

秋田県立大学 システム科学技術学部

電子情報システム学科, 機械知能システム学科, 建築環境システム学科, 経営システム工学科

**平成19年度 第8回研究発表会**

# 研究発表会要旨集

日時：平成19年10月21日（日）11：25～15：50（受付10：00～）

会場：秋田県立大学本荘キャンパス（システム科学技術学部）

共通施設棟 AV ホール, 学部棟II2階吹き抜け

<http://www.akita-pu.ac.jp/system/index.html>

Open Campus 2007 Autumn

Faculty of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University



## 講演 11:25~12:50 (共通施設棟 AV ホール)

研究発表会講演

学部長挨拶 (11:25~11:30)

機械知能システム学科 (11:30~11:50)

パルス低真空アーク陰極点による金属表面酸化膜除去

1

○杉本尚哉, 新井優作, 武田紘一 (エネルギー・流体機能研究グループ)

電子情報システム学科 (11:50~12:10)

風の動きを電気信号で見る

2

○竹内伸直 (計測通信制御システム研究グループ)

建築環境システム学科 (12:10~12:30)

東北地域の住宅における省エネライフスタイルの導入とその効果

3

○源城かほり, 松本真一, 長谷川兼一 (建築環境学グループ),  
吉野博 (東北大学大学院 工学研究科), 三田村輝章 (足利工業大学 工学部)

経営システム工学科 (12:30~12:50)

生態系と物質循環研究の今日的意義

4

○漆川芳國 (プロセス管理グループ)

# パルス低真空アーク陰極点による金属表面酸化膜除去

杉本 尚哉, 新井 優作, 武田 紘一  
機械知能システム学科 熱・流体工学講座

真空アーククリーニングとは、減圧下でアークを発生させた時に、陰極上に発生する高エネルギー密度の陰極点によって、陰極上の汚染物質を蒸発除去する新たな表面クリーニング法である。しかし、陰極点の挙動や特性のメカニズムについては、十分に説明されていない。

本実験では、パルス電源を用いた微小時間放電により、発生初期の陰極点の放電特性について調べる。放電後、陰極表面に残された痕跡を、デジタル顕微鏡及びレーザー顕微鏡を用いて観察し、陰極点の大きさを調査する。

パルス放電後、陰極表面には白色点が残された。図1, 2に白色点の実寸写真とデジタル顕微鏡による拡大写真を示す。白色点の大きさは、約0.1-0.2 mm<sup>2</sup>であり、様々な形をしている。また図2から、細い線状の部分が集まって白色点を構成していることがわかる。図3にレーザー顕微鏡により、さらに拡大した写真を示す。写真には、白線で示したように円形をした領域が多数見られる。図4は、この白線で囲まれている部分の3D画像である。白線で囲んだ領域に見られる円形の部分は、周囲が多くの丘のように隆起して、その中心部分が穴状（ホール）に見えていることがわかる。このホールと丘の高低差は約2-4 μmであり、ホールの直径は約1.2-1.5 μmである。このようなホールは、陰極点が発生して、酸化膜を蒸発除去した部分であり、周囲の丘のように見える隆起部分は、陰極点が酸化膜を蒸発除去した時に、同時に母材表面を溶融し、それが周囲に放出されて固まったものであると考えられる。このことから、陰極点の直径は最大でも約1 μm程度であると考えられる。

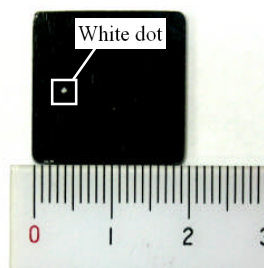


図1 白色点の写真.

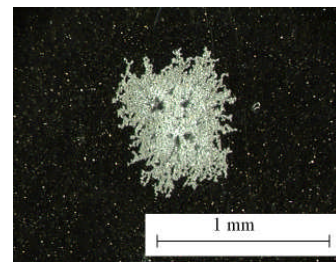


図2 デジタル顕微鏡による白色点の拡大写真.

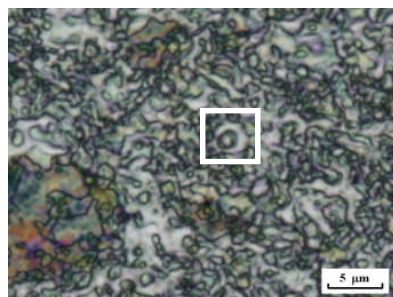


図3 レーザー顕微鏡による白色点の拡大写真.

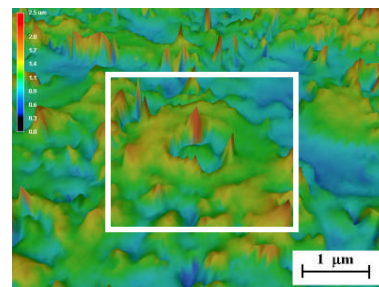


図4 図3の白線部分の3D画像

# 風の動きを電気信号で見る

竹内 伸直

電子情報システム学科 電磁工学教育研究グループ

**概要** 秋田県は県の施策であるクリーンエネルギーの導入として風力発電施設の設置に力を入れている。しかし、風力発電はその経済性などにまだいくつかの課題を抱えており、その一つとして稼働率を向上させることがある。この場合風況の予測が重要となるが、風況の詳細を明らかにするために、風向・風速のみでなく、同時に他のパラメータにより風の状況を調べることが可能であることを示すことが望ましい。本研究グループは、風況調査のために大気電界変動信号を観測するという、これまでに全く行われていない新しい観測法を導入し、大気の動きを示すことに成功している。すなわち、大気中には種々のイオンが存在しており、これらのイオンは大気循環（風）により移動し、これにより大気電界の状態が変化することを利用している。さらに、大気電界変動を観測することで地表面における風の変動だけでなく、より大規模な大気循環の変動を把握することが可能となると考えられる。本研究は、風向・風速観測と同時に大気電界変動の観測を行うことにより、これまで簡単には実現されていない大規模な大気循環の動きを明確に捉えられるような可視化の実現を目指し、さらに、それをもとに実用的な風況予測の可能性を検討することを目的としている。これまでの研究結果によれば、大気電界の観測結果を用いた2次元的可視化から、大気の流れのうち平均的流れ（平均流）を示すことに、国内外で初めて成功したと考えている。

## 東北地域の住宅における省エネライフスタイルの導入とその効果

源城 かほり<sup>1</sup>, 松本 真一<sup>1</sup>, 長谷川 兼一<sup>1</sup>, 吉野 博<sup>2</sup>, 三田村 輝章<sup>3</sup>

<sup>1</sup>建築環境システム学科 建築環境学グループ

<sup>2</sup>東北大学大学院 工学研究科

<sup>3</sup>足利工業大学 工学部

**概要** 京都議定書における達成目標の第一約束期間が2008年から始まるが、住宅部門のCO<sub>2</sub>排出量は増加傾向にあり、その削減は急務の課題である。したがって、住宅における省エネルギー化の推進が不可欠であるが、その削減は効率良く進んでいるとは言い難く、むしろライフスタイルの変化や家電製品の多様化、居住者の快適性、利便性の追求などによって、住宅のエネルギー消費量は増加している。住宅における省エネルギーを効率良く進めるためには、断熱気密性能の向上や自然エネルギーの利用、高効率機器の導入などハード面における対応策のほかに、居住者のライフスタイルの変更といったソフト面での省エネルギー化を進めることが必要である。2007年5月に政府から世界に向けて発信された“美しい星へのいざない「Invitation to “Cool Earth 50”」～3つの提案、3つの原則～”では、世界の年間CO<sub>2</sub>排出量を現状の半分にすることを目標に掲げており、その中でライフスタイルを見直し、「1人1日1kgCO<sub>2</sub>ダイエット」をモットーに、京都議定書6%削減目標の達成に向けた国民運動を展開することが謳われている。しかし、これまでライフスタイルに関する省エネルギーの検討例は非常に少ない。

そこで、省エネルギーを意識した住まい方を省エネライフスタイルと定義し、実行可能な省エネライフスタイルのメニューとその省エネルギー効果を明らかにすることを目的とした実験を実施した。具体的には、各住宅の保有機器に応じた省エネライフスタイルメニューを提示し、居住者に一定期間可能な範囲で取り組んでもらうという内容である。実験において、メニューの実行度に関するアンケート調査を実施するとともに、エネルギー消費量の実測結果に基づき、実行時の省エネルギー効果とCO<sub>2</sub>削減効果について検討した。対象住宅は東北地域(宮城, 秋田, 岩手, 福島)に立地する戸建住宅8軒, 集合住宅2軒の計10軒である。集合住宅1軒を除いて次世代省エネルギー基準(Ⅲ地域)を満たしている。いずれの住宅も家族世帯で、家族人数は2～5人である。実験期間は、2004年の中間期(6月), 夏期(8月), 冬期(12月)である。

省エネライフスタイルメニュー実行時1週間と実行前1週間における日平均エネルギー消費量および日平均CO<sub>2</sub>排出量を比較した結果、実行時において、中間期は6軒中5軒で2～17%、平均4%の省エネルギー効果が見られ、6軒中5軒でCO<sub>2</sub>排出量が0.3～2.5kg減少し、平均1kgのCO<sub>2</sub>削減となった。夏期は7軒中5軒で2～14%、平均1%の省エネルギー効果が見られ、7軒中2軒でCO<sub>2</sub>排出量が0.6～2.2kg減少したが、7軒の平均で見るとCO<sub>2</sub>削減効果は見られなかった。冬期は9軒中3軒で1～14%の省エネルギー効果が見られたが、平均すると12%増となり、9軒中3軒でCO<sub>2</sub>排出量が0.3～8.7kg減少したが、7軒の平均で見ると0.6kg増となった。CO<sub>2</sub>排出量を家族人数で除して1人当たりに換算すると、1人1日1kgの削減目標を達成しているのは中間期1軒と冬期1軒の2軒のみであり、省エネライフスタイルの導入により省エネルギー効果が数%得られただけではCO<sub>2</sub>削減に結びつかないケースがあることが判った。目安としてエネルギー消費量を現状に比べて10%以上削減することがCO<sub>2</sub>削減目標実現のために必要である。

## 生態系と物質循環研究の今日的意義

経営システム工学科 漆川芳國

我が国では「21世紀環境立国戦略」（平成19年6月1日閣議決定）を決定し、「低炭素社会」、「自然共生社会」及び「循環型社会」の構築を目指すことを宣言しました。それを受けて、H20年度の環境省重点施策では「地球という大きな生態系の一部として、自然と共生し、人間社会における炭素も含めた物質循環を健全なものとし、健やかで豊かな生活を確保する持続可能な社会経済システムの構築に向けた本格的な取組が始まる」と述べています。そこで、ここでは、生態系と物質循環研究の今日的意義について考えてみる。

生態系というとき、普通は人間を含めない。生態系のおもな構成者は、植物、動物、微生物、そして周辺環境（大気、土壌、水など）である。生態系はこれら構成者相互の相互作用の結果として量的バランスが保たれたある一定の状態にある。相互作用は構成種や、周辺環境の状態によって決まるので、場所ごとに生態系の状態は異なる。生態系の中で相互作用を起こさせているもの（動力、ダイナミズム）は、生産、消費、分解の量（速度）である。即ち、植物の生産量によって、それを消費する動物の量が規定され、植物・動物の遺体の微生物による分解量によって植物の再生量が決まる。

植物は炭酸ガスを利用して新たな植物体を造り、微生物は遺体を分解して炭酸ガスを再生しているので、生態系では、無機物（炭酸ガス）から有機物（生物）そして無機物（炭酸ガス）という有機物と無機物の循環、あるいは生命体と非生命体の循環が繰り返されていることが分かる。この循環は、38億年前に地球に生命が誕生して以来繰り返され、約6億年前に植物と動物が誕生して今日の多様な生態系が形作られてからも連綿と繰り返されている。この生命の循環と規模を支えているのは太陽エネルギーである。自然生態系では、植物がこの太陽エネルギーを利用して新たな生命を造り生態系の規模を決めている。人類も農業を始めるまでは、自然の植物生産量の制約下にあったが、農業を開始することによって人工的に太陽エネルギーを利用し人類に必要な植物の生産量を増やすことによってその制約から解放され、繁栄した。人類が農業を始めた約8000年前、約100万人だった人口は、1800年には10億人に達しているが、この間、生態系の生物と人類を支えていたので太陽エネルギーであり、基本的にその容量の範囲での人類の繁栄と見なせ、人類は生態系の中の消費者として含まれていた、つまり人間も自然の一部と見なせたであろう。

地球に入射する太陽エネルギーに対する植物の光合成変換効率は0.2%とし、わが国への太陽エネルギー入力量を $4 \times 10^{17}$  kcal/y とすると、自給可能なエネルギーは $8 \times 10^{14}$  kcal/y と計算される。これは、今日我が国が消費している一次エネルギーの1/6程度であるという。つまり、単純には太陽エネルギーで維持可能な生態系の6倍のエネルギーが使用されているということである。人間を除いた生態系は太陽エネルギーの制約下で循環しているので、余分のエネルギーは全て人間が消費していることになる。今日、生態系というとき人間を含めないのは当然であろう。余分のエネルギーとは化石燃料であることは言うまでもない。2000年の世界の人口は約60億であり、これは1800年の6倍である。

化石燃料は、人類に空前の繁栄をもたらし、地球環境問題という負の遺産を残し、枯渇する運命にある。「低炭素社会」、「自然共生社会」及び「循環型社会」という目標は、この現実に対する答である。人間を生態系の仲間として再び参加させることがもとめられており、人間を含めた生態系の物質循環を明らかにすることがもとめられる。

## ポスター発表 13:50~15:50 (学部棟 II 2 階吹き抜け)

※13:50~14:50 は奇数番号が、14:50~15:50 は偶数番号が発表を行います。

### 機械知能システム学科

- |        |  |    |
|--------|--|----|
| MISE-1 | 圧電セラミックスの疲労特性と内部損傷評価<br>○小田切望 (機械知能システム学専攻 強度・信頼性評価研究グループ) ,<br>水野衛, 岡安光博 (強度・信頼性評価研究グループ)   | 5  |
| MISE-2 | MCF 研磨液による金属材料の非接触研磨に関する基礎研究<br>呉勇波 (材料創製・加工研究グループ) ,<br>○古屋壮俊 (機械知能システム学専攻 材料創製・加工研究グループ) ,<br>野村光由 (材料創製・加工研究グループ) ,<br>島田邦雄 (福島大学 産業システム工学専攻)       | 6  |
| MISE-3 | 真空アーククリーニングによる金属表面の物理的特性変化<br>○新井優作 (機械知能システム学専攻 エネルギー・流体機能研究グループ) ,<br>石坂晃一, 杉本尚哉, 武田紘一 (エネルギー・流体機能研究グループ) ,<br>木村光彦, 杉山重彰 (秋田県産業技術総合研究センター 工業技術センター) | 7  |
| MISE-4 | 介護用四輪自在移動ロボットの自律制御<br>○松本卓 (機械知能システム学専攻 知能メカノシステム・ロボット研究グループ) ,<br>湯川俊浩 (知能メカノシステム・ロボット研究グループ)   | 8  |
| MISE-5 | フラックス処理による金属ガラスの軟磁気特性の向上効果<br>○尾藤輝夫, 柴田大樹 (材料創製・加工研究グループ)  | 9  |
| MISE-6 | 有限弾性体中のき裂に生じるき裂波に関する検討<br>○伊藤伸 (強度・信頼性評価研究グループ) , 林一夫 (東北大学流体科学研究所)  | 10 |
| MISE-7 | 大動脈弁位置設置型血液ポンプによる心拍出補助時の左室内血流<br>○矢野哲也, 須藤誠一 (エネルギー・流体機能研究グループ) ,<br>三田村好矩 (北海道大学大学院 情報科学研究科)  | 11 |
| MISE-8 | 磁気熱風の流出方向の逆転現象<br>○日向野三雄 (磁気熱流体研究グループ) ,<br>赤松正人 (山形大学 工学部) , 二村宗男 (磁気熱流体研究グループ)   | 12 |
| MISE-9 | 非共沸混合磁性流体の強制対流沸騰熱輸送特性<br>○須知成光 (磁気熱流体研究グループ) , 山口博司 (同志社大学 工学部)  | 13 |

MISE

機械知能  
システム学科

MISE-10	第3高調波電圧誘導法を用いた超伝導線材の性能評価の解析 ○二村宗男（磁気熱流体研究グループ）， 小田部荘司（九州工業大学 情報工学部），小西哉（信州大学 繊維学部）	14
MISE-11	強磁性ナノ粒子からなる単層膜のマイクロ構造に対する垂直外部磁場の影響 —擬2次元モンテカルロ・シミュレーションを用いた解析— ○青島政之，佐藤明（分子熱流体シミュレーション研究グループ）， Roy W. Chantrell（Department of Physics, York University）	15
MISE-12	障害者コミュニケーション学習支援ロボット 蓮田裕子，雨宮龍一（知能メカノシステム・ロボット研究グループ）， ○岡野秀晴（知能メカノシステム・ロボット研究グループ）， 石川洵（石川光学造形研究所）	16
MISE-13	リンク機構を用いた無段変速機 L-CVT の開発 ○湯川俊浩（知能メカノシステム・ロボット研究グループ）	17
MISE-14	バイオエタノール製造用機械的粉碎技術の研究開発 小林淳一，○高橋武彦，伊藤新（知能メカノシステム・ロボット研究グループ）， 遠田幸生（秋田県産業技術総合研究センター 工業技術センター）	18
MISE-15	内視鏡先端装着型3次元力センサの開発 ○高梨宏之，齋藤直樹， 嵯峨宣彦，長南征二（人間支援メカトロニクス研究グループ）	19



# 圧電セラミックスの疲労特性と内部損傷評価

小田切 望<sup>1</sup> 水野 衛<sup>2</sup> 岡安 光博<sup>2</sup>

<sup>1</sup>システム科学技術研究科 機械知能システム学専攻 材料構造工学講座

<sup>2</sup>システム科学技術学部 機械知能システム学科 材料構造工学講座

**概要** 圧電セラミックスに外力が作用すると、巨視的なき裂が発生する以前でも材料内部の微視的構造が変化し、材料特性も変化する。この材料特性の変化をもたらす内部構造の変化として、主にドメインスイッチングと微視的なき裂などの内部欠陥が考えられる。著者らはこれまで、電気的繰り返し負荷を圧電セラミックスに印加し、主にドメインスイッチングによる材料特性変化をインピーダンスアナライザで測定した共振・反共振周波数と自由静電容量から精度良く評価できることを示した。

一方、圧電セラミックスに機械的負荷が作用する場合、材料内部には微視的なき裂などの内部欠陥が生成し、それらが成長、合体することにより材料は破壊する。この内部欠陥の生成と成長を連続体力学の枠組みで記述するのが連続体損傷力学であり、内部損傷と材料特性変化の関係は理論的に関係付けられている。したがって、機械的負荷による材料特性変化を共振・反共振周波数などから評価すれば、逆に材料特性変化から材料が破壊に至るまでの内部損傷の発達の様子を継続的に非破壊で評価することが可能である。

そこで本研究では、圧電セラミックスに機械的圧縮荷重を負荷し、材料が破壊するまでの間に示す材料特性変化を実験により測定した。また、その材料特性変化から材料に発達する内部損傷を評価し、その特徴を明らかにした。

実験には市販の圧電セラミックスであるチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) を用いた。試験片として、直径 3×長さ 7.5mm の円柱を用意した。試験片は事前に両端面に電極を取り付け、長さ方向に分極処理したものを購入した。

機械的荷重の負荷装置に小型卓上試験機を用いて圧縮試験を行った。試験片には、静的荷重と繰り返し荷重を破壊に至るまで与えた。機械的荷重を一定量加えるごとに、試験片の共振周波数  $f_r$ 、反共振周波数  $f_a$  と自由静電容量  $C^T$  をインピーダンスアナライザを用いて測定した。そして、これらの測定値から材料特性として電気機械結合係数  $k_{33}$ 、誘電率  $\epsilon_{33}$ 、弾性係数  $c_{33}^D$ 、圧電定数  $d_{33}$  を評価した。

一方、弾性係数の初期値  $(c_{33}^D)_0$  と内部損傷を受けた弾性係数  $c_{33}^D$  の間には、連続体損傷力学に基づく損傷変数  $\omega$  を用いて  $c_{33}^D = (1 - \omega)(c_{33}^D)_0$  という関係がある。したがって、この関係式により弾性係数  $c_{33}^D$  の変化から内部損傷  $\omega$  を評価することが可能である。

図1に繰り返し荷重を加えた場合の S-N 曲線を、図2に弾性係数の変化から算出した損傷変数  $\omega$  の変化を示す。図1の矢印は、試験片が破壊に至っていないことを示している。損傷変数  $\omega$  はサイクル数の増加にともない徐々に増加し、 $\omega = 0.35$  付近に漸近し破壊に至った。

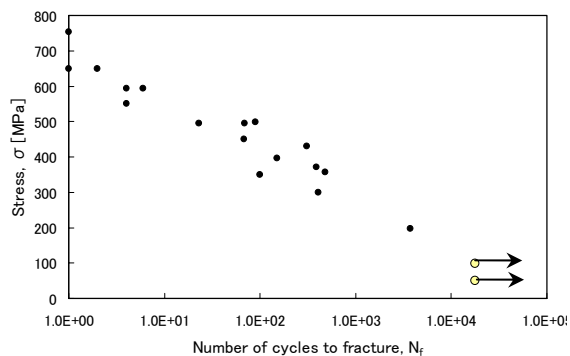


図1 S-N 曲線

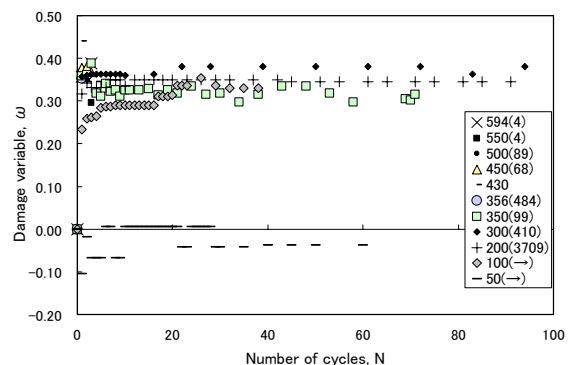


図2 損傷変数  $\omega$  の変化

# MCF 研磨液による金属材料の非接触研磨に関する基礎研究

呉勇波<sup>1</sup>, 古屋壮俊<sup>2</sup>, 野村光由<sup>1</sup>, 島田邦雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学科 材料構造工学講座

<sup>2</sup>システム科学技術研究科 材料構造工学講座

<sup>3</sup>福島大学 産業システム工学専攻

**概要** 電子・情報機器等の精密部品に要求される加工精度は、それらの性能向上にともない高まりつつある。これら精密部品の最終仕上げ工程となる研磨加工では、仕上げ面粗さや形状精度、加工能率の点で優れていることに加えて、加工変質層の少ない高品質の面であることが求められている。また、電気泳動 DNA 分析チップに代表されるような表面に微細な三次元構造が設けられている機能性部品の表面仕上げに対する要求もますます高まっている。このような情勢の中で、研磨圧力が極めて小さいいわゆる非接触研磨技術の高度化が強く求められている。

これまでに、フロートポリシングなど非接触研磨についての研究・開発が多く行われ様々な成果が上げられている。その中の1つとして、著者らは磁気混合流体(Magnetic Compound Fluid, 通称 MCF)という新しい機能性流体に着目し、砥粒を混合して得られた MCF 研磨液を金属材料の非接触研磨に用いる実験研究を進め、優れた効果が確認されている。本報では、加工パラメータや研磨液の構成成分が工作物表面に及ぼす影響を実験的に調べ、表面粗さ、加工能率共に優れた非接触研磨法の開発を目的とする。

**加工原理及び実験結果** 図1に加工原理図を示す。MCF 研磨液に磁場を印加すると磁力線に沿って鉄粉とマグネタイト微粒子からなるチェーン状のクラスターが形成される。このクラスターのキャリア作用により工作物表面上で砥粒を相対運動させ微小切削作用を起こし工作物表面が研磨される。

図2に実験結果の一例を示す。図は、磁場の印加方法をパラメータとし研磨時間に伴う SUS304 の表面粗さの変化を調べた結果を示したものである。磁場の印加が無い状態では表面粗さの向上は殆ど見られず、磁場の印加が有る状態では表面粗さが向上していることがわかる。これは、MCF 研磨液に磁場を印加することにより高磁場側に鉄粉などの磁性体が引き寄せられ、低磁場側に非磁性の砥粒が押出されることにより工作物表面上に砥粒が分布し効率良く研磨されたためだと考えられる。

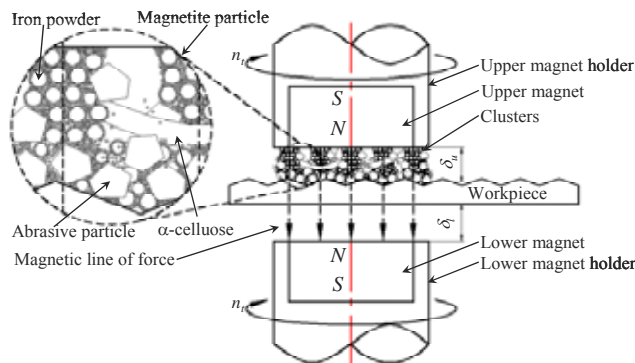


図1 加工原理

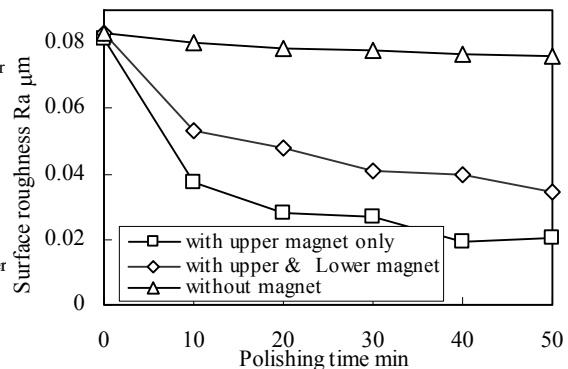


図2 実験結果

# 真空アーククリーニングによる金属表面の物理的特性変化

<sup>1</sup>新井 優作, <sup>1</sup>石坂 晃一, <sup>1</sup>杉本 尚哉, <sup>1</sup>武田 紘一, <sup>2</sup>木村 光彦, <sup>2</sup>杉山 重彰  
<sup>1</sup>機械知能システム工学専攻 エネルギー・流体機能研究室  
<sup>2</sup>秋田県産業技術総合研究センター 工業技術センター

## 1. 緒言

減圧下でアークを発生させると、高エネルギー密度を持つアーク陰極点が現れ、陰極表面を移動する。真空アーククリーニング(VAC)では、このアーク陰極点が酸化膜などの汚れを自動的に選択して蒸発除去する。同時に、陰極表面は急速に加熱・冷却されるので、クリーニング過程で陰極表面が硬質化する可能性が高い。

本研究では、アーク陰極点によるクリーニング過程で金属表面がどのように変化するのか、金属表面の硬度測定を行い調査した。

## 2. 実験方法

VACを行う試験片(陰極)は、黒皮付き S45C 板である。VACは、真空容器内を数 Pa まで排気した後、放電電流 50 A と 100 A で行う。また、試験片表面をブラスト処理したもの、試験片表面に KOH 水溶液を塗布したものについても、放電電流 100 A で VAC を行う。さらに、VAC の有無による硬度の違いをしらべるため、3 種類の非 VAC 処理の試験片を用意した。ここで以後の説明のために、上記全ての試験片に表 1 のように A-G の記号を付ける。

上記の処理を行った後、埋込・研磨し、3%硝酸水溶液でエッチングを行い、硬度測定用試料を作成した。硬度測定は、試験片の断面を微小硬度計を用いて、処理表面から深さ 10  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$ 、100  $\mu\text{m}$  で行った。

## 3. 実験結果

図 1 に試験片 B と G の、金属表面からの深さに対する硬度変化を示す。試験片 B では、深さ 10  $\mu\text{m}$  の部分の硬度が著しく上昇している。これは、全ての VAC を行った試験片において、同じ傾向が見られた。一方、試験片 G では、硬度変化は見られなかった。すなわち、金属表面がアーク陰極点の作用により、焼き入れされ硬度が増加したと考えられる。図 2 に各試験片の深さ 10  $\mu\text{m}$  での硬度を示す。試験片 A, B, C, D と E, F, G の硬度を比較すると、VAC により金属表面付近の硬度が増加すると言える。また、VAC による硬度増加は一定となった。このことから、アーク陰極点の焼き入れ効果による硬度変化は、VAC の電流値や処理時間に依存しないと考えられる。

## 4. 結言

本研究で得られたおもな結論は次のとおりである。

- (1)VAC により、鉄鋼試料の表面硬度が 2~3 倍に向上した。
- (2) VAC による硬度変化は、処理時間や電流値に関係なくほぼ一定であった。

表 1 試験片記号と処理条件

A : 50 A で VAC	B : 100 A で VAC
C : KOH 水溶液を塗布後, 100 A で VAC	D : ブラスト処理後, 100 A で VAC
E : 未処理	F : ブラスト処理のみ
G : 酸化膜を研磨処理により除去	

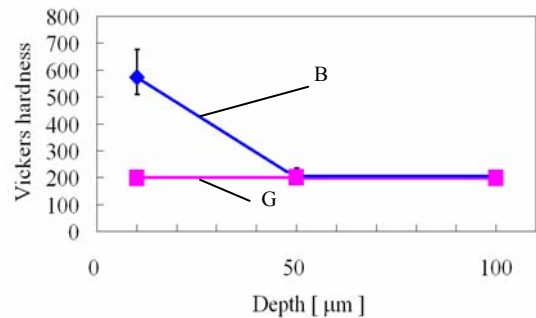


図 1. 金属表面からの深さに対する硬度変化

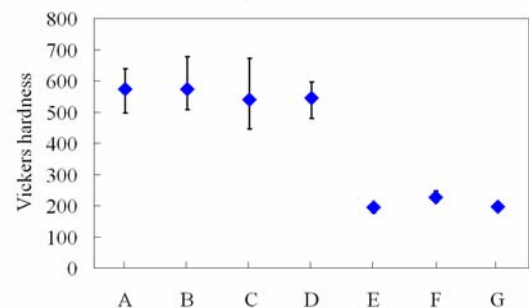


図 2. 各試験片の表面からの深さ 10  $\mu\text{m}$  での硬度

# 介護用四輪自在移動ロボットの自律制御

松本 卓<sup>1</sup>, 湯川 俊浩<sup>1</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学科 生体知能工学講座

**1. はじめに** 病院や介護施設において、運搬や巡視をするロボットの自律移動方法を検討する。ロボットは狭所での移動に適した全方向移動機構をもつ<sup>(1)</sup>。病室や廊下で、直進/横移動/旋回/スピランターンが可能である。本研究では、建物内の誘導ラインを利用した誘導方法と、誘導ラインを用いずに壁と床のエッジ、および分岐位置でランドマーク（目印）を抽出する誘導方法の二つを提案する。

**2. 誘導ラインを利用した誘導方法** 誘導経路の地図情報を区画毎に分け、セル地図で管理すると共に、ロボットに搭載されたエンコーダを用いて、車輪の回転角から移動距離を理解し、カメラより得られた画像を処理して誘導ラインの線種を認識する（図1）。これにより、エンコーダから得られる距離情報と実走行距離の誤差が生じて、過去に通ってきたセル番号とセルパラメータ（(i) 線種（直進, L字, 十字路）, (ii) 進行方向, (iii) ターン方法）を理解しておけば、セル地図パターンとのマッチングにより、現在どのセル内にロボットが存在するかを判断できる。実走行距離と理論値との距離誤差が蓄積する問題は、あるセルから隣のセルに移った時点でリセットされる。テストコース（図2）をセル地図化したものが図3である。

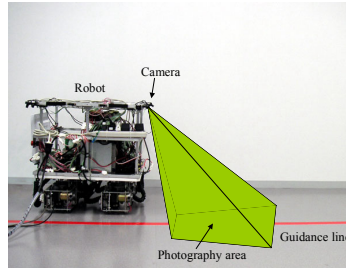


図1

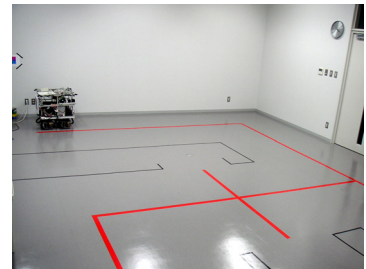
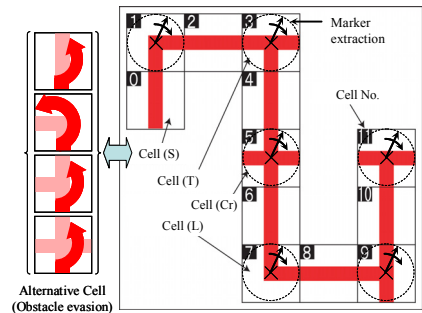


図2



## 3. 壁と床とのエッジを認識

**した誘導方法** 誘導ラインを用いず、壁と床との境界エッジの認識に基づく移動方法として、進行方向に対して横側のカメラを用いて壁面と床面とのエッジを撮影し、その原画像を処理して得られた画像データを図4に示す。この画像は、進行方向に向かって前側のカメラを用いた場合の画像データ（図5）と比較して、エッジの情報のみが抽出されるために認識精度が向上する。本方法であるエッジを抽出する場合には、ラインを抽出する場合とは異なり、線種状況を判断できないため、新たに設置したランドマーク情報を追加して現在位置のセル番号を判断する必要がある。

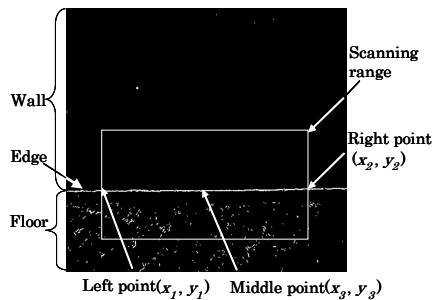


図4

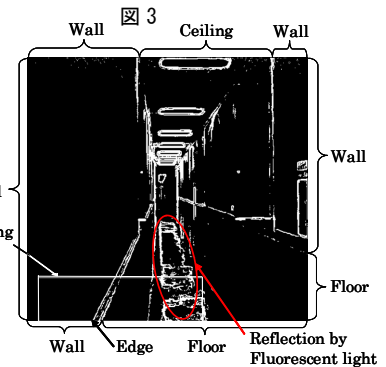


図5

この画像は、進行方向に向かって前側のカメラを用いた場合の画像データ（図5）と比較して、エッジの情報のみが抽出されるために認識精度が向上する。本方法であるエッジを抽出する場合には、ラインを抽出する場合とは異なり、線種状況を判断できないため、新たに設置したランドマーク情報を追加して現在位置のセル番号を判断する必要がある。

**4. おわりに** 介護用四輪自在移動ロボットの自律制御について、誘導ラインを用いた場合と、誘導ラインを用いずに壁と床とのエッジを認識する方法について検討した。

## 参考文献

(1) 松本卓・ほか2名, 視覚情報を用いた介護福祉用移動ロボットのナビゲーションシステムの開発, 日本機械学会東北支部 第41期総会・講演会講演論文集 No. 2006-1, (2006), pp. 165-166.

# フラックス処理による金属ガラスの軟磁気特性の向上効果

尾藤 輝夫, 柴田 大樹

機械知能システム学科 材料構造工学講座 材料創製・加工グループ

**概要** 周期的な結晶構造を持たない金属ガラスは、結晶磁気異方性が存在しないため、優れた軟磁気特性を示す。しかし Fe 基金属ガラスはガラス形成能が低く、厚板などのバルク材の作製が困難であり、用途が限定されてきた。

一般に液体が凝固する際は、ルツボ壁や液相中に含まれる非金属介在物を種にして結晶相が成長する(不均質核生成)。Fe 基金属ガラスは不均質核生成が起きやすく、それがガラス形成能を低下させていると考えられる。そこで我々は、低融点酸化物である  $B_2O_3$  などのフラックス中で合金試料の融解・凝固を繰り返し、試料中に含まれる非金属介在物を取り除くことを検討し、それによりガラス形成が向上することを見出した。<sup>1)</sup> しかし、フラックス処理が軟磁気特性に与える影響は明らかではない。そこで本研究では、フラックス処理が金属ガラスの軟磁気特性に与える影響について調査した。

アーク溶解法で作製した  $[(Fe_{0.5}Co_{0.5})_{0.75}B_{0.20}Si_{0.05}]_{96}Nb_4$  母合金を脱水したフラックス( $B_2O_3$ )と共に石英管に入れ、Ar 雰囲気中で 5 回程度融解・凝固を繰り返した後、銅鑄型に鑄造してリング試料(外径 10 mm, 内径 6 mm, 厚さ 1 mm)を作製した。試料に無磁場真空中で熱処理を施し、比透磁率をインピーダンスアナライザーで、磁化曲線を直流  $B-H$  ループトレーサーで測定した。また試料の構造を、X 線回折により調べた。

Fig. 1 に、熱処理による保磁力( $H_c$ )と比透磁率の実数成分( $\mu'_r$ )の変化(●, ■, ▲)を示す。比較のために、フラックス処理を行わずに鑄造した試料の結果(○, □, △)も示す。Fig. 1 より、フラックス処理を行った試料の方が明らかに優れた軟磁気特性(低い  $H_c$  と高い  $\mu'_r$ )を示すことが分かる。軟磁気特性の向上の理由は現在調査中であるが、一つの可能性として、 $B_2O_3$  フラックス処理により磁壁の移動を妨げる非金属介在物を取り除かれた事が考えられる。

本研究により、 $B_2O_3$  フラックス処理によりガラス形成能が向上するだけでなく、軟磁気特性も向上することが明らかになった。本研究ではガラス形成能の大きな Fe-Co-B-Si-Nb 合金を用いたが、ガラス形成能が低く厚板の作製が困難な高 Fe 濃度合金にフラックス処理を適用することにより、磁気デバイスの鉄芯材料として理想的な(高飽和磁束密度と優れた軟磁気特性を両立した)金属ガラス厚板の実現が期待できる。

1) T. Bitoh, A. Makino, A. Inoue and A. L. Greer, Appl. Phys. Lett. **88**, 182510 (2006).

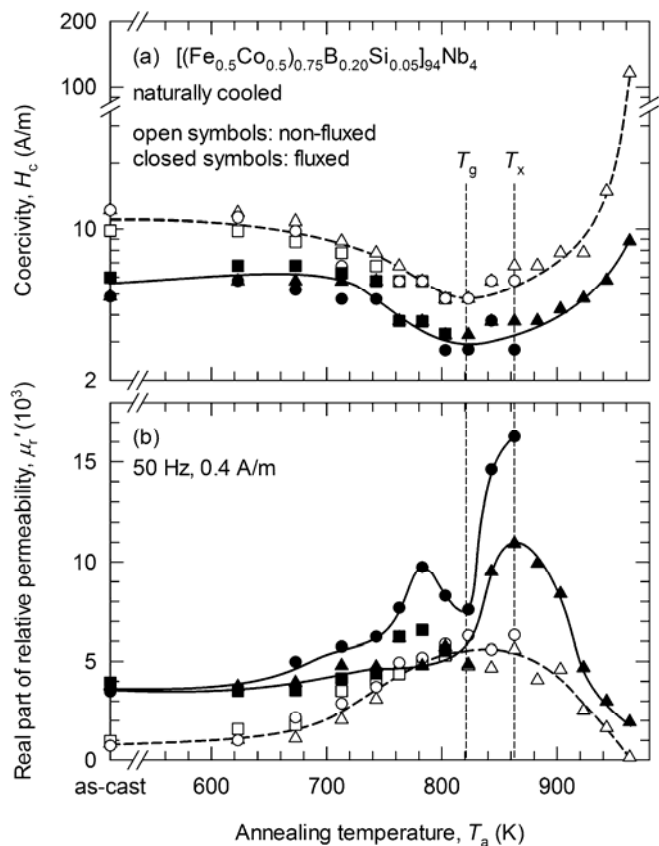


Fig. 1. (a)保磁力( $H_c$ )と比透磁率( $\mu'_r$ )の熱処理温度( $T_a$ )依存性。 $T_g$ ,  $T_x$ はそれぞれガラス転移温度、結晶化温度を示す。

# 有限弾性体中のき裂に生じるき裂波に関する検討

伊藤 伸<sup>1</sup>, 林 一夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学科 材料構造工学講座

<sup>2</sup>東北大学 流体科学研究所

**概要** 地熱発電を行う上で、地熱地帯における熱水や蒸気で満たされた地下き裂について、どのようなき裂がどのように分布しているかを知ることは、地下空間において熱水や蒸気がどのように分布しどのように移動するか知る上で重要である。そこで著者らは、き裂を伝播する波（き裂波）を利用することにより、き裂の開口幅や大きさなどを推定する方法を提案した。たとえば、岩手県東八幡平の実験フィールドに存在する地下き裂を対象とし、円板状き裂に生じるき裂波を想定し推定した結果、き裂開口幅は約 0.3mm から約 0.5mm の範囲であると推定された。一方、同フィールドにおける循環試験により推定された結果は、き裂開口幅は約 0.1mm から約 0.2mm となっており、き裂波を用いて推定した結果と異なっている。これら推定結果の違いの原因を明らかにするため、室内において実験を行う必要が生じる。しかしながら、地下空間（無限空間）中のき裂を有限の大きさの試験片中に存在するき裂で再現するため、き裂に生じる振動は試験片の境界の存在に影響される。

そこで本研究では、図 1 に示すような有限の大きさの試験片中に存在するき裂に生じるき裂波が、地下空間（無限弾性体）中のき裂に生じるき裂波とどのように異なるか検討した。

数値解析は、き裂内部は流体で満たされており、き裂上下面は接触していない場合について行う。また、き裂内流体との連成運動が生じるようなき裂の開口モードの振動、つまり、き裂上下面が対称に振動する場合を取り扱う。数値計算法としては、無限弾性体中のき裂の場合は選点法を用いた境界要素法を用いる。有限の大きさの弾性体の場合は一定要素を用いた境界要素法を用いる。有限の大きさの弾性体（試験片）については、室内で簡便に実験できるような大きさを想定して、高さ  $2H_0=0.3\text{m}$ 、幅  $2W_0=0.3\text{m}$  とした。き裂の大きさは  $2a=0.2\text{m}$  とした。この試験片の大きさとき裂の大きさを基準とした数値計算を行う。計算に用いた物性値は、弾性体については花崗岩の物性値を、き裂内流体については水の物性値を用いた。

図 2 に、き裂波の 2 次振動モードの固有角振動数  $\Omega_2$  について、基準の大きさから大きくした場合に固有角振動数がどのように変化するか示す。この結果は、図 1 において BC, EF 間を変位固定とした場合であり、き裂開口幅は 1mm と設定している。高さ  $H$  と幅  $W$  により、固有角振動数が変化していることがわかる。また、 $H/a$  と  $W/a$  の値が共に 2.5 以上であれば、ほぼ無限弾性体中の場合と同じ固有角振動数の値を持つことがわかる。

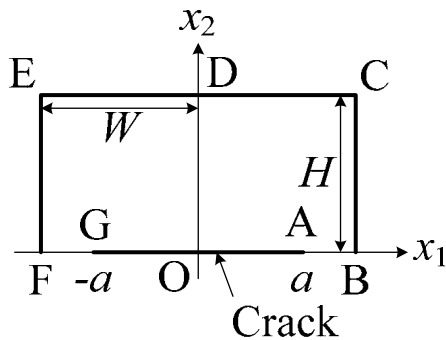


図 1. 想定した試験片

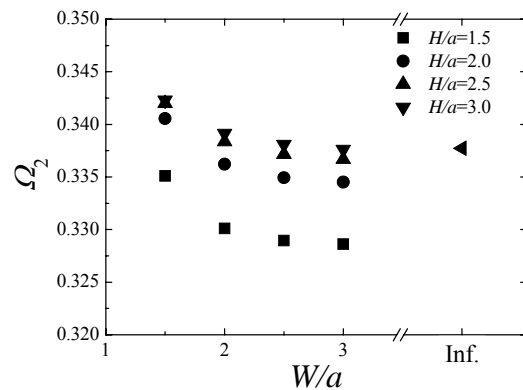


図 2. 試験片の大きさの変化によるき裂波の 2 次振動モードの固有角振動数  $\Omega_2$  の変化

# 大動脈弁位置設置型血液ポンプによる心拍出補助時の左室内血流

矢野 哲也<sup>1</sup>, 須藤 誠一<sup>1</sup>, 三田村 好矩<sup>2</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学科 熱・流体力学講座

<sup>2</sup>北海道大学大学院 情報科学研究科

**概要** 疾患を抱えた心臓を残し、その機能を補助するタイプの人工心臓（補助人工心臓 VAD）が開発され、臨床で使用されている。自己の心臓を残しているため、VAD による循環補助下での内科的治療により心機能回復が進めば、VAD 離脱という選択肢がある。現在使用されている補助人工心臓の多くは、左室心尖部より脱血し、大動脈へ送血する方式であるのに対し、本研究で対象とする VALVO Pump は大動脈弁位置に設置される血液ポンプである。前者は循環系に並列にポンプを配置するのに対し、後者の VALVO Pump は直列に配置され、この点において非常に特殊な血液ポンプであるといえる。血液ポンプの設計においては、水力学的な検討と同時に血液適合性について検討する必要がある。特に連続流ポンプの場合には、インペラ周辺の高せん断速度領域において生じる血球損傷（溶血）と血流鬱滞領域における血栓形成が問題となる。我々はポンプ中で生じる溶血に注目し、これを数値流体解析（CFD 解析）の結果をもとに見積もる手法について検討してきたが、解析領域をポンプ入口から出口に限定していた。実際の補助人工心臓ポンプとしての使用を考えると、上流側の心室の拍動の影響を考慮することが望ましい。本研究では、拍出補助時の心室内血流についての検討および拍出補助効果についての検討のために、ポンプ上流の心室部を解析領域に含め、その心室壁運動による心拍動中に連続流ポンプを駆動する条件での心室内血流解析を行った。

左室駆出率を 30%として CFD 解析を行った結果、インペラによって生成された旋回逆流が心室内部へと流入することが確認された。逆流侵入長は拍動周期内で変化するが、収縮後期を除き、心室モデルの底部付近まで達した。心室入口（僧帽弁）に近接する大動脈弁位置に連続流血液ポンプを設置し心拍出を補助するとき、心疾患により駆出率が低下し、心室壁の移動が微小な場合には、心尖部付近において血栓形成につながる血流鬱滞領域が形成されることが危惧されるが、本ポンプでは心室側への逆流により流速が極端に低くなるのを防ぐ効果があると考えられる。

旋回逆流は設計流量より低い流量域でポンプを駆動したときに生じ、ポンプ効率を低下させるため、一般的なポンプ設計においては旋回逆流を低減するように設計される。しかしながら、本研究の結果、大動脈弁位置設置型血液ポンプによる心拍出補助時には旋回逆流が有利に作用することが示唆され、血液ポンプの設計において考慮されるべき点となると考えられる。

# 磁気熱風の流出方向の逆転現象

日向野 三雄<sup>1</sup>, 赤松 正人<sup>2</sup>, 二村 宗男<sup>1</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学科 熱・流体工学講座 磁気熱流体研究グループ,

<sup>2</sup>山形大学 工学部

## 概要

超伝導磁石のボア内に設置した加熱鉛直円管に勾配磁場を印加すると、温度による空気の磁化率変化によって磁気熱風が誘起される。しかしこの種の研究はまだ歴史が浅く、詳細な研究がなされていない。磁気熱風の工学的利用を模索するためには、その流動特性や伝熱特性を詳細に解明することが必要不可欠である。そこで本研究は、鉛直加熱円管からの磁気熱風の特性について、解析モデルを用いて数値シミュレーションを行った。

## 解析モデル

図1に示すように、超伝導磁石ボアを想定した等温冷却外円管の内部空間には、図中に破線で表す勾配磁場がある。そこに鉛直設置された内円管の中央部を等温加熱する。この加熱部上端と最大磁場の位置とを一致させた時に生じる空気の定常流れおよび温度場について、印加磁場の強さを変えて求めた。但し磁場のない自然対流の Rayleigh 数は  $Ra=10,000$  である。

## 解析結果

印加磁場の強さ  $\gamma = 320, 1000$  の温度分布をそれぞれ、図2(a), (b)に示す。磁場が小さいときは(a)のように上向きの流れであるが、磁場の増加に伴って上昇速度は低下し、(b)のように下向きの流れに変化する。磁場強さの変化による円管上端の磁気熱風の最大速度を図3に示す。 $\gamma = 325$  付近で磁気熱風の方向が逆転することがわかった。

以上のように、磁場の強さ  $\gamma$  を調節することによって磁気熱風の方向制御が可能になる。

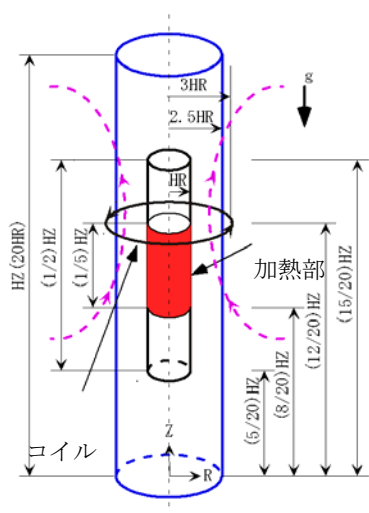


図1. 解析モデル

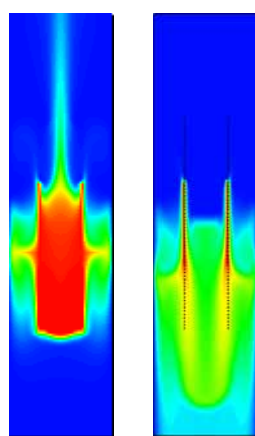


図2. 磁気熱風の温度分布  
(a)  $\gamma = 320$ , (b)  $\gamma = 1000$

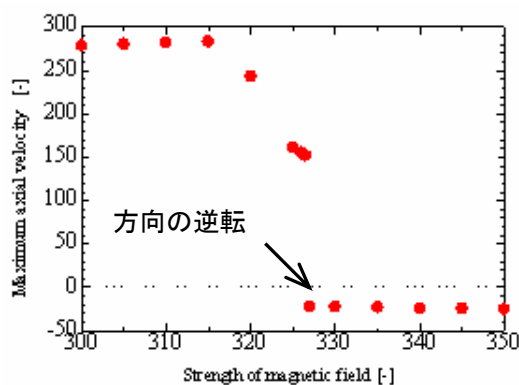


図3. 磁場の違いによる軸方向最大速度の変化



# 非共沸混合磁性流体の強制対流沸騰熱輸送特性

須知 成光<sup>1</sup>, 山口 博司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学科 熱・流体工学講座

<sup>2</sup>同志社大学 工学部

**概要** 温度変化による磁化の変化を利用することで、温度勾配のある系において磁性流体に駆動力を生じることが知られている。通常、この効果はそれほど大きくなく実用には向かないが、通常の磁性流体よりも大きい種類の磁性流体（感温性磁性流体）を利用することで、この効果を増大するとともに、磁性流体中に非磁性の気相を混入することで、磁場印加時に気相の排除効果に基づく気泡ポンプ効果を加えることで、実用的な駆動力を得ることが可能となると考えられる。このような系を実現するための1つの方法として、本研究では、磁性流体に母液よりも低沸点の溶液を混合することにより、磁性流体の変質を防ぎながら加熱による沸騰二相流を実現した。さらにこの流体を利用した駆動装置が不要な自己循環可能な熱輸送装置の構築を目指し、試験的に循環ループ系の熱輸送装置を構築した。本研究においては、その加熱部における感温性磁性流体の熱輸送特性に関しての測定を行い、磁場の印加による熱輸送能力の変化について調べた。

## 実験内容および結果

実験装置は、内径 10mm、経路長さ約 5m の銅製円管からなるループ構造である。装置図を図 1 に示す。経路中に、加熱部、磁場印加部、冷却部、駆動部、および測定部が設けられている。流体はポンプにより駆動され、加熱部（テストセクション部）において、鉛直円管の下方から上方に流れる垂直上昇流となる。磁場は加熱部と同心のソレノイドコイルにより軸対称磁場を印加した。本研究において流体はケロシンベースの感温性磁性流体 TS-50K（タイホー工業製）に n-ヘキサンを 20wt%混合したものである。実験においては、所定のレイノルズ数になるように流量を調整した後に加熱部ヒーターに通電し、加熱部の内壁面温度が所定の温度になるように調整し、温度および流量が安定した時点で加熱部壁面からの熱流束を測定した。

代表的な実験結果を図 2 に示す。図の横軸は磁場の強さを表す磁気圧数  $R_p$ 、縦軸は加熱部内壁面における平均ヌセルト数  $Nu$  である。また、加熱部入口の流体温度と加熱部壁面温度の差  $\Delta T=50K$  である。図より、管流れのレイノルズ数  $Re=100$  の場合は磁場の印加による影響はほとんど見られないが、 $Re=200$  および  $300$  の場合には磁場の印加によってヌセルト数が大きく向上することがわかる。このような変化は、主として磁場の印加によって管内に生じる局所循環流によるものであることが数値解析の結果より予想されている。一方、 $Re=300$  の場合、磁気圧数が 2500 になるとヌセルト数は逆に減少傾向となったが、これについてはまだ原因がよくわかっていないため、さらに研究を進める必要がある。

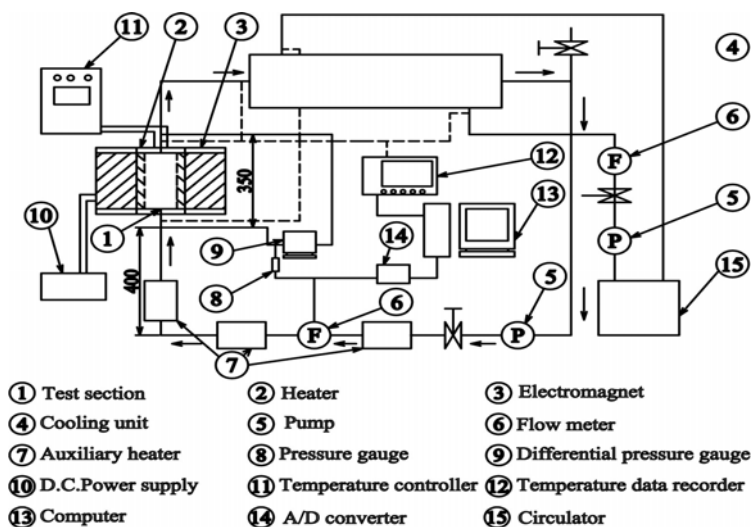


図 1 実験装置

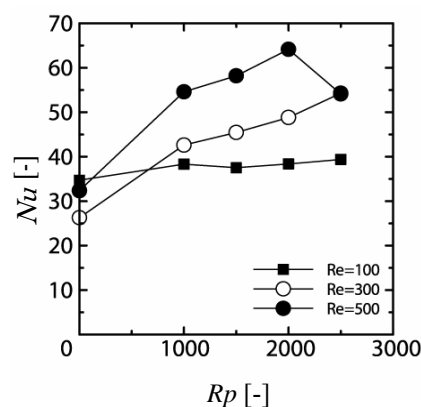


図 2 実験結果 ( $\Delta T=50K$ )

### 第3 高調波電圧誘導法を用いた超伝導線材の性能評価の解析

二村 宗男<sup>1</sup>, 小田部 荘司<sup>2</sup>, 小西 哉<sup>3</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学科 熱・流体工学講座,

<sup>2</sup>九州工業大学 情報工学部, <sup>3</sup>信州大学 繊維学部

#### 目的

超伝導体の「電気抵抗ゼロ」という特徴を活かして、損失ゼロの送電線や強力な電磁石、電力貯蔵装置などが研究・開発されている。この超伝導線材の材料としては現在、希土類系酸化物超伝導体を用いた薄膜線材の研究が盛んである。

超伝導薄膜線材の重要な評価パラメータである臨界電流密度  $J_c$  を容易に測定する方法として、交流磁場を用いた第3高調波電圧誘導法がある。しかしながらこの測定法で求めた臨界電流密度  $J_c$  の値は、他の測定法によって求めた値に比べて過大評価されることがわかっている。 $J_c$  過大評価の原因として、ピン内における磁束線の可逆運動の影響が考えられている。

本研究では、第3高調波電圧誘導法による  $J_c$  測定を更に精確なものにするため、ピン止め磁束線の可逆運動が第3高調波電圧誘導法に及ぼす影響を調べるための解析モデルを構築し、超伝導薄膜内における磁束分布を求めた。

#### 概要

磁束線可逆運動を考慮した解析として従来はSimplified Campbellモデルが用いられてきた。しかしこのモデルでは過大評価の測定値と理論値に大きな相違があり、過大評価の十分な解明に至らなかった。

本研究では、これまで計算が難解として行われていなかったOriginal Campbellモデルに対応する磁束分布の計算を行うことができるモデルを構築し、これを用いて解析を行った。このモデルのピン止め強さを様々な関数にすることで磁束線可逆運動の様子を設定することが可能になった。

これによって、従来の計算結果よりも実際の過大評価の傾向をよく表す結果が得られた。現在はさらに精度を上げるためにModified Campbellモデルの構築と解析に向けて研究を行っている。

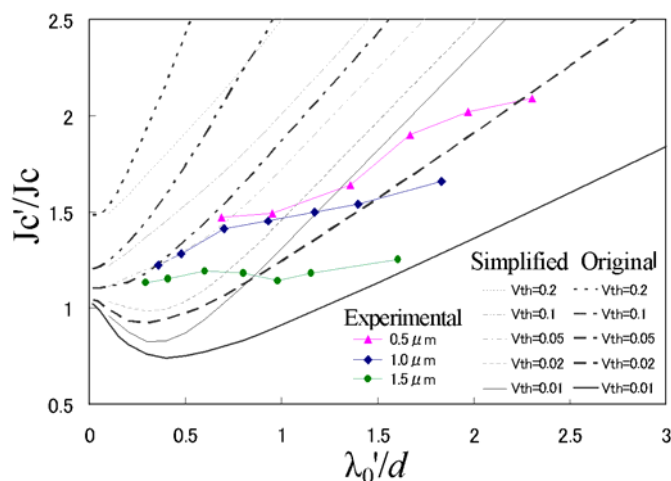


Fig.1  $\lambda_0/d$  dependence of excess estimation of critical current density  $J_c$ .

# 強磁性ナノ粒子からなる単層膜のマイクロ構造 に対する垂直外部磁場の影響

## —擬2次元モンテカルロ・シミュレーションを用いた解析—

青島 政之<sup>1</sup>, 佐藤 明<sup>1</sup>, Roy W. Chantrell<sup>2</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学科 熱・流体工学講座

<sup>2</sup>Department of Physics, York University

### 緒言

強磁性ナノ粒子からなる2次元単層膜は、高密度磁気記録材料[1]やスピントロニクスに関連したナノグラニューラ磁性薄膜材料[2]としての応用が期待できる。単層膜の高機能化のためには、強磁性ナノ粒子の規則配列化・高配向化を行うとともに、そのマイクロ構造と磁化等のマクロな性質との関係を解明する必要がある。本研究では、強磁性球状粒子からなる単層膜のマイクロ構造に対する垂直外部磁場と面積分率の影響を中心に、モンテカルロ・シミュレーションによる解析を行う。

### モンテカルロ・シミュレーション

本研究では、温度  $T$ 、粒子数  $N = 400$  の擬2次元の単分散系を対象とする。粒子モデルとして、粒子中心に磁気モーメント  $m$  を有し、粒子直径  $d$  に対して15%の厚みを持つ界面活性剤層で被覆された球状粒子を取り扱う。粒子固体部のみを考慮した面積分率を  $\phi_a$  で表す。このとき粒子間相互作用の大きさを表すパラメータ  $\lambda = \mu_0 m^2 / 4\pi d^3 kT$  は  $\lambda = 8$  とした。ただし  $k$  はボルツマン定数、 $\mu_0$  は真空の透磁率である。系には周期境界条件を適用し、一様磁場を膜面に対して垂直方向に印加した。磁場の大きさを表すパラメータ  $\xi = mH/kT$  は0から50まで変化させた。ここで、 $H$  は磁場の強さである。粒子の配向状態とマイクロ構造はそれぞれ配向分布関数および動径分布関数を用いて解析を行った。

### 結果と考察

面積分率  $\phi_a$  が0.2の場合、磁場が作用しないと鎖状構造(Fig. 1a)が出現するが、磁場が増加すると粒子は磁場方向に配向するので、鎖状構造の形成が妨げられ、孤立粒子構造が出現する(Fig. 1b)。  $\phi_a = 0.3$  の場合、密度の増加が粒子間の磁気的引力相互作用の寄与を増大するため鎖状構造は外部磁場に対して安定化する。高密度である  $\phi_a = 0.48$  の場合、異方性のある磁気的引力相互作用が支配的であるため系は短距離秩序構造を示す(Fig. 2a)。ところが非常に強い外部磁場が作用すると、粒子間の磁気的相互作用は等方的な斥力に変化すると同時に、界面活性剤層による短距離斥力相互作用の寄与が支配的となる。その結果、長距離秩序を持つ六方最密充填構造(Fig. 2b)が出現する。

### 参考文献

- [1] S. Sun, C.B. Murray, D. Weller, L. Folks, and A. Moser, *Science*, **287**, 1989 (2000)
- [2] N. Kobayashi, S. Ohnuma, T. Masumoto, and H. Fujimori, *J. Appl. Phys.*, **90**, 4159 (2001)

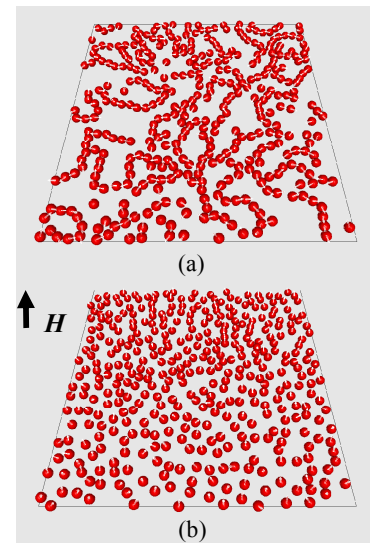


Fig. 1 Microstructures of the monolayer composed of ferromagnetic particles for  $\lambda = 8$ ,  $\phi_a = 0.2$ : (a)  $\xi = 0$ ; (b)  $\xi = 20$ .

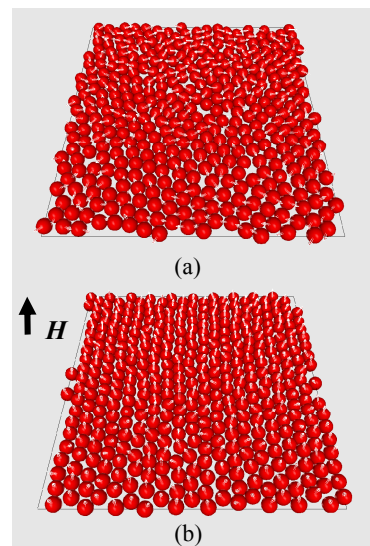


Fig. 2 Microstructures of the monolayer composed of ferromagnetic particles for  $\lambda = 8$ ,  $\phi_a = 0.48$ : (a)  $\xi = 0$ ; (b)  $\xi = 50$ .

# 障害者コミュニケーション学習支援ロボット

蓮田 裕子<sup>1</sup>, 雨宮 龍一<sup>2</sup>, 岡野 秀晴<sup>2</sup>, 石川 洵<sup>3</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学専攻 生体知能工学講座

<sup>2</sup>機械知能システム学科 生体知能工学講座

<sup>3</sup>石川光学造形研究所

**概要** 近年、障害者の自立支援に関心が高まっている。障害を持つ子どもでも、ほぼ 100%就学しており、積極的に社会進出を支援する教育を行っている。しかし、多くの障害者は自立した生活が困難であるのが現状である。そこで、自立した生活に最も重要であるコミュニケーションの学習支援をするロボットを提案した。本研究では、音声、口話、絵文字等を用いて、目が見えない、耳が聞こえない、話せない等の障害を持つ人に対応した学習支援を特徴とする。今回は、システムの概念を検討した。また、光学的に顔表情を表す方式の顔を試作し、口話実験を行った。

## 1. システムの概念

コミュニケーションの学習支援において、Fig.1 のようなシステムの構築を目指している。個人の障害や特徴を記録し、各人に応じてコミュニケーション方法を定める。会話やゲームを通して学習させ、その到達度を記録し分析する。この分析結果をコミュニケーション方法に反映させる。また、施設等でロボットを用いる場合、巡回監視も可能で生活状況を映像と音声で記録する。

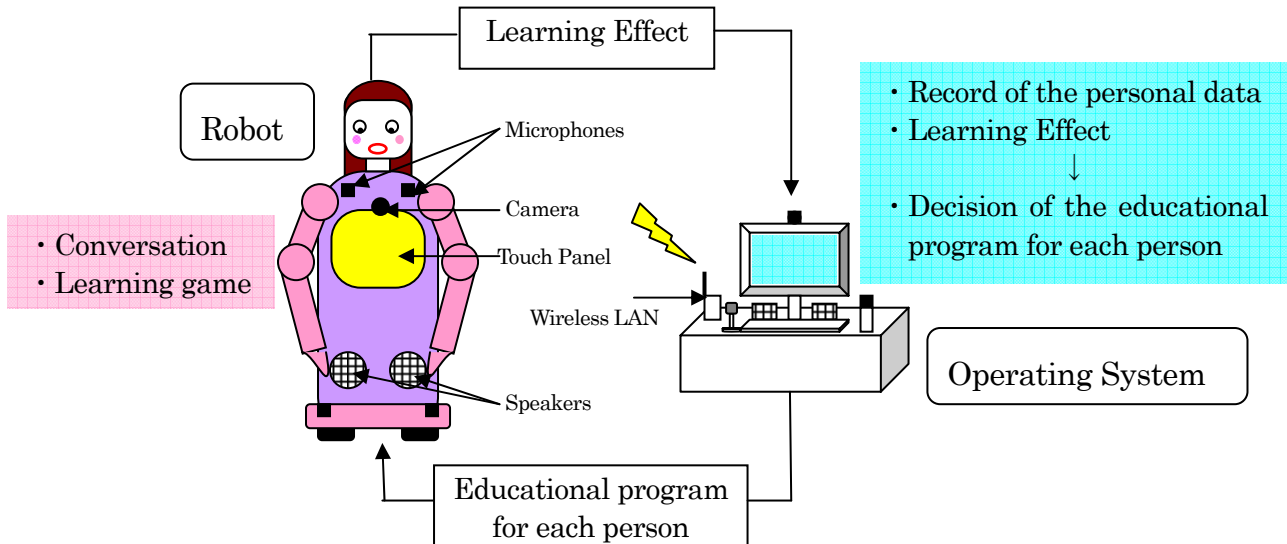


Fig.1 The concept of the robot system

## 2. 光学的に顔表情を表す方式の顔の試作と口話実験

光学的に顔表情を表す方式の顔の試作品を Fig.2 に示す。ロボットで口話学習は可能かを確かめるために、口話訓練を受けた聴覚障害者を対象に口話による言葉の認識実験を行った。認識率は8割を超えた。口話訓練を受けていない健常者の認識率は約6割であることから、このロボットにおいても、訓練の成果を確認することができる。



Fig.2 Structure of Chatty

## 3. まとめ

今回、ロボットのシステムの概念を検討した。また、光学的に顔表情を表す方式の顔を試作し、口話学習に利用可能であることがわかった。

# リンク機構を用いた無段変速機 L-CVT の開発

湯川 俊浩<sup>1</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学科 生体知能工学講座

**1. はじめに** 自動車のトランスミッションは、エンジン動力による回転力に対して、車輪に伝える力、トルク、回転速度を調整するための機構である。トランスミッションは、マニュアル (MT)、オートマチック (AT)、無段変速機 (CVT) に大別できる。そして本研究では、無段変速機について考える。CVT とは連続可変トランスミッション (Continuously Variable Transmission) のことであるが、基本的には、二枚の円錐板を直角に組み合わせた摩擦車から構成され、二枚の板の間にベルトを用いて駆動させるベルト式 CVT (図 1) や、ローラを強い圧縮力で挟み込んだトロイダル CVT がある。これらの CVT は精密加工を要し、摩擦伝動であるため力の伝達効率が劣り、騒音が生じたり耐久性に欠ける面があった。そこで本研究では、新たな構造の CVT を提案する。具体的には、四節回転機構であるリンク機構<sup>(1)</sup>を用いたトランスミッション (L-CVT) を提案する。

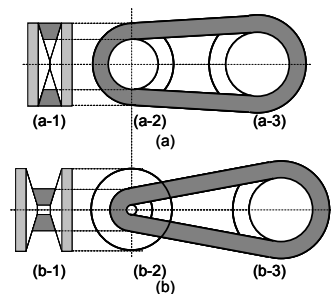


図 1

## 2. L-CVT の原理 四節回転機構であるリンク機構を用いた無段減速機

(L-CVT) の基本構造を図 2 に示す。リンク 0-0' は固定である。入力軸 0' の関節 M が回転すると関節 P は揺動する。この機構を応用して、今回提案する L-CVT の概略を図 3 に示す。二つの四節回転機構  $abcd$ ,  $a'b'c'd'$  は同じである。入力軸である回転軸 0' と 0'' は連動しており、同軸でもよい。関節 M (N) が (等速) 回転すると、関節 P (R) は揺動する。直動機構  $b, b'$  の伸縮によって、リンク  $c, c'$  の角度  $\phi, \phi'$  ( $\phi = \phi'$ ) の変化量を時間的に三角波状にできる。 $b, b'$  を伸縮させるための他の方法として、図 4 に示すように、PM 間に一つのリンクを追加して関節 S (T) を回転させる方法や、カムを追加する方法がある。これらにより、P, R の揺動は、半周期毎が等角速度運動となる。P, R の揺動による力を一方向だけに伝動させるため、歯止め (ラチェット) 機構を要する。連動しているリンク  $a$  とリンク  $a'$  の位相をずらして、P, R の揺動を半周期分遅らすか、もしくはリンク  $a$  とリンク  $a'$  の回転方向を逆にするにより、部材 Q を等速回転させることができる。そして、互いに逆方向に作動するラチェットを二つ用いることにより、回転方向の正転、逆転を切り替えることができる。よって本方式は、直動機構をもつリンク  $a, a'$  の伸縮によって、回転角速度  $d\theta/dt (= d\theta'/dt)$  とリンク  $c, c'$  の角速度  $d\phi/dt (= d\phi'/dt)$  の関係を調整できる減速機構となる。この方式は、直動モータを用いたときは、エネルギーを必要とするが、カムを用いれば他の動力源は必要なくなる。従来の方式のような摩擦伝動ではないので、騒音がなく、耐久性があり、伝達効率が高くなる。

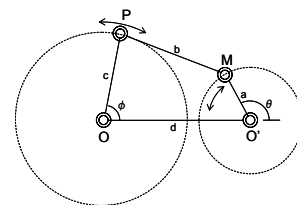


図 2

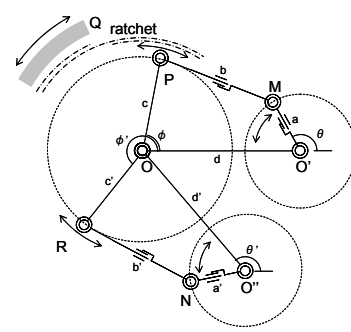


図 3

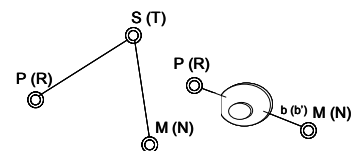


図 4

**3. おわりに** 本研究では、新たに、四節回転機構であるリンク機構を用いた無段減速機 (L-CVT) を提案した。

## 参考文献

- (1) J. Ingvast et al., The PVT, an Elastic Conservative Transmission, *The Int. J. of Robotics Research*, Vol. 25, No. 10, (2006), pp. 1013-1032.

# バイオエタノール製造用機械的粉碎技術の研究開発

小林淳一<sup>1</sup>, 高橋武彦<sup>1</sup>, 伊藤新<sup>1</sup>, 遠田幸生<sup>2</sup>

<sup>1</sup>機械知能システム学科 生体知能工学講座

<sup>2</sup>秋田県産業技術総合研究センター

**概要** 我が国が、京都議定書で約束した温室効果ガスの排出量を 1990 年比で 6%削減するという目標を達成する取り組み中で、自動車燃料 E3 が注目されている。そのため間伐材等木質系バイオマスを効率よくエタノールに変換することが極めて重要である。現在、そのエタノール製造プロセスでは濃硫酸によるセルロースの加水分解が行われているが、環境に優しく変換効率の高い酵素による加水分解の開発が期待されている。

本研究では、木質系バイオマスのセルロースを酵素で効率良く加水分解するためには微細粉末にするのと同時に高衝撃力の付加が必要であるとの結果を得ており、この実現のために、酵素加水分解率が 90%以上となる粉末を 1 時間以内の粉碎処理で得られる歯車型ロッド粉碎媒体を利用した振動ミル試験装置を開発している。

図 1 に粉碎容器を大口径化・長尺化して粉碎機の大容量化を進めている歯車型粉碎媒体利用振動ミル試験装置を示す。口径  $\Phi 142\text{mm}$  の粉碎機を用いて杉材粉末 200g を粉碎処理して得られた粉末の平均粒径並びに対ホロセルロース糖化率と粉碎処理時間の関係 (図 2、図 3 参照) より、粉碎処理時間 120min で、振動数 1200cpm 以上となることで平均粒径が  $20\mu\text{m}$  に達し、対ホロセルロース糖化率が 90%程度になった。また、含水率と結晶化度の関係 (図 4 参照) では、砕処理時間に応じて結晶化度を下げると糖化率が上がる関係を得た。

一方、酵素加水分解後の残渣は、平均粒径  $30\mu\text{m}$  程度のリグニンを主成分としており、脱水処理後に直接または間接加熱ガス化炉による熱エネルギー利用に有望である。

本研究は、NEDO からの研究委託を受けて研究している。関係各位に謝意を表す。



図 1 歯車型粉碎媒体利用振動ミル試験装置

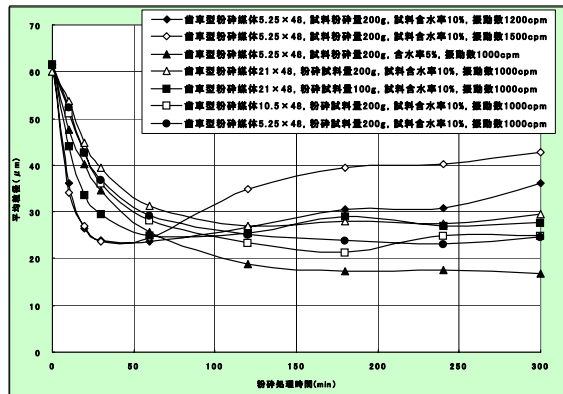


図 2 平均粒径の粉碎特性

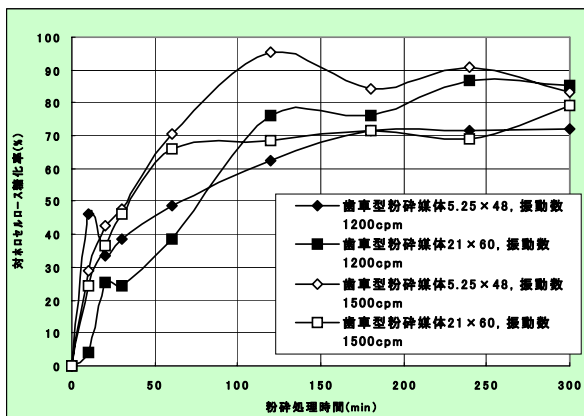


図 3 糖化率の粉碎特性

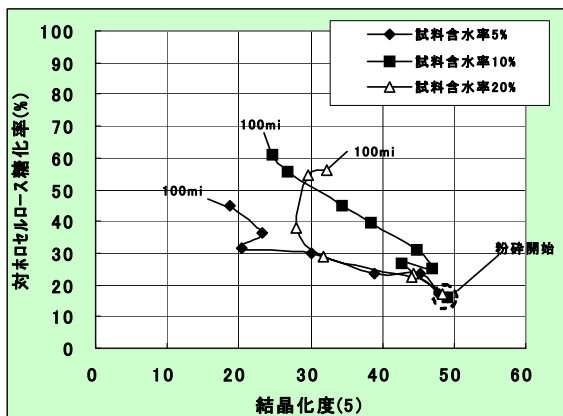


図 4 結晶化度と糖化率特性

# 内視鏡先端装着型3次元力センサの開発

高梨 宏之<sup>1</sup>, 齋藤 直樹<sup>1</sup>, 嵯峨 宣彦<sup>1</sup>, 長南 征二<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 機械知能システム学科 生体知能工学講座

**概要** 本研究では, 内視鏡装着型3次元力センサについて述べる。近年, 患者の経済的・精神的負担を軽減したり, 術後患者のQOL (Quality of Life) を向上させるなどの利点をもつ低侵襲治療が注目を集めている。このような手術の代表的器具に内視鏡やカテーテルがある。ところが, これらの細管状の器具を湾曲した臓器内に挿入することで臓器内壁を傷つけたり破損させたりすることがあり, 医療事故に繋がるケースもある。これらを回避するためには, 器具挿入時における先端部の力および姿勢情報を検出することが必要である。本稿では, 円筒材料側面に3枚のひずみゲージを120°間隔で貼り付けた力センサを試作し, その検証実験を行ったので報告する。

## 実験および主要結果

内視鏡先端部分における対象物との接触角度および接触力を計測するため, プラスチック製円筒材料の側面に3枚のひずみゲージを貼り付けたセンサを試作した。試作したセンサと上皿天びんを用い, 任意の接触状態でセンサ先端部に荷重をかける実験を行った。

3枚のひずみゲージから得られた測定値を図1に示す。また, それぞれの測定値を正弦波で近似した曲線もあわせて示す。近似曲線より, 3つの出力信号は互いに120°の位相差をもつことがわかる。また, ひずみゲージの出力振幅が接触力および接触角度に比例すること, 平均出力が接触力に比例することを実験により確認した。

以上の結果に基づき, 近似曲線から接触力と接触角度の推定を行った。ここでは, 3種類の円筒形材料を用いて同様の実験と推定を行った。推定結果と実験条件の誤差を表1に示す。推定結果より, 中心軸周りの角度 $\theta$ は非常に精度良く推定できているといえる。また, 接触角度 $\phi$ および接触力 $p$ も約10%程度の誤差で推定できている。

実用上重要な推定値は接触力および接触角 $\phi$ であり, 今後はこれらの推定精度向上が課題である。

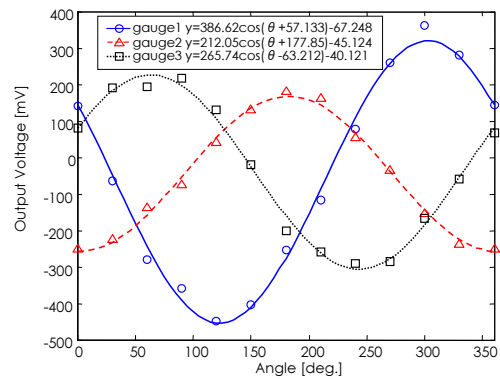


図1: 測定結果の一例

(荷重:  $p = 0.49$  N, 接触角:  $\phi = 45^\circ$ )

表1: 異なるセンサ材料での推定誤差

Material	Fluorine	UHMW-PE	PEEK
Angle $\theta$ [deg.]	4.07	3.58	3.34
Percentage [%]	1.13	0.96	0.93
Angle $\phi$ [deg.]	5.69	4.00	4.22
Percentage [%]	10.8	7.95	8.15
Load $p$ [N]	0.08	0.06	0.07
Percentage [%]	11.2	8.97	8.48

## ポスター発表 13:50~15:50 (学部棟 II 2 階吹き抜け)

※13:50~14:50 は奇数番号が、14:50~15:50 は偶数番号が発表を行います。

### 電子情報システム学科

EIS-1	表面磁石形バーニアモータの解析と特性 ○須田宏, 穴澤義久, 徐粒 (計測通信制御システム研究グループ)	20
EIS-2	状態空間表現による2次元デジタルフィルタの2次元周波数変換 ○閻石 (電子情報システム学専攻 計測通信制御システム研究グループ), 徐粒, 須田宏, 穴澤義久 (計測通信制御システム研究グループ)	21
EIS-3	地板縁端につけた導体板によるプリント基板の電磁波放射抑制 ○戸花照雄, 笹森崇行, 阿部紘士 (計測通信制御システム研究グループ)	22
EIS-4	基板バイアスを用いたPLD法による高品質ZnO薄膜の作製 ○山口博之, 小宮山崇夫, 山田稔, 佐藤浩太郎, 青山隆 (先進物性デバイス研究グループ)	23
EIS-5	80nm幅の配線溝へのパルスめっき法によるCuの埋め込みとその微細構造 ○長南安紀 (先進物性デバイス研究グループ), 大貫仁, 長野隆弘, Khyoupin Khoo (茨城大学工学部), 青山隆 (先進物性デバイス研究グループ), 赤星晴夫, 板橋武之, 端場登志雄 (日立製作所 日立研究所), 斎藤達之 (日立製作所 デバイス開発センター)	24
EIS-6	メンブレンフィルタにおける液晶分子配向特性 ○伊東良太, 武田明文, 沼本雅矢, 能勢敏明 (先進物性デバイス研究グループ)	25
EIS-7	QBE表骨格生成のためのグラフ平面描画手法 ○亀井俊彰 (電子情報システム学専攻 論理・数値アルゴリズム研究グループ), 能登谷淳一, 草苺良至, 笠井雅夫 (論理・数値アルゴリズム研究グループ)	26
EIS-8	3次元移動幾何オブジェクトの相互可視面列挙手法 ○丹野芳史 (電子情報システム学専攻 論理・数値アルゴリズム研究グループ), 草苺良至, 能登谷淳一, 笠井雅夫 (論理・数値アルゴリズム研究グループ)	27
EIS-9	並列計算体験ツールの作成 ○中村真輔, 小林拓也, 阿部潤 (論理・数値アルゴリズム研究グループ)	28

EIS

電子情報  
システム学科



EIS-10	大規模ネットワークのパケット転送遅延時間のシミュレーションを用いた検討	29
	○寺田裕樹, 花井敏克, 猿田和樹, 武田和時 (メディア情報ネットワーク研究グループ)	
EIS-11	2音源による先行音効果の音源方向および時間差と音像方向の関係	30
	○金兌恩 (電子情報システム学専攻 メディア情報ネットワーク研究グループ), 安倍幸治, 高根昭一, 佐藤宗純 (メディア情報ネットワーク研究グループ)	
EIS-12	ANCにおける2次音源の飽和ひずみに関する研究	31
	加藤基樹, ○陳国躍 (メディア情報ネットワーク研究グループ)	

## 表面磁石形バーニアモータの解析と特性

須田 宏<sup>1</sup>, 穴澤 義久<sup>1</sup>, 徐 粒<sup>2</sup>

電子情報システム学科 <sup>1</sup>エネルギー工学講座, <sup>2</sup>制御工学講座

**概要** ダイレクトドライブ用モータは、低速回転で大トルクを発生する必要があり、ステッピングモータや、ブラシレスモータが使用されている。ステッピングモータのトルクは、固定子巻線が集中巻で通常は方形波状の駆動電流によって発生するので回転時のトルクの脈動が原理的に存在してしまう。そのためトルク脈動の低減が必要な場合、トルクリプル補償制御が行われる。一方、本質的に脈動トルクが少ない方式としてバーニアモータが開発されている。前報告では、回転子に励磁巻線を持ったハイブリッド形バーニアモータについて、筆者らは回転子の磁化された部分を等価コイルに置き換えて解析を行った。これより電圧方程式及びトルクの式を導出しており、脱出トルクの解析値と実測値は、良好な一致を見せた。

近年の永久磁石のエネルギー積の向上は、電動機の高性能化にも寄与しており、バーニアモータにおいても永久磁石形が開発されている。表面永久磁石形もその一つである。表面磁石形バーニアモータは、固定子に $S$ 個のスロットを持ち、全節巻の三相巻線が施されている。回転子表面は、ギャップ面に $N$ 極と $S$ 極が交互に現れるように、永久磁石が貼り付けられた構造となる。本報告では、表面磁石形バーニアモータの解析を行うとともに、実機を製作し、一般的な同期機の試験を行い試作機の特性を示し、脱出トルクについては実測値と解析値、有限要素法による計算結果とを比較検討する。

# 状態空間表現による 2次元デジタルフィルタの2次元周波数変換

閻石, 徐粒, 須田宏, 穴澤義久

電子情報システム学科 電子システム講座

概要 周波数変換法は, 1次元と2次元デジタルフィルタに対する有効な設計法として知られていて, ある既知のプロトタイプフィルタから別の周波数特性をもつフィルタを容易に設計・構築できる特徴がある. 周波数変換は通常伝達関数で表されているが, 周波数変換を直接状態空間表現を用いて記述すれば設計したフィルタの特性の解析はより効果的にできる場合がある. 例えば, 状態空間表現で表される1次元周波数変換の記述式に基づいて, 1次元デジタルフィルタの丸め誤差の最小値などの特性は周波数変換に対し不変である重要な性質が解明されている. 最近, 2次元デジタルフィルタに対しても, 状態空間表現による1次元周波数変換の記述式が与えられた. しかし, 状態空間表現による2次元周波数変換の記述式を求める問題は格段に複雑となるため, まだ解決されていない.

本研究は, この未解決問題に対し, 2段階に分けて解決する方法を提案する. まず第1段階では, 2次元プロトタイプフィルタと2次元周波数変換用の全域通過フィルタのRoesser局所状態空間モデルの係数行列を用いて, 変換後の2次元フィルタに対応する特定の状態空間方程式を生成する記述式を導出する. しかし, この特定の状態空間方程式は, 一般的にRoesserモデルの標準形となっていない. 従って, 第2段階として, 線形(状態)変換によって第1段階で得られた状態空間方程式を標準のRoesserモデルに変換するとともに, そのRoesserモデルを生成する2次元周波数変換の記述式を与える. また, 数値例を用いて提案した方法の有効性を示す.

# 地板縁端につけた導体板によるプリント基板の電磁波放射抑制

戸花照雄, 笹森 崇行, 阿部 紘士

電子情報システム学科 電子システム講座

概要 有限な大きさのプリント基板からの放射は、基板上を流れるダイポールモード (コモンモード) 電流が発生することにより深刻になり、特に地板の幅が小さいときに大きな放射が起こることが知られている。本研究では、プリント基板の地板の縁に導体板を垂直に接続することにより、地板を流れるコモンモード電流が減少し、基板からの電磁波放射が抑制できることを示した。

## 1 まえがき

プリント回路基板 (PCB) は、電子機器からの不要電磁波の主な波源の 1 つとして考えられ、PCB の幅が小さなおきに、大きなコモンモード電流が発生し大きな電磁波放射が起こることが知られている。本報告では、幅の小さな PCB からコモンモード放射を抑制するために、PCB の地板の縁に導体板を垂直に接続することを提案し、測定によりその放射抑制効果を示す。

## 2 放射抑制効果の測定

図 1 に示すように、PCB の地板の両側面に高さ  $H_c$  の導体板 (以下側板) を半田付けする、ここで、PCB は厚さ  $T$  のテフロン積層基板 (比誘電率  $\epsilon_r = 2.3$ ) により構成されており、片面に開放端の幅  $w$ 、長さ  $l$  のマイクロストリップ線路 (MSL) を配置し、地板面は全て完全導体とした。また、PCB の中央に原点をおき、MSL の中央を  $(0, y_s, 0)$  とおいた。

図 2 に示すような簡易電波無響室内において、PCB の上面 ( $z > 0$ ) の半球面を走査し最大放射電力を測定する。ここで、導体板による放射抑制効果  $SE$  を、

$$SE = P_r^0 / P_r \quad (1)$$

により定義する。 $P_r^0$  は側板を接続しないときの、 $P_r$  は接続したときの最大放射電力をそれぞれ表す。

MSL を中央に配置し、基板の両側面に側板を接続したときの  $SE$  の測定結果を図 3 に示す。図より、側板を接続することで放射が抑制でき、側板の高さ  $H_c$  を高くすることにより  $SE$  が大きくなるのがわかる。また、MSL を中央と縁付近 ( $y_s = 10\text{mm}$ ) にそれぞれ配置し、PCB の片側面に側板を接続したときの  $SE$  を図 4 に示す。ここで、 $y_s = 10\text{mm}$  のときには、MSL の近くに側板を配置する。図より、片側面のみ側板を配置しても放射抑制効果があり、特に  $y_s = 10\text{mm}$  のときには、10dB 程度の  $SE$  が得られることがわかる、これは、縁付近に MSL がある場合にはコモンモード電流が大きくなるため、導体版による抑制効果も大きくなるものと考えられる。また、ノーマルモード放射の抑制も考えられる。

## 3 まとめ

プリント回路基板からの電磁波放射抑制のために、基板の側面に導体板を接続することを提案し、その放射抑制効果を測定により求めた。測定結果より、導

体板を用いることで大きな放射抑制効果が得られることを示した。

## 参考文献

- [1] 戸花照雄他, “プリント基板の地板近傍に配置した導体板による電磁波放射抑制効果,” 信学技法, EMCJ2004-113, pp.65-70, Dec.2004.

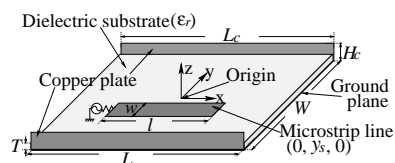


図 1 プリント基板構造

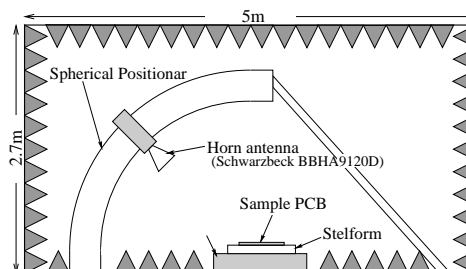


図 2 最大放射電界の測定方法

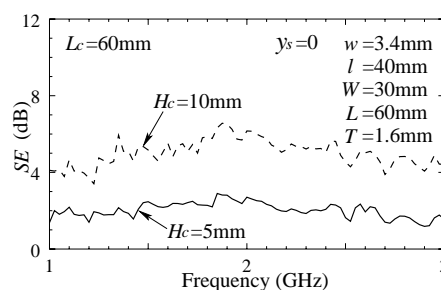


図 3 両側に導体板を接続したときの放射抑制効果

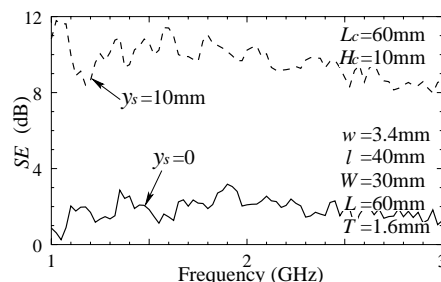


図 4 片側に導体板を接続したときの放射抑制効果

# 基板バイアスを用いた PLD 法による高品質 ZnO 薄膜の作製

山口博之, 小宮山崇夫, 山田稔, 佐藤浩太郎, 青山隆

電子情報システム学科 先進デバイス物性講座

**概要** ZnO (酸化亜鉛) は紫外光領域の光電子デバイスにつながる有力な材料の一つである。しかしながら ZnO は多数の格子欠陥を含むノンストイキオメトリな物質であるため、安定した p 型 ZnO を得ることが困難である。ZnO の応用のためには格子欠陥の制御が重要な課題といえる。PLD 法 (パルスレーザー堆積法) は高品質の薄膜を得る有力な手段の一つである。

PLD 法において生じるプルームには主に中性種が含まれると考えられているが、プルームとレーザー光の相互作用により  $\text{Zn}^{2+}$  といった荷電粒子が生ずるとの報告例もある。一方、スパタリング法では基板バイアスの印加により結晶の核形成が促進されるとの報告もある。本研究では、格子欠陥の少ない高品質 ZnO 薄膜の作製を目的として、基板バイアスを組み込んだ PLD 法で成膜を行った。

フォトルミネッセンス (PL) スペクトルによる薄膜評価の結果、格子欠陥に起因する深い準位からの緑色発光が、+500V バイアス試料では著しく減少し、逆に-500V バイアス試料ではやや増加した。このバイアス効果は基板温度 700°C で堆積させた試料のほうが、20°C の場合より顕著に現れた。SEM (走査電子顕微鏡) による表面形状の観察の結果、+500V バイアス試料では六角形状のパターンが観測されており、また X 線回折測定結果からもその高い結晶配向性が確認できた。

以上から、ZnO 薄膜中の格子欠陥を抑制する手段として、基板バイアスを PLD 法に組み込むことが有効であることが示された。プルーム中の  $\text{Zn}^{2+}$  の運動がバイアスにより制御されることが原因と考えられる。

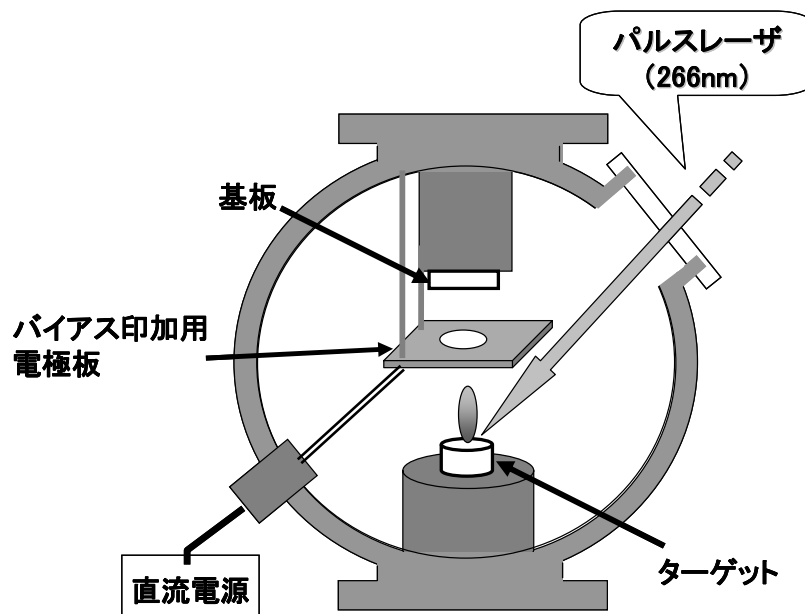


図 バイアス電圧を用いた PLD 法の模式図

# 80nm 幅の配線溝へのパルスめっき法による

## Cu の埋め込みとその微細構造

長南安紀<sup>1</sup>,大貫仁<sup>2</sup>,長野隆弘<sup>2</sup>,Khyoupin Khoo<sup>2</sup>,青山隆<sup>1</sup>,

赤星晴夫<sup>3</sup>,板橋武之<sup>3</sup>,端場登志雄<sup>3</sup>,斎藤達之<sup>4</sup>

<sup>1</sup>電子情報システム学科 先進物性デバイスグループ

<sup>2</sup>茨城大学 工学部 <sup>3</sup>日立\_日立研 <sup>4</sup>日立デバイス開発センター

**概要** ULSI 用微細 Cu 配線作製プロセスにおいて、配線溝への Cu の埋め込みに電解めっき法が広く用いられている。しかしながら、めっき過程においてコンフォーマルな成長がなされた場合配線内部にボイドやシームが発生しやすくなるため、完全に配線内部を埋め込むプロセスが求められている。そこで、本研究では高アスペクト比 (>6) 80nm 幅の微細 Cu 配線作製に関して、DC 電流に替わりパルス電流を用い Cu の埋め込み性の向上を試みた。その結果パルスめっき法においてボトムアップ現象による埋め込み性の向上が確認できた。パルス電解めっきにおいて、パルス条件がボトムアップ率に及ぼす影響を電流密度及びパルス間隔について検討を行った結果、電流密度 100mA/cm<sup>2</sup>、パルス間隔 300ms の条件においてもっとも優れたボトムアップが見られた。次に埋め込んだ試料を 673K でアニール処理を施しその前後の粒の成長を TEM にて観察、比較した。また、パルス条件が配線溝の埋め込みに及ぼす影響及び、パルスめっき法による配線溝への埋め込み過程のメカニズムについて提案した。

## メンブレンフィルタにおける液晶分子配向特性

伊東 良太, 武田 明文, 沼本 雅矢, 能勢 敏明

電子情報システム学科 光・電子デバイス工学グループ

**概要** 液晶材料は可視光の領域でディスプレイとして広く利用されているが、マイクロ波やミリ波の領域においても比較的大きな屈折率異方性を示し、位相変調器、ビームフォーマー等のデバイスへの応用が検討されている。しかし、マイクロ波、ミリ波の領域では可視光に比べ波長が長くなるため、厚い液晶層が必要となり、それに伴う応答特性の悪化が問題となる。液晶の応答時間（特に戻り時間）の短縮には液晶分子のアンカリング効果を大きくすることが重要であり、液晶層への多孔質材料の導入も効果的な方法である。一方、メンブレンフィルタは  $0.01\ \mu\text{m}$  から数  $\mu\text{m}$  程度の微粒子や微生物のろ過、微生物分析に用いられるセルロース、テフロン樹脂などでできた膜であり、その微細な繊維構造を液晶分子の配向に利用することも可能であると考えられる。そこで、本研究では、電子顕微鏡によるメンブレンフィルタの観察と静電容量の測定による液晶分子の配向特性の評価を行なった。その結果、液晶分子はメンブレンフィルタの繊維構造に沿って配向し、液晶を浸透させたメンブレンフィルタは誘電率異方性を示すことがわかった。さらに、メンブレンフィルタは延伸によりその繊維構造が変化し、誘電率異方性にも変化が見られることが確認された。

# QBE 表骨格生成のためのグラフ平面描画手法

亀井俊彰 能登谷淳一 草苺良至 笠井雅夫

電子情報システム学専攻 電子計算機工学グループ

1. はじめに QBE (Query By Example) は主にプログラミング初級者を対象としたリレーショナルデータベース問い合わせ言語であり, Microsoft Access などのインターフェイスとして広く利用されている. QBE を利用するためには, まず「表骨格」と呼ばれる, 問い合わせ記述のための入力フォームを利用者が描画する必要がある. しかし, 表骨格の適切な描画にはデータベースに関する知識が必要であり, 初級者には容易ではないことが知られている. 本研究では, リレーショナルデータベースのスキーマ構造を表すグラフの平面描画により QBE 表骨格を自動生成し, 初級者による QBE 問い合わせの記述を支援することを目的とする.

2. グラフによる QBE 表骨格のモデル化 QBE 表骨格はリレーショナルデータベースに対する検索条件と表示項目を指定するためのフォームである. 本研究では, 表骨格群の自動描画のために, データベース中の表の集合を節点集合  $V$  とし, 外部キー接続関係の集合を辺集合  $E$  とするグラフの平面描画を行う. 特に, 表骨格群を QBE 記述に利用する際のわかりやすさ, 入力容易さを考慮し, 以下の条件下でのグラフの描画を考える.

1) 各節点  $v \in V$  は, それぞれ描画幅  $W(r(v)) \geq W_v$  と描画高さ  $H(r(v)) \geq H_v$  を持つ矩形  $r(v)$  として描画する.

2) 各辺  $(v_i, v_j) \in E$  は  $r(v_i), r(v_j)$  の左右いずれかの面 (角は含まない) にのみ接続する軸並行折れ線として描画する. 折れ曲がり回数は高々2回とする.

3) 節点, 辺は整数格子上にのみ配置する. また, 問題の簡単化のため, グラフ  $G = (V, E)$  は平面的グラフであるものとする.

3. 提案手法 本稿では, 平面的グラフの軸平行描画の手法を拡張し, 上記制約下での平面的グラフの軸平行描画手法を提案する.

特に上記制約2) に対応するため, 各節点  $v$  に対し, 支配領域  $r'(v) \supseteq r(v)$  を考える.  $r'(v)$  は  $H(r'(v)) = H(r(v))$  であるような矩形領域であり,  $r'(v) - r(v)$  の部分を  $r'(v)$  の縁と呼ぶ. 節点の縁の上面に接続した折れ線を, 縁の領域内で1回折り曲げる事により, 高々2回の折れ曲がり節点描画領域  $r(v)$  の左右面のみを縁を接続できるようにする.

提案手法では,  $L_1$  山形の描画を保ちながら頂点を正規順序付けに従って逐次添加して行くことでグラフの平面描画を行う.  $L_1$  山形とは軸平行多角形であり, 単調増加する部分と単調減少する部分の一つずつ持ち, 底辺が水平な直線分からな

る. (図1参照)

描画の手順は以下の通りである. 節点  $v_k$  について, 支配領域の幅  $W(r'(v_k)) = W_{v_k} + \bar{\rho}(v_k) + 1$  と高さ  $H(r'(v_k)) = \max\{H_{v_k}, \lceil \rho(v_k)/2 \rceil + 2\}$  を求める. ただし,  $\bar{\rho}(v_k) = |\{v_i \mid k < i \wedge (v_i, v_k) \in E\}|$  は  $v_k$  の入次数,  $\rho(v_k)$  は  $v_k$  の次数である.

次に最初の3節点からなるグラフ  $G_3$  の描画を求める.  $r'(v_1), r'(v_2), r'(v_3)$  をそれぞれ左下端点が  $(0, 0), (W(r'(v_1)) + W(r'(v_3)) + 2, 0), (0, \max\{H(r'(v_1)), H(r'(v_2))\} + 1)$  となるよう配置し, 辺  $(v_1, v_2)$  は  $r'(v_1)$  の右面最下端と  $r'(v_2)$  の左面最下端を結ぶ線分, 辺  $(v_1, v_3)$  は  $r'(v_1)$  の右縁上面左端と  $r'(v_3)$  の左面最下端, 辺  $(v_2, v_3)$  は  $r'(v_2)$  の左縁上面右端と  $r'(v_3)$  の右面最下端をそれぞれ結ぶ折れ線により描画する. このようにして得られる描画を  $D(G_3)$  とする.

$D(G_3)$  は明らかに  $L_1$  山形である. その後,  $L_1$  山形である  $D(G_{k-1})$  に対し, 正規順序付けに従って  $v_k$  を追加し,  $L_1$  山形である  $D(G_k)$  を得るという操作を逐次繰り返す. 最終的に三角化されたグラフの描画である  $D(G_n)$  を得る.  $D(G_n)$  から三角化の際に追加された辺を削除することで,  $G$  の描画を得る.  $D(G_{k-1})$  への  $v_k$  の追加処理の概要を図1に示す.

$v_k$  の追加する後, 必要に応じて軸平行シフト操作を行い, グラフ描画  $D(G_n)$  を修正する.

4. まとめ 本研究では, 平面的グラフの軸平行平面格子直線描画を求めるアルゴリズムである軸平行シフト法を拡張し, QBE 表骨格生成のための平面的グラフの軸平行平面格子直線描画手法を設計した. 応用上の要請を参考に追加したいくつかの制約下で, 従来の軸平行シフト法と同様に描画の外周を  $L_1$  山形に保つ条件をループ不変条件とする頂点の逐次添加手順を得た.

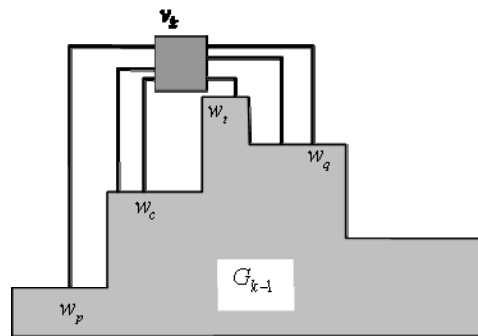


図1:  $L_1$  山形図形  $D(G_{k-1})$  への頂点  $v_k$  の追加



# 3次元移動幾何オブジェクトの相互可視面列挙手法

丹野芳史 草苺良至 能登谷淳一 笠井雅夫

電子情報システム学科論理・数値アルゴリズムグループ

**概要** 本稿では、2つの凸多面体が3次元空間内を等速直線運動する際に、凸多角形間で相互に可視となる部分領域の組（相互可視領域）を列挙するアルゴリズムを与える。凸多面体が等速直線運動するため、時刻の経過に伴って相互可視領域が変化する。アルゴリズムは、凸多角形の総頂点数が $n$ 点であるとき、 $O(n^3)$ 時間で相互可視領域を列挙する

**1. はじめに** 時刻の経過に伴い位置や形状等の幾何情報が変化する幾何オブジェクト（移動体）に対する情報管理手法に関心が集まっている。従来は移動に伴い幾何情報を再計算する手法が多かったが、最近幾何情報を再計算しない手法も提案されている。例えば、2次元平面上を等速直線運動する2つの凸多面体に対して、相互可視面を効率的に検索する手法が杉本らにより提案されている。ここで、相互可視面とは、2つの凸多角形の境界でお互いが“可視”になる部分領域の組である。本研究では、杉本らの手法を3次元に拡張することを目指す。本稿では、凸多面体間の相互可視領域の列挙手法を与える。

**2. 相互可視領域列挙問題** 本稿では、移動体を3次元直交空間 $\mathbb{R}^3$ 中で等速直線運動する凸多角形（移動体）としてモデル化する。時刻 $t$ における2つの移動体を $\mathcal{M}(t) = \{M_0(t), M_1(t)\}$ と表す。各移動体 $M_i(t)$ は、初期配置 $M_i(0)$  ( $t=0$ での移動体)と速度ベクトル $vel_i$ により定められる。なお、添え字 $i$ は2を法として扱う。移動体 $M_i(t)$ の可視領域 $V_i(t)$ とは、 $M_{i+1}(t)$ から可視である $M_i(t)$ の表面上の部分領域である。可視 $V_j(t)$ の境界を構成する閉路を地平面 $H_j(t)$ という。移動体集合 $\mathcal{M}(t)$ に対して、地平面の組 $(H_0(t), H_1(t))$ を相互可視面と呼ぶ(図1参照)。相互可視面は時刻の経過に伴い変化するが、全ての時刻を通じても相互可視面は $O(n)$ 種類しか存在しないことが示せる。これらすべての相互可視面を列挙する問題を相互可視面列挙問題と呼ぶ。

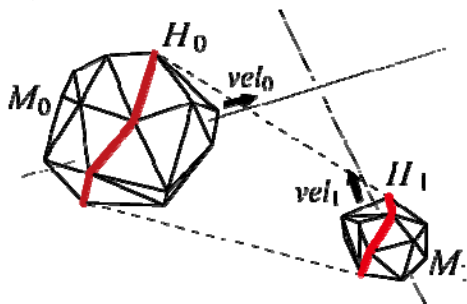


図1 凸多面体の相互可視面

**3. アルゴリズム** 相互可視面を列挙するアルゴリズムを次に与える。

## アルゴリズム1:

Step1: 初期配置 $\mathcal{M}(0)$ より、初期の相互可視面 $(H_0(0), H_1(0))$ を求める;

Step2: 以下を繰り返す。

2-1: 相互可視面 $(H_0(t_j), H_1(t_j))$ が変化する時刻 $t_{j+1}$ を求める;

2-2: 相互可視面 $(H_0(t_j), H_1(t_j))$ を修正して、次の相互可視面 $(H_0(t_{j+1}), H_1(t_{j+1}))$ を求める。

Step1において $(H_0(0), H_1(0))$ を求めるためには包装法を用いる。即ち、2つの凸多面体の周囲を囲うように、共通接面を順次更新することで閉路状の各地平面 $H_i(0)$ を求める。

地平面 $H_i(t_j)$ と1辺を共有する可視領域 $V_i(t_j)$ 上の三角形の集合を $T_i^-(t_j)$ と表し、 $T_i^-(t_j)$ の延長面で区切られる領域を内コーンと呼び、 $C_i^-(t_j)$ と表す。また、地平面 $H_i(t_j)$ と1辺を共有する可視領域以外 $M_i(t_j) - V_i(t_j)$ の含まれる三角形の集合を $T_i^+(t_j)$ と表し、 $T_i^+(t_j)$ の延長面で区切られる領域を外コーンと呼び、 $C_i^+(t_j)$ と表す。このとき、移動体 $M_i(t_j)$ の地平面 $H_i(t_j)$ はもう一つの移動体 $M_{i+1}(t_j)$ の外コーン $C_{i+1}^+(t_j)$ の内部に含まれ、内コーン $C_{i+1}^-(t_j)$ の外部に含まれる。よって、2-1においては、地平面 $H_i(t_j)$ の各頂点が各コーン $C_{i+1}^\pm(t_j)$ と次に接する時刻 $t_{j+1}$ を求めれば良い。また、時刻 $t_{j+1}$ で頂点が接したコーンの境界は $T_{i+1}^\pm(t_j)$ の3角形の延長面である。この3角形により、2-2において、 $H_i(t_j)$ 、 $T_{i+1}^\pm(t_j)$ および $C_{i+1}^\pm(t_j)$ を更新することができる。

以上により、相互可視面を列挙することができる。なお、このアルゴリズムの時間計算量は $O(n^3)$ である。

## 参考文献

- [1] 杉本雄太, 草苺良至, 能登谷淳一, 笠井雅夫, “移動幾何オブジェクト間の相互可視区間検索手法”, DEWS2006 論文集, 4B-oi3, 2006年6月
- [2] M. ドバーグら著, 浅野哲夫訳: “コンピュータ・ジオメトリ”, 近代科学社, 2000年

## 並列計算体験ツールの作成

中村 真輔, 小林 拓也, 阿部 潤  
電子情報システム学科 情報システム講座

**概要** 工学や物理学などの諸分野において、計算機を用いたシミュレーションは非常に強力な解析手段である。それらの分野において、計算の大規模化に対する需要の増大は近年特に顕著であり、それに応えることができる技術の一つとして並列化が考えられている。また並列化を行うことのできる環境も、マルチプロセッサやマルチコア、PC クラスタなどの技術によって数年前と比較して格段に身近となっている。それに対して、それらの環境を活用して複数のプロセッサ（あるいはコア）が互いに協力して一つの作業を行なういわゆる並列計算については、それを行うソフトウェアが一般向けではあまり開発されていないことから、今なお並列計算は一般ユーザにとって遠い存在である。そこで並列計算を一般ユーザに実際に体験してもらうためのツールを作成した。具体的には、弾性体の動的解析を計算対象とし、マウスからの入力に対する弾性体の変形を随時グラフィック表示するものである。その上で、計算を並列化する場合としない場合でのマウスからの入力に対するグラフィックの反応の速さを比較することで並列化による性能の向上を実感し、理解してもらうことを企図している。

## 大規模ネットワークの packets 転送遅延時間のシミュレーションを用いた検討

寺田 裕樹, 花井 敏克, 猿田 和樹, 武田 和時  
電子情報システム学科 メディア情報ネットワーク工学講座

**概要** インターネットの通信の品質向上のために, ネットワークの通信特性について様々な検討が行われている. その中で, packets 転送に要する時間 (以下, 遅延時間) のばらつきがガンマ分布で表される場合があることが報告されている. 我々は, 遅延時間の分布がガンマ分布になるときの条件を明らかにするため, シミュレーションによる検討を行った.

シミュレーションのモデルは次のようなものである. ある計算機 (起点ホスト) が遅延時間の測定用の packets (測定 packets) を別の計算機 (終点ホスト) に向けて送信する. 測定 packets は, 多数のルータを含む大規模ネットワークを通過して終点ホストに到達する. 終点ホストは直ちに測定 packets を起点ホストに向けて返信する. その測定 packets を起点ホストが受信する. 起点ホストが測定 packets を送信してから戻るまでの時間を遅延時間とする. この遅延時間の測定を繰り返し, 確率分布を求める. ネットワークには, 大量の packets のトラヒックが存在し, 測定 packets はその中を通過していく.

シミュレーションの結果, 測定 packets の通過するルータの数が少ないときには遅延時間の分布は複雑であるが, ルータの数が多くなるとガンマ分布に近づくことがわかった. また, 分布がガンマ分布と見なされる場合について, ルータの数とガンマ分布の形状を定める 3 つのパラメータ値との関係が明らかになった.

## 2 音源による先行音効果の音源方向および時間差と音像方向の関係

金兌恩<sup>1</sup>, 安倍幸治<sup>2</sup>, 高根昭一<sup>2</sup>, 佐藤宗純<sup>2</sup>

<sup>1</sup>システム科学技術研究科 電子情報システム学専攻

<sup>2</sup>電子情報システム学科 メディア情報ネットワーク研究グループ

**概要** 同一の信号が複数の音源から放射され、各音源から到達する信号にわずかな時間差がある場合、聴取者は先行して到達する音源方向のみを知覚する。これは先行音効果と呼ばれる。先行音効果を考慮し、より自然な定位感を持つ拡声系を構築するためには、現実的なスピーカ配置を考慮すると、様々な音源方向に対する先行音効果に関する知見が必要である。しかし、そのような先行音効果と音源方向の関係についての詳細な検討はほとんど見られない。そこで、本報告では、正中面上に音源を配置し、音源間の時間差と音像の定位方向について検討した。両耳間時間差およびレベル差の変化がほとんどない正中面上に音源がある場合に、水平面上に配置された音源がもたらす先行音効果との影響の違いを検討するため、正中面に音源が配置された場合と被験者の頭部方向の向きを変化させたときの比較をした。その結果、どちらにおいてもはっきりとした先行音効果は見られなかった。このことは、上下方向の音源間に時間差がある場合、水平面上に音源がある場合と先行音効果が発生する傾向が異なり、元々加法定位が中間に定位しない傾向を示している。同様に、正中面方向の2音源のレベル差による先行音効果の影響をみるために、スピーカにレベル差がある場合の検討も行った。その結果から、天井のスピーカの方が多少レベルが大きくても、正面のスピーカの方が先行している場合、先行している方向に音像が定位する可能性が考えられる。

## ANCにおける2次音源の飽和ひずみに関する研究

加藤 基樹, 陳 国躍  
電子情報システム学科 情報科学講座  
秋田県立大学 システム科学技術学部

**概要** 騒音制御には受動騒音制御と能動騒音制御があるが、低周波音に対する効果が低い、また、2次的な騒音源となってしまう可能性のある受動騒音制御ではなく、デジタル信号処理の発達により、高速で複雑なデータ処理が可能となってきた能動騒音制御(ANC)を用いることとした。この研究では、ANCシステムでの2次音源から出力する音波が飽和してしまう場合について、飽和の程度を何通りか変化させ、その影響を検討した。ANCシステムにおいては、制御を乱す外的要因が発生した場合に前もって修正動作を行うことのできる、フィードフォワード制御を用いることとし、アルゴリズムとしては、適応アルゴリズムの中でも安定性があり、演算量が少ない Filterd-x LMSアルゴリズムを用いた。また、騒音としてはホワイトノイズとした。まず、1チャンネルANCシステムに非線形関数を組み込んだシステムを用いて、コンピュータシミュレーションを行い、評価関数MSEによって飽和の影響について考察した。さらに、2チャンネルANCシステムについても、1チャンネルANCシステムの場合と同様に、非線形関数を組み込んだシステムを用いて、コンピュータシミュレーションを行い飽和の影響について考察した。

## ポスター発表 13:50~15:50 (学部棟Ⅱ2階吹き抜け)

※13:50~14:50 は奇数番号が、14:50~15:50 は偶数番号が発表を行います。

### 建築環境システム学科

- |       |   |    |
|-------|---|----|
| AES-1 | 常時微動観測に基づいた低層免震構造物の二次固有振動数の検討<br>○佐藤哲郎 (建築環境システム学専攻 建築構造力学グループ) ,<br>渡慶次建, クアドラ カルロス (建築構造力学グループ) | 32 |
| AES-2 | 木造住宅の耐震化促進支援と県内建築技術者教育<br>○西田哲也, 小林淳, 菅野秀人 (建築構造学グループ)  | 33 |
| AES-3 | 秋田スギを効果的に用いるための木質内装デザイン手法の開発<br>ースギ材を組合せた内装仕上げのイメージ傾向ー<br>○板垣直行 (建築材料学グループ) , 飯島泰男 (木材高度加工研究所)    | 34 |
| AES-4 | 電子顕微鏡による打継ぎコンクリートの破面解析<br>○佐藤あゆみ (建築環境システム学専攻 建築材料学グループ)  | 35 |
| AES-5 | 実大実験家屋を用いたアースチューブシステムの涼房効果と<br>省エネルギー効果の検討<br>○松本真一, 長谷川兼一, 源城かほり (建築環境学グループ)                     | 36 |
| AES-6 | 木造住宅の断熱改修による省エネルギー効果に関する事例調査<br>○長谷川兼一, 松本真一, 源城かほり (建築環境学グループ)                                   | 37 |
| AES-7 | シンボルマーク案にみる地域の色彩イメージ<br>ー由利本荘市シンボルマークの学生作品を対象とした考察ー<br>○込山敦司 (建築計画学グループ)                          | 38 |
| AES-8 | 自治体向け全庁統合型時空間地理情報システムにおける<br>共通アプリケーション仕様の検討<br>○浅野耕一 (都市アメニティ工学グループ)                             | 39 |
| AES-9 | 本荘地域の健常高齢者を対象とした外出行動促進要素の研究<br>○石澤公明 (建築環境システム学専攻 都市アメニティ工学グループ)                                  | 40 |

AES

建築環境  
システム学科

# 常時微動観測に基づいた低層免震構造物の二次固有振動数の検討

佐藤 哲郎<sup>1</sup>, 渡慶次 建<sup>2</sup>, クアドラ カルロス<sup>2</sup>

<sup>1</sup>建築環境システム学専攻 建築構造力学研究グループ

<sup>2</sup>建築環境システム学科 建築構造力学研究グループ

**概要** 近年、免震構造が注目され、免震構造の安全性は確認されつつあるが、免震構造物は一次固有振動数の安全性だけを考え、二次固有振動数についての検討はあまりなされていない。よって、本研究では、その検討を行う。

**対象建築物及び観測点** 対象建築物は、宮城県仙台市の東北大学工学部構内に所在する東北大学の実験棟『実証試験建屋』とした。この施設は、免震構法建屋(以下、免震棟)と在来構法建屋(以下、非免震棟)を並設したものである。

常時微動観測を行った際、免震棟に設置した観測点は図1に示した通りである。

**常時微動観測** 対象建築物における常時微動観測の解析データをもとにそれぞれの棟の伝達関数を求め、その固有振動数を推定する。次にその振動数を中心にバンドパスフィルタをかけ、各建物の振動特性を把握する。観測結果より、免震棟の卓越振動数は、短辺方向が1.90Hz、5.91Hzで、長辺方向が2.05Hz、6.93Hzで、バンドパスフィルタをかけたところ、すべての卓越振動数が並進を示した。

**地震動解析** ここでは、2003年宮城県沖地震の時の地震データを先程同様伝達関数で解析した。宮城県沖地震は2003年5月26日に発生し、実証試験建屋の地表面の短辺方向の最大加速度は159Gal、長辺方向は225Galであった。伝達関数を見ると、短辺方向の卓越振動数は1.10Hz、5.20Hz付近に現れ、長辺方向では、1.10Hz、6.0Hz付近に現れた。増幅率を見ると、短辺方向、長辺方向どちらも、一次卓越振動数より、二次卓越振動数の方が大きくなっていったため、免震棟では、地震の際、二次卓越振動数についても考慮する必要があると考えられる。

**有限要素解析** 常時微動で推定した振動モードを、有限要素解析法を用いて、モデリングを行い、卓越振動数と固有振動数が一致しているかどうかを確認することを目的としている。モデリングを行う際、初期剛性は48kN/cmと推定した。解析を行ったところ、短辺方向の固有振動数は1.97Hz、5.53Hzで、長辺方向が2.01Hz、6.23Hzとなり、常時微動で得られた卓越振動数が固有振動数である可能性が高いことがわかった。

**【謝辞】** 本概論をまとめるにあたり、ご協力を頂きました東北大学大学院工学研究科 都市・建築学専攻栗田哲助教授、ならびに清水建設の猿田正明氏に心より感謝致します。

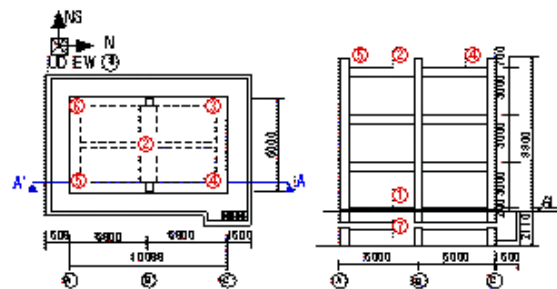


図1 平、立面図と観測点

# 木造住宅の耐震化促進支援と県内建築技術者教育

西田 哲也<sup>1</sup>、小林 淳<sup>1</sup>、菅野 秀人<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 建築環境システム学科 建築構造学グループ

**概要** 1995年兵庫県南部地震以降、日本各地で地震による被害が発生しており、特に木造住宅の被害が顕著になっている。このような近年の地震被害状況を受け、平成18年に国から人的被害の軽減を目的とした住宅の耐震化に関する基本方針（10年後に耐震化率90%以上）が公布された。一方、国の地震調査研究推進本部の地震発生に関する長期評価によれば、秋田県沖（マグニチュード7.5程度）や北由利断層（マグニチュード7.3程度）における今後30年の地震発生確率は「やや高い」となっている。以上のような背景から、秋田県内の住宅の耐震化が急務となっているが、現状では住宅の耐震化に関する関心は非常に低い状況にある。そこで、秋田県では木造住宅の耐震化を促進させるため、耐震化の必要性をPRし、さらには耐震化の第一歩となる耐震診断を普及させるための準備として県内建築技術者の技術力向上を図っている。当研究グループでは、秋田県が主催する県内建築技術者を対象とした耐震診断に係る技術習得のための講習会等への協力を行っており、これまでに延べ1000人以上の技術者に対して教育を実施した。また、木造住宅の耐震診断として実用性の高い一般診断法の普及を図るための耐震診断計算シートを作成し、(社)秋田県建築設計事務所協会のホームページを通じて無料配布している。

**劣化度による低減係数Cの算定**

部位	材料、部材等	劣化事象	存在点数		劣化点数
			築10年未満	築10年以上	
屋根	金属板	美観色、さび、むくみ、ずれ、めくれがある	□ 2	□ 2	□ 2
	瓦スレート	割れ、欠け、ずれ、欠落がある	□ 2	□ 2	□ 2
壁	軒・押出し	美観色、さび、割れ、ずれ、欠落がある	□ 2	□ 2	□ 2
	縦壁	美観色、さび、割れ、ずれ、欠落がある	□ 2	□ 2	□ 2
外壁 仕上り	木製板、合板	水濡み痕、こけ、割れ、掛け、ずれ、腐朽がある	□ 4	□ 4	□ 4
	窯業系サイディング	こけ、割れ、ずれ、欠落、シール切れがある	□ 4	□ 4	□ 4
	金属サイディング	美観色、さび、むくみ、ずれ、めくれ、目地露み、シール切れがある	□ 4	□ 4	□ 4

各層の必要耐力 $Q_n$ および各層の必要耐力 $Q_{n0}$ の算定  
 建物種別: 重II建物 階数: 2階  
 積層高さ: 1m 単位荷重: 30N/m<sup>2</sup>/cm  
 必要耐力の算定で各層の床面積の違いを考慮: (●)しない(概算注) (○)する(積算注)  
 1階短辺長さ: 4.0m以上  
 2階短辺長さ: 4.0m以上  
 1階短辺長さ: 4.0m以上

階	領域	床面積 (m <sup>2</sup> )	階層部の積算	床面積あたりの必要耐力 (kN/m <sup>2</sup> )	積算用必要耐力 (kN/m <sup>2</sup> )	地域係数	割増係数	必要耐力 $Q_n$ (kN)
2	全体	49.70		0.53			1.00	39.26
	X	a	12.40	0.53			1.00	9.80
		b	12.40	0.53			1.00	9.80
	Y	a	12.40	0.53			1.00	9.80
		b	12.40	0.53			1.00	9.80
	全体	49.70		1.06		0.26	1.0	65.60

**1階の壁耐力の算定** 1グリッドの寸法 = 0.91m 基礎のY座標 (最小): 0 最大: 6

壁番号	仕備番号	壁長さ倍率C (kN/m)	壁の位置		領域	壁長 (m)	柱接合部による低減係数 $\beta$	壁耐力 C $\cdot$ $\beta$ (kN)		
			X	Y						
W1	1	4.7	0	6	1	6	a	0.910	0.70	2.99
W2	2	2.8	1	6	3	6	a	1.820	0.80	4.08
W3	3	2	5	5	6.5	5	a	1.365	1.00	2.73
W4	3	2	5	2	6	2	中央	0.910	1.00	1.82

**一般診断法による総合評価 (診断結果) 報告書**

【上部構造】

階	方向	強さ $F$ (kN)	配置 $E$	劣化度 $D$	保有する耐力 $F_p$ (kN)	必要耐力 $Q_n$ (kN)	上部構造評点
3	X						
	Y						
2	X	22.76	0.80	0.70	12.74	39.26	0.32
	Y	29.13	1.00		20.39		0.52
1	X	34.01	0.80		19.05	65.60	0.29
	Y	45.63	1.00		31.94		0.49

上部構造評点の最小値: 0.29

判定*	
倒壊しない (1.5以上)	○
一応倒壊しない (1.0以上~1.5未満)	△
倒壊する可能性がある (0.7以上~1.0未満)	□
倒壊する可能性が高い (0.7未満)	×

**壁長さ倍率Cの算定**

仕備番号	表番号	壁の仕様	壁長さ倍率 (kN/m)	壁長さ倍率の合計 C (kN/m)
9	筋かい(木材30×90以上 端部金物なし)	1.9		
2	39	石膏ボード張り	1.2	2.8
	36	モルタル塗り壁	1.6	
	39	石膏ボード張り	1.2	

**1階の壁耐力の算定** 1グリッドの寸法 = 0.91m 基礎のY座標 (最小): 0 最大: 6

壁番号	仕備番号	壁長さ倍率C (kN/m)	壁の位置		領域	壁長 (m)	柱接合部による低減係数 $\beta$	壁耐力 C $\cdot$ $\beta$ (kN)		
			X	Y						
W1	1	4.7	0	6	1	6	a	0.910	0.70	2.99
W2	2	2.8	1	6	3	6	a	1.820	0.80	4.08
W3	3	2	5	5	6.5	5	a	1.365	1.00	2.73
W4	3	2	5	2	6	2	中央	0.910	1.00	1.82

**一般診断法による総合評価 (診断結果) 報告書**

【上部構造】

階	方向	強さ $F$ (kN)	配置 $E$	劣化度 $D$	保有する耐力 $F_p$ (kN)	必要耐力 $Q_n$ (kN)	上部構造評点
3	X						
	Y						
2	X	22.76	0.80	0.70	12.74	39.26	0.32
	Y	29.13	1.00		20.39		0.52
1	X	34.01	0.80		19.05	65.60	0.29
	Y	45.63	1.00		31.94		0.49

上部構造評点の最小値: 0.29

判定*	
倒壊しない (1.5以上)	○
一応倒壊しない (1.0以上~1.5未満)	△
倒壊する可能性がある (0.7以上~1.0未満)	□
倒壊する可能性が高い (0.7未満)	×

一般診断法による木造住宅耐震診断シート (入出力画面の一例)



# 秋田スギを効果的に用いるための木質内装デザイン手法の開発 -スギ材を組合せた内装仕上げのイメージ傾向-

板垣 直行<sup>1</sup>, 飯島 泰男<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 建築環境システム学科 建築材料学講座,

<sup>2</sup> 木材高度加工研究所,

**概要** スギは国内人工林の総資源量の約 50%を占めており、これを有効利用していく方法の提案が求められている。秋田スギは内装材としても古くから利用されており、伝統和風住宅においては様々な部位に多用され、その仕上げ方法も確立しているといえる。しかし、洋間を主体とした現代の住宅においては、そのような伝統的仕上げ方法が必ずしもマッチしているとはいえず、その使用は減少している。このため、現代の居室空間にあったスギ内装仕上げ方法を検討することが、スギ材の需要拡大を図る上で必要と考えられる。

既往の研究<sup>1)</sup>より、スギ材を用いた内装仕上げ方法として、腰壁に対する嗜好の評価が高いことが示されたが、組合せた仕上げ素材の影響により冷たい・人工的と評価されており、仕上げ素材の組合せを考慮し、よりよいイメージを持たせることが必要であると考えられた。本研究では、スギ材とその他の内装仕上げ材との組合せにより、素材のイメージがどのように変化するかその傾向を官能検査により調査した。

スギ素材と内装仕上げ素材について、単体の場合とそれらを組み合わせた場合のイメージ調査を行ったところ、いずれの場合も「自然な」評価が高いと、「暖かい」と評価される傾向があることがわかった。また、「自然な・暖かい」と評価される素材は好まれる傾向があると考えられた。また、単体で「自然な・暖かい」イメージの素材同士を組合せた場合では「自然な・暖かい」と評価されるものの、どちらか一方が単体として「人工的な・冷たい」イメージである場合、組合せでは「人工的な・冷たい」と評価される傾向が見られた。

素材での傾向を踏まえ、スギ材と和紙、珪藻土、ビニルクロス、白色無機ボードといった内装仕上げ材を組み合わせた実大空間(検査ブース)を用いて、イメージ傾向の検証を行った。その結果、「自然な - 人工的な」と「暖かい - 冷たい」「落ち着いた - うわついた」「調和した - 不調和な」などの形容詞対は「好き - 嫌い」との相関が比較的高く、「自然な - 人工的な」や「暖かい - 冷たい」の評価は、調和や好みに影響を与える可能性がある要素の 1 つと考えられた。また、スギ材と和紙の組合せが「好き」「現代的」という項目で上位に評価されており、現代の居室空間での活用の可能性が期待できると考えられた。

**【謝辞】** 本研究は文部科学省・都市エリア産学官連携促進事業[米代川流域エリア](中核機関:財団法人秋田県木材加工推進機構)の一環として行ったものであります。秋田県立大学システム科学技術学部教職員並びに建築環境システム学科学生の皆様には被験者としてご協力頂きました。また研究にあたっては、平成 18 年度卒業生山川義裕さんをはじめ建築材料学講座学生諸氏に協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

## 【参考文献】

- 1) 板垣直行, 他 5 名: 秋田スギを効果的に用いるための木質内装デザイン手法の開発, 日本建築学会東北支部研究報告集, 第 69 号, 構造系, pp.43-46, 2006.6
- 2) 板垣直行, 他 2 名: 秋田スギを効果的に用いるための木質内装デザイン手法の開発 - その 3. スギ材を組合せた内装仕上げのイメージ傾向 -, 第 57 回日本木材学会広島大会, 2007.8

※本報告は、2007 年 8 月に、広島市で開催された第 57 回日本木材学会広島大会において発表した内容<sup>2)</sup>を再構成したものである。

# 電子顕微鏡による打継ぎコンクリートの破面解析

佐藤あゆみ

建築環境システム学専攻, 建築材料学講座  
システム科学技術研究科

概要 コンクリート構造物は一度に打設することが困難であり, 一般的に打継ぎ目が存在する. 打継ぎ目では構造耐力の低下, 漏水など様々な問題が生じるため, 構造性能をはじめとする性能の向上が求められている. そこで, 本研究では打継ぎ目に関する研究の一環として破面を視覚的に解析し, 打継ぎ目を持つコンクリートの破壊進展に関する検討を行った. 破面解析としては, 目視と走査型電子顕微鏡(以下, SEM)観察を行なった.

1 実験方法 試験体は  $10 \times 10 \times 40$ cm の型枠に片側半分だけ先打ちを行い, 24 時間後, 打継ぎ面に各種の表面処理を施した後, 型枠の残る片側に打設を行った. 打設後は 28 日間の水養生を行なった. 表面処理は含水状態の異なる繊維補強スレート 2 種類をそれぞれ挟む方法, 程度の異なる目荒しを施す方法, 打継ぎ面に凹凸を作る打継ぎシートを用いる方法, 先打ちコンクリートにモルタルを塗布して打継ぐ方法とした. 後打ちコンクリートの材齢 28 日で曲げ試験を行い, 打継ぎ面で破壊させた.

2 解析方法 曲げ試験によって生じた破面をカメラで撮影し, 目視によって破壊した部分と剥離した部分とに区別し 2 値化した. さらに, 破面を 1cm 角にカットし SEM 観察を行なった.

3 結果および考察 2 値化してコンピュータで書き出した結果の一部を図 1 に示す. 破壊の状態は試験体によって異なり, 曲げ強度および靱性を評価する破壊エネルギーが高い試験体は破壊した部分が多い傾向にあった.

また, SEM観察の結果を図 2 に示す. SEM観察から, 曲げ強度および破壊エネルギーが高い試験体の破面では, セメント水和物または骨材が確認できた. 一般的に骨材の周囲に生じる遷移帯は脆弱であり力学的に弱点となりやすい. そのため, 図 3(a)が示すとおり強度および靱性の高い試験体の破壊進展は, 遷移帯を縫うように広い範囲で生じる. 逆に曲げ強度および破壊エネルギーが低い試験体の場合, 打継ぎ面に空隙と  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  層が存在し, 図 3(b)に示すとおり  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  層と空隙に沿うように狭い範囲で破壊が進展するため, 剥離する部分が多くなったと考えられる.

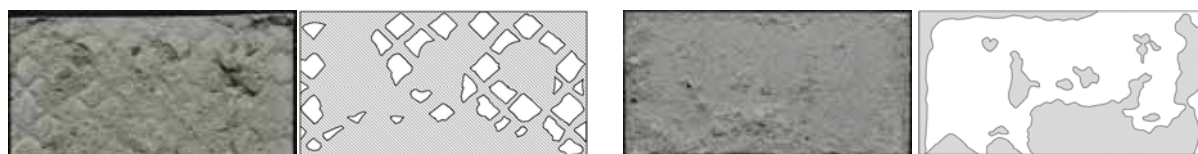
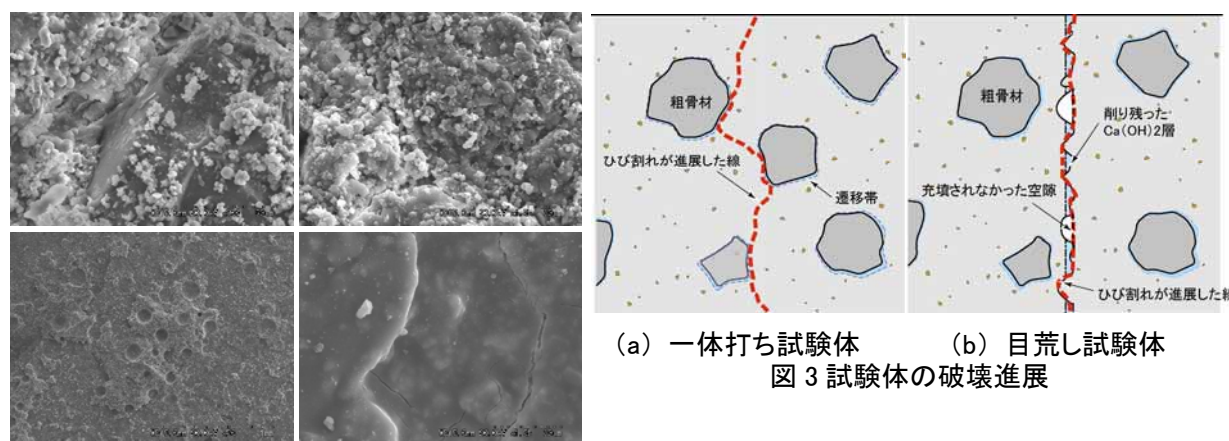


図 1 2 値化した破面



(a) 一体打ち試験体 (b) 目荒し試験体  
図 3 試験体の破壊進展

図 2 SEM 観察結果

## 実大実験家屋を用いたアースチューブシステムの 涼房効果と省エネルギー効果の検討

松本 真一<sup>1</sup>，長谷川 兼一<sup>1</sup>，源城 かほり<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 建築環境システム学科 建築環境学グループ

**概要** 建築物の冷暖房に自然エネルギーや未利用エネルギーを利用する手法に関しては従来，様々な提案がなされており，土壌を熱源あるいは冷熱源とする手法の提案も少なくない．筆者らが研究の対象としているアースチューブシステムに関しても，国内外で様々な研究が行われているが，実施例は意外と少なく，秋田県における適用事例は，皆無と思われる．

本報では，初めに，筆者らがアースチューブシステムに着目する理由を述べた上で，①拡張アメダスデータに基づいて推定した地中温度の分布図による地中冷熱の利用可能性の検討結果，②実験家屋に導入したアースチューブシステムの概要，③2004年夏季に実施した本システムの涼房効果に関する実験結果，④2006年冬季に実施したエアコンの暖房時 COP 向上に関する実験結果 について述べる．

③の実験結果に関し，アースチューブにより室温を2～3℃低減できること，また，除湿作用による涼房効果にも期待できること．また，④の実験に関して，アースチューブで予熱された空気をエアコン屋外機に供給することにより，暖房 COP が向上し，少なくとも10%程度の省エネルギー効果が得られることなどを論じている．

# 木造住宅の断熱改修による省エネルギー効果に関する事例調査

長谷川兼一，松本 真一，源城 かほり  
建築環境システム学科 建築環境学グループ

**概要** 近年，地球温暖化防止の観点から，建物の省エネルギー化の促進が迫られている。新築住宅に対しては断熱気密化が徹底されつつあるが，数の上では圧倒的に多い住宅ストックへの省エネルギー対策も同時に進めるべきである。その一つである断熱改修は有効な手段と考えられるが，改修時の手間やコスト，総合的な環境負荷低減の効果について明らかではないため，積極的に採用されていないのが現状である。そこで，本研究は，断熱改修の利点を客観的に判断できるための基礎的資料を蓄積することにより，ストック住宅の省エネルギー化への啓発資料を提示することを目的としている。筆者らは今回，幸いにも，築27年の木造戸建住宅を対象として，断熱改修前後に省エネルギーに関連する環境性能を計測する機会を得ることができた。現在も継続して計測を行っているが，本論文では，①改修前後の断熱性能，②改修による室内温熱環境の比較，③断熱改修によるエネルギー削減効果の検討，を行い，興味深い結果を得ることができたので報告する。

事例は宮城県仙台市郊外に建設されている在来木造住宅である。改修では，柱・梁等の構造部材は既存のまま使用し，内・外装材は全て廃棄している。住宅内部は間仕切りや部屋を仕切る扉を極力減らし，開放的な平面を意図した。改修により中2階の洋室が増えている。改修前後の断熱性能を示すQ値（熱損失係数）を設計図書により算出し，改修前 $5.4\text{ W/m}^2\text{K}$ ，改修後 $1.8\text{ W/m}^2\text{K}$ となった。また，改修前後で気密性能を測定した結果，隙間相当面積は $12.0\text{ cm}^2/\text{m}^2$ から $0.7\text{ cm}^2/\text{m}^2$ となり，大幅に断熱気密性能が向上したことが確認できる。暖房に関して，改修前は開放型石油ストーブ等による局所暖房であったが，温水パネルヒータによる全館暖房となった。暖房熱源は電気であり，深夜電力により昇温された温水を用いる。この温水は給湯熱源としても使用し，タンク容量2500L，ヒータ容量36.4kWの温水器が敷地内に設置されている。換気設備として第3種機械換気が採用され，計画的な換気が施されている。



写真 調査対象住宅の北側外観（左：改修前，右：改修後）

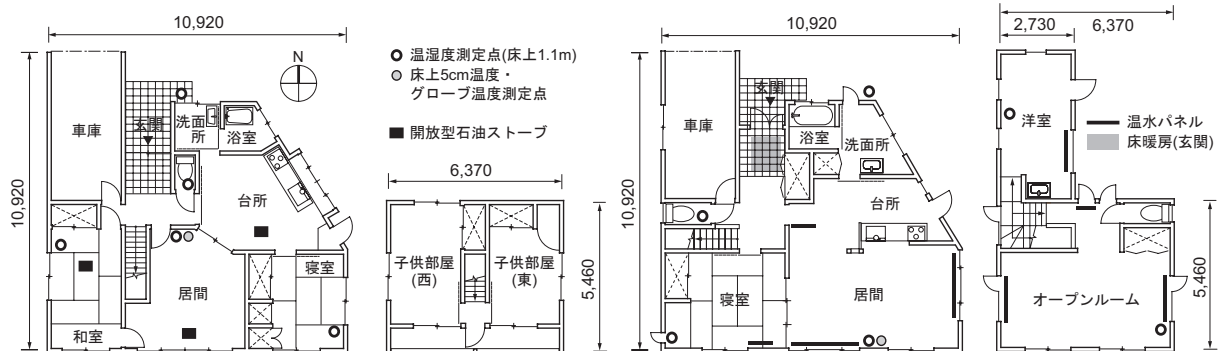


図 調査対象住宅の平面図（左：改修前，右：改修後）

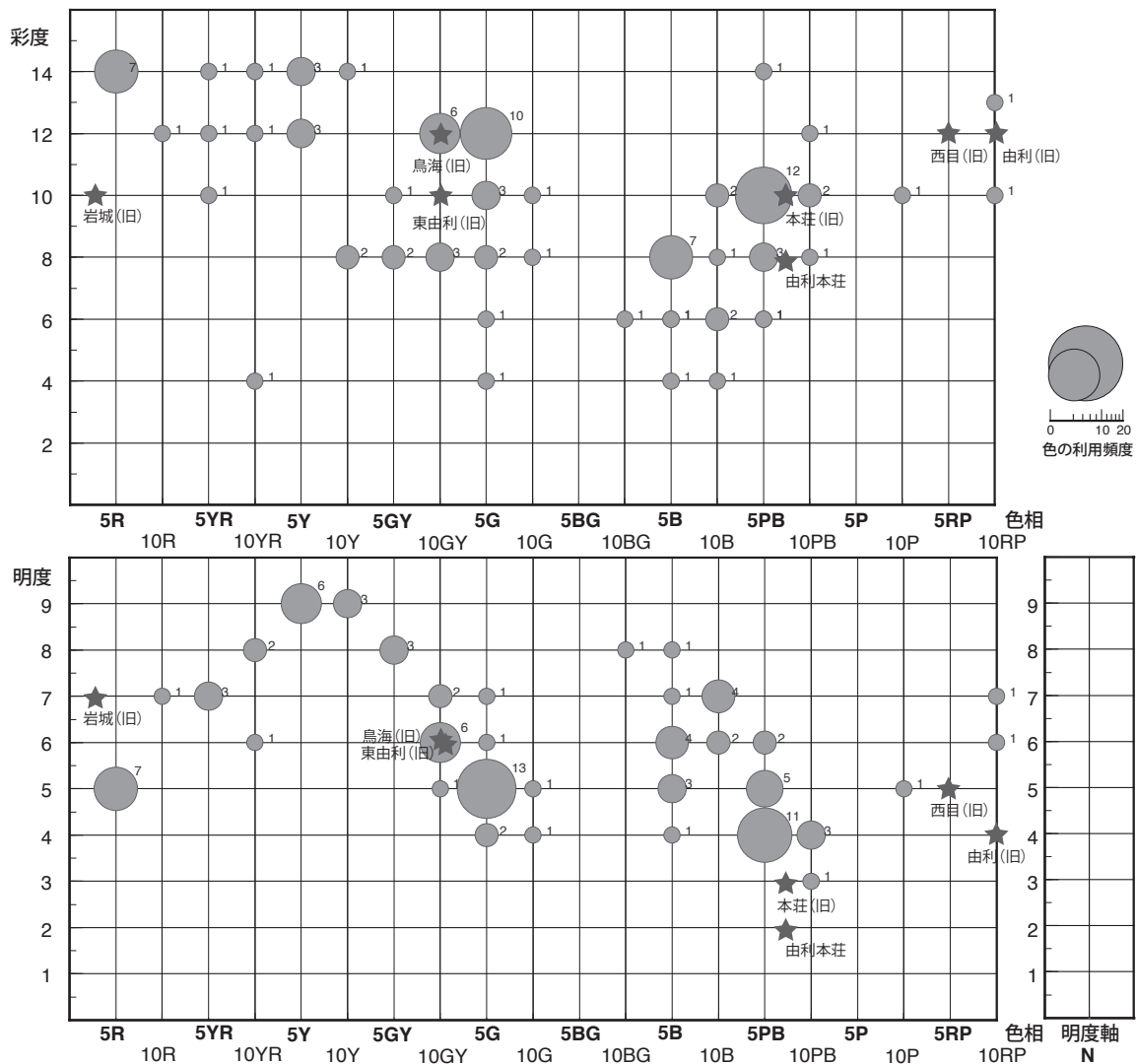
# シンボルマーク案にみる地域の色彩イメージ

## —由利本荘市シンボルマークの学生作品を対象とした考察—

込山 敦司

建築環境システム学科 建築計画学グループ

**概要** 学生による由利本荘市シンボルマーク案を対象として、由利本荘市の色彩イメージの分析を試みた。用いられていた色はPB(やや紫よりの青), G(緑)の2色が多かった。PBは海(日本海), 川(子吉川), 空, 鳥海山, Gは山(鳥海山), 木々や草花, 田圃, きれいな空気, 風, というイメージで用いられていた。R(赤)やY(黄)は, 活力, 希望, 風力などの象徴として用いられていた。自然豊かな環境が, 用いられた色彩に明快に反映されていた。一方, 大きな自然以外に, 色彩イメージを有する象徴的対象(例えば角館の武家屋敷の黒塀, 桜, のようなもの)に関する色彩案は少なかった。由利本荘市の色彩イメージは, 鳥海山を代表とする自然環境の豊かさとしては共有されている。一方, 観光や物産等では, 色彩イメージの強い対象にやや欠けているのではないかと考えられる。



秋田県立大学建築環境システム学科2003年度1年生38名のデータを対象として分析。作品案には, 3色までの色を利用可能となっている。旧市町及び由利本荘市のマークのマンセル表色系の値を★マークで示す。大内, 矢島については, 調査した範囲ではマークの色が示されていないため非掲載。本荘市及び由利本荘市のマークの値は, マンセル表色系では色見本(JIS標準色票)の範囲に存在しない値となっていた(Lab換算値とマンセル表色系のYxy値をLab値に換算したものと照合の結果)ため, もっとも近い値を視覚的に比較して採用した。

由利本荘市のシンボルマーク案に利用されていた色彩(マンセル表色系の色相-彩度図と色相-明度図)

# 自治体向け全庁統合型時空間地理情報システムにおける 共通アプリケーション仕様の検討

浅野 耕一

建築環境システム学科 都市アメニティ工学グループ

**概要** 全庁統合型時空間地理情報システム（GIS）は RARMIS 理念<sup>1)</sup>の具現化を目標としたシステムである。本研究は、全庁統合型時空間 GIS の全職員向け業務用共通アプリケーションに関し、その機能仕様を検討することを目的とする。特に、データ管理と検索の機能に着目した。

## 1. 検討方法

共通システムは、多くの業務に対して、追加機能無しで利用できることが有効である。そうすることで、自治体が全庁統合型GISを導入する際、システム購入のコストが下がり、且つ、操作性が統一されることで、異動先での操作を容易にできる利点があるからである。ほとんどの自治体業務でのGISの操作は、抽象的に捉えれば、地域情報の入力・検索・閲覧、及び印刷であると言える。そこで、これらの操作の共通項をシステムの機能とする。

自治体の地域管理業務の中から、「消防水利」「家屋形状」「道路占用物」「ごみステーション」「埋蔵文化財包蔵地」「公有財産」「ガス管」を選定し、ペーパープロトタイプを作成と試験を行った。テストを複数回行う事により、共通システムが満たすべき機能を検討した。

## 2. 検討結果による提案

### (イ) 属性情報の管理

ある地物を管理したい場合、地物自体の寿命を表すメイン時間情報と地物の状態変化を表すサブ時間情報の2種類が必要になる。メイン時間情報に付随する属性情報を基本情報、サブ時間情報に付随する方を附帯情報と呼んで区別した。

### (ロ) 関連するレイヤの自動抽出

道路占用物件や埋蔵文化財包蔵地の管理方法を検討した結果、別レイヤ（実体）に対する、時間的・空間的な位置関係からの、相互参照の必要が生じた。具体的には、時間・空間ともに、内包・外包・近接・交差の4種類、合計で8通りの時空間位置関係から検索・抽出させる機能を提案した。

### (ハ) ショートカットボタン

「属性による検索」と「関連レイヤの抽出」とともに、検索／抽出条件に名前を付けて保存をし、随時呼び出せるようにすべきである。更に、それらを包含し、グループ・レイヤ・表示日・呼び出すダイアログ・スナップモード等を、あらかじめ設定し、任意に設けたボタンにリンクさせる事が作業の効率化に有効である。ショートボタンに、該当する業務名や作業名を登録すれば、従来の専用システムに匹敵する利便性を得られるものと考えられる。

## 引用文献

1) 畑山他(1999)時空間地理情報システム DiMSIS の開発,「GIS-理論と応用」, Vol. 7, No. 2, pp. 25-33

# 本荘地域の健常高齢者を対象とした外出行動促進要素の研究

石澤公明

建築環境システム学専攻，都市アメニティ工学グループ

## 概要

現在，高齢社会の到来により，社会的・経済的活動において高齢者がどのような活動を行うかが，国全体の活動水準の内容に大きく影響を与える状況にある。しかし，高齢者の外出行動の促進要素を多角的視点から明らかにし，生活環境整備に応用する取り組みは進んでいない。そこで本研究では，高齢者へのインタビューによる外出行動調査により，高齢者の外出の現状，外出を促進・抑制する要因を明らかにし，高齢者の外出を促す環境整備の方向性の検討を行った。

## 調査結果

図 1. より，加齢による外出意欲の低下が見られたが，全体では6割以上で外出意欲の保持が確認できた。外出・在宅傾向では，全体の半数以上が在宅傾向にあり，加齢により在宅傾向の増加が見られた。今回確認できた，外出意欲を保持している在宅傾向の高齢者は周囲の環境次第で外出する可能性がある。

図 2. から，外出目的では，生活に必要な外出である買物の割合が最も高く，次いで任意・社会活動である趣味・娯楽の外出の順に割合が高い。買物は生活必要行動であり，その頻度も高く，全体で見ても最も割合の高い目的であるが，目的1の約60%を最大に，目的3までくると約9%まで低下する。しかし，趣味の外出では目的1～3の間で大きな増減がない。したがって，趣味の外出は生活必要行動ではないにも関わらず，多くの高齢者が行っていることになる。

## まとめ

高齢者の外出行動では，買物・通院等の生活必要活動と趣味・娯楽等の任意社会活動がその大半を占めた。高齢者の外出頻度の差は，生活必要活動の回数の差ではなく，任意社会活動の回数にあり，この活動を促進する環境の整備により高齢者の外出を促すことが可能になると推測される。

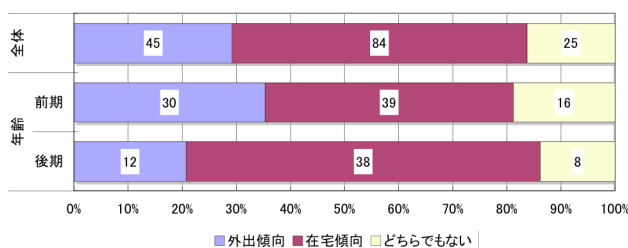
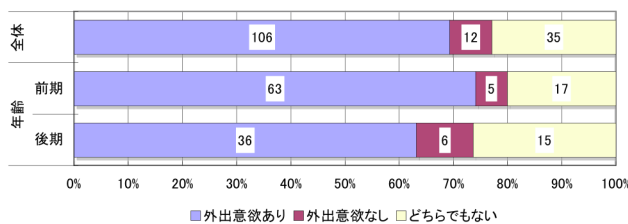


図 1. 外出意欲 (上図)，外出・在宅傾向 (下図)

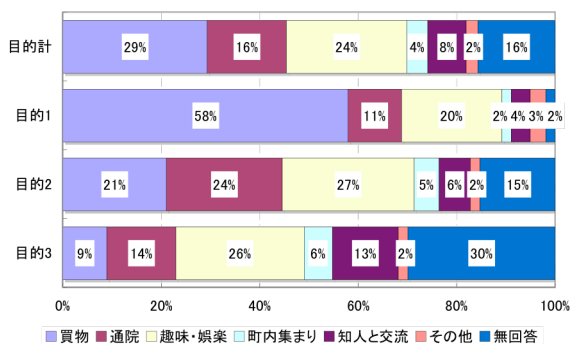


図 2. 主要外出目的に占める各活動の割合

## ポスター発表 13:50~15:50 (学部棟 II 2 階吹き抜け)

※13:50~14:50 は奇数番号が、14:50~15:50 は偶数番号が発表を行います。

### 経営システム工学科

- MSE-1 生態系と物質循環研究の今日的意義  
○漆川芳國 (プロセス管理グループ)  
(講演の内容をポスター発表するものです。要旨は講演のほうをご覧ください。)
- MSE-2 圧電素子のLCAに関する研究 41  
○梁瑞録, 上野正博, 川島洋人, 菊地英治, 相馬隆雄 (経営情報グループ)
- MSE-3 公開データを用いた東北の地方都市比較研究 42  
○嶋崎真仁, 岸川善紀, 備前鉄男 (経営情報グループ)
- MSE-4 学習する組織によるチーム医療の効果的運用に関する研究 43  
○宮野はるみ (経営システム工学専攻 経営企画グループ)
- MSE-5 オンライン・ビジネスゲーム実施に関する評価 44  
○朴元熙 (経営企画グループ)
- MSE-6 非協力ゲームにおけるナッシュ均衡について 45  
○木村寛, 星野満博 (経営企画グループ)
- MSE-7 マルコフ決定モデルとその応用 46  
○星野満博, 木村寛 (経営企画グループ)
- MSE-8 事象関連電位を用いた余剰多感覚情報による認知促進効果 47  
○杉山博史, 郭偉宏 (プロセス管理グループ)
- MSE-9 大気中 VOCs の個別化合物安定同位体比の測定方法の開発と発生源解析 48  
○村上舞 (経営システム工学専攻 プロセス管理グループ),  
川島洋人, 梁瑞録, 菊地英治 (プロセス管理グループ)

MSE

経営システム  
工学科



# 圧電素子の LCA に関する研究

○梁瑞録、上野正博、川島洋人、菊地英治、相馬隆雄  
経営システム工学科 LCA 製品開発研究グループ

**はじめに** LCA (Life Cycle Assessment)は製品の資源採取から製造、使用、廃棄までの各段階でどれだけの資源を消費しどれだけ環境へ影響を与えたかを総合的に評価する手法である。ファインセラミックスの LCA を行った過去の事例では試作レベルでの評価であり単位重量あたり鉄鋼の数十倍から数百倍の CO<sub>2</sub> を発生すると報告されている。ファインセラミックスは既に 1 兆円を越す重要な産業となっていながら、信頼できる生産レベルでの LCA データが全くないことは今後の産業構造、環境・エネルギー問題を論議する上で問題である。本研究ではファインセラミックスの一例として圧電素子を取りあげ、その製造工程での LCA を行い環境負荷を見積もり、また環境効率の観点から考察した。

**実験方法** PZT 圧電素子（携帯電話用スピーカーを仮定）の製造工程は原料の調合・粉碎、混合・成形、焼成などからなる。本研究では焼成工程はエネルギー消費が最も多いため、電気炉を用い仮焼、本焼成、電極焼付の各工程について実際に消費電力を測定し、モデル実験を行なった。電気炉は定格 1.5 kW、炉内寸法 200 W×150 H×300 Dmm の角型単独窯を用いた。加熱試料は PZT の代わりに 99.8%アルミナ板 (100×1/00×1mm) を 18 枚重ねて用いた。アルミナの総重量は 1.83 kg であったが、アルミナと PZT の比熱を考慮して、PZT が 2.44 Kg 炉の中に置かれていたものと換算した。仮焼は室温より 200 °C/h で昇温し、800 °C で 2 h 温度を維持したときの消費電力量を求めた。焼成は室温より 200 °C/h で温度を上げていき、1150 °C で 2 h 温度を維持したときの消費電力量を求めた。電極焼付は室温より 200 °C/h で昇温し、700 °C に達した段階で 5 分温度を維持したときの消費電力量を求めた。

**結果および考察** 実験結果を表 1 に示す。仮焼、本焼成、電極焼付けによる総消費電力は 5.0 kWh/kg (18.1 MJ/kg)、CO<sub>2</sub> 排出量は 2.2 kg-CO<sub>2</sub>/kg であった。今回 PZT の本焼成における消費電力量 10 MJ/Kg で、他の窯製品、食器 (19.5 MJ/kg)、タイル (6.5 MJ/kg)、衛生陶器 (6.0 MJ/kg) の消費エネルギーとはほぼ同等レベルにあることがわかる。従来のファインセラミックスに関する LCA 研究においては焼成工程のエネルギー消費が量産セラミックス製品に比べると過大な値が得られていたがファインセラミックスといえども本質的に差がないことが実証できた。

環境効率=価値/環境負荷と定義する。価値には値段、利便性が、環境負荷には CO<sub>2</sub> 排出量、枯渇資源の投入量などが入り、環境への負荷だけで判断するのではなく、それに見合った価値を生み出しているかどうかによって判断する新しい指標である。単純化するために、価値には価格を用い、環境負荷として 1kg 製造時の CO<sub>2</sub> 排出量を用い圧電素子の環境効率を他窯業製品と比較し表 2 で圧電素子製品の重量は 1 g として経済産業省統計確報値から kg あたりの価値（価格）を算出した。表 2 から圧電素子のようなファインセラミックスは当然ながら他の窯業製品に比較し環境効率が桁はずれて大きいことがわかる。

今回はファインセラミックスの焼成工程にのみ焦点を絞って実測と環境負荷見積もりを行ったが、ファインセラミックスでは伝統的窯業製品と本質的に異なる製造条件は原料合成や粒度調整等にあり、今後これらの工程での詳細な環境負荷見積もりを行う必要がある。

表1 PZT圧電素子1kgを焼成したときの環境負荷

工程	温度 (°C)	エネルギー消費量 (MJ/kg)	CO <sub>2</sub> 排出量 (kg-CO <sub>2</sub> / kg)
仮焼	800	5.3	0.64
焼成	1150	9.9	1.21
電極焼付	700	2.9	0.36
計		18.1	2.22

表2 業製品の環境効率

品目	CO <sub>2</sub> 排出量 (kg-CO <sub>2</sub> /kg)	販売量 (千トン)	販売額 (億円)	環境効率 (円/kg-CO <sub>2</sub> )
圧電素子	2.22	4.6	960	9488
ガラス容器	0.71	1520	1462	135
セメント	0.77	687581	3919	0.74

# 公開データを用いた東北の地方都市比較研究

嶋崎 真仁<sup>1</sup>, 岸川 善紀<sup>1</sup>, 備前 鉄男<sup>2</sup>

<sup>1</sup>経営システム工学科 経営情報システム研究グループ

<sup>2</sup>経営システム工学専攻博士前期課程

## 1. 経営情報システム研究グループの視座

本研究グループが研究対象とする経営情報システム(MIS)は、次の①~③で説明されるプロセスに関わる情報活動を支援するものとして捉えられる。まず、①「技術から価値を生み出す」ためには、②「適切な経営システム」が求められる。そのため③「社会に隠れた経営情報を分析し、よい経営システム構築に役立てる」必要がある。

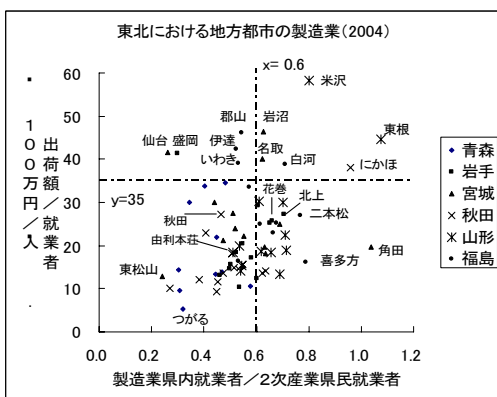
本研究グループでは、これらのプロセスを通じて地域貢献の仕組みを研究している。

## 2. 東北地方の都市圏比較

本稿では、経営情報分析のケースとして公開データを援用して、東北地方の都市圏を相対比較し、特徴を抽出する。

地域の存続のためには、生産部門を通じ経済的価値を外部から獲得する必要がある。そのため主要な生産部門である製造業は高い生産性が求められる。また、獲得した価値は消費活動を通じて地域の商業に廻る。そこで本節では、産業力と所得、消費の状況から各都市を位置づける。

図1は、横軸に第2次産業における製造業の就業者比率をとり、縦軸に製造業の就業者あたり工業出荷額をとり、東北地方の各都市をプロットしたものである。



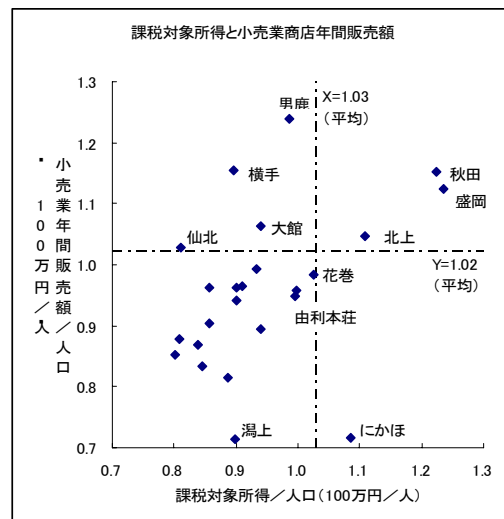
出所) [1]

図1 東北の地方都市製造業(2004年)

秋田、盛岡などの県庁所在地は、製造業の就業者割合が低く、かつ生産性は比較的高い。

にかほは、製造業就業者の割合が高く、生産性も高い。また、角田は生産性が低いものの、製造業就業者割合が高く、雇用の中心になっていると推察される。

図2は、横軸に人口あたりの課税対象所得、縦軸に人口あたりの小売業年間販売額を取り、秋田、岩手の各都市圏をプロットしたものである。



出所) [2]

図2 課税対象所得と小売業年間販売額(2004)

図2よりにかほは相対的に生産性が高く、併せて所得も高い。しかし、地域内の小売業売上高は低い。由利本荘の小売業売上高が生産性に比べ相対的に高いことを併せると、これはにかほの住民が由利本荘で購買を行っているためと推察される。すなわち、この2地域がひとつの経済圏である構造が伺える。

このような分析から地域の特徴が抽出される。この特徴を元に定性的な調査・分析を加えて得られた知見を、企業の経営判断や政策の策定などへ活用することが期待される。

## 参考文献

- [1] 岸川,嶋崎,住田「地域特性の変容と地場産業のドメインシフトに関する研究」,日本社会情報学会合同研究発表大会,2007.
- [2] 嶋崎,備前,岸川,住田「地方生活圏における消費特性の比較研究」,日本社会情報学会合同研究発表大会,2007.

# 学習する組織によるチーム医療の効果的運用に関する研究

宮野はるみ

経営システム工学専攻

**概要** 現在の医療組織における医療提供の仕方は、チーム医療である。チーム医療とは細分化した役割を有機的なつながりにし、患者に最善の医療を提供することである。そのチーム医療は4つの構成要素（専門性志向・患者志向・職種構成思考・協働志向）によって成り立っている。しかし、そのチーム医療の要素は現実には、いずれかが欠如したり達成度が低かったりすることもあり、こうしたことがチーム医療の困難さを生み出しているといわれている。その困難さを克服するためには、現在のような医療の質を構造から量的に評価する方法だけでは不十分である。AHP（階層的意思決定法）を用いて、チーム医療の理想と現実の落差を可視化し評価する。その情報をもとに、チーム医療がよりよく改善されスパイラルアップしていくために、学習する組織の5つの学習領域を活用していくことを考察する。

**研究方法** チーム医療の理想と現実の落差を可視化するためにAHPを用いる。評価主体にはチーム医療の構成員である患者と医療従事者を置き、評価項目は階層構造を有し、レベル1にはチーム医療の4つの構成要素、レベル2にはそれぞれの項目を細分化した項目を配した。重み付けには先行研究である第2回日本の医療に関する意識調査2006（日本医師会総合政策研究機構）、わが国における緩和ケアチームの実態調査3報2005を用いた。

実際のチーム医療が、学習する組織の5つの学習領域を活用している事例を考察する。

表1 評価項目の階層構造

レベル1	レベル2
専門性志向	体系的な理論
	専門的な継続教育
	職業倫理
患者志向	考え方
	スキル
	態度
	環境
職種構成志向	組織内の公的立場
協働志向	対等性
	連携・協力

**研究結果** AHPの評価結果から、患者・医療従事者ともに理想とするチーム医療において、患者志向がもっとも重要と考えており、患者の視点を取り入れた評価の必要性が伺われる。しかし、現実では専門性志向が高く、理想と現実の落差が大きい結果となった。医療組織は、専門職種が自らの専門性を高めることを一義と考えがちであり、組織全体で有効な知識を共有する有効なシステムがつけられにくいといわれている。学習する組織は対話（チーム学習）によって始まるといわれており、実際の活動においても専門性志向に対するメンタルモデルの克服がなされる。そのことにより共有ビジョンを持ち、システム志向によりさまざま変化する複雑な要素が関連している問題を解決していくことができている。

# オンライン・ビジネスゲーム実施に関する評価

朴 元熙

経営システム工学科 経営企画研究グループ

**概要** ビジネスゲーム(以下,BG と呼ぶ)は、経営者訓練のツールとして用いられてきた。BG は財務諸表、すなわち、本 BG の財務諸表として用いている貸借対照表(B/S),損益計算書(P/L), 製造原価明細書(C/R),2000 年度から第 3 の財務諸表となったキャッシュフロー計算書(C/F)とその仕組みの理解、財務データから経営情報への変換、そして、意思決定の拠り所としての活用などを学習および体験させる。また、研究開発、生産管理、マーケティングなどの企業全般に関する PDCA 活動を行うことによってその業務を理解し、経営者の視点から企業全体を計画統制するマインドが育成される。このような学習効果から BG は大学教育のみならず企業研修にも用いられてきた。また、企業では BG を通して経営に関する知識を習得させたり、社員の適材適所の観点から得意な分野と不得意な分野を見分け、配置転換に用いたり、チームワークの重要性やその動機付けの付与などにも用いられている。

本研究のモデルとなる BG は、インターネットを用いており、また、2000 年度から第 3 の財務諸表として実務に取り入れられるようになったキャッシュフロー計算書、そして株式の時価評価などを追加するなど最近の企業活動を取り入れている。本研究では、実際の BG 活用の結果から構造方程式モデルに基づいた因果分析を用いて BG の教育的効果とインターネットを用いた BG の効果を明らかにすることを目的とする。

# 非協力ゲームにおけるナッシュ均衡について

木村 寛<sup>1</sup>, 星野満博<sup>2</sup>

経営システム工学科 経営企画グループ<sup>1,2</sup>

**概要** ゲーム理論とは、複数の意思決定主体が存在する状況における意思決定の理論であり、経済学や経営工学、オペレーションズ・リサーチ、生物学、情報科学などの理工学の分野にも発展し研究されている。1994年のノーベル経済学賞を受賞した J.F.Nash は、ゲーム理論の中心概念であるナッシュ均衡を定義した。

本報告では、ゲーム理論、特に非協力ゲーム理論において、複数人のプレイヤー  $n$  人がそれぞれある評価基準を持つ場合について、各プレイヤーはお互いに協力や相談することなくそれぞれの戦略を選ぶというゲームモデルを考案する。またこのとき、各プレイヤーの均衡点となるナッシュ均衡についての導出について述べる。

# マルコフ決定モデルとその応用

星野 満博<sup>1</sup>, 木村 寛<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> 経営システム工学科 経営企画グループ

概要 我々の研究領域の一つとして数理的意思決定手法に関する研究があるが，ここでは，その中でも不確実性を伴う対象を扱う動的的意思決定モデルの一つであるマルコフ決定過程について，機械メンテナンスモデルと確率的在庫モデルを例に紹介する．マルコフ決定過程の構造はやや複雑であるが，時間（段数）パラメータ，システムの状態，推移確率，アクション，利得（または損失）関数などにより構成される，時間とともに確率的に変動するシステムを扱い，そこで生じる利得・損失についての最適戦略を探すことを目的とする意思決定モデルである．一般に意思決定要素に，天候，株価，競合他社の動向，機械の故障，など，容易にコントロールできない（確率的）対象が含まれていることが少なくないが，このような確率的，非確定的要素が含まれると，同時に意思決定の難易度が増す．ここで紹介する確率的逐次決定モデルは，確率的要素と意思決定者がコントロール可能な確定的要素の両方が含まれる対象を扱うことと，逐次決定性を特徴としている．

# 事象関連電位を用いた余剰多感覚情報による認知促進効果

杉山 博史<sup>1</sup>, 郭 偉宏<sup>1</sup>

<sup>1</sup>経営システム工学科 プロセス管理グループ

## 概要

ヒトは複数の感覚器官に受け取られる情報に注意を払い周囲の状況を把握している。注意を払う対象が多い場合、1つの情報に向けられる注意が欠損し、パフォーマンスの低下を引き起こす。しかし、情報の関連性により多情報の処理パフォーマンスを向上させる可能性がある。本研究は事象関連電位を用いて実際に情報処理を行う脳活動から、情報群の関連性がヒトの認知過程に与える影響を検討した。事象関連電位は脳から発生する電気信号の一種であり、事象関連電位の1つであるP300の潜時と振幅は、認知過程における認知時間と注意にそれぞれ関係する。

情報群は、互いに関連した視覚と聴覚刺激(余剰視聴覚刺激)、または互いに独立した視覚と聴覚刺激(視聴覚刺激)により構成される。同じ物理的特性を持つ情報群の認知過程について、情報間の関連性による認知時間と注意への影響を反応時間とP300から比較した。

呈示する情報群には余剰視聴覚刺激と視聴覚刺激に加え、単一感覚への情報呈示として単一視覚刺激と2つの視覚情報を与える2視覚刺激を用いた。

図1に呈示された4つの情報群への反応時間を示す。余剰視聴覚刺激は視聴覚刺激よりも18%程度減少した反応時間を示した。単一視覚刺激、余剰視聴覚刺激および視聴覚刺激の事象関連電位を図2に示す。余剰視聴覚刺激のP300は呈示後300ms付近に惹起した。視聴覚刺激の場合は潜時400ms付近のP300が発生した。P300の潜時において、互いに関連した情報は独立した情報に比べて大きく短縮された。

2つの情報を受け取る場合、多感覚の併用は単一感覚のみの使用に比べ優位性を持つが、1つの情報を受け取る場合に比べ悪化を示した。しかし、情報を互いに関連させることで、多感覚情報を単一の情報と同程度の認知時間にまで促進することが示唆された。

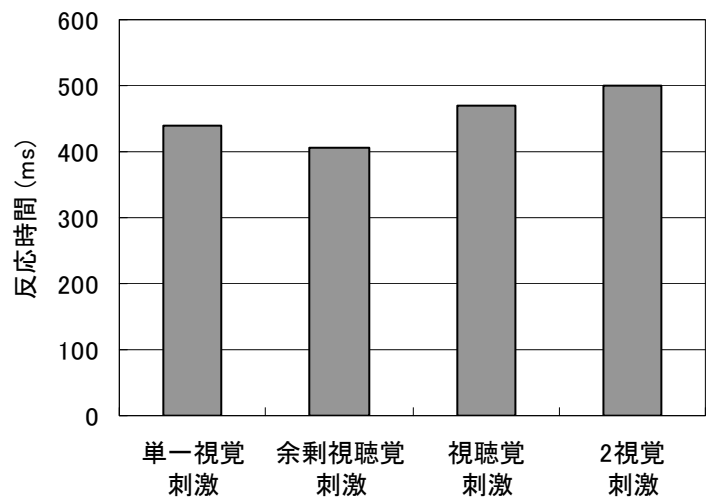


図1. 4つの情報群の反応時間

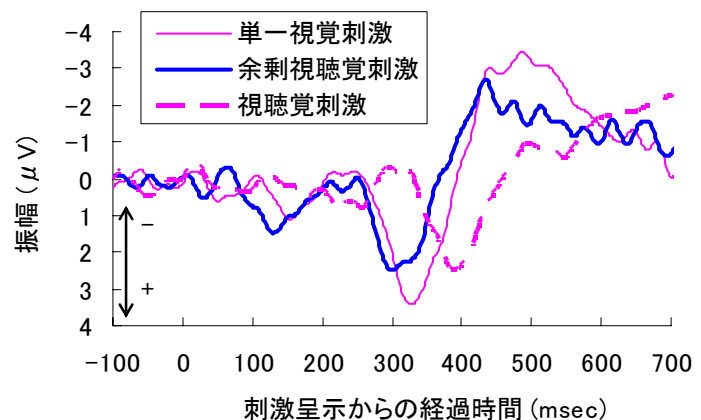


図2. 情報群の事象関連電位波形

# 大気中 VOCs の個別化合物安定同位体比の測定方法の開発と発生源解析

○村上 舞, 川島 洋人, 梁 瑞録, 菊地 英治

経営システム工学科 環境プロセス研究グループ

**◆背景・目的** 揮発性有機化合物（以下、VOCs）は光化学大気汚染の主要な原因物質であり、個々の物質においては発がん性や神経性の影響を与える等、実態解明が必要な化学物質である。効率的な VOCs の低減のためには明確な発生源の解明が重要となるが、現在まで、環境濃度のみの解析か、またそれに簡単な統計処理を施すかの方法に終始しており、複雑な VOCs の発生源を特定するための方法が確立されたとはいえない。

近年、ガスクロマトグラフと安定同位体比質量分析計が結合した装置(GC/C/IRMS)が実用化され、個別化合物中の安定同位体比測定が可能となった。個々の化合物中にある炭素や水素の安定同位体比は反応や生成過程などによって異なる値を示すため、国内外で起源の推定や識別が必要な分野に応用され始めている。例えば、地球化学分野では化石燃料の起源の推定や地球規模でのメタンの循環の解明、鑑識学分野ではマリファナの流通経路やドーピング試験などに応用され、実態解明に役立ちつつある。しかし環境分野の応用事例は限られて要るのが現状である。我々は現在、この分析法を環境分野へ応用することを目指し、具体的には大気中の VOCs 中の炭素安定同位体比を測定し、その発生源を解明することを試みた。大気中の有害化学物質の発生源解析への応用のためには、発生源間の違いを見分ける分析精度が必要であり、また環境中の極微量物質を測定するための方法が必要である。

**◆方法** 炭素安定同位体比は気体濃縮器(GAS-10, 東亜 DKK)と GC/C/IRMS (MAT253, Thermo Fisher Scientific K.K.) を融合させ分析した。GC/C/IRMS による同位体比測定はピーク形状が結果を大きく左右するため、ピーク形状を良好かつ安定させることが重要であり、いくつかの条件検討を行った。また本研究では、その他にキャピラリーカラム直前にクライオフォーカス部を新たに設置するなど、分析上の様々な技術も組み合わせた。まず精度を確認するために、VOCs58 成分混合標準ガス(PAMS-58, 高千穂化学工業)の測定を行い分析精度を確認し、さらに実際に発生源（自動車排出ガス、ガソリンスタンド、精密機械工場）の測定と一般環境の測定も行い発生源解析を試みた。

**◆結果・考察** 条件検討の結果、良好なクロマトグラフを得ることが可能になった。最終的には本研究では 58 成分中 39 成分の定性を行うことが出来、分析精度は 0.068(*m,p-Xylene*)~0.95%(*i-Pentane*)% といずれも高精度な結果となった。表 1 には既往の研究と比較することが出来る主たる VOCs の分析精度を示したが、すべての物質において本研究が最も高精度の測定結果となった。

表 1 VOCs4 成分の本研究と既往の研究の分析精度の比較 (%)

	This work (n=10)	SPME-1 <sup>※1</sup> (n=6)	SPME-2 <sup>※2</sup> (n=10)	P&T <sup>※2</sup> (n=10)
Benzene	0.15	0.36	0.36	0.20
Toluene	0.15	0.84	0.56	0.35
Ethylbenzene	0.11	0.72	-	-
<i>m,p-Xylene</i>	0.068	0.81	-	-

※1 : Murakami et al.,(2006), ※2 : Zwank et al., (2003)

図 1 に発生源による違いを示した。測定可能であった 9 物質中 6 物質が発生源間に違い (1.1~6.0%) があり、7 物質においてガソリンスタンド (ガソリン揮発) よりも自動車排出ガスの方が同位体比が重くなる傾向を示した。また精密機械工場とガソリン揮発には明瞭な違い (0.53%以内) はなかった。紙面の都合上割愛するが、さらに一般環境との比較により、本研究で行った測定時においてはベンゼン、エチルベンゼンはガソリン揮発の影響、トルエンは自動車排出ガスの影響が強い傾向を示した。

**◆まとめ** 本研究によって、高精度な炭素安定同位体比を得ることのできる分析法が開発された。今後はさらに様々な発生源を測定し、多様な発生源を解明することが望まれる。

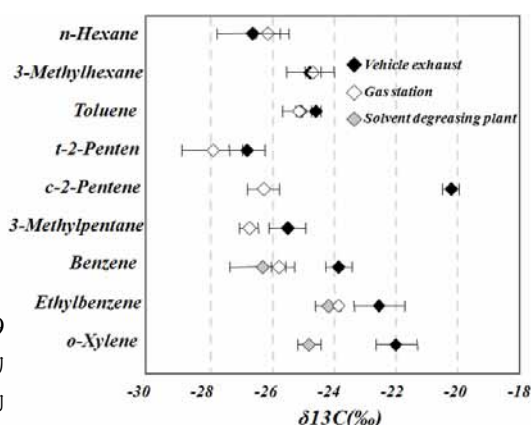


図 1 発生源（自動車排出ガス、ガソリンスタンド、精密機械工場）の炭素安定同位体比



秋田県立大学システム科学技術学部研究発表会2007実行委員会 2007.10.21  
秋田県立大学本荘キャンパス（システム科学技術学部）  
〒015-0055 秋田県由利本荘市土谷字海老ノ口84-4  
TEL：0184-27-2000（代） FAX：0184-27-2180  
電子メール（オープンキャンパス問い合わせ）：2007aki@akita-pu.ac.jp

