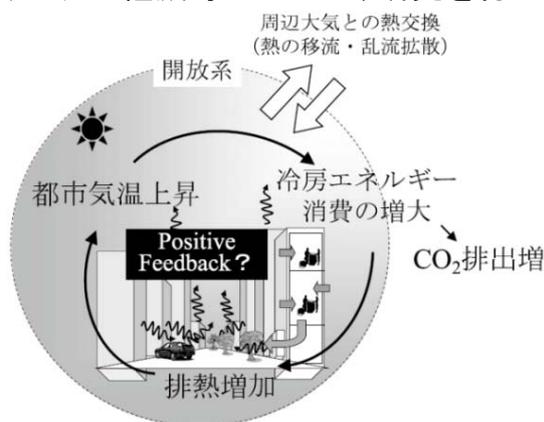


図1 都市高温化と冷房エネルギー需要増のフィードバックプロセス

図2 結合モデルシステムの構成

注) :メソスケール気象モデル\*(Meso-scale Meteorological Model) - 鉛直一次元都市キャノピーモデル\*\*(Urban Canopy Model) - 建物エネルギーモデル\*\*\* (Building Energy Model) \* :地域の格子間隔を2 kmと密にした気象モデル \*\* :都市表面の道路・壁・屋根を均質化して熱収支を計算する手法(図2参照) \*\*\* :新たに開発したモデル(図2参照)

## 応用例・用途

■ 都市域での気候変動がもたらす社会影響を緩和する方策として有効な手段となる。

## 研究設備

■ 超音波風速計、各種日射計などの気象計測器

# 水圏生態系の捕食者の捕食圧を高めて 有害ラン藻の異常発生(アオコ)を抑制する

環境

研究者名: **岩見 徳雄** Norio Iwami

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 准教授

専門分野: 生態工学, 微生物生態学



キーワード: アオコ抑制、水質改善、捕食圧、捕食-被食相互作用、マイクロシスティス、生態工学

## 研究概要

富栄養化の進行した池沼[写真1]ではラン藻*Microcystis*(マイクロシスティス)[写真2]からなるアオコが大発生し利水問題を引き起こしています。当研究室では水圏生態系における**捕食者と被食者の生物間相互作用**に着目し、捕食の効率化を図ることで*Microcystis*の大発生を抑制できるプロセスの開発を目指しています。

### 1. 概要

*Microcystis*は多糖質に包まれた細胞群体を形成するため周囲の捕食者(原生動物、微小後生動物など)に容易に捕食されないことが大発生の一因として挙げられています。これまでの研究で、*Microcystis*の細胞群体を物理的に個々の細胞に解体した結果、原生動物鞭毛虫類*Monas* sp.(モナス)[写真3]の捕食圧は高まり効率よく*Microcystis*が減ることを室内実験で確認しました[図1]。*Microcystis*を消化した捕食者からは窒素やリンなどの栄養物が水中に放出され、再び*Microcystis*に利用されてしまうので、その対策として水生植物に栄養物を吸収させて除去するプロセスを考案しました[図2]。

このプロセスの実用化に向けて*Microcystis*が発生するタイ国の内水面養殖池で検証実験を行っています。

国内サイトでは、東京都井の頭公園恩賜池の景観と水質を改善するために水質調査と図1 細胞群体解体による捕食圧の増加浄化研究を進めています。

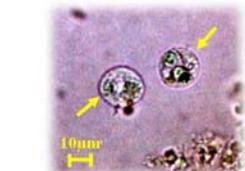


写真3 *Microcystis*を捕食する*Monas* sp.

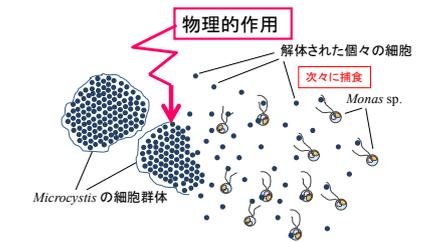


図1 細胞群体解体による捕食圧の増加



写真1 富栄養化によるアオコ現象

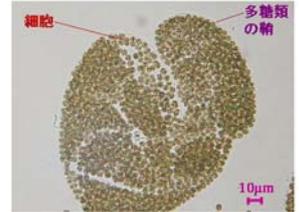
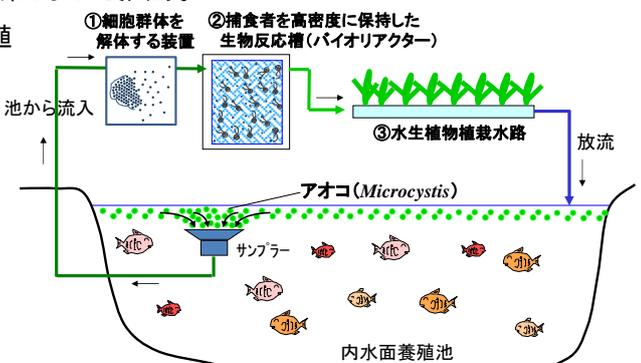


写真2 アオコ原因種の*Microcystis*



- ① *Microcystis*の細胞群体を解体する。
- ② 高密度に保持された捕食者が*Microcystis*の細胞を捕食・分解する。
- ③ 水生植物が栄養物を吸収する。

図2 *Microcystis*抑制プロセス(構想)

## 応用例・用途

■ 公園や寺院などの池、内水面養殖池や釣堀、ゴルフ場のバンカーなどのアオコ対策

## 研究設備

室内実験設備

- 光学顕微鏡
- バイオクリーンベンチ
- サーマルサイクラ
- 電気泳動
- 分光光度計 など

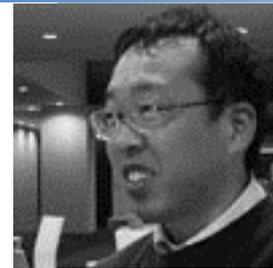
屋外実験設備

- メソコズム
- モニタリング機器(温度, 照度, pH, DO, 濁度 他) など

研究者名: **藤村 和正** Kazumasa Fujimura

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 水文学、河川工学



キーワード: 流出解析、雨水浸透

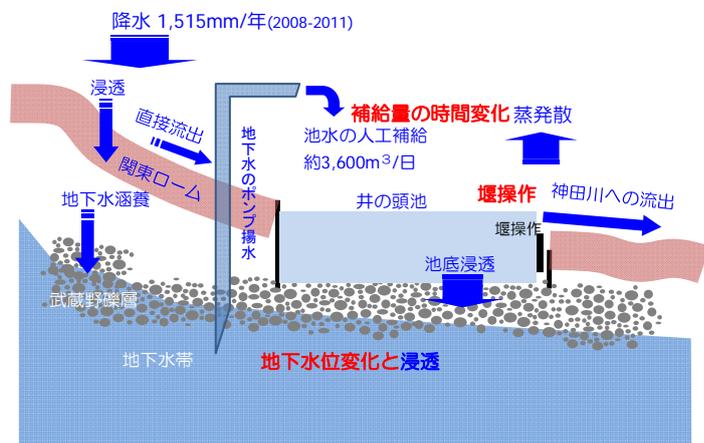
### 研究概要

東京の吉祥寺の井の頭恩賜公園は2017年に開園100年となります。公園の中心的存在である井の頭池は1年を通して池水が濁っています。東京都では、井の頭池の水環境再生に向けて様々な取り組みを行っています。2014年1月からは池水を抜いて池底を天日干しにする『かいぼり』が実施されます。本研究では、池とその周辺の雨量、地下水位、池水位、池の水質(pH、DO、濁度等)を観測し、水循環プロセスの解明を進めています。池の水環境再生のためには、水循環プロセスを明らかにすることが、水質特性の解明と共に重要です。



井の頭池の冬の色 (2007.3.15)  
珪藻の繁茂による濁り

【井の頭池の水収支構造のイメージ図】



現在は、地下水をくみ上げて池水を補給しているが、将来的には、湧水量を増加させることが必要。



井の頭池の夏の色 (2009.8.28)  
藍藻の繁茂による濁り

### 応用例・用途

- 地下水位の季節的変動を把握したことは、かいぼり時期の決定に寄与した。
- 水循環の動態を把握し、それと水質変化との関係を明らかにすることは、池水汚濁の改善に向けての施策を作成することが可能となる。

### 研究設備

- 雨量計(東京都西部公園緑地事務所屋上に設置)
- 地下水水位計(公園管理事務所井戸に設置)
- 池水水位計(狛江橋および池尻の2か所に設置)
- 水質計(pH、DO、濁度計、狛江橋付近に設置)

# 広域大気汚染の発生メカニズムと抑制 ～大気汚染の動態解析、発生源の特定と抑制対策～

環境

研究者名: **櫻井 達也** Tatsuya Sakurai

所属: 理工学部 総合理工学科 環境科学系 准教授

専門分野: 大気環境問題、大気環境アセスメント

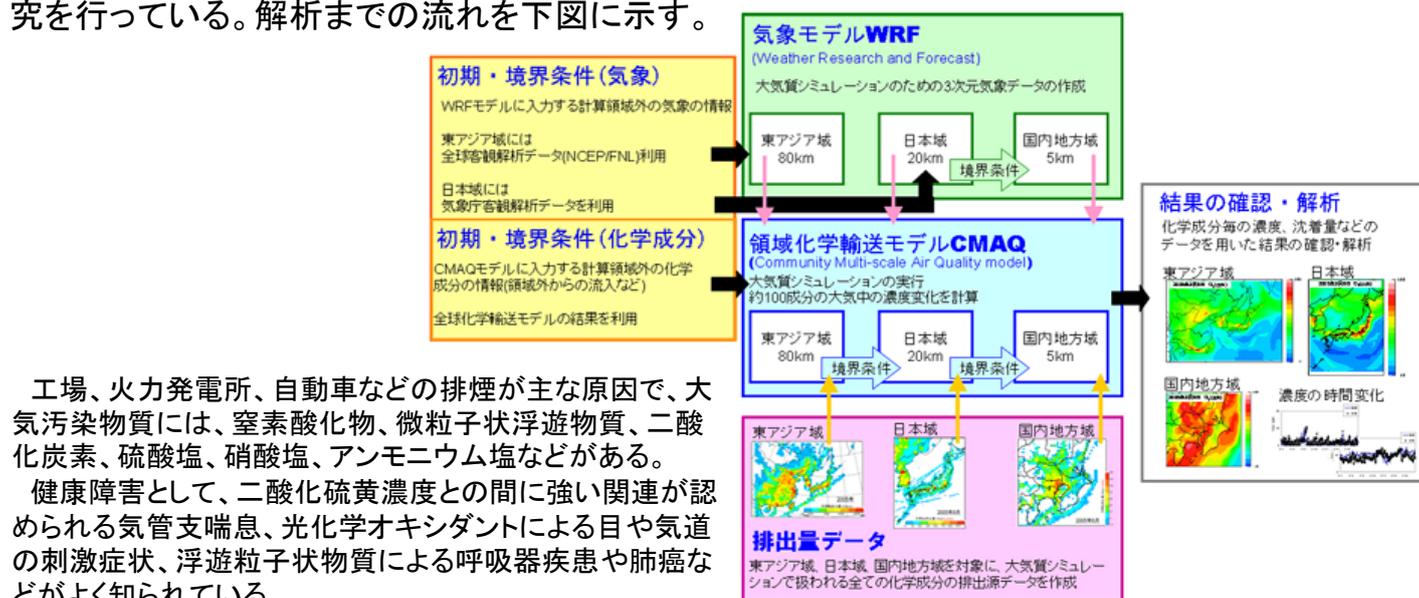


キーワード: 大気汚染、予測精度、動態解析、汚染物質抑制対策、健康影響

## 研究概要

大気汚染は、人間の社会的・経済的な活動が主な原因で起こり、地球温暖化を始め、酸性雨、光化学スモッグなどの原因となっており、人の健康や環境に悪影響をもたらすことで知られている。近年、越境大気汚染として知られているPM<sub>2.5</sub><sup>注1)</sup>についての関心も急速に高まってきている。

多点サンプリングで得られる濃度データを対象にして気象モデルWRF<sup>注2)</sup>を用いて3次元空間気象データを作成し、或いは各地域の排出源データを作成し、CMAQ<sup>注3)</sup>による大気質シミュレーションを行って、予測精度を向上させつつ、大気汚染の動態を解析すると共に、大気汚染物質の発生源の特定と抑制対策を明確にし、生態系及び人体への健康影響を明らかにすることを目的とした研究を行っている。解析までの流れを下図に示す。



大気質シミュレーションの実行フロー例

工場、火力発電所、自動車などの排煙が主な原因で、大気汚染物質には、窒素酸化物、微粒子状浮遊物質、二酸化炭素、硫酸塩、硝酸塩、アンモニウム塩などがある。

健康障害として、二酸化硫黄濃度との間に強い関連が認められる気管支喘息、光化学オキシダントによる目や気道の刺激症状、浮遊粒子状物質による呼吸器疾患や肺癌などがよく知られている。

注1): 粒径2.5 μm以下の微小浮遊粒子状物質、注2): 次世代気象予測モデル、Weather Research and Forecasting Model

注3): Community Multiscale Air Quality、汚染物質の大気中の濃度を变化させる物質・化学過程を詳細に解析できるモデルであり、世界中で多くの使用実績が蓄積されつつある大気質モデル

## 応用例・用途

- 広域大気汚染の動態を解明することで、汚染物質の発生源の特定と発生を抑制ことが可能となる。

## 研究設備

- PCクラスター計算機、光散乱法PM<sub>2.5</sub>測定器、パッシブサンプラー観測網

# 自動車との距離検出及びナンバープレート抽出 ～ナンバープレート領域画像からの一推定法～

情報

研究者名: **嶋 好博** Yoshihiro Shima

所属: 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 教授

専門分野: メディア情報学・データベース、知覚情報処理・知能ロボティクス、システム工学



キーワード: 車載カメラ、ナンバープレート、画像処理、自動認識、距離検出

## 研究概要

自動車の安全性や快適な走行を実現するため、運転手をサポートするシステムが開発されています。中でも、前方の自動車や横断中の歩行者との追突防止、道路の白線位置確認による安全走行のための検出と運転手への警告或いは自動回避に関する研究が進められていますが、これらの検出には、車載カメラによる画像処理により行われています。当研究室では、3Dカメラで撮影した自動車画像からナンバープレート画像を抽出し、その大きさによる距離検出の有効性、及びナンバープレートの自動認識能を確認しました。以下に、方法と結果を紹介します。

- 距離検出: 自動車画像(図1)からナンバープレート領域画像を抽出し、その後図2、図3に示す処理により、候補領域を絞り込みます。次に、ナンバープレートの幅と高さ及びその比により、車載カメラから車までの距離を算出します。
- 距離検出: 距離検出誤差は-1.22~0.04 m以内であり、精度向上の必要性はありますが、距離検出の有効性を確認できました。
- 自動認識: 候補領域を絞り込み、ナンバープレート領域の画像を出力します。ナンバープレート抽出に約90%成功しました。更に抽出精度を向上すべく取り組んでおります。



図1 サンプル画像  
0.5 m(上)と5.0 m(下)

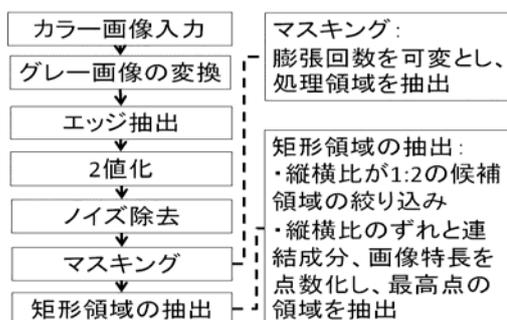


図2 ナンバープレート抽出の処理手順  
グレー画像使用、エッジ処理後に白黒2値化処理、ノイズ除去画像を縦横9画素まで膨張処理(マスキング)、矩形領域の抽出



グレー画像 エッジ画像



2値画像 マスク画像

図3 途中結果画像の例

## 応用例・用途

- 前方走行中の自動車との車間距離を知ることは、危険を回避する一手段となります。
- ナンバープレート抽出は、自動車を特定する上で重要な手段となります。
- 自動車を特定できるナンバープレートに自動的にぼかしを加え、個人情報を守ることができます。

## 研究設備

# 色空間をリアルタイム映像上で視覚表現 ～色空間と2次元映像を融合して3次元化する～

情報

研究者名: **尼岡 利崇** Toshitaka Amaoka

所属: 情報学部 情報学科 准教授

専門分野: インタラクティブメディア、ヒューマンコンピュータインタラクション、  
情報可視化、情報デザイン、インタラクティブアート



キーワード: インタラクティブシステム、エンタテインメントコンピューティング

## 研究概要

人は情報を直接触ったり見ることが出来ません。そこで、人が情報とどのように関わるか、その仕組みを考えなくてはなりません。インタラクション技術とは、その仕組みを考え、実現することを指します。我々の研究室では、3次元コンピュータグラフィックス(3次元CG)を使って、色空間をリアルタイム映像上で視覚表現することにより、我々の視覚認知とは異なる視覚情報を得る研究を行っており、その研究成果をエンタテインメント分野やアート等の表現分野へ応用しています。

■ 画素が持つ明度により新たな次元を与えることで2次元映像を3次元CG化

➢ **+1D**: 2次元の映像情報に色情報(色の明度)というもう  
一次元加えて3次元CGに変換(図1)

今までとは異なる方法による視覚情報の表現、  
自由視点での鑑賞、観客がコンテンツであるという3要素  
⇒ 映像と観客間の新しいインタラクションの提供

➢ **NeoCubism**: 4つの+1Dにより、360度の3次元CGを得、  
実世界における位置関係を保持しつつ、4つの画像を  
3次元空間内に表示(図2)

多視点映像情報に色空間という概念的空間を加えて、  
視覚情報に隠れた異なる次元を可視化(図3)  
⇒ 日常には無い新たな多視点映像作品の提供



図1 +1D設置図と線描画(斜め横の視点)

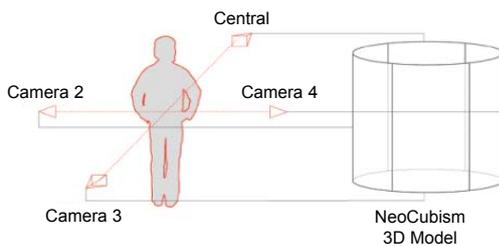


図2 カメラ配置と3Dモデルの関係  
被写体多視点映像(右)

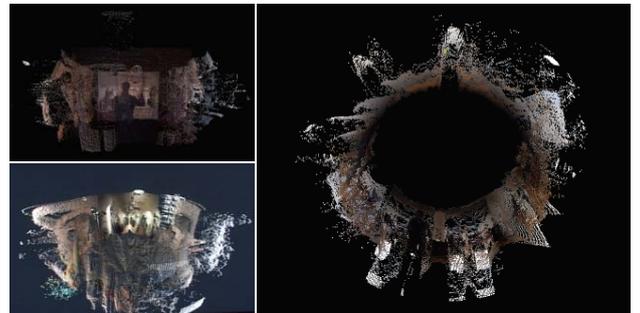


図3 NeoCubism映像

被写体多視点映像(左上)、室内全周映像(左下)、  
室内全周映像の上からの視点(右)  
上からの視点に変更することで、存在しない視点から  
空間を俯瞰するかのような効果が得られる

## 応用例・用途

- 新たな多視点映像表現により、日常にはない視覚体験を提供できます。また、情報の可視化やより直観的なインタラクティブアートを実現できます。
- 芸術科学会論文誌より、2009年に論文賞を受賞した内容のものです。

## 研究設備



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY

お問合せ先: 明星大学 連携研究センター

〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1

Tel: 042-591-5639 Fax: 042-591-5644

e-mail: liaison@meisei-u.ac.jp

http://corec.meisei-u.ac.jp/

# 距離空間における非言語コミュニケーション ～数学的モデルによる拡張現実の創生を目指す～

情報

研究者名: **尼岡 利崇** Toshitaka Amaoka

所属: 情報学部 情報学科 准教授

専門分野: インタラクティブメディア、ヒューマンコンピュータインタラクション、  
情報可視化、情報デザイン、インタラクティブアート



キーワード: インタラクティブシステム、エンタテインメントコンピューティング

## 研究概要

人々はグループ内で互いに一定の距離を保ち、最も居心地の良い環境にしようとします。また、この距離は相互の関連性を反映して、時間が経つにつれてその距離に変化が生じます。そのような距離空間における人同士の非言語コミュニケーションを解析することにより、人同士の関連性を理解することができます。我々の研究室では、非言語コミュニケーションにおけるこのような空間(個人空間)概念に対して数学的モデルを提案し、仮想現実や人-コンピュータ間相互作用への応用に取り組んでいますので、一部の内容を紹介します。

### ■ 視線の方向性に基づいて個人空間モデルを作成

- 前面の空間を他の面より広くとる(図1左)
- 視線の方向性: 知り合い、話し合いたいときは $\theta$ の角度が小さくなる(図1右: 矢印の視線方向と対人の角度)
- 人と自律型仮想エージェントの行動パターン

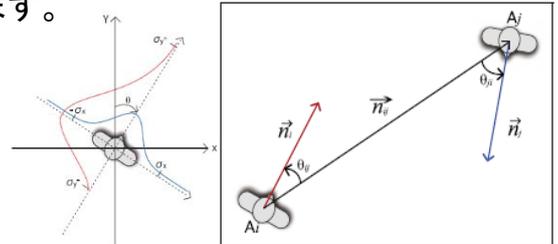


図1 個人空間モデルと互いの視線の方向性

現実の一部をコンピュータにより変更された世界を創出

実世界における位置関係(図2)を保持しつつ、人が自由行動

しても自律型仮想エージェントはより居心地の良い方向に向かって行動する(図3)

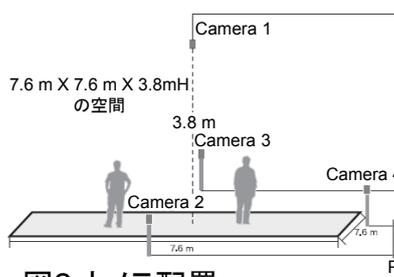


図2 カメラ配置

Camera 1: 人の方向  
Camera 2-4: 顔の検知  
と視線の方向推定

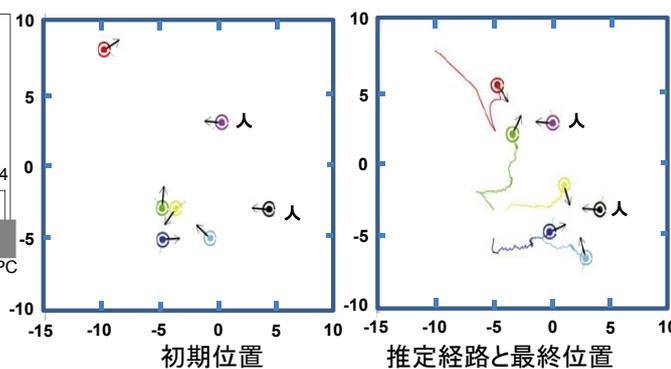
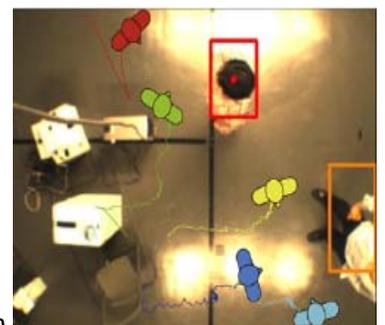


図3 2人の人と5つの自律型仮想エージェントの行動パターン



人の実写と物体の行動

図3写真の説明: 赤と緑の仮想エージェントは赤枠の人を知っており、黄、青と水色の仮想エージェントは黄枠の人を知っている。各グループは互いに知らないと仮定し、人は自由行動、仮想エージェントは居心地の良い方向に向かって行動と仮定する。

## 応用例・用途

- 非言語コミュニケーションを数値シミュレーションすることにより、バーチャルリアリティ世界の創出、直観的な人とコンピュータのコミュニケーション、人とロボットとの共生等を実現できます。

## 研究設備

研究者名: **横山 真男** Masao Yokoyama

所属: 情報学部 情報学科 准教授

専門分野: 音楽情報、数値流体シミュレーション



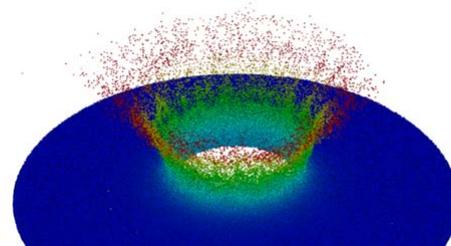
キーワード: 楽器音響、自動作曲、数値流体力学、粒子法、ヒューマンインタフェース

## 研究概要

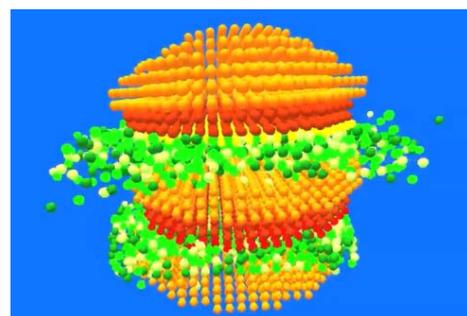
### 流れと音の可視化に関する研究をしています

#### ◆ 数値流体シミュレーション

スプラッシュなど自由表面をもつ流れの解析に優位な粒子法(MPS法)でさまざまな**流体现象の解析**をしています。最近ではスパコンを用いた大規模並列計算で**流れの可視化**を検討しており、物体の親水性や疎水性を考慮した水しぶきの研究は対象範囲が広く、船や車、水着、建物などのボディまわりの流れ解析から、河川の洪水の土砂災害シミュレーション、魚や水生生物の運動といった生物、消化器官や血流といった生体分野、さらにはハンバーガーのソースの垂れ具合、醤油刺しや鍋の口の液だれといった食品・食器・容器まで、幅広い応用が考えられます。



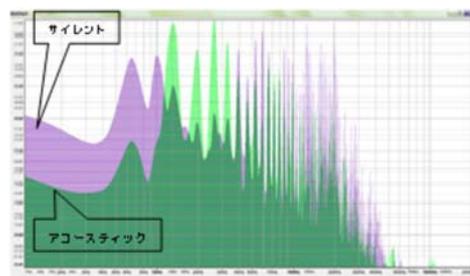
落下球によるスプラッシュの大規模シミュレーション



ハンバーガーを食べた時のマヨネーズ飛び散りシミュレーション

#### ◆ 音楽情報、楽器音響

音楽の情報科学的側面からの分析や楽器の音色の**音響解析**などを行っています。ポップスのヒット曲の構造分析、ヴァイオリンやチェロといった楽器の音色の音響分析、プロ演奏家のビブラートの分析、数理モデルを用いた**自動作曲**などが対象です。今後は、演奏を録音し楽器の調整・調律と音色の特性を比較検討、ヴァイオリン弓の操作性、演奏技術習得のための支援ソフトウェア、特にビブラートに関する支援ソフトウェアの開発などを予定しています。



アコースティックチェロとサイレントチェロの音質比較

## 応用例・用途

- 体の実験分析
- 楽器音響の分析
- シミュレーションによる解析
- 演奏技術習得ソフトウェアの開発

## 研究設備

- ハイスピードカメラ
- 3Dプリンタ
- 高速フーリエ変換アナライザ
- 大規模並列計算(MPS法)ソルバ



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY

お問合せ先: 明星大学 連携研究センター

〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1

Tel: 042-591-5639 Fax: 042-591-5644

e-mail: liaison@meisei-u.ac.jp

http://corec.meisei-u.ac.jp/

# スプラッシュ現象を科学的に解明する ～実験を数値シミュレーションで再現する～

情報

研究者名: **横山 真男** Masao Yokoyama

所属: 情報学部 情報学科 准教授

専門分野: 音楽情報、数値流体シミュレーション



キーワード: 楽器音響、自動作曲、数値流体力学、粒子法、ヒューマンインタフェース

## 研究概要

物体が液面に衝突することにより発生する**スプラッシュ現象**は広く知られています。我々の研究室では、表面性状の違いによる抵抗低減効果について研究を行っています。アクリル製の球体とゲル素材の球体を水面へ落下させる現象について、ハイスピードカメラによる分析と粒子法<sup>注)</sup>による数値シミュレーションを用いて、スプラッシュの形状と周囲流体の速度を比較検証しました(図1)。

アクリル製とゲル素材の球体を水面へ落下させる現象を、ハイスピードカメラによる分析と粒子法による数値シミュレーションにより、スプラッシュの形状と周囲流体の速度を比較検証(図1、図2)

- 最初のスプラッシュ(Primary Splash):  
膨潤度が上昇しても到達点に変化なし(図3)  
静水面へのインパクトは落下速度と形状に依存
- 二度目のスプラッシュ(Secondary Splash):  
膨潤度に依存して到達点も上昇(図3)  
膨潤度があがるとすべりが増加  
⇒物体の沈降及び周囲流体の速度上昇
- 膨潤度上昇により水中での物体の落下速度も上昇  
ゲル表面の滑り効果により水中に早く潜れる



図1 膨潤度100の寒天ゲル球(左)とアクリル樹脂球(右)によるスプラッシュの違い

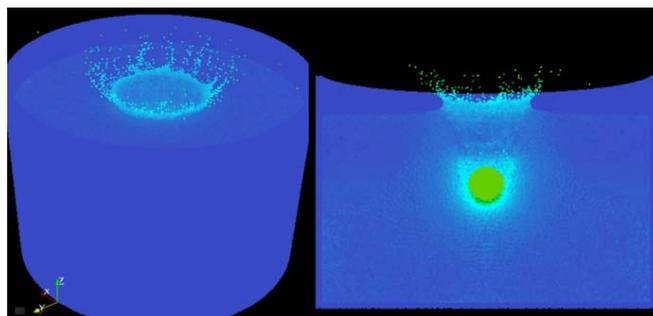


図2 数値シミュレーションによる物体の表面の特性を考慮したスプラッシュ形成の様子

注): 計算対象物を粒子の集まりとして表わし、方程式を解くための離散化手法の一つ  
代表的なもの:  
MPS (Moving Particle Semi-implicit) 法

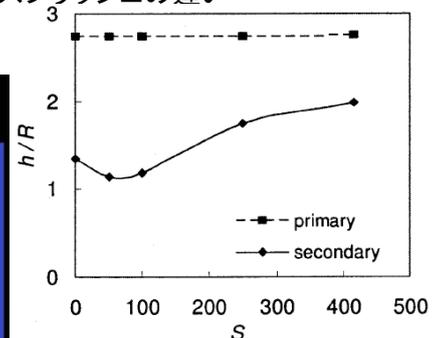


図3 スプラッシュ到達点の最大値と膨潤度(S)の関係  
膨潤度: ゲルに含まれる含水量、 $S = (m_{\text{water}} + m_{\text{gel}}) / m_{\text{water}}$

## 応用例・用途

- 人やカエルや水鳥などが水に飛び込む時のスプラッシュ現象の解析に役立てられます。
- ものづくり、スポーツ工学、動物生態研究等、多くの応用分野へ寄与できると予想されます。  
例えば、船体先頭部の造波抵抗低減を最適化することが可能になります。

## 研究設備

- ハイスピードカメラ
- 3Dプリンタ
- 高速フーリエ変換アナライザ
- 大規模並列計算(MPS法)ソルバ

# 容器からの液だれを防止する ～液垂れ発生原因の解析と防止法を解明する～

情報

研究者名: **横山 真男** Masao Yokoyama

所属: 情報学部 情報学科 准教授

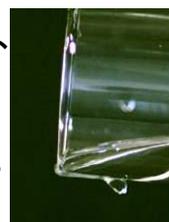
専門分野: 音楽情報、数値流体シミュレーション



キーワード: 楽器音響、自動作曲、数値流体工学、粒子法、ヒューマンインタフェース

## 研究概要

液垂れは日常の生活で多くの状況で発生します。醤油やソースを容器から垂らす時や、飲み物をコップに注ぐ時、多くの方が液垂れに対して不快な思いをしたことがあると思います。また、日常用品の他にも、医薬、バイオ、半導体産業などでは、できるだけ正確に供給すると共に、液の無駄を削減するために、液垂れを防止することが望まれています。我々の研究室では、スーパーコンピュータを用いた大規模並列計算による**流れの可視化**を行っており、液垂れ防止法の一部を紹介します。



プラスチックPLA樹脂(ポリ乳酸、Poly-Lactic Acid) 容器による評価

- 3Dプリンターで縁に溝のある(図1、図2)なしの容器を作製
- 傾斜角を変えて分析(図3)ハイスピードカメラで液垂れ撮影
- 液垂れの解析結果(図4、5、表1)内面の溝の効果はないが、側面の溝は液垂れ防止効果あり



図3 容器傾斜角  
左:0°、中:10°、右30°

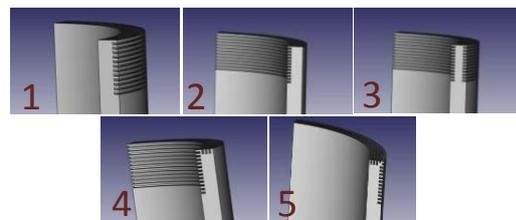


図1 4 mm容器/角縁に凸凹があるモデル  
1: 側面のみ、2: 内面のみ、3: 両面、4: 内面と縁、5: 側面と縁 に凸凹

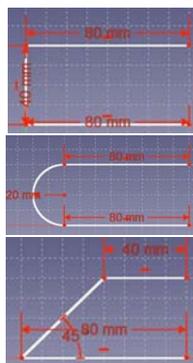


図2 容器の縁の形状  
角縁、丸縁、傾斜縁

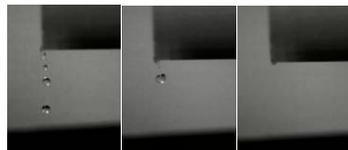


図4 液垂れありの様子  
溝なしの角縁容器

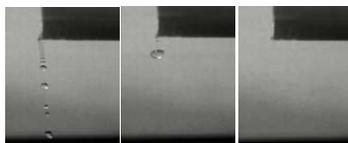


図5 液垂れなしの様子  
側面に溝がある角縁容器(1)

表1 液だれの検討結果

| 溝位置  | 縁構造 | 角縁 |    |    | 丸縁 |    |    | 傾斜縁 |    |    |
|------|-----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|
|      |     | 0  | 10 | 30 | 0  | 10 | 30 | 0   | 10 | 30 |
| 溝なし  |     | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  | ×   | ×  | ×  |
| 側面   |     | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓   | ✓  | ✓  |
| 内面   |     | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  | ×  | ✓   | ✓  | ×  |
| 両面   |     | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓   | ×  | ×  |
| 側面+縁 |     | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓   | ✓  | ✓  |

数字: 容器傾斜角、×: 液垂れ発生、✓: 液垂れ発生なし

## 応用例・用途

- 様々な容器について、素材の選択や高度な加工を要しない液垂れ防止が可能となる。
- 横山真男、瀬田陽平、流体吐出要素、特願2016-015977

## 研究設備

- ハイスピードカメラ
- 3Dプリンタ
- 高速フーリエ変換アナライザ
- 大規模並列計算(MPS法)ソルバ

# 音質の違いを周波数で解析する ～ヴァイオリンとチェロを用いた音質の評価法～

情報

研究者名: **横山 真男** Masao Yokoyama

所属: 情報学部 情報学科 准教授

専門分野: 音楽情報、数値流体シミュレーション



キーワード: 楽器音響、自動作曲、数値流体工学、粒子法、ヒューマンインタフェース

## 研究概要

年代の異なるオールドヴァイオリン(図1)から新作ヴァイオリンまでの音色には違いがあることは知られていますが、音色にどのような違いがあるのかは分かっていませんでした。また、チェロには、一般的に弾かれているアコースティックチェロと、静かに練習するサイレントチェロがありません(図2)。時間や場所を気にせず弾けるため、サイレントチェロを使う人が増えています。これら二つのチェロには、どのような音や特徴の違いがあるのか明らかではありません。我々の研究室では、それぞれの音の周波数に着目して、プロの演奏家に弾いてもらうことによりデータを収集比較して、音の特徴や違いを明らかにしました。



図1 ストラディバリウス  
タルティーニ 1711年

ヴァイオリンをプロの演奏家にコンサートで演奏するように弾いてもらう

➤ 収録データの**周波数解析**から得られたスペクトル図を比較(図3)

オールドヴァイオリンの名器Stradivariと新作のコピー楽器

Pygumarius Stradivari の比較 ⇒ 比較的類似

近い音色を出すための楽器製作への応用性がある

アコースティックチェロとサイレントチェロを弾き、**周波数解析**を実施

➤ 音を周波数として表示し、周波数のスペクトル図を作成(図4)

音の基音とその倍音の周波数(64、132、197、263 Hz)にピーク

➤ アコースティックチェロでは、高周波になるにつれてピークのパワーが弱くなり、より快い音に聴こえるのに対して、サイレントチェロでは、高周波帯ピークのパワーが大きい場合がある

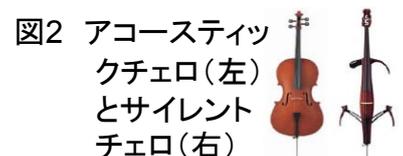


図2 アコースティック  
チェロ(左)  
とサイレント  
チェロ(右)

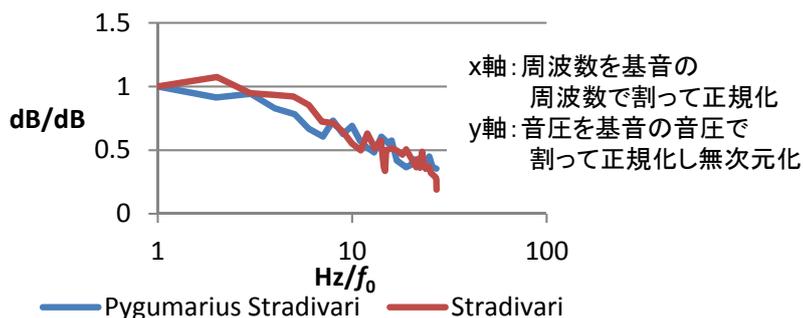


図3 StradivariとPygumarius Stradivari [Copy楽器]の比較(F#5音)

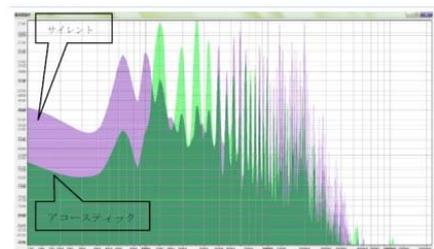


図4 チェロのド(C3)の音比較  
縦軸: 音の大きさ、横軸: 周波数  
緑: アコースティック、紫: サイレント

## 応用例・用途

- 様々な楽器に応用することで、音質の違いと快い音との関係を明らかにできます。
- 他に、カオスと自然法則を用いた作曲やヒット音楽の解析なども研究しています。

## 研究設備

- ハイスピードカメラ
- 3Dプリンタ
- 高速フーリエ変換アナライザ
- 大規模並列計算(MPS法)サーバ

研究者名: **和田 康孝** Yasutaka Wada

所属: 情報学部 情報学科 准教授

専門分野: 計算機工学



キーワード: 並列処理、自動並列化、ヘテロジニアスコンピューティング、グリーンコンピューティング

## 研究概要

並列処理技術を軸として、「高性能・低消費電力、且つ使いやすい」計算機システムを実現するための研究を行っています。中でも、逐次プログラムを並列プログラムに変換する自動並列化技術や、計算機システムの低消費電力化に関する研究開発を重点的に進めています。

### 1) 自動並列化技術

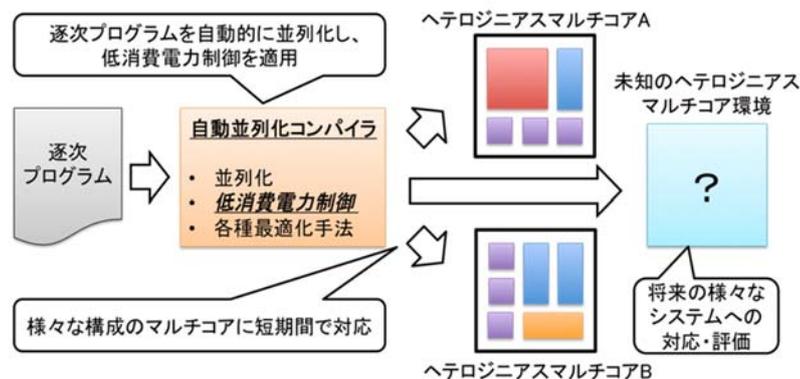
現在ではあらゆる情報システムにおいて並列処理技術が必須となりつつありますが、プログラムの並列化には多大なコスト、高い技術が要求されます。これを自動化することで、高性能かつ使いやすい計算機システムの実現を目指しています。また、自動並列化技術との連携を考慮したメニーコアアーキテクチャについても検討を行っています。

### 2) 低消費電力化技術

消費電力はシステムの設計上、重要な要素となります。並列処理技術を応用することで、処理の適切な分配や、ハードウェアとソフトウェアの協調による電源・電力制御が可能となります。

### 3) ヘテロジニアスコンピューティング

近年では、GPGPU<sup>注1)</sup>に代表されるような、特定の処理を高効率に実行するアクセラレータの利用が進んでいます。汎用プロセッサ(CPU)とアクセラレータが混在するような、ヘテロジニアスな環境における並列処理手法、およびアクセラレータの最適利用による電力効率向上について検討を進めています。



自動並列化技術とその応用

注1): General-purpose computing on Graphics Processing Units、画像処理用プロセッサを通常の汎用計算に利用する技術。CPUとGPU等、異なる特性を持つ計算資源を用いて演算処理を行う方式をヘテロジニアスコンピューティングという。

## 応用例・用途

- 計算機システムの性能向上と消費電力削減を同時に可能とする技術です。

## 研究設備

- GPGPUサーバ
- メニーコア、マルチコア等プロセッサ評価ボード

研究者名: **楊 曉冬** Xiao dong Yang

所属: 連携研究センター 客員教授

専門分野: 放射線路、数値解析

キーワード: 高性能化漏洩同軸ケーブル(広帯域化、低損失化、高品質化)、  
列車無線システム

## 研究概要

地下鉄やトンネル内などの空間電磁場が到達できない所で広く利用される漏洩同軸ケーブルには、我が国で利用されている放射形線路と欧米で利用されている表面波線路の2種類がある。表面波線路は、線路に接近することによって線路支持物、線路に近い地表や壁面、線路近傍の構造物などによって線路周囲の電磁界が乱され、伝送特性及び伝送距離が大幅に変化し、布設環境条件の影響などを受け易いという課題がある。一方、放射形線路は、それらの問題はないが、漏洩させるスロットのピッチとケーブル内波長の関係で、共振点を起こし易い、通信障害などの悪影響が生じる。今回放射形線路に対してこれまでの特徴を生かしつつ、通信障害等を解決し、高性能化漏洩同軸ケーブル(広帯域化、低損失化、高品質化)が研究開発目的である。



写真: 漏洩同軸ケーブル

## 研究成果紹介

- ◆1995年3月に博士学位取得。日立電線株式会社入社。  
通信システム設計部・漏洩同軸ケーブル・漏洩導波管の研究開発、製造工法、布設工事従事しその間の1995年4月－1999年3月 3件の特許と3篇の論文を発表。連続3年間で日立電線特別技術貢献賞を受賞。
- ◆1999年4月－2000年3月 明星大学先端材料研究開発センター特別研究員。半導体表面処理技術研究。
- ◆2000年4月－2012年3月 中国哈爾濱工程大学通信と情報学部教授として研究と教育を行うと共に、  
2005年4月－2007年3月 中国黒竜江省自然科学基金(基盤研究)、2007年4月－2010年3月中国黒竜江省自然科学基金(特別重点研究)依頼を引き受け、広帯域漏洩同軸ケーブルの研究及び地下鉄用漏洩ケーブルの研究開発を行う。この間に7件の特許と21篇の論文を発表し、連続2年(2008年度と2009年度)中国黒竜江省科学技術進歩賞を受賞した。
- ◆2012年4月 現在は総合理工学部電気電子工学系常勤教授。漏洩同軸ケーブル研究と教育(卒研指導)

## 応用例・用途

東北新幹線では、全線にわたってLCXを布設した新しい方式の列車無線システムが採用されていた。これは、回線品質、機能、周波数利用効率などの面で優れた画期的な無線システムである現在では、新幹線や地下鉄で全線LCX方式の実用化をはじめとして、種々の移動通信にも適用されるに至っている。

## 研究設備

研究者名: **光成 豊明** Toyoaki Mitsunari

所属: 経営学部 経営学科 客員教授

専門分野: 経営科学、図形情報処理、CG

キーワード: 教育工学、図形情報処理、企業内研修

## 研究概要

本ソフトウェアは、文科系の学生(生徒)の図形処理教育用に開発したものであり、以下のような目的を有している。

- ①三面図の理解など三次元図形処理教育に適用可能
- ②平行掃引処理および回転掃引処理による三次元モデル作成のプロセスをPC上で体験的に学習可能
- ③作成した三次元モデルの展開図作成機能を用意し、その展開図を組み立てることで具体的に理解可能

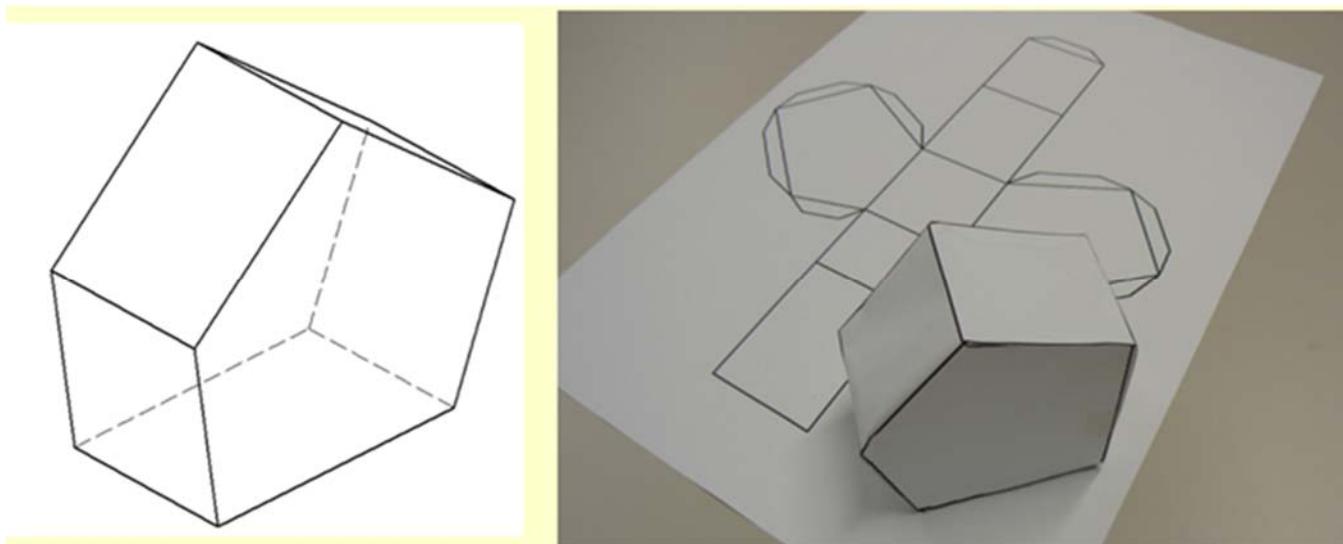


図1 実行画面と展開図・組立例

## 応用例・用途

- 図形処理教育, 企業における製図・図学の基礎教育など

## 研究設備

- Windows PC

研究者名: **香椎 正治** Masaharu Kashii

所属: 情報学部 情報学科 教授

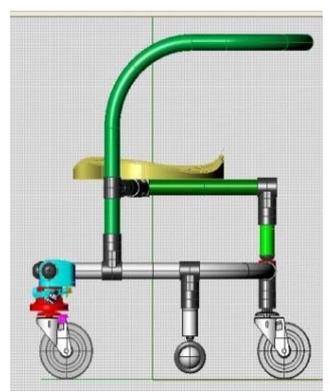
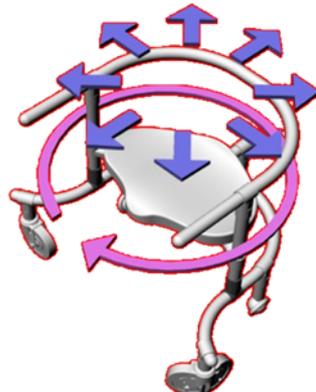
専門分野: 工業デザイン

キーワード: 高齢者、福祉機器、室内移動器具、転倒防止装置、ロコモティブシンドローム

## 研究概要

高齢者が下肢の運動機能が低下し、歩行が困難となった場合に、移動手段として車椅子を利用します。住宅内において車椅子を利用することは難しく、介助者なしには移動することは困難です。そこで、下肢の運動機能が低下した高齢者が、自力で室内を移動できる椅子を開発しました。また、乗り降りする際の安全を確保するために、乗降の動作を検知し、自動的にキャスターにブレーキを掛ける安全装置を開発しました。

車椅子に代表される従来の移動機器では、移動方向に制限があり、住宅内での利用が困難でした。また、移動を介助者もしくは電動装置に頼る必要があることから、福祉機器の利用が高齢者の運動機能を低下させ、寝たきりになる原因のひとつとなっていました。ここで提案する室内移動用椅子を利用し、室内を自らの力で移動することにより、関節の固化防止や筋力低下の抑制などの身体機能の低下防止につながり、何より、高齢者が自立した生活を送ることを可能にします。



## 応用例・用途

- 施設・住宅内における高齢者向け移動用椅子
- 安全装置付きキャスター
- ロコモティブシンドローム予防機器

## 研究設備

- CAD
- 3次元樹脂成型機



研究者名: **香椎 正治** Masaharu Kashii

所属: 情報学部 情報学科 教授

専門分野: 工業デザイン

キーワード: プロダクトデザイン 福祉機器 車椅子 人間工学

## 研究概要

日常の室内移動を行いながら筋力維持効果を目指した移動用椅子センサーによりブレーキを制御する安全装置の付いた機器を開発しました。

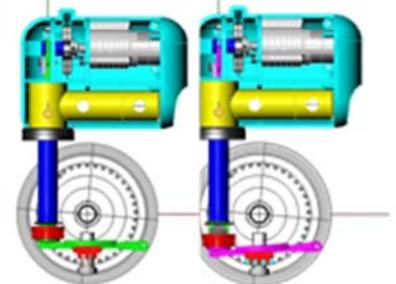
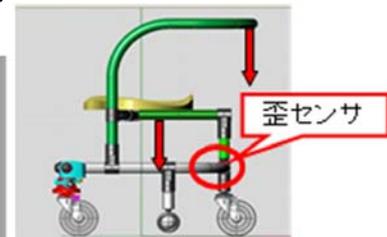
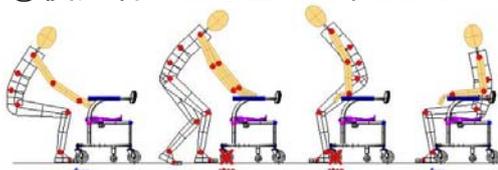
<概要>

高齢者の脚力の衰えによる歩行困難は、日常的に脚部の運動をすることによって避けられます。また何らかの事情で一時的に歩行が困難になった人に対し、脚力が衰えないように運動を補助し、自立を促すために用いるのに好適な、自力脚力駆動の室内移動用自助具です。また、この自助具には、使用者の使用状態に合わせた自動停止及び解除を可能とする安全装置が備えられています。

【安全装置】

●使用者の意図を検知して、安全のため停止装置を自動制御します。

- ①使用者のそばまで移動させる時、解除
- ②使用者が座ろうとしている時、停止
- ③使用者が乗って移動しようとしている時、解除
- ④使用者が立ち上がろうとしている時、停止



キャスターの方向軸と車輪の回転の動きに対して同時に制動をかける

## 応用例・用途

- 施設・住宅内における高齢者向け移動用椅子
- 安全装置付きキャスター
- ロコモティブシンドローム予防機器

## 研究設備

- CAD
- 3次元樹脂成型機

研究者名: **亀井 延明** Nobuaki Kamei  
所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授  
専門分野: 人間工学, 福祉工学, 機械力学・制御  
研究者HP: <http://www.hino.meisei-u.ac.jp/me/kamei/index.htm>



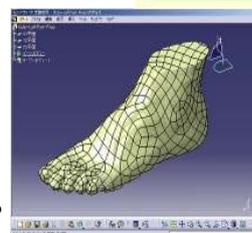
キーワード: 感性工学、ユニバーサルデザイン、3D-CAD、3Dプリンタ、遠隔医療、看護科学、音響工学

### 研究概要

3D-CAD/CAM、3Dプリンタ、機械システム設計の経験を活かし、感性デザイン工学や福祉機械工学の分野に拡大、高齢者が使う製品設計、高齢者のための玩具の開発、遠隔医療システムの開発、メンタルヘルスを考慮したもの作り等を考案している。

#### 【開発事例】

- ・遠隔看護支援システムの開発  
試作機を在宅酸素療法被験者(患者)に試用・運用。  
産学連携にて実施。
- ・歩行バランスを考慮した靴の設計開発  
産学連携により開発を行っている。
- ・感性工学による高品質音楽用CDの開発  
芸術音楽録音研究会を主催。  
現在4枚のCDを国内にて販売。
- ・グランドピアノ用譜面台の開発  
特許出願中の技術で、トータル製品設計を目指している。
- ・学生教育のためのフォーミュラカーの設計・製作  
学生が設計・製作・走行をすべて行う教育で成果を得ている。



### 応用例・用途

- 試作から実際の製品への詳細な設計加工の相談、販売ルートの斡旋等。
- 3Dプリンタによる開発及び施策が可能。

### 研究設備

- 3Dプリンタ
- CAM
- 3D-CAD (CATIA V5)

# 遠隔看護支援システムの開発 ～テレナーシングシステムの適用例～

福祉

研究者名: **亀井 延明** Nobuaki Kamei

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 人間工学、遠隔医療、機械力学、CAD/CAM、競技車両設計・製作



キーワード: テレナーシング、遠隔看護、在宅看護、モニタリング、慢性閉塞性肺疾患

## 研究概要

在宅看護のICT<sup>注1)</sup>化は少しずつではあるが進んでおり、テレナーシング<sup>注2)</sup>では、患者の日々の心身情報を把握して、病状悪化の兆候はないかモニタリングする。悪化の兆候が把握された場合、テレビ電話等によって患者の様子を観察する(図1)。モニタリングやテレビ電話等の必要な要素を抽出し、テレナーシングシステムを考案・設計・開発した。具体例として、テレナーシングが有効な慢性閉塞性肺疾患(以下、COPD)<sup>注3)</sup>患者用に開発した例<sup>注4)</sup>についても紹介する。

- 患者用端末の仕様: ①携帯性向上→タブレット端末、②タッチ操作に不慣れ→操作性の低下を抑えた画面レイアウト、③オペレーティングシステム→Android
- 患者によるデータ入力の負担軽減と入力ミスの排除のため、Bluetooth無線通信の機能を搭載した計測器と読取装置を開発した。
- テレナース側ではWebの使用により、日々のデータ閲覧、問診回答の登録、看護記録の入力等が可能である。
- 在宅モニタリングに基づくテレナーシングは、COPD患者の在宅酸素療法実施の急性増悪発症予防および発症回数を低下させる可能性が示唆された(図2)。急性増悪症状出現までの平均日数は、介入群80.5日、対照群59.8日で、介入することの有効性が示された。

注1): 情報・通信技術 (Information and Communication Technology)

注2): 遠隔看護。患者ケア強化のために、ICTを看護に用い、遠隔コミュニケーション看護に応用して、患者と看護師が対面せずに看護を提供する方法

注3): COPD: chronic obstructive pulmonary disease、代表的な慢性呼吸器疾患であり、主に喫煙習慣を背景に中高年に発症する生活習慣病

注4): 本研究の成果は、共同研究により得られたものである。COPD患者実施例:

亀井ら、'COPD 在宅酸素療法実施者への在宅モニタリングに基づくテレナーシング実践の急性増悪および再入院予防効果—ランダム化比較試験による看護技術評価—', J. Jpn. Acad. Nurs. Sci., 31, 24, 2011.

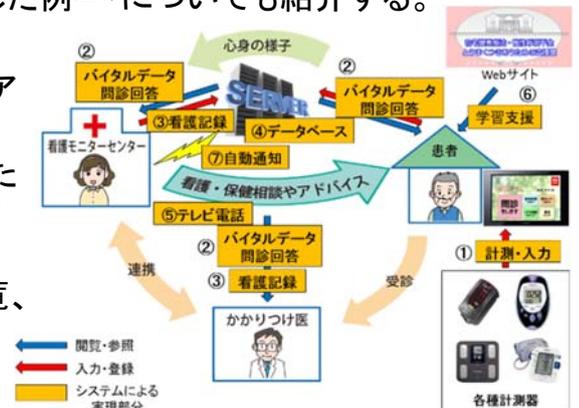


図1 テレナーシングシステムのイメージ

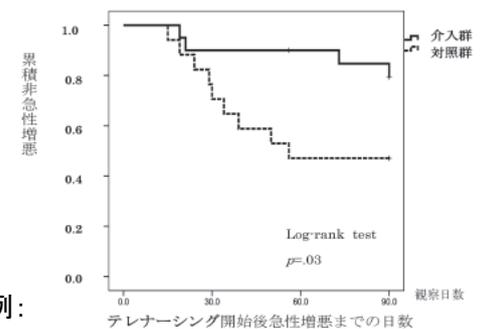


図2 テレナーシング介入中の急性増悪

## 応用例・用途

- テレナーシングシステムは、在宅看護中の慢性疾患患者、特に入院や救命救急を必要とし得る患者のモニタリングに極めて有用である。

## 研究設備

- 看護モニターセンターの常設

# 歩行バランスを考慮した靴の設計開発 ～職人の靴作りから学ぶオーダー靴製作システム～

福祉

研究者名: **亀井 延明** Nobuaki Kamei

所属: 理工学部 総合理工学科 機械工学系 教授

専門分野: 人間工学、遠隔医療、機械力学、CAD/CAM、競技車両設計・製作



キーワード: 靴作り、木型修正、歩行バランス、荷重移動、三次元化

## 研究概要

オーダー靴は、足の病気(外反拇指や扁平足)になった人や老化によって足に障害が出てきた人が市販の靴では痛みが出るなどの理由から靴職人に発注し、靴職人がクライアントの足の計測を行い、足に合う靴が出来るまで修正を繰り返して製作する(図1、図2)。従って、コストが高く、納期も長い。更に、クライアント一人一人に対して初めから同じ作業を行うため、非効率的であり、且つ量産化は困難である。そこで、我々の研究室では、デジタル技術を活用し、歩行バランスを考慮した新しいオーダー靴製作システムの開発を行っている。

依頼者の足に合った木型の選定・修正の作業が、靴作り作業の中で一番時間がかかり、大変である。

- この作業をシステム化すべく、「歩行バランスを考慮して健康靴作りトータルシステムの開発」を進めている。
- 静止状態での足の各種寸法の非接触型計測を行い、足底にかかる荷重や、重心位置の計測を行っている。
- 歩行時での荷重移動を計測する装置を開発し、データ解析から歩行バランスを分類し、木型やフットベッド(中敷き)製作の可能性についての研究中である。

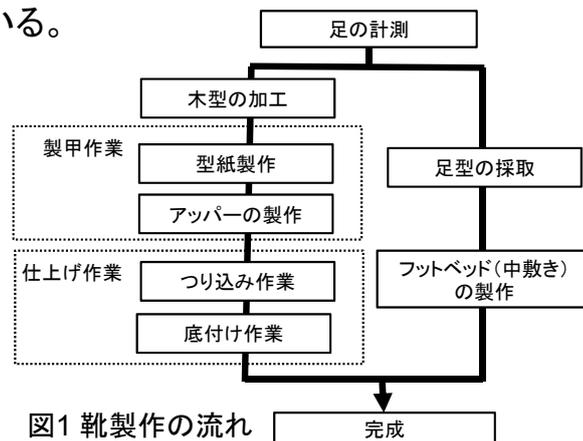


図1 靴製作の流れ



図2 靴製作の流れ 足の各部を計測し、加工した木型から型紙を作り、その型紙に基づいて革を裁断する(製造甲作業)。木型にそって革を3次元に作り上げ(つり込み作業)、別に製作した靴底部分と合体させる。中敷きは、足の底部の計測から調整しながら製作する(フットベッドの製作)。中敷きを靴に入れて完成させる。

注) :本研究は、「靴工房ささき」の佐々木敏郎氏と「関口善大靴工房」の関口善大氏の両氏の協力にて実施

## 応用例・用途

- 歩行時の荷重移動を計測して足型を三次元化することによって、靴作り作業を効率化できる。

## 研究設備

- 3Dプリンタ
- CAM
- 3D-CAD (CATIA V5)

# 適切な管理で「橋」の寿命を延ばす ～橋梁調査による補修・補強方法の提示～

防災

研究者名: **鈴木 博之** Hiroyuki Suzuki

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 鋼構造学、橋梁工学、維持管理工学



キーワード: 橋梁調査、維持管理、補修、補強、長寿命化

## 研究概要

橋梁などの道路構造物の管理は、膨大な経済的・環境的負担を考慮して、「こまめな手入れをして長持ちさせる」へと方向転換が行なわれています。橋の寿命は60～70年と言われていたますが、こまめな手入れをすることにより橋の寿命を100年以上に延ばせると考えています。我々は、青梅市及び静岡県磐田市の「橋梁調査プロジェクト」を実施しました。

橋梁調査内容の概要を以下に示します。

- ・橋上、橋下からの目視調査の実施
- ・現状を写真に記録
- ・損傷個所の抽出
- ・監視項目と重点検査項目の提案
- ・必要に応じて補修・補強方法を提案 ⇒ 維持管理の指標・処方箋

専門家による上記調査の実施と橋守カルテの作成によって、今後の効率的な橋梁の補修・補強及び維持管理を可能にし、長寿命化を図ります。



写真1 橋梁調査 桁端部・橋台(左)と主桁(右)  
明星大学橋梁調査プロジェクトスタッフ



写真2 橋梁点検車による調査作業  
橋梁点検車(左)と橋脚調査作業(右)

## 応用例・用途

- 橋梁調査と補修・補強方法の提案により、地元業者による補修・補強が可能となり、地域活性化につながると共に、橋を長持ちさせることで経済的・環境的に膨大な負担を軽減できます。

## 研究設備

- 鉄筋探査機
- 磁粉探傷器
- 浸透探傷液

# 鋼橋の補修・補強工事用ねじ

## ～スレッドローリングねじで接合された継手の静的強度～

### 防災

研究者名: **鈴木 博之** Hiroyuki Suzuki

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 鋼構造学、橋梁工学、維持管理工学



キーワード: 鋼部材、補修、補強、スレッドローリングねじ、片面施工

### 研究概要

鋼橋の補修・補強工事において、閉断面を伴う部材の補強方法として、片側から鋼部材の接合が可能なスレッドローリングねじ(図1)が知られています。接合される部材は、ねじ径より大きな孔を明けた上板とねじ径より小さい孔を明けた下板から成り、スレッドローリングねじが下板の孔にタップを切りながら進み、上板と下板を接合します(図1)。我々は、スレッドローリングねじ接合継手の力学的性状について検証を行いましたので、以下に静的強度について紹介します。

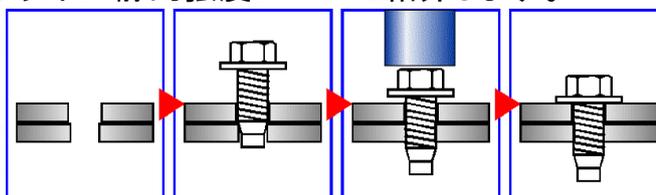
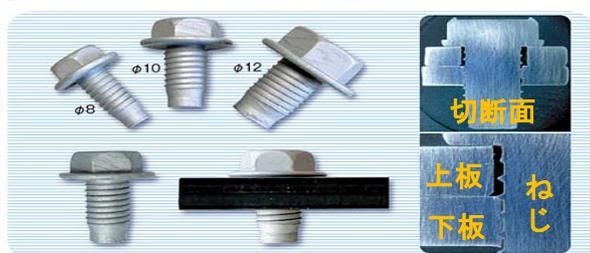


図1 スレッドローリングねじと接合状態及び接合方法  
ねじ径: mmφ

引張強度及びせん断強度の測定(図2): 各種の下板孔径での板厚と最大荷重の関係

- **引張強度**: 板厚が厚くなるにつれて最大荷重は大きく増大し、下孔径が小さくなるにつれて最大荷重が増加(図3)
- **せん断強度**: 板厚が厚くなるにつれて最大荷重は大きく増加し、板厚4.5 mmと6.0 mmの最大荷重では大きな変動なし(図4)

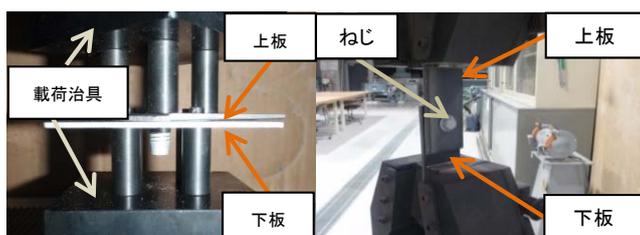


図2 試験片と試験片载荷状況

引張強度試験(左)とせん断強度試験(右)  
試験片を上下に引っ張り、ねじに引張荷重を作用  
試験片を上下に引っ張り、ねじにせん断荷重を作用

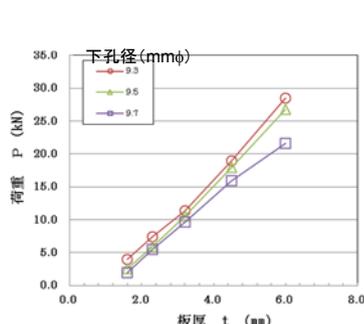


図3 引張強度: 板厚と最大荷重  
ねじ径: 10 mmφ  
上板孔径: 11 mmφ

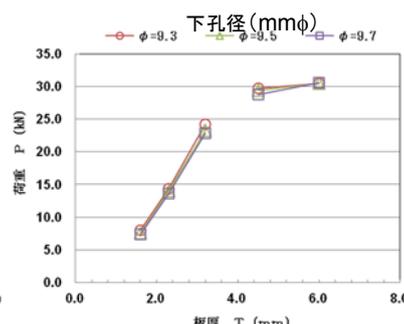


図4 せん断強度: 板厚と最大荷重  
ねじ径: 10 mmφ  
上板孔径: 11 mmφ

### 応用例・用途

- 鋼橋を補修・補強するに当たり、スレッドローリングねじを使うことで片面施工が可能となり、且つ十分な静的強度を持たせることができます。疲労強度については、現在検証中です。

### 研究設備

- 1,000 kN万能試験機
- 200 kN及び300 kN疲労試験機
- 大型構造物疲労試験機

# 建築構造物の地震被害軽減へ向けて ～三方向同時加振振動試験装置で分かること～

防災

研究者名: **年縄 巧** Takumi Toshinawa

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 耐震工学



キーワード: 木造建築物, 制振, スロッシング, 減衰, 低コスト

## 研究概要

私達の研究室では、地震被害を軽減するために、都市構造物や地盤の振動特性の調査や地域の地震危険度評価を行っている。具体的には、三方向同時加振振動試験装置(以下、3次元振動台)を用いた構造物の振動実験、建物や地盤上における地震観測、高感度地震計を用いた建物や地盤の振動観測、コンピュータによる構造物や地盤の数値解析、GIS<sup>注1)</sup>による都市域の地震危険度マップの作成を行っている。ここでは、3次元振動台を使って何が分かるかを説明する。

### 3次元振動台の特徴

- 水平・垂直の三方向同時加振用電動型振動試験装置  
振動方向: 水平二方向と垂直方向で、3軸同時、2軸同時、または1軸の加振が可能  
水平・垂直各々の固定周波数、周波数掃引等の正弦波試験、ランダム波試験、地震波再現試験等を実行できる
- 振動台の広さ: 3,000 mm X 3,000 mm、大型堅牢な構造
- 長寿命運転及び低ランニングコスト  
入力波形に対する忠実度が高く、摩耗部分がない

### 3次元振動台で何が測定できるか

- 各種構造物の地震応答模擬試験
- 各種構造物・製品の正弦波応答試験  
または耐久性試験
- 各種地震計や加速度センサの校正
- 梱包物や製品等の輸送試験



2層軸組模型を3次元振動台に設置した様子

注): 地理情報システム、様々な情報を地図の上に重ね合わせて関連性を明確化及び視覚化させるシステム

## 応用例・用途

- 建物等の構造物の地震応答特性を把握でき、耐震・制振のための機構を開発できる。
- 建築模型を用いた模擬実験を行うことで、建築物の地震時挙動を予測することが可能となる。

## 研究設備

- 3次元振動台
- 強震観測装置
- 高感度振動計測システム
- 水平加力試験装置
- 可搬式起振器
- モーションキャプチャ



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY

お問合せ先: 明星大学 連携研究センター

〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1

Tel: 042-591-5639 Fax: 042-591-5644

e-mail: liaison@meisei-u.ac.jp

http://corec.meisei-u.ac.jp/

# スロッシングを利用した木造建築物の制振機構に関する研究 ～2層軸組模型の小屋組内に水槽を設置した制振機構～

防災

研究者名: **年縄 巧** Takumi Toshinawa

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 構造工学・地震工学・維持管理工学、地盤工学



キーワード: スロッシング、木造建築物、制振機構、減衰

## 研究概要

木造軸組構造に耐震対策を施す場合、筋違や構造用合板等を用いて壁量を増やし、地震力に対して抵抗する構造とするか、壁内に制振ダンパーを入れて地震エネルギーを吸収する構造とするのが一般的である。一部の高層タワー等で既に用いられているスロッシングを利用した制振機構を、木造軸組構造への適用性を模型を用いて実証し、その有効性を確認した。

木造軸組み模型(1/10サイズ)と小屋組内に設置したペットボトルを図1に示す。

- ペットボトル(2リットル)を1～4本設置し、容器内の水の量は等分配して実験を行った。3次元振動台で1方向スイープ実験<sup>注)</sup>を行い、容器に対する水の量の割合が少ないほど減衰定数が大きい傾向があることを確認した(図2)。
- 水の量が2,000 g、容器に対する水の割合が25%の時、減衰定数がもっとも大きく0.25となり、原模型(0.14)に対して約半分の地震応答に抑えられることが判明した。

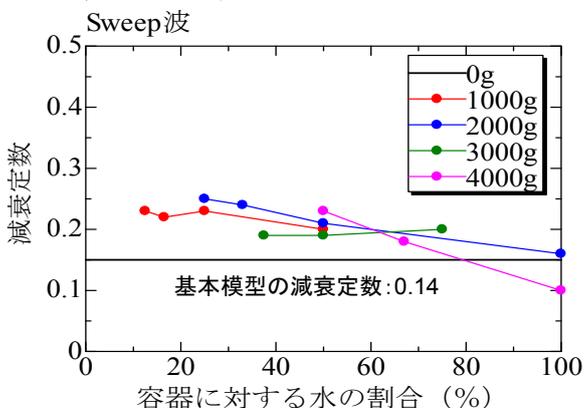


図1 木造軸組み模型と小屋組内に設置したペットボトル

図2 スイープ実験における減衰定数  
基本模型の減衰定数以上で制振効果あり

注): 正弦波振動数を連続して変化させる振動実験、ここでは加振振動数: 0.5-10 Hz、加速度振幅: 100 cm/s<sup>2</sup>で実施

## 応用例・用途

- 取付工事が容易な制振機構により、建築物の地震応答を半分程度に抑えることが可能となる。
- 本制振機構を住宅設計に取り入れることで、地震に強い住宅を提供することが可能となる。

## 研究設備

- 3次元振動台
- 強震観測装置
- 高感度振動計測システム
- 水平加力試験装置
- 可搬式起振器
- モーションキャプチャ

# スロッシングを利用した木造建築物の制振機構に関する研究 ～鉄板を柱とした四柱模型に設置した制振機構～

防災

研究者名: **年縄 巧** Takumi Toshinawa

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 構造工学・地震工学・維持管理工学、地盤工学



キーワード: スロッシング、木造建築物、制振機構、減衰

## 研究概要

スロッシングを利用した制振機構を、木造軸組構造への適用性を模型を用いて実証し、その有効性を確認した。容器内の水の可動量が十分な場合、水の量が多いほどスロッシングによる制振性能は高くなるが、積載荷重が増えることで構造的に不利になる側面もある。そこで、少ない水の量で効果的な制振性能が得られる機構を考案・実証し、その有効性を確認した。

基本構造体として、木造軸組模型と同等の振動特性を持ち、繰り返し振動実験を受けても振動特性が変化せず、特性がシンプルな鉄板を柱とした四柱模型を用いた(図1)。固有振動数3 Hzの鉄板四柱模型の頂部に水槽(図2、ペットボトル)を取り付けて振幅 $100\text{cm/s}^2$ 、0.5~10 Hzでスイープ加振した結果を示す(図3)。

- 基本模型に対して、応答低減率は4割以下であり、水の量が増えるほど、またバンプなしよりバンプありの方が応答低減率は75~56%程度低くなること分かった(図4)。
- 水の量が多いほど制振効果が高くなること分かった。

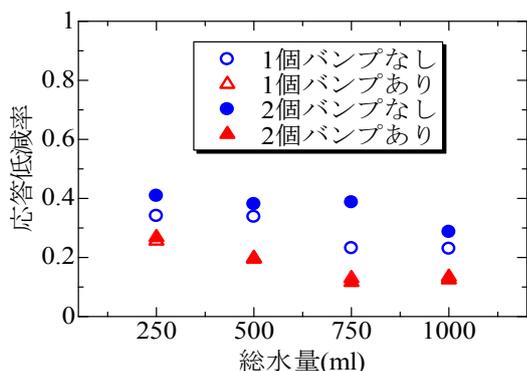


図4 バンプの有無と総水量に対する応答低減率

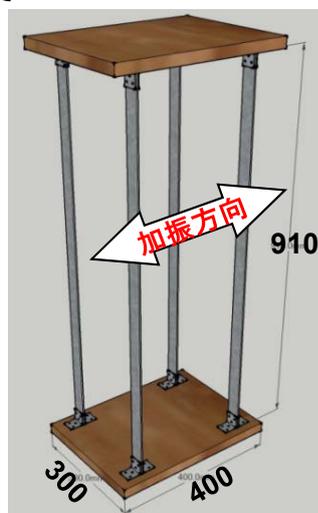


図1 鉄板4柱模型  
鉄板四柱模型の  
頂部に水槽設置



図2 水槽とバンプのイメージ  
ペットボトル中央に  
バンプを設置

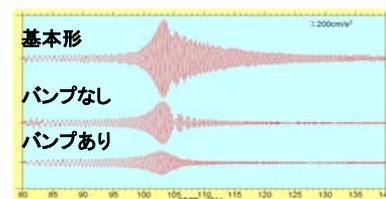


図3 スイープ加振に対する応答  
加速度の時刻歴波形  
2Lペットボトル2個、  
水総量750 ml

## 応用例・用途

- 鉄板四柱構造と新規制振機構により、建築物の地震応答を4割以下に抑えることが可能となる。
- 本制振機構を住宅設計に取り入れることで、地震に強い住宅を提供することが可能となる。

## 研究設備

- 3次元振動台
- 強震観測装置
- 高感度振動計測システム
- 水平加力試験装置
- 可搬式起振器
- モーションキャプチャ

# 地震動時の揺れに対する免震機構 ～上下方向の力を水平方向に変換する～

防災

研究者名: **年縄 巧** Takumi Toshinawa

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 構造工学・地震工学・維持管理工学、地盤工学



キーワード: 建築物、免震機構、上下振動、振動実験、変位、加速度

## 研究概要

建築物の地震被害を軽減するためには、耐震・制震・免震が有効であるが、水平方向の揺れに対する備えが主なものであり、上下方向の揺れに対する対策は未だ不十分なため、上下方向の揺れに対する免震機構として、上下方向の力を水平方向に変換可能な機構を考案する(図1)。

- 上下振動が生じた時にローラーが傾斜を滑り、上部構造の受け軸が伸縮することによって上下方向の力を吸収する試作模型を考案し、以下の振動実験を行った。試作機の上板に上部構造を想定した3 kgの重りを装着、Z軸方向に加速度振幅250 cm/s<sup>2</sup>、振動数1~10 Hzで1分間のスイープ加振を実施。
- 本実験では、Z軸方向での変位時刻歴波形及び加速度時刻歴波形では振動台と模型上部の波形にあまり差がない(図2)ことから、本模型ではZ軸方向への変位及び加速度は共に十分には抑えられていないが、X軸方向では振動数1.5 Hz付近で変位及び加速度は共に抑えられている(図3)。
- 試作模型を改良することにより、上下方向の揺れに対する免震が可能となると考えられる。

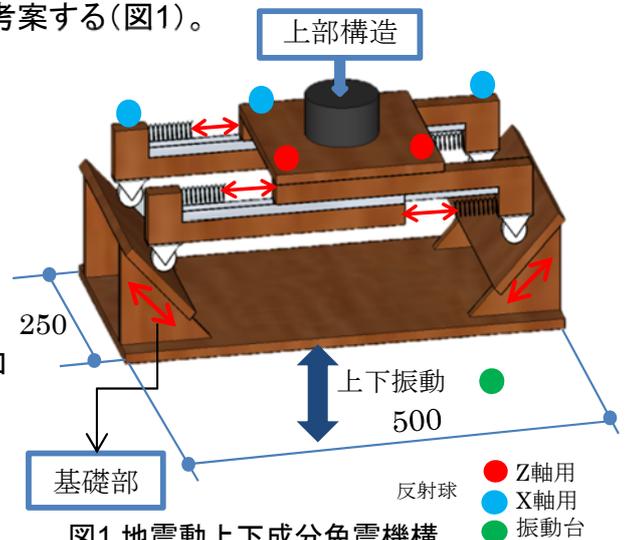


図1 地震動上下成分免震機構

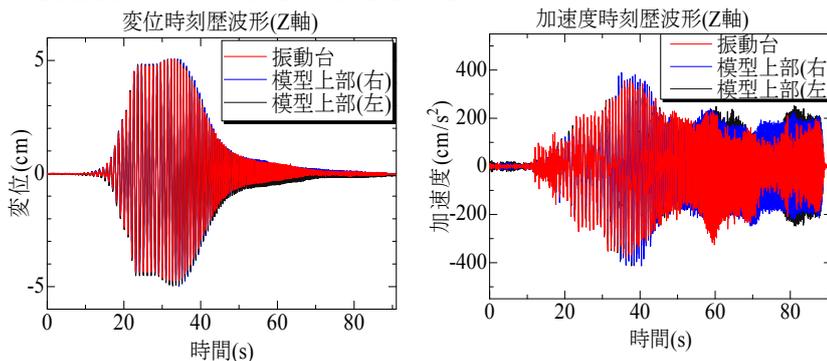


図2 変位(左)及び加速度(右)時刻歴波形(Z軸)

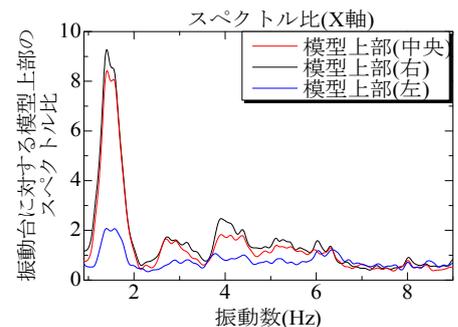


図3 振動台に対する上部構造のスペクトル比

## 応用例・用途

- 地震時における建築物の上下方向に対する力を水平方向に変換することにより、建築物の地震に対する安定性を向上することが可能となる。

## 研究設備

- 3次元振動台
- 強震観測装置
- 高感度振動計測システム
- 水平加力試験装置
- 可搬式起振器
- モーションキャプチャ

研究者名: **立道 郁生** Ikuo Tatemichi

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 建築構造学・空間構造学・耐震工学



キーワード: 学校体育館、非構造部材、ギャラリー、屋根、地震応答解析、耐震診断方法

## 研究概要

東日本大震災(2011年)をはじめとする大規模な地震により、避難場所として期待されている学校体育館の非構造部材(天井、窓、壁等)が損傷、落下等の被害を受け、避難場所としての機能を全うできなかった事例が多く報告されている。

学校体育館の非構造部材に直接加わる地震荷重に関する研究は少ないため、鉄骨造体育館<sup>注)</sup>の耐震診断書に基づいて非構造部材取り付け部の地震応答性を再現可能とする詳細モデルを作成し、ギャラリー部と屋根部(図1)について非構造部材に加わる地震荷重を検討した。質点位置を図2に、加速度応答スペクトルを図3に示す。

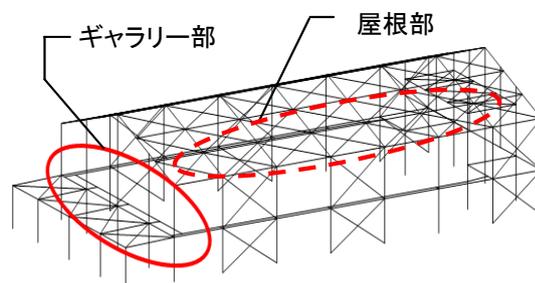


図1 注目する非構造要素

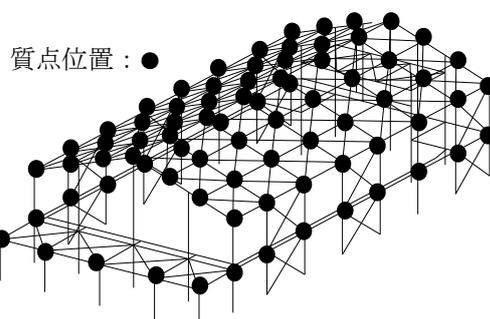


図2 構造検討用モデル質点位置

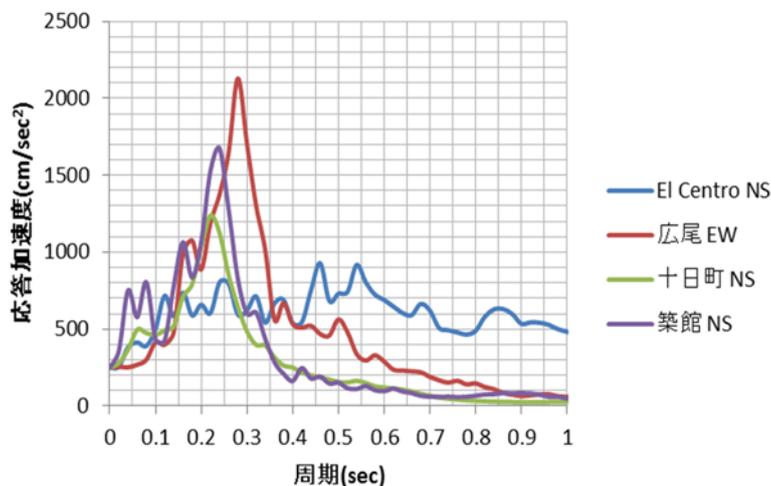


図3 入力地震波の加速度応答スペクトル(減衰2%)

注) 純鉄骨造学校体育館; 平屋建てのアリーナに下屋根がついている平面形状で、2層部分にギャラリーを有する。1974年竣工、梁間方向18.1m、桁行方向38.5m、軒高6.51m、最高高さ9.21m

## 応用例・用途

- 非構造部材を含めた地震応答解析モデルにより、実際に近い震度を推定できるようになり、学校体育館を必要により耐震補強し、地震後も避難場所として使用できる体育館を増やすことができる。
- 第6回大学コンソーシアム八王子学生発表会(2014年12月6、7日開催)にて、本研究は優秀賞を受賞。

## 研究設備

- MIDAS-GEN: 建築分野の汎用構造解析・最適設計ソフト
- MIDAS-FEA: 建築分野での標準的FEM解析ソフト
- 3次元振動台
- 圧電式加速度計、正弦波加振台 / 起振機

研究者名: **立道 郁生** Ikuo Tatemichi

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 建築構造学・空間構造学・耐震工学



キーワード: 学校体育館、非構造部材、ギャラリー、屋根、地震応答解析、耐震診断方法

## 研究概要

ギャラリー部や屋根部のような非構造部材を含めた地震応答解析モデルを採用することにより、より実際に近い震度を推定できることが判明した。

ギャラリー部の地震応答解析モデル(図4)では柱間がはらみでるような地震応答挙動(図6)を示し、ギャラリー付属物(バスケットゴール等)に損傷をきたす可能性を示した。一方、従来の構造部材に関する地震応答解析モデルでは柱位置に関係なくなだらかな地震応答挙動を示した。

屋根部の地震応答解析モデル(図5)では、部材交点間がはらみでるような地震応答挙動(図7)を示し、国土交通省の定めた基準の上下加速度を超過し、局部的に励起されることが判明した。一方、従来の構造部材に関する地震応答解析モデルでは上下加速度は基準以内であった。

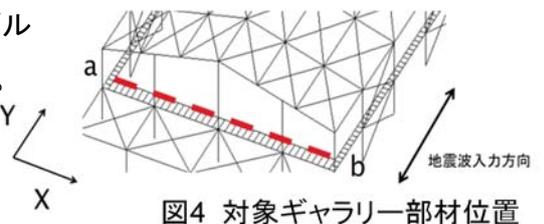


図4 対象ギャラリー部材位置

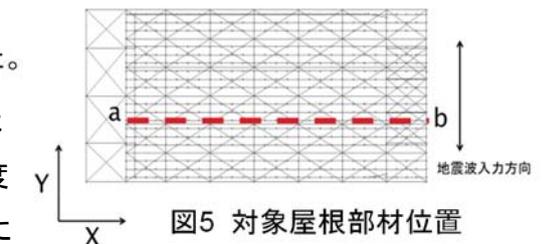


図5 対象屋根部材位置

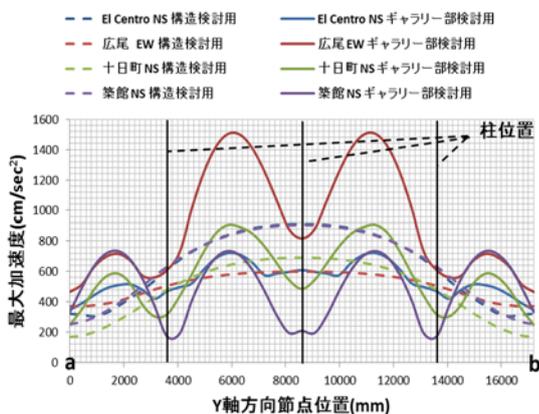


図6 ギャラリー部最大応答水平加速度

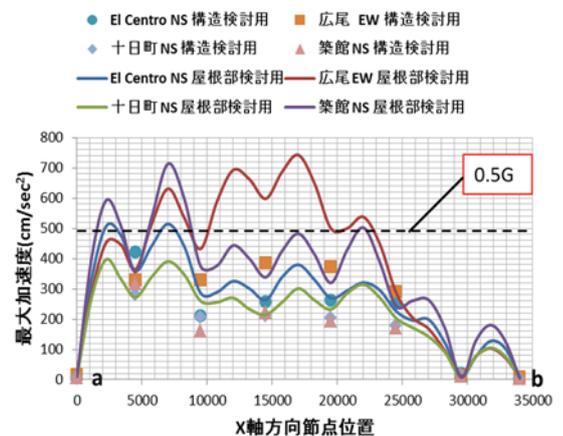


図7 屋根部最大応答鉛直加速度

## 応用例・用途

- 非構造部材を含めた地震応答解析モデルにより、実際に近い震度を推定できるようになり、学校体育館を必要により耐震補強し、地震後も避難場所として使用できる体育館を増やすことができる。
- 第6回大学コンソーシアム八王子学生発表会(2014年12月6、7日開催)にて、本研究は優秀賞を受賞。

## 研究設備

- MIDAS-GEN: 建築分野の汎用構造解析・最適設計ソフト
- MIDAS-FEA: 建築分野での標準的FEM解析ソフト
- 3次元振動台
- 圧電式加速度計、正弦波加振台 / 起振機

研究者名: **立道 郁生** Ikuo Tatemichi

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 建築構造学・空間構造学・耐震工学



キーワード: 免震装置、転動ブロック、振動模型、振動実験

## 研究概要

トルコに「テオドシウスのオベリスク」(Teodosius obelisk、図1)という記念碑がある。支持部には大理石のベースの上に角に丸みを帯びたエッジを持つ1辺50cmの立方体の石(以下、転動ブロック)が4個設置されており、地震によって倒壊したという記録はなく、免震の働きをしていると考えられている。様々な免震デバイスが研究・開発されてきているが、転動ブロックのもたらす免震効果を実験的に解明した研究はなく、本効果を検討した結果、振動数の制限はあるものの、比較的大きな振幅時に免震効果を発揮する可能性があることを明らかにした。

- ▶ アクリル製転動ブロック模型(L = 20 mm、r = 5.0 mm)及びオベリスク模型(写真1、実際の記念碑の1/25、質量12.1 kg)を用いたスイープ加振実験(振幅2.0 mm、振動数1.0 ~ 10.0 Hz)では、7.7 Hz付近から免震層上部の加速度が低減する(図2)。

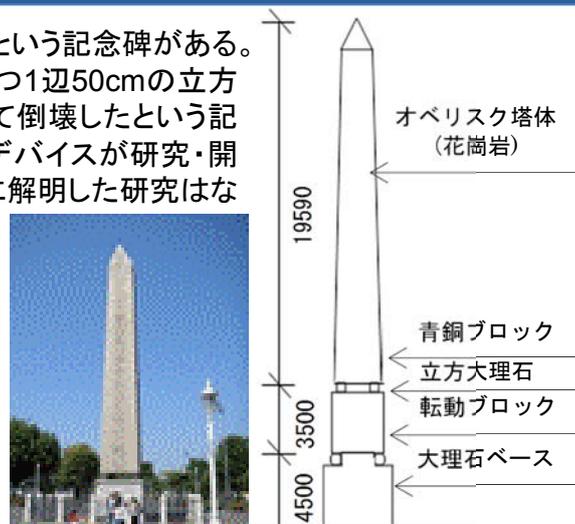


図1 テオドシウスのオベリスク  
4世紀に建立された高さ19.59 mの記念碑

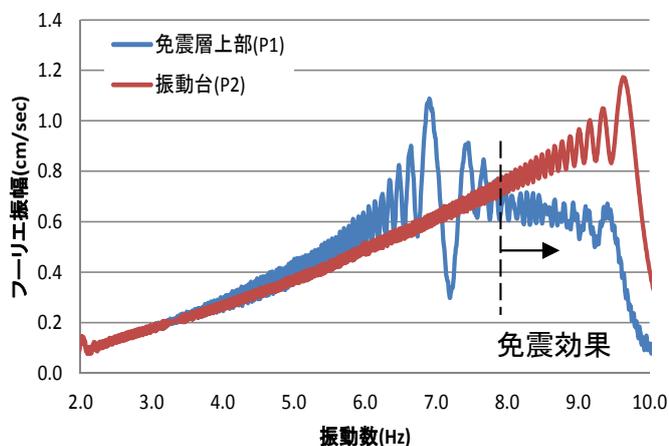


図2 フーリエスペクトル(スイープ上昇時,加振振幅2.0 mm時)

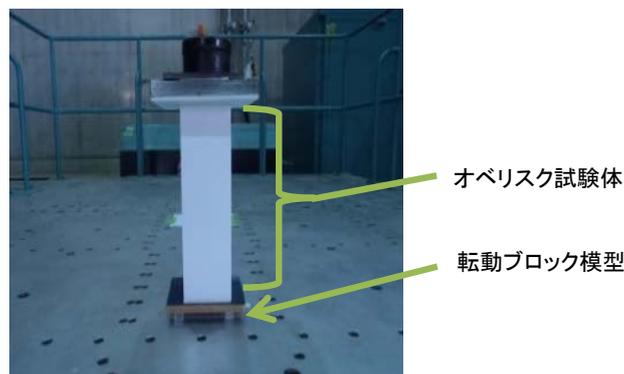


写真1 オベリスク試験体設置状況

## 応用例・用途

- 転動ブロックは低コストで製作可能であり、発展途上国での地震時の人命確保を目的とした免震装置としての可能性を有している。また、我が国における非重要構造物への適用も考えられる。
- 第6回大学コンソーシアム八王子学生発表会(2014年12月6、7日開催)にて、本研究は準優秀賞を受賞。

## 研究設備

- MIDAS-GEN: 建築分野の汎用構造解析・最適設計ソフト
- MIDAS-FEA: 建築分野での標準的FEM解析ソフト
- 3次元振動台
- 圧電式加速度計、正弦波加振台 / 起振機

# 体育館の窓枠落下防止装置の開発 ～地震時の窓枠落下を防止する～

防災

研究者名: **立道 郁生** Ikuo Tatemichi

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 教授

専門分野: 建築構造学・空間構造学・耐震工学



キーワード: 学校体育館、地震被害、窓枠落下、機能維持、実大実験

## 研究概要

東日本大震災(2011年)をはじめとする大規模な地震により、避難場所として期待されている学校体育館の窓枠が損傷、落下等の被害を受け、避難場所としての機能を全うできなかった事例が多く報告されている。窓枠の損傷、落下により、避難所として使えないだけでなく、人命にも影響を及ぼし得る事態になることが考えられる。そこで、我々は、窓枠に新たに落下防止ワイヤーを水平に取り付け、地震による落下時には窓が釣り下がり、床レベルまでの落下を防ぐ装置(図1)を開発したので報告する。

窓枠の落下によるエネルギーを、落下防止ワイヤーの弾性伸びによるひずみエネルギーで吸収する方式を採用し、原理模及び実大落下の実験を行い、以下のことを明らかにした。

- 門型ラーメン試験体架台の上部両端にブラケットでワイヤー(注)を固定し、各窓サッシ(約100 kg)を2か所のクランプで懸垂し、門型ラーメンに取り付けた電磁石で各窓サッシを保持した(図2)。電磁石を開放することにより、落下実験を行った(図3)。
- 施工時のワイヤーへの初期張力導入は、落下距離制限を考慮し、ワイヤー破断強度の10%程度(7~8 kN)とした(図4)。
- 落下防止ワイヤーの破断強度(72.3 kN)は、実大実験で得られたワイヤー最大張力の約3.4倍の安全率を有していた(図4)。
- 実際の落下事象は1回のみが発生とした場合、接合クランプ、ブラケットなどの過大な変形は認められなかった。
- 窓枠1ピースの場合、窓枠落下加速度の最大値は、ワイヤーの最大張力と同時に発生していた。

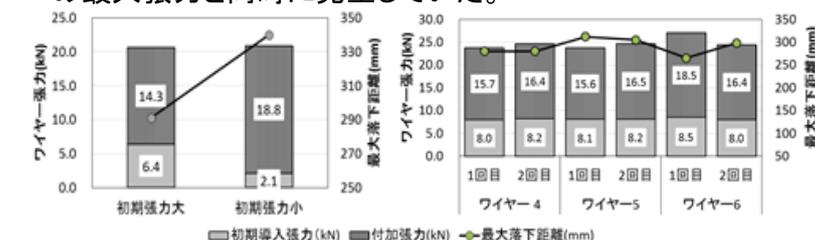


図4 窓枠1及び3ピース落下実験結果

小林アルミ工業株式会社との共同研究により得られた成果である  
注: 神鋼鋼線工業株式会社製、6×19、12 mmφ

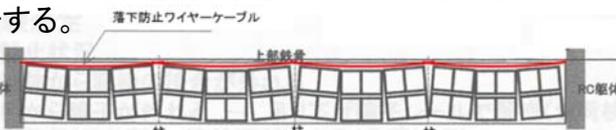


図1 窓枠落下防止装置の概念図

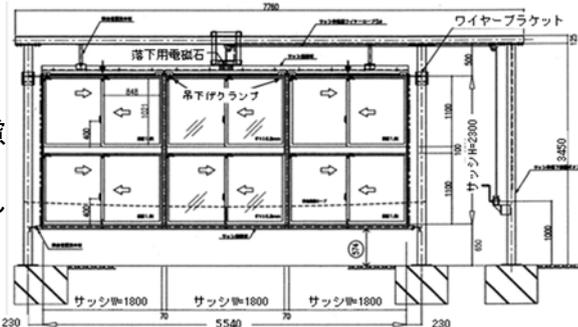


図2 実大実験試験体の概要

落下時のワイヤー最大張力: 21.4 kN  
ワイヤー 径: 12 mm φ、長さ: 6,080 mm  
破断荷重: 72.3 kN、弾性係数: 83.4 kN/mm<sup>2</sup>



図3 窓枠1及び3ピース落下実験の様子

## 応用例・用途

- 学校体育館のみならず、学校校舎、工場、美術館、公共ホール等にも応用でき、総合的な耐震性能向上技術として活用できる。

## 研究設備

- MIDAS-GEN: 建築分野の汎用構造解析・最適設計ソフト
- MIDAS-FEA: 建築分野での標準的FEM解析ソフト
- 3次元振動台
- 圧電式加速度計、正弦波加振台 / 起振機

# 日野の冬フェスタ:市民・役所・学生をつながり ～地域で作るイルミネーション空間～

地域  
連携

研究者名: **高橋 彰子** Akiko Takahashi

所属: 理工学部 総合理工学科 建築学系 助教

専門分野: 建築設計、インテリアデザイン



キーワード: 快適な住まい・空間、身体性、空間デザイン、地域連携、設計教育

## 研究概要

日野の冬フェスタは2015年12月で10回目を迎えました。毎年、地域の子ども・企業・学生がそれぞれ創意工夫を凝らしてイルミネーションを作成していますが、その中でも明星大学は中心的な役割を果たしております。私たちの研究室の3年生が中心となり、デザイン・製作・設営の全工程を行っており、学生にとっては、初めて社会に対して自らのデザインを提示できる貴重な機会となっています。

地域の子供たちが大喜びでイルミネーションの周囲を駆け回る様子を目の当たりにし、デザインが人の行為や感情に与える影響を実体験することで、設計が社会に与える影響、ひいてはものをつくる責任の重さを学ぶ、学生の成長の機会であると同時に、市民・役所・学生がつながり、地域のきずなを強める役割を果たしています。

写真は、日野の冬フェスタ(2014年及び2015年)に出展した作品です。



## 応用例・用途

- ストリートファニチュアデザイン、公園の東屋や公衆トイレなどのデザイン、学生と市民の共同デザインワークショップなどへの応用が期待できます。
- 学生への教育的効果、市民と学生の連携にも役立てることができます。

## 研究設備

研究者名: **土田 俊介** Shunsuke Tuchida

所属: デザイン学部 デザイン学科 准教授

専門分野: 彫刻制作、現代美術・美学研究

キーワード: 彫刻、現代美術、美学

## 研究概要

- 鉄、アルミニウム、鉛、銅、樹脂、シリコン、羊毛、ラテックス等の素材、また彫刻、写真、ビデオ、絵画表現等のメディアを用いた作品制作。
- コミュニケーションや鑑賞の構造についての美学的研究と、それを応用した作品制作。



01-04

h240 × w100 × d600cm

2001年

羊毛、シリコン、発泡ビーズ

鉄パイプ、麻糸

## 応用例・用途

- 美術作品・オブジェなど(屋内・屋外設置可能)

## 研究設備

- シャーリング
- 半自動溶接機
- TIG溶接機
- 旋盤
- パイプベンダー



**明星大学**  
MEISEI UNIVERSITY

お問合せ先: 明星大学 連携研究センター

〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1

Tel: 042-591-5639 Fax: 042-591-5644

e-mail: liaison@meisei-u.ac.jp

<http://corec.meisei-u.ac.jp/>

研究者名: **中嶋 教夫** Norio Nakajima

所属: 経営学部 経営学科 准教授

専門分野: 経営分析、管理会計

キーワード: 戦略、ミッション、非財務データ

## 研究概要

企業経営を行う上で、戦略の策定は必須である。しかしながら、戦略がどのようにクリアされたのかを効率的に評価するシステムを独自に構築することは難しい。

Balanced Scorecard(BSC)は、ハーバード大学のKaplanとコンサルタントのNortonが協力して、提唱した戦略マネジメントシステムである。

企業がBSCを活用することによって、戦略を可視化し、戦略に沿った業績を評価することを可能にする。BSCの最大の特徴は、企業の戦略に合わせて、財務・顧客・企業の内部プロセス・人的資源のマネジメントを効率的に行うことを可能にする。

ここでの研究の主体は、企業にBSCを導入するにあたって、どのようなポイントに留意すべきか、どうすれば、効率的なマネジメントシステムを構築することができるか、という点にある。

なお、BSCの特性として、非営利組織のマネジメントにおける有用性も立証されており、多くの医療機関や地方自治体、大学等でもBSCが活用されている。

明星大学においても、BSCを導入して、活用している。

## 応用例・用途

- 組織運営・経営の効率化
- 企業のバリュードライバーの模索
- 戦略マネジメントシステムの構築
- コストカット

## 研究設備