

広島大学

# 研究成果集

2012  
年度版

広島大学の力

I ライフサイエンス

II 環境・エネルギー

III ものづくり・製造

IV 材料・デバイス・装置

V 機 械

VI 建築・土木

VII 情報・通信

VIII 計測・分析

IX 社会科学・人文科学

# Contents

## 環境・エネルギー

排水からの資源・エネルギー回収 エコバイオテクノロジー	工学研究院 大橋 晶良 教授	2
新規な蛍光性色素を用いた 色素増感太陽電池の開発	工学研究院 大山 陽介 准教授	3
水生生態系における藻類の鉄の摂取機構解明への 新しいアプローチ - 動力学に基づく比較 -	工学研究院 尾崎 則篤 准教授	4
瀬戸内海環境に及ぼす黒潮影響の革新的計測	工学研究院 金子 新 教授	5
窒素系ナノ複合水素貯蔵物質の研究開発	先進機能物質研究センター 小島 由継 教授 先進機能物質研究センター 市川 貴之 准教授	6
極微量放射線計測による環境放射能の測定と評価	工学研究院 静岡 清 教授	7
ガスハイドレート再ガス化の伝熱解析	工学研究院 田中 進 准教授	8
バイオマスの増大植物の開発研究	自然科学研究支援開発センター 田中 伸和 教授	9
メスbauer分光法を用いた 化学研究と環境放射能	自然科学研究支援開発センター 中島 覚 教授	10
目的薬毒物の迅速検査法の開発	医歯薬保健学研究院 奈女良 昭 准教授	11
中性子モニタリングのための 高精度 Sm, Gd 同位体組成分析	理学研究科 日高 洋 教授	12
太陽光発電を越える微生物燃料電池の実用化	工学研究院 日比野 忠史 准教授	13
低温熱化学水素製造技術の研究	サステナブル・ディベロップメント実践研究センター 宮岡 裕樹 特任講師	14
地域環境シミュレーターの実用化	国際協力研究科 山下 隆男 教授	15

## ものづくり・製造

2電極法を用いた腐食・環境モニタリング 技術の開発	工学研究院 磯本 良則 准教授	18
生産システムの設計・計画・管理に関する研究	工学研究院 江口 透 准教授	19
パルスデトネーション技術の開発と応用	工学研究院 遠藤 琢磨 教授	20
圧力容器 / 配管接合部の応力解析及び 密封性能評価	工学研究院 澤 俊行 特任教授	21

静的及び衝撃荷重下での接着構造の 応力解析と強度評価	工学研究院 澤 俊行 特任教授	22
ボルト締結体の座面応力解析および特性評価	工学研究院 澤 俊行 特任教授	23
リングジョイントガasket付き管フランジ 締結体の応力解析と漏えい評価	工学研究院 澤 俊行 特任教授	24
超臨界流体を利用したポリマー成形加工	工学研究院 滝島 繁樹 教授	25
部分空間同定法を用いた グレーボックスモデリング	教育学研究科 田中 秀幸 准教授	26
波状前縁を用いた翼の失速特性改善に関する研究	工学研究院 土井 康明 教授	27
接合設計支援システムに関する研究	工学研究院 濱田 邦裕 教授	28
ものづくり学習の設計に関する 学習活動要因の因果関係	教育学研究科 谷田 親彦 准教授	29
分離径可変型の高性能な乾式サイクロン	工学研究院 吉田 英人 教授	30

## 材料・デバイス・装置

対称性喪失レベルの定量的把握方法及び 定量的把握システム	工学研究院 有尾 一郎 助教	32
CNT を応用した充填層の有効熱伝導率改善	工学研究院 井上 修平 准教授	33
高性能有機電子デバイスを志向した 新規 $\pi$ 電子系化合物群の高効率合成法の開発	工学研究院 今榮 一郎 准教授	34
D- $\pi$ -A 型蛍光性色素のメカノフルオロクロミズム	工学研究院 大山 陽介 准教授	35
光誘起電子移動を利用した 蛍光性水センサー色素の開発	工学研究院 大山 陽介 准教授	36
レアメタルを用いた材料開発の 化学工学的アプローチ	工学研究院 萩 崇 助教	37
ナノ粒子材料の合成・分散と 応用のための機能化技術	工学研究院 奥山 喜久夫 教授	38
高分子の微細構造が巨視的な 物性に与える影響の解明	理学研究科 勝本 之晶 助教	39
プラズマ放電による導電ナノワイヤの形成	工学研究院 加藤 昌彦 准教授	40

<b>超広帯域インパルス電波による早期乳がん検出技術</b> ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 吉川 公磨 教授	41
<b>ポリマー／有機・無機ナノコンポジット材料の開発</b> 工学研究院 木原 伸一 准教授	42
<b>新規分子性金属酸化物の合成と機能性材料としての応用</b> 工学研究院 定金 正洋 准教授	43
<b>ゼオライトの自在設計・合成 — ゼオライト転換</b> 工学研究院 佐野 庸治 教授	44
<b>気相の微小物質による表面の創製手法と汚染現象</b> 工学研究院 島田 学 教授	45
<b>高耐熱性及び耐衝撃性を有する乳酸共重合体ステレオコンプレックスの合成とその性質</b> 産学・地域連携センター 白浜 博幸 准教授	46
<b>サブミクロンサイズの球状活性炭の調製とその電極材料への応用</b> 工学研究院 玉井 久司 特任准教授	47
<b>Ni セルメットを利用し Al<sub>3</sub>Ni 金属間化合物強化 Al 基複合材料の作製プロセスの開発</b> 工学研究院 崔 龍範 助教	48
<b>高分子結晶化における構造形成 — 融解キネティクス</b> 総合科学研究科 戸田 昭彦 教授	49
<b>高圧二酸化炭素を利用したポリイミド微細加工技術の開発</b> 工学研究院 春木 将司 助教	50
<b>焼却飛灰・家畜骨粉の高プロトン電導性材料への再資源化</b> 工学研究院 福井 国博 教授	51
<b>マイクロ波加熱流動化固相反応による機能性粒子の合成</b> 工学研究院 福井 国博 教授	52
<b>高温用無鉛はんだ合金の設計と開発</b> 工学研究院 松木 一弘 教授	53
<b>有機ケイ素系イオン伝導材料</b> 工学研究院 水雲 智信 助教	54
<b>マスクレス露光装置の利用最適化によるマイクロ流体デバイスの効率化</b> ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 村上 裕二 特任准教授	55
<b>自己修復性耐候コーティング</b> 工学研究院 矢吹 彰広 准教授	56
<b>塑性加工のための材料モデル、数値シミュレーションおよび最適工程設計</b> 工学研究院 吉田 総仁 教授 工学研究院 日野 隆太郎 准教授 工学研究院 濱崎 洋 助教	57

<b>機 械</b>	
<b>液体容器内のスロッシングを利用した機械構造物の制振</b> 工学研究院 池田 隆 教授	60
<b>盲導犬ロボットの開発</b> 産学・地域連携センター 三枝 省三 教授	61
<b>浅水域における肥型船の操縦流体力特性の推定</b> 工学研究院 佐野 将昭 助教	62
<b>斜旋回送りねじを用いた負荷感応無段変速機</b> 工学研究院 高木 健 准教授	63
<b>高効率パラメータ励振歩行</b> 工学研究院 原田 祐志 助教	64
<b>摩擦力の計測に好適なシート型剪断力センサ</b> 工学研究院 藤本 由紀夫 教授	65
<b>強化学習による均質ロボット群の協調行動獲得</b> 工学研究院 保田 俊行 助教	66
<b>耐故障性を有する機械制御システムの構成法</b> 工学研究院 和田 信敬 准教授	67

<b>建 築・土 木</b>	
<b>大振幅の副振動のモデリング</b> 工学研究院 荒井 正純 助教	70
<b>災害復旧のための急速展開橋モバイルブリッジ®の研究開発</b> 工学研究院 有尾 一郎 助教	71
<b>リサイクル条件下の多段階フォールディングマイクロストラクチャーによる衝撃緩衝装置</b> 工学研究院 有尾 一郎 助教	72
<b>建築構造物の免制震デバイス最適化のための数値実験システム</b> 工学研究院 大崎 純 教授	73
<b>音響トモグラフィー法による河川流量の自動連続計測</b> 工学研究院 川西 澄 准教授	74
<b>近代の都市・建築史および現代建築意匠理論</b> 工学研究院 杉本 俊多 教授	75
<b>市民生活行動学と部門横断型まちづくり政策</b> 国際協力研究科 張 峻屹 教授	76
<b>豪雨時における個別溪流、個別斜面のリアルタイム危険度評価システムの開発</b> 工学研究院 土田 孝 教授	77
<b>自然環境中の流れの可視化計測技術開発</b> 工学研究院 椿 涼太 助教	78
<b>地下水流れによる干潟のヘドロ化抑制効果の解明</b> 工学研究院 中下 慎也 助教	79

<b>工事写真の改ざん検出</b>	工学研究院 藤本 郷史 助教	80
<b>MEMS 技術を活用した建築振動モニタリングシステムの開発</b>	工学研究院 松本 慎也 助教	81
<b>19 世紀東アジアにおけるイギリス建築・都市計画の研究</b>	工学研究院 水田 丞 助教	82
<b>偏心構造物のねじれ応答性状に関する研究</b>	工学研究院 渡邊 秀和 助教	83

## 情報・通信

<b>マルチラジカルのスピン多重度自在制御</b>	理学研究科 安倍 学 教授	86
<b>シミュレーション物理教材開発</b>	情報メディア教育研究センター 稲垣 知宏 准教授	87
<b>光学特性に基づく光線追跡シミュレーションと可視化</b>	工学研究院 金田 和文 教授	88
<b>統計的パターン認識とその画像認識への応用</b>	工学研究院 栗田多喜夫 教授	89
<b>デジタル文書中の外字フォント・字形特定</b>	情報メディア教育研究センター 鈴木 俊哉 助教	90
<b>「問題を作ることによる学び」を支援するインタラクティブシステム</b>	工学研究院 平嶋 宗 教授	91
<b>確率動的ゲーム理論を応用した省エネルギー制御系設計</b>	工学研究院 向谷 博明 教授	92
<b>大規模かつ多様な情報源からの知識発掘技術</b>	工学研究院 森本 康彦 准教授	93

## 計測・分析

<b>不揮発性分子のレーザー脱離・光イオン化質量分析法の開拓</b>	理学研究科 江幡 孝之 教授	96
<b>多次元複雑系データの統計解析</b>	原爆放射線医学科学研究所 大瀧 慈 教授	97
<b>CIP 法を用いたマイクロスケール流れ解析</b>	工学研究院 尾形 陽一 准教授	98
<b>高効率スピン検出器を用いた高分解能スピン分解光電子分光装置</b>	放射光科学研究センター 奥田 太一 准教授	99
<b>熱方程式に対する境界値逆問題に対する囲い込み法</b>	理学研究科 川下 美潮 教授	100

<b>1 露出型偏光撮像器を用いた<math>\gamma</math>線バーストの研究</b>	宇宙科学センター 川端 弘治 准教授	101
<b>力学系の大偏差原理</b>	工学研究院 鄭 容武 助教	102
<b>動電過給前濃縮による高感度キャピラリー電気泳動分析</b>	工学研究院 廣川 健 特任教授	103
<b>CP 非保存と物質反物質非対称性</b>	理学研究科 両角 卓也 准教授	104
<b>沈降法を利用した新型のゼータ電位測定装置</b>	工学研究院 吉田 英人 教授	105
<b>確率分布の漸近展開公式の誤差評価</b>	理学研究科 若木 宏文 教授	106



# II

環境・エネルギー

Environment/Energy

# 排水からの資源・エネルギー回収 エコバイオテクノロジー

キーワード 環境浄化, 資源回収, エコバイオテクノロジー

**大橋 晶良** Akiyoshi OHASHI

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail ecoakiyo@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 複合新領域・環境学・環境技術・環境材料



## 研究概要

### 1. 研究の背景

水環境保全技術は、エネルギーを消費しコストを要するのが常であるが、排水からエネルギーや資源の付加価値を生産することが可能になることで、環境ビジネスへの道が開けてくる。

### 2. 研究内容

途上国に適用可能な省エネ型の排水処理装置として開発した DHS バイオリアクターは、難培養微生物の分離・培養などの機能を有している。この技術の適用拡大により、温室効果ガスのメタンや亜酸化窒素の分解、有機性排水からの電気エネルギー回収、液中からのリンやレアメタルの資源回収が可能であり、生態学とバイオを融合したエコバイオテクノロジーを用いて環境問題を解決する技術開発を行っている。

### 3. 成果

適用している環境技術は、

- ・マンガン酸化細菌を利用した排水・海水からのレアメタルの回収
- ・ポリリン酸蓄積細菌による排水・海水からの高濃度リン含有液の回収
- ・下水からの生分解性プラスチック PHA の生成・回収
- ・微生物燃料電池による排水からのエネルギー生成
- ・温室効果ガス・メタンおよび亜酸化窒素を分解する微生物の探索と適用
- ・低 pH 環境下での硝化反応プロセス
- ・低濃度メタン酸化細菌に温室効果ガス除去

### 4. 実用化に向けて

リン回収技術に関しては、実用化のための実証プラントを下水処理場に設置して性能を評価している。他の環境技術に対しては、基礎研究の段階であり、今後、実用化を睨んだ研究に進展させる予定である。



東広島浄化センターに設置している下水からのリン回収実証プラント

## 本研究の特徴・優位性

微生物を利用したエコバイオテクノロジーにより、低コスト・省エネの環境技術である。目的の微生物を高濃度に培養・保持できる新規に開発した DHS リアクターを用いることで従来にない環境技術が可能である。

## 特許・論文・受賞

特願 2009-044797 リンの回収方法及び回収装置

特願 2011-048070 レアメタルの回収方法及び回収装置

参考 URL <http://www.civil-hu.jp/sanitary/>

# 新規な蛍光性色素を用いた色素増感太陽電池の開発

**キーワード** 蛍光性色素, 色素増感太陽電池, 光電変換効率, 光増感色素, 色材

**大山 陽介** Yousuke OOOYAMA

**所属** 工学研究院

**役職** 准教授

**E-mail** yooyama@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 基礎化学, 複合化学, 材料化学



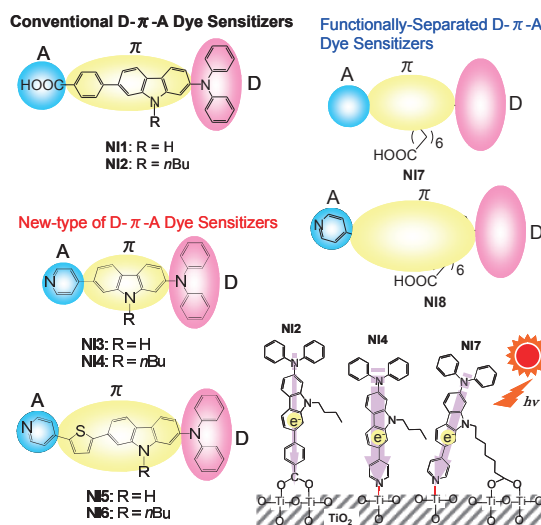
## 研究概要

### 1. 研究の背景

光増感有機色素を吸着させた酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) ナノ粒子電極を用いる色素増感太陽電池 (DSSC) は, 太陽エネルギーを電気エネルギーに変換する安価でクリーンな次世代太陽光発電システムとして注目されており, 実用化を目指した熾烈な研究開発が国際的に行われている。DSSC の光電変換効率の飛躍的向上には, TiO<sub>2</sub> 電極上に吸着した有機色素の分子配列・配向性を制御する技術の開発が鍵となる。

### 2. 研究内容

本研究者は従来型 D-π-A 色素のカルボキシル基の低い電子注入能力を指摘し, 電子求引性吸着基に「電子注入」機能を付与することが必要であると考え, TiO<sub>2</sub> との配位結合 (N-Ti) による強い電子的相互作用の形成が可能なピリジン環を「電子求引性・注入性吸着基」として導入した新型 D-π-A 蛍光性色素を世界で先駆けて考案し, 従来型 D-π-A 色素をはるかに凌ぐ光電変換特性を示すことを実証した。



### 3. 成果

- 1) 従来技術の問題点であった, 色素増感太陽電池の電子注入効率を改善することに成功した。
- 2) カルボキシル基を有する従来型 D-π-A 色素に比べて, 本発明のピリジン環を有する新型 D-π-A 蛍光性色素を用いた色素増感太陽電池は, 2 倍以上の高い光電変換特性を示す。

### 4. 実用化に向けて

新型 D-π-A 蛍光性色素の用途として, 1) 色素増感太陽電池用および有機薄膜太陽電池用色素, 2) 有機エレクトロルミネッセンス (EL) 用発光性色素, 3) 蛍光フィルム用 (波長変換型) 色素, 4) 有機トランジスタ (FET) 用半導体, 5) 分子認識蛍光センサーなどが考えられる。実用化に向けて, TiO<sub>2</sub> 電極への新型 D-π-A 蛍光性色素の吸着量の増加を図ることが必要であり, そのためには色素の改良に加えてLewis酸サイトリッチな TiO<sub>2</sub> 電極の作製が課題である。

## 本研究の特徴・優位性

新型 D-π-A 蛍光性色素の創製を達成したことにより, DSSC 用色素開発に制約を与えていた「電子求引性吸着基=カルボキシル基」という固定概念を払拭し, DSSC 用色素の分子設計に新たな道を切り拓くことができた。本手法は従来の分子設計指針の下では使用不可能だった色素骨格にも適応できることを示しており, DSSC の実用化を劇的に促進するものとして期待される。

## 特許・論文・受賞

特願 2011-001709・Angew. Chem. Int. Ed., 2011, 50, 7429-7433・1) 中国電力技術研究財団 研究奨励賞, 2) 有機合成化学協会 日産化学工業研究企画賞, 3) 広島大学産学連携若手研究者支援プログラム 優秀賞, 4) 日本化学会 若い世代の特別講演会講演者特別講演証, 5) 広島銀行 大学研究者助成事業表彰, 6) 宇部興産学術振興財団 学術奨励賞, 7) 有機電子移動化学研究会 有機電子移動化学奨励賞, 8) 色材協会研究発表会 最優秀講演賞, 9) 有機合成化学協会中国四国支部奨励賞, 10) 有機合成化学協会 DIC 研究企画賞

**参考 URL** [http://home.hiroshima-u.ac.jp/orgmtrls/Ohshita\\_Group/Ohshita\\_Group-Home.html](http://home.hiroshima-u.ac.jp/orgmtrls/Ohshita_Group/Ohshita_Group-Home.html)



# 水系生態系における藻類の鉄の摂取機構解明への新しいアプローチ - 動力学に基づく比較 -

キーワード 鉄, 水系生態系, 保全, 藻場

尾崎 則篤 Noriatsu OZAKI

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail ojaki@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 土木環境システム



## 研究概要

### 1. 研究の背景

河川、沿岸域の水系生態系の保全に関して森林の役割が注目されている。特に森林から鉄が供給されることによって豊かな沿岸域が生成するといわれている。しかし金属類である鉄はその価数や形態で生物利用性が大きく異なると考えられている。

### 2. 研究内容

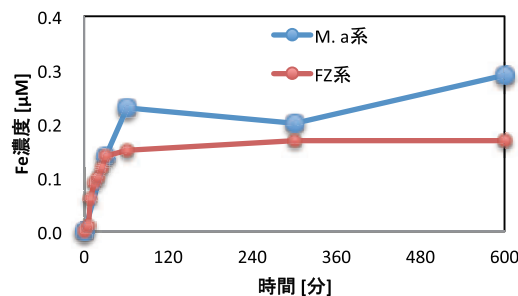
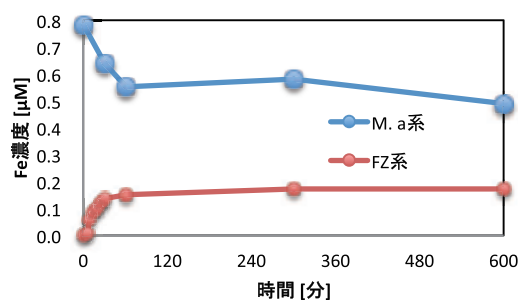
藻類は  $Fe^{2+}$  の平衡移動にともない供給される  $Fe^{2+}$  を順々に摂取するのではないかと考えた。その可能性を検証するために代表的な藍藻類である *Microcystis aeruginosa* を用い藍藻の鉄摂取速度と  $Fe^{2+}$  の供給速度との比較をするという実験方法を考案し、検討した。

### 3. 成果

右に河川水を高濃度に増殖した *M. aeruginosa* と混合した経時変化の  $Fe^{2+}$  への平衡移動速度と摂取速度との比較を示す。藻類が  $Fe^{2+}$  しか摂取できないのであれば藻類の取り込み量は FZ 結合態鉄の増加を超えることはないはずであり、それが超えたということは対象とした藻類は  $Fe^{2+}$  以外の形態の鉄も有意に取り込むことができる可能性があるということが示された。

### 4. 実用化に向けて

沿岸生態系の修復技術として鉄の導入は有効な手段のひとつと考えられている。しかし必ずしも鉄を投入すればよいというものではなく、その形態の把握も重要である。本研究ではその把握のための新たな手段を提供するものである。



藻類添加系における鉄摂取量と FZ 添加系における FZ 結合鉄 (=  $Fe^{2+}$  の積算移動量) の比較: 上側の M. a系が溶存態鉄の経時変化; その減少量 (= M. aeruginosa に取り込まれた量) と FZ 結合鉄を比較したのが下側の図となる

## 本研究の特徴・優位性

従来の研究では最初からある形態の鉄を投入して生物利用性を調べるというものであった。本研究では異なる鉄の形態の移行速度を比較するという手段をとっている。

## 特許・論文・受賞

Kento Hirota, Noriatsu Ozaki, Tomonori Kindaichi, Akiyoshi Ohashi: Comparison of Dissolution Kinetics of  $Fe^{2+}$  from Various Ferric Specie in River Water and Sewage Effluents. The 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition, 2-6 OC, 2011, 20-1-5

参考 URL

# 瀬戸内海環境に及ぼす 黒潮影響の革新的計測

**キーワード** 水中音波, 計測, 流速, 水温, 環境, 長期変動, 瀬戸内海, 黒潮

**金子 新** Arata KANEKO

**所属** 工学研究院

**役職** 教授

**E-mail** akaneko@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 海洋物理, 海洋環境, 水中音波計測, 沿岸音響トモグラフィー



## 研究概要

### 1. 研究の背景

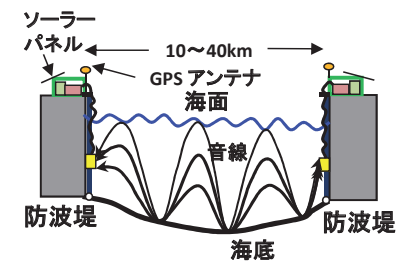
瀬戸内海水は、豊後水道から急潮として流入し、豊後水道から流出する黒潮水により太平洋水と交換している。瀬戸内海は閉鎖的内海にしては、海水の汚染が非常に少ないのはこのためである。しかし、全域で漁業が行われ、船舶が盛んに通行する瀬戸内海では、広域にわたる長期の海洋環境計測がこれまで不可能であったため、瀬戸内海環境を支配する黒潮の影響は解明されていない。



安芸灘実験音線

### 2. 研究内容

瀬戸内海の入口に位置する豊後水道と、瀬戸内海中央部に位置する安芸灘で、漁港防波堤に沿岸音響トモグラフィー装置を設置し、本州一四国間および九州一四国間で水中音波の送受信実験を行う。そして、瀬戸内海全域に広がる黒潮の影響を、流速変動および水温変動として計測することにより、黒潮影響を解明する。



沿岸音響トモグラフィー装置

### 3. 成果

2011年9月の安芸灘実験の結果、この時期、音波計測線（音線）を西から東に横切る流量が毎秒約9,000トンであることを発見した。瀬戸内海の体積をこの通過流量で除すと、約3年で瀬戸内海水は太平洋水と交換することになる。これは、瀬戸内海環境にとって画期的な成果である。本手法は、海峡を通過する津波を流速変動で計測することにも応用できる。



豊後水道における設置写真  
(佐伯市上浦福泊防波堤)

### 4. 実用化に向けて

沿岸音響トモグラフィー技術については、既に特許取得済み。また、大学の承認のもとに立ち上げた「水環境モニタリング有限責任事業組合」で装置を製作販売している。この革新的水環境計測法を社会に技術移転し、環境アセスメント分野で広範に利用されるように努めたい。

## 本研究の特徴・優位性

本手法は、漁業を妨害しないで、沿岸海洋環境の長期・広域計測を可能にする唯一の環境計測技術といえる。

## 特許・論文・受賞

Acoustical Science and Engineering, 33(1), 45-51, 2012.

Journal of Oceanography, 67, 173-182, doi 10.1007/s 10872-011-0016-5, 2011.

特許第 3612434, 音響トモグラフィの情報収集装置

参考 URL

# 窒素系ナノ複合水素貯蔵物質の研究開発

キーワード 水素貯蔵, ナノ複合物質, アンモニアボラン, アンモニア

小島 由継 / 市川 貴之  
Yoshitsugu KOJIMA / Takayuki ICHIKAWA

所属 先進機能物質研究センター

役職 教授 / 准教授

E-mail kojimay@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 物質化学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

窒素系水素化物 ( $\text{NH}_3\text{BH}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ) の質量水素密度は 18-20mass% と、水素吸蔵合金 (1~3mass%) に比べ桁大きく (図 1), 燃料電池自動車や水素自動車に利用されている圧縮水素 (35-70MPa) を用いた高压水素貯蔵システム (内容積: 156-171L) に比べコンパクト化, 軽量化を図ることが可能である。

### 2. 研究内容

窒素系水素化物の水素吸蔵・放出速度 (動力学特性), 反応温度 (熱力学的安定性) は実用的な水素貯蔵材料 (室温付近での水素吸蔵・放出) として不十分である。このような特性は単一水素化物のみでは達成できず, 触媒や水素化物をナノレベルで複合化したナノ複合物質によって可能になるものと考えられる (図 2)。

そこで, 機械的粉碎法により, 軽元素 (Li, B, N, Mg, Na) を含む種々のナノ複合物質 (水素化物-金属アミド, 水素化物-アンモニアボラン, 水素化物-アンモニア系) を作製し, それらの特性評価と構造解析を行った。

### 3. 成果

- (1) 水素化リチウムとマグネシウムアミドのナノ複合物質は 150℃ で 5.8mass% の水素を可逆的に吸蔵放出した。
- (2) 水素化ナトリウムとアンモニアボランの複合材料は 90℃ 以下で 11mass% 以上の水素放出量を示すことがわかった。
- (3) 水素化物-アンモニアシステムを開発した。水素化物のナノサイズ化, 触媒添加により室温で最大 6mass% の水素を放出した。

### 4. 実用化に向けて

想定業界: エネルギー産業, 化学産業, 自動車産業

用途:  $\text{CO}_2$  フリー再生可能エネルギーキャリア, エネルギー貯蔵材料, 課題: 室温での可逆的水素貯蔵

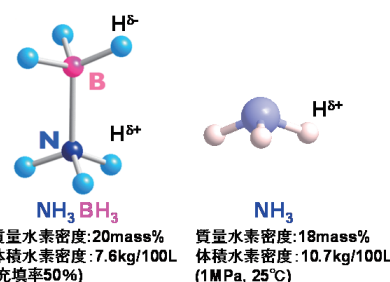


図 1. アンモニアボランとアンモニアの構造

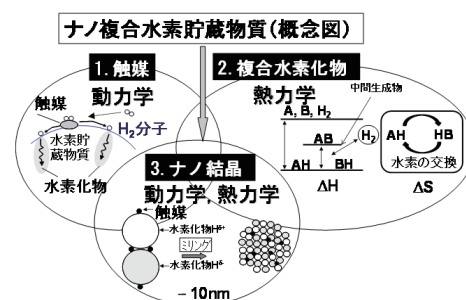


図 2. ナノ複合水素貯蔵物質の概念図 (ΔH: エンタルピー差, ΔS: エントロピー差, AH, BH: 水素化物, 水素化物のサイズ: 10-100nm)

## 本研究の特徴・優位性

- (1) 窒素系水素化物とアルカリ金属水素化物を複合化することにより室温~150℃で 5.5mass% 以上の水素を放出し, その体積水素密度は高压水素 (70MPa での水素密度: 3.9kgH<sub>2</sub>/100L) と同等以上 (0.9~1.4 倍) である。
- (2)  $\text{NH}_3$  中の水素の価格は 20 円~30 円 / 水素 1Nm<sup>3</sup> となり, 水素の供給コスト (120 円 / Nm<sup>3</sup>) に比べ 1/4 以下である。 $\text{NH}_3$  は水素キャリアとして有望と考えられる。

## 特許・論文・受賞

特許: 特許公開 2010-265138, 特許公開 2009-215103

論文: Y. Kojima et al., J. Mater. Res., 24, 2185 (2009), H. Yamamoto et al., Int. J. Hydrogen Energy 34, 9760 (2009), Y. Kojima, Materials Science Forum, 654-656, 2935 (2010), H. Miyaoka et al., Int. J. Hydrogen Energy 36, 8217 (2011)

受賞: 2007: Highly Cited Researchers に選定 (ISI HighlyCited.com), 2009: 広島大学第 8 回 (平成 21 年度) 学長表彰

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/hydrogen/>

# 極微量放射線計測による 環境放射能の測定と評価

キーワード 放射能, Ge 検出器, ガンマ線スペクトロメトリ, 原爆, 黒い雨

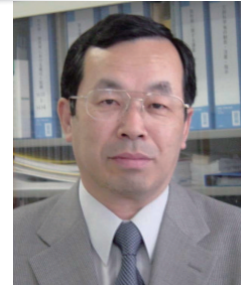
静間 清 Kiyoshi SHIZUMA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail shizuma@hiroshima-u.ac.jp

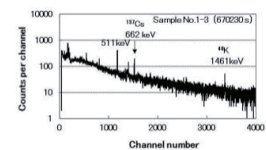
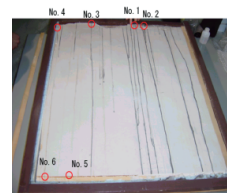
専門分野 放射線, 原子力学, 環境影響評価



## 研究概要

### 1. 研究の背景

広島は原爆被曝地であり、市内の爆心地近くでは現在でも微量の残留放射能が検出される。また、黒い雨の痕跡にも放射能が含まれている。微量放射線計測により原爆放射線の影響を明らかにすることができ、福島原発事故においても放射能の分布について詳細な情報を示すことが可能である。



原爆資料館「黒い雨」壁面とガンマ線スペクトル

### 2. 研究内容

微量の放射能を計測するには天然放射能の影響を低減する必要がある。本研究においては宇宙線逆同時計数装置を有する低バックグラウンド井戸型 Ge スペクトロメータを開発した。この装置により広島、長崎に残る被曝試料の原爆残留放射能  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{60}\text{Co}$  の分布を明らかにした。また、原爆資料館に展示されている黒い雨の壁について核分裂生成核  $^{137}\text{Cs}$  を検出した。放射線の影響調査として福島原発事故により放出された放射能を検出し、その定量的な分布を明らかにすることにより住民の不安の解消に役立てることができる。



井戸型 Ge 検出器

### 3. 成果

広島、長崎の原爆被爆生存者の受けた放射線量のうち、特に中性子線量の評価のもととなった DS02 の基礎データを提供した。原爆のすぐあとで集められた土壌試料の測定によりフォールアウトの量と分布範囲を明らかにした。福島の住人の尿検査より甲状腺被曝線量を明らかにした。

### 4. 実用化に向けて

すでに本検出器の有効性を示してきた。さらに成果を上げるには環境中の微量放射能の検出にはサンプルの簡易濃縮を行うことが有効である。大気、水、土壌の測定において濃縮技術を開発することにより、井戸型 Ge 検出器のさらなる有効性を示すことができる。

## 本研究の特徴・優位性

井戸型 Ge 検出器を使用していることと、通常の遮蔽体に比べて宇宙線逆同時計数法により地下実験室に匹敵する低レベル放射線計測を通常の実験室で実現した。

## 特許・論文・受賞

原著論文 20 編以上, 受賞なし

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/qea/>

# ガスハイドレート再ガス化の伝熱解析

**キーワード** 天然ガス輸送, ガスハイドレート, 伝熱

**田中 進** Susumu TANAKA

**所属** 工学研究院

**役職** 准教授

**E-mail** stana@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 船舶海洋工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

ガスハイドレートをを用いた新しい天然ガス貯蔵および海上輸送システムの研究開発が進行中である。その実現のためには、よりコンパクトで効率の良いガスハイドレートの再ガス化システムの開発とハイドレートの分解速度を推定できる設計手法の開発が必要である。

### 2. 研究内容

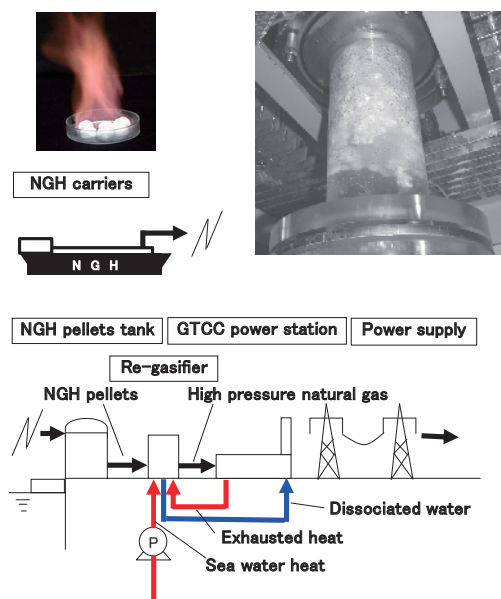
分解現象を伴うガスハイドレート充填層の伝熱に及ぼす循環水流量の影響を把握するため、メタンハイドレート再ガス化のベンチスケール試験を行った。また数値計算を行って分解特性について調べた。

### 3. 成果

再ガス化試験結果と数値計算結果の比較より、非圧縮性流体の非定常モデルで再ガス化槽の伝熱特性を概ね捉えることができることが分かった。

### 4. 実用化に向けて

よりコンパクトで効率的なハイドレート再ガス化システムの設計と、東南アジアの中小ガス田に適用可能な、より経済的な天然ガス輸送チェーンの構築に資すると考える。



## 本研究の特徴・優位性

より効率的な再ガス化システム開発のため、分解しにくい圧力 5MPa でメタンハイドレートの再ガス化試験を行い再ガス化方式の有効性とハイドレートの相変化を考慮した数値モデルの有効性が確認できたこと。

## 特許・論文・受賞

Proceedings of the 7th International Conference on Gas Hydrates (ICGH 2011)

**参考 URL** [http://naoe.hiroshima-u.ac.jp/3koza/index\\_j.html](http://naoe.hiroshima-u.ac.jp/3koza/index_j.html)

# バイオマスの増大植物の開発研究

キーワード 植物, 遺伝子, 遺伝子組換え, 細胞壁

田中 伸和 Nobukazu TANAKA

所属 自然科学研究支援開発センター

役職 教授

E-mail ntana@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 基礎生物学, 生物科学, 境界農学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

低炭素社会においては、二酸化炭素固定能が高くバイオマスが増加した植物が有用であり、外来遺伝子導入によって新規遺伝子組換え植物の創出が求められている。

### 2. 研究内容

陸上で最大のバイオマスは木質細胞にある二次細胞壁であるが、その蓄積機構は明らかでない。最近、アラビノガラクトナンパク質 (AGP) が二次細胞壁蓄積において重要な役割を果たすことが報告されている。AGP の機能解明が二次細胞壁蓄積機構の解明に役立つものと思われるが、その 90%以上を占める糖鎖が解明の妨げとなっていた。そこで我々は、AGP の機能には糖鎖組成が重要であるという仮説を基に、糖鎖組成を改変し、表現型との関係を明らかにする研究を行っている。

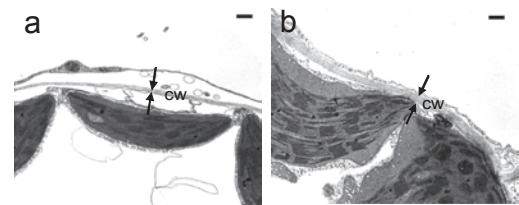


図. 細胞壁の電子顕微鏡写真 (a, 対照植物; b, *hUGT1*発現植物; cwと矢印, 細胞壁とその厚さ; bar: 0.5 μm)

表. 乾燥重量と細胞壁ポリマー量

	平均値 ± SD (mg/g FW)	
	対照	<i>hUGT1</i> 発現植物
乾燥重量	45.6 ± 0.6	133.2 ± 7.1 <sup>a</sup>
総細胞壁ポリマー	10.5 ± 1.8	82.1 ± 5.4 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>P<0.01

### 3. 成果

AGP の糖鎖組成を改変するために、植物で糖ヌクレオチド輸送体 (UDP-ガラクトース輸送体, *hUGT1*) 遺伝子を過剰発現したところ、細胞壁の肥厚が見られた。この植物の AGP は高ガラクトース化されていた。AGP の糖鎖組成の変化が細胞壁の肥厚に関係することが分かった。

### 4. 実用化に向けて

想定業界：燃料メーカー、製紙メーカー、化学メーカー、作物・植物改良研究所等

用途：バイオエタノール、紙パルプの原料

課題：リグニンの除去

企業への期待：本技術に最適な植物の選択

## 本研究の特徴・優位性

これまではセルロース合成酵素などの細胞壁合成に関わる遺伝子の導入などが考えられたが、細胞壁の厚みを増加できたという報告はない。本技術は細胞壁肥厚によるバイオマスの増産を広い範囲の植物に適用できる新たな方法である。

## 特許・論文・受賞

Khalil et al., The impact of the overexpression of human UDP-galactose transporter gene *hUGT1* in tobacco plants. *J. Biosci. Bioeng.*, 109, 159-169 (2010).

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/ntana/index.htm>

# メスバウアー分光法を用いた 化学研究と環境放射能

**キーワード** メスバウアー分光法, スピנקロスオーバー, 環境放射能

**中島 覚** Satoru NAKASHIMA

**所属** 自然科学研究支援開発センター

**役職** 教授

**E-mail** snaka@hiroshima-u.ac.jp

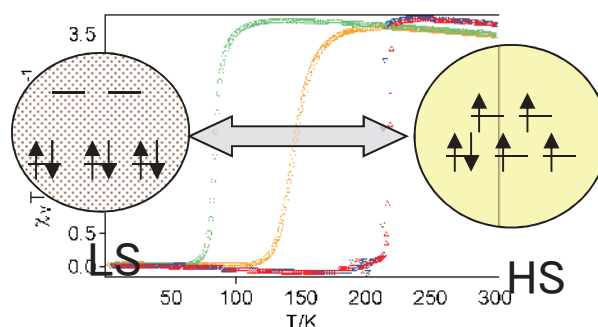
**専門分野** 無機化学, 環境関連化学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

放射線は様々な分野で利用されている。γ線を用いるメスバウアー分光法を使うと他の方法では容易には得られない物理・化学的情報が得られる。この分光法を用いた物質科学研究が可能となる。また、環境中に存在する放射能を追跡すると放射性核種の環境動態が分かる。



### 2. 研究内容

物性発現の基礎となる混合原子価錯体やスピנקロスオーバー錯体を合成し、構造と混合原子価状態、スピン状態との関係を研究した。

放射線施設の排水管理から始まり、放射性物質の環境動態への研究へと展開した。

### 3. 成果

混合原子価状態の平均化と結晶の対称性との関係を明らかにした。また、集積型鉄錯体の様々な構造を構築し、スピנקロスオーバー挙動との関係を明らかにした。

水中の環境放射能と微生物との関係を検討している。

### 4. 実用化に向けて

混合原子価錯体、スピנקロスオーバー錯体が材料としてすぐに実用化できるとは考えていないが、温度により電子状態やスピン状態が変化する錯体は大変有用な物質と考える。

## 本研究の特徴・優位性

メスバウアー分光法は非破壊で鉄の状態が分析できるので有用である。

環境放射能研究も、環境分野にとって重要である。

## 特許・論文・受賞

Inorg. Chem., Dalton Trans., BCSJ, Chem. Lett. 等, 日本化学会若い世代の特別講演会表彰

**参考 URL** <http://home.hiroshima-u.ac.jp/radicchem/>

# 目視的薬毒物の迅速検査法の開発

**キーワード** 検査キット, スポットテスト, 呈色, 薬物, 農薬

**奈女良 昭** Akira NAMERA

**所属** 医歯薬保健学研究院

**役職** 准教授

**E-mail** namera@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 社会医学, 境界医学, 薬学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

分析機器の発達により、微量の化学物質の分析が可能となったが、分析に妨害を及ぼす成分の除去などの手間を要すると同時に結果が得られるまでには時間を要する。

高価な機器を用いずに、生体内に取り込まれた化学物質を迅速かつ精度良く検出可能とすることを目的とする。

### 2. 研究内容

専門の知識や技術を持たずに化学物質の有無を判断するには、目視、特に着色や色の変化が明確である。

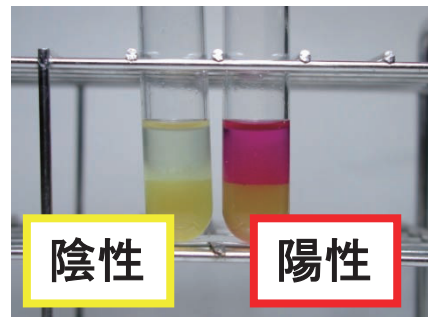
検査対象とする化学物質の構造や経験上知られている化学反応に注目し、機器分析に妨害を及ぼす成分の除去などを行わず、試薬を加えただけで判断できる方法および検査法を検討した。

### 3. 成果

水溶液および生体試料中の有機リン系農薬や解熱鎮痛剤、アニン系薬物を簡便かつ精度良く、検出できる方法を開発した。

### 4. 実用化に向けて

検査薬、農薬のモニタリングに応用可能と考える。また、発色原理の開発であるため、流通に耐えうる薬品への転換、検討などが必要と考えられる。(一部、製品化して販売中)



## 本研究の特徴・優位性

従来、抗原抗体反応や機器分析が常道と考えられており、未検討分野であった。抗体作成の手間や高額な分析機器に投資する必要もなく、化学物質の構造に応じた安価な検査が可能となる。

## 特許・論文・受賞

生体内に摂取された有機リン系農薬の検出方法及び検出キット (特許第 2952359 号)

p-アミノフェノール誘導体の検出方法及び検出キット (特許第 3658621 号)



# 中性子モニタリングのための 高精度 Sm, Gd 同位体組成分析

キーワード 同位体, 質量分析, 中性子モニター

日高 洋 Hiroshi HIDAKA

所属 理学研究科

役職 教授

E-mail hidaka@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 地球惑星科学, 環境学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

Sm や Gd は中性子と反応しやすい同位体を持つため、その同位体組成変動は中性子モニターとなりえる。

### 2. 研究内容

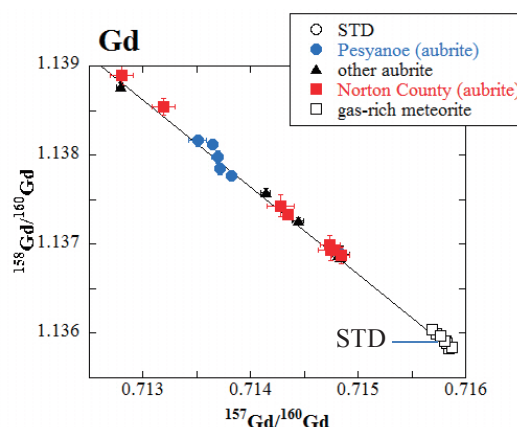
地球外惑星物質の多くは宇宙線照射の影響を受けている。その結果、核反応生成物が蓄積し、いくつかの同位体組成が変動する。Sm, Gd は宇宙線照射によって生じる中性子と相互作用を起しやすいため、その同位体組成を正確に調べることによって宇宙線の照射履歴の推定に用いる。

### 3. 成果

Sm, Gd の同位体組成を繰り返し測定精度 0.001% 以下の測定が実現され、これによって  $10^{14}$  n cm<sup>-2</sup> の中性子束の見積もりが可能である。また惑星物質試料から Sm, Gd を効率よく化学分離する手法も開発した。

### 4. 実用化に向けて

環境中の放射能汚染に関連した試料の分析に応用することが可能である。実験室レベルでの実用であるため、たとえば原発汚染物質のモニタリング等のために多量の試料の分析を可能とする段階には至っていない。



同位体比の変動を示す Gd の 3 同位体プロット。標準値 (STD) に対して宇宙線照射の影響を受けた隕石試料の Gd 同位体比が顕著にが変動している。

## 本研究の特徴・優位性

従来の同位体測定法に比べ、測定精度が 4 ~ 5 倍向上している。

## 特許・論文・受賞

H. Hidaka and S. Yoneda (2007) *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71, 1074-1086, H. Hidaka et al. (2012) *Astrophysical Journal*, 746, 132(1-8)

参考 URL

# 太陽光発電を越える 微生物燃料電池の実用化

キーワード ヘドロ発電, ヘドロの資源化

日比野忠史 Tadashi HIBINO

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail hibinot@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 土木工学, 水工学



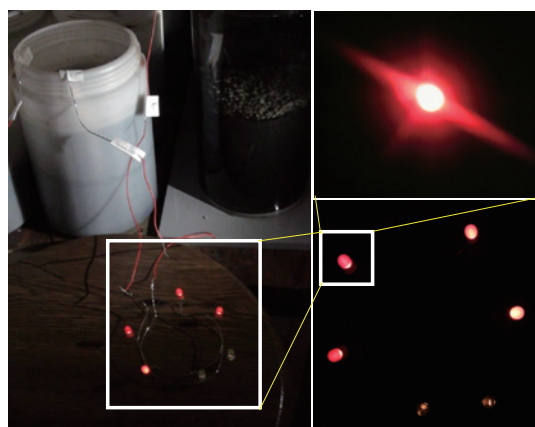
## 研究概要

### 1. 研究の背景

ヘドロの持つエネルギーを回収することによりヘドロの浄化が促進されることを明らかにし、ヘドロから電子を効率的に回収すること、エネルギー回収することによりヘドロの浄化速度を向上させる技術開発をしてきた。近年、多くの研究者によって微生物燃料電池の実用化に向け研究が行われ、実用化の可能性は高いと言われているが、実際には取得電力が小さく、環境変動が激しい場での発電や蓄電池を用いずに実用的な電力を回収した例はない。

### 2. 研究内容

①「ヘドロを燃料とした微生物燃料電池の開発」と②「ヘドロ浄化技術の商品化（ヘドロを効率的にかつ、容易に浄化する）」である。②の課題は電力の取得よりもヘドロ浄化を目的とする場合の装置の商品化である。高い電力を取得しない場合には1個の装置（ペンシルタイプ）をヘドロ河岸にさすことのみで発電による浄化が促進される。



### 3. 成果

①電子を効率的に回収する電極と  $H^+$  を水中に移流させる（内部抵抗を小さくする）技術を開発し、ヘドロから得られる微小電力を実用レベルにしたこと、②他の研究者に先がけて蓄電することなく、LEDを点灯させることに成功した。具体的には①電極の材料、形状やイオン交換等の研究により単体のヘドロ燃料電池から 0.4V (50mA) 以上の電力を回収する方法を確立した。さらに、②特別な方法でLEDの点灯に必要な電圧 2V、電流 50mA 以上の電力を長期に確保する技術を確立した。

### 4. 実用化に向けて

「電流回収量と有機物分解量を把握し、ヘドロ（微生物）燃料電池の商品化」を行なう。将来、この技術は東南アジア等の下水、ゴミ処理の未熟な国への移転を考えており、劣悪な環境下での電力の回収と土壌浄化を可能にすることを目標としている。

## 本研究の特徴・優位性

様々な自然および人為的現象が起こるヘドロ堆積場においてヘドロ内の電気の流れを利用して微生物環境を活性化させる電力回収装置である。ヘドロ内から電子を回収することにより効率よくヘドロを無害化する発電浄化システムである。

## 特許・論文・受賞

特願 2011-21108, 名称：微生物燃料電池及び微生物発電方法

参考 URL <http://www.civil-hu.jp/coast/>

# 低温熱化学水素製造技術の研究

キーワード 水素, 水素製造, 非平衡プロセス

宮岡 裕樹 Hiroki MIYAOKA

所属 サステナブル・ディベロップメント実践研究センター

役職 特任講師

E-mail miyaoka@h2.hiroshima-u.ac.jp

専門分野 材料工学, 物理学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

次世代のエネルギー媒体である「水素」の製造方法としては、現在炭化水素の水蒸気改質法が主流であるが、将来的には、化石燃料を利用しない技術の開発が不可欠である。また、既存の技術は800℃以上の高温を要するものが多く、利用可能な熱源が制限されている。

### 2. 研究内容

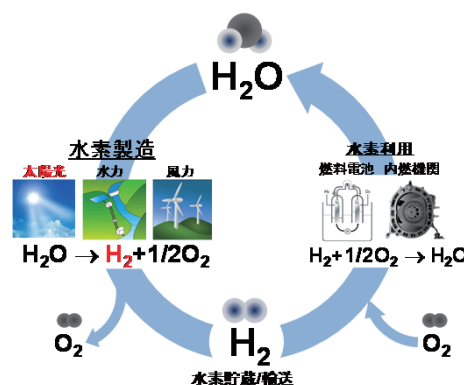
現在の水素製造分野においては、物質の熱力学データベースを基にした研究が多くなされている。本研究では、これとは対照的に、物質科学の観点から化学反応を制御し、水分解による水素製造反応をより低温で制御することを目的とした。特に、低融点金属であるリチウムやナトリウムといったアルカリ金属を含む反応系に注目し、非平衡反応プロセスを利用した際の反応制御条件について検討を行った。

### 3. 成果

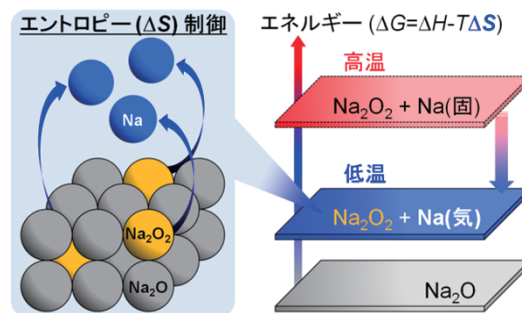
データベースを基にした予想では、水素製造に1000℃以上の高温が必要とされるアルカリ金属系の反応が、非平衡反応プロセスを用いることで500℃以下で制御可能であることが示唆された。中でも、ナトリウム系の反応温度が最も低く、実験的には400℃以下での水素製造に成功した。

### 4. 実用化に向けて

500℃以下の温度で水素製造が可能であるため、太陽熱のような再生可能エネルギーや工場排熱のような未利用資源の活用が期待できる。実用化に向けては、ベンチスケール作製等のスケールアップ実証を企業との共同研究として行いたい。



水素を媒体としたサステナブルエネルギーシステム



非平衡プロセスによる反応温度制御の概念図

## 本研究の特徴・優位性

水分解を基礎とした熱化学水素製造分野における既存技術では、一般的に800℃程度の高温が必要であるのに対し、本研究では、非平衡反応技術を効果的に利用することで、その半分以下の温度で水素製造が実現可能である点が優位な点である。

## 特許・論文・受賞

学術論文としてまとめ、現在査読中

# 地域環境シミュレーターの実用化

**キーワード** メソ気象モデル, 海洋モデル, 陸面植生モデル, 結合モデル, 地域環境

**山下 隆男** Takao YAMASHITA

**所属** 国際協力研究科

**役職** 教授

**E-mail** tkoyamashita@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 環境影響評価 (環境学)



## 研究概要

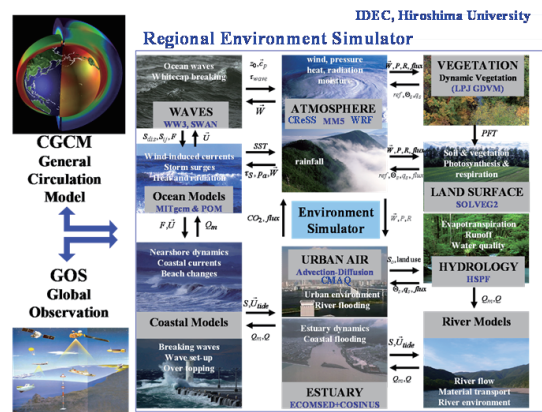
### 1. 研究の背景

1990年初めに海洋モデルが気象モデルと結合され全球規模の気候変動予測が可能になって以来、地球科学の分野では各種数値モデルが多く、多くの組織により作成、公開されており、これらのモデルを連携融合させることで高度な環境シミュレーションが可能となっている。

### 2. 研究内容

RESでは図に構成を示すように、大気・海洋、大気・陸面および河口・海岸の3パートを結合した数値モデルシステムである。基本となるモデル要素は、多くの研究機関、研究者によって使われてきた数値モデルで、気象モデルはWRF、海洋モデルはMITgcm, POM、波浪モデルはWW3, SWAN、陸面モデルはSOLVEG2、水文流出モデルはHSPFが中心となっている。

これに動的生態系モデル、河川・河口モデル、海岸モデル等を解析対象に応じて結合を変えて使用する。この地域環境シミュレーター研究では、学内の環境影響評価や国際環境協力学に関する教育・研究の基盤ツールを提供するとともに、企業との産学連携研究において、実務レベルでの環境アセスメントへの適用性を検証する。



地域環境シミュレーター (RES)

気象・海洋・波浪・陸面植生・動的植生・水文解析・都市大気・河川・沿岸域・河口域の数値解析モデルの結合システム

### 3. 成果

- ・教育研究：国際環境協力学の一分野として環境影響評価に関する教材、研究基盤ツールとしての基礎が構築された。
- ・実務レベルでの応用：土木環境コンサルタント企業により、主として沿岸海洋の防災、環境影響評価に関するモデルの実用性が検証されてきた。

### 4. 実用化に向けて

環境コンサルタント業務への適用が可能である。

## 本研究の特徴・優位性

環境要素間の相互作用、フィードバックの数値解析が可能であり、気候変動への適応策に対して環境基礎情報を提供することができる。

## 特許・論文・受賞

- (1) 平成20年度地球環境技術賞「地域環境シミュレーターの実用化に関する産学連携研究」、土木学会地球環境委員会, 2008.
- (2) 2010年 地球環境工学論文賞「JGEE Award 2010」(Journal of Global Environment Engineering) "Modification of Fire Module in LPJ-DGVM for Application in Tropical Area: A Case Study of West Kalimantan", Journal of Global Environment Engineering (JGEE), Vol.15, 2010.

**参考 URL** [http://prc.hiroshima-u.ac.jp/project/works.php?project\\_id=42&works\\_id=19&pageMode=works](http://prc.hiroshima-u.ac.jp/project/works.php?project_id=42&works_id=19&pageMode=works)



# Ⅲ

ものづくり・製造

Design and Manufacturing

# 2電極法を用いた腐食・環境モニタリング技術の開発

キーワード 化学プラント, 保全, 2電極法, 腐食, 環境, モニタリング

磯本 良則 Yoshinori ISOMOTO

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail iyoshi@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 材料工学, 化学装置材料, 化学工学, 腐食防食



## 研究概要

### 1. 研究の背景

原子力発電所や化学製造プラント等の設備は腐食その他の損傷により必ず劣化する。このような設備劣化による事故を未然に防ぐために、腐食・環境のモニタリングは大変重要である。従来の腐食モニタリング法に交流インピーダンス法、分極抵抗法等があるが、操作性、コスト面で改善の余地を残している。

### 2. 研究内容

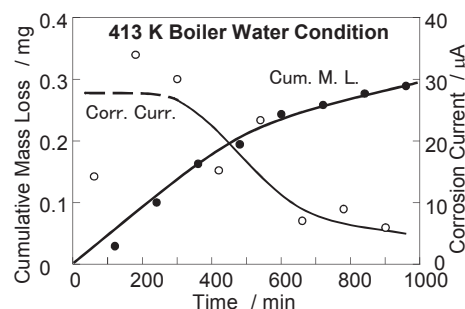
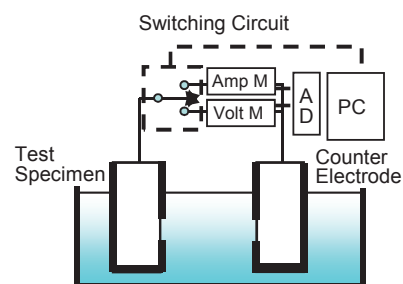
従来の腐食モニタリング法に比べて、操作性、コスト面の改善を図るために、2電極法による腐食モニタリング法を提案した。本技術は、2電極法を用いて瞬間的電位-電流応答から、腐食対象となる金属試料の分極抵抗を求め、腐食速度を推定するものである。

### 3. 成果

高温高圧 (140°C, 0.7 MPa) のボイラー水環境に適用された2電極法の結果から、炭素鋼の腐食量の経時変化が再現性良く表され、腐食モニタリングへの適用可能が示された。

### 4. 実用化に向けて

腐食モニタリングはある意味で環境モニタリングにもなることから、本手法はプラント保全、発電設備の管理に最適技術になるとして、更なる技術開発を進めていく。本手法を現場に適用させるための周辺技術を構築する必要がある。



## 本研究の特徴・優位性

本手法は従来の技術と比べて操作性、装置の簡略、コスト面で優れており、設備診断の現場に適用しやすいという特徴を有している。

## 特許・論文・受賞

特許：特開 2009-276161 (2009.11.26), 特願 2010-087096 (2010.4.5)

論文：磯本良則, 佐藤知徳, 材料と環境, 59(7), 265-271 (2010).

磯本良則, 岡本直樹, 腐食防食協会「材料と環境」講演集, D202, 441 (2010).

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/mm1/>

# 生産システムの設計・計画・管理に関する研究

**キーワード** 生産システム, 生産計画, 生産管理, スケジューリング

**江口 透** Toru EGUCHI

**所属** 工学研究院

**役職** 准教授

**E-mail** eguchi@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 機械工学, 電気電子工学

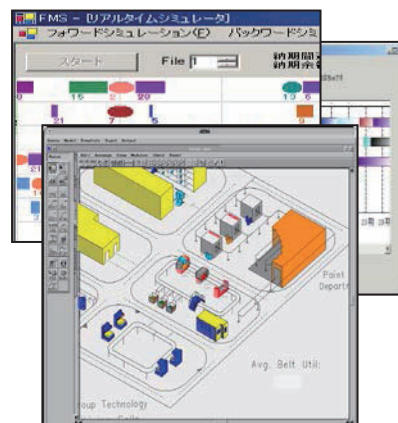
## 研究概要

### 1. 研究の背景

生産の多品種少 / 変種変量化, 短納期化が進む近年, サプライチェーン・マネジメントも含めたムダのない効率的な生産システムの設計や計画・管理が求められている。

### 2. 研究内容

- ・ 生産計画・スケジューリングの統合化によるリードタイム最小化
- ・ 納期遵守のための能力調整法
- ・ 段取り時間削減と効率的なロット分割法
- ・ 遺伝的アルゴリズム, 分布推定アルゴリズムなどのメタヒューリスティック解法によるスケジューリング問題の最適化



### 3. 成果

- ・ 数値実験および実企業の生産データを用いて有効性を確認している。

### 4. 実用化に向けて

- ・ 加工組立産業における生産システムの効率化

## 本研究の特徴・優位性

- ・ 高性能な生産計画・スケジューリングを実用的な計算時間で作成できる。

## 特許・論文・受賞

- ・ 日本機械学会生産システム部門学術業績賞 (2007/07)

**参考 URL** <http://home.hiroshima-u.ac.jp/mecdes/>



# パルスデトネーション技術の開発と応用

キーワード デトネーション, 燃焼, 衝撃波, 内燃機関, 溶射

遠藤 琢磨 Takuma ENDO

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail takumaendo@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 航空宇宙工学 (5601)



## 研究概要

### 1. 研究の背景

デトネーションとは衝撃波と燃焼領域とが一体となって高速で伝播する燃焼モードである。通常の燃焼に比べ、燃焼温度が高く、また、容易に高速のジェットが得られるという特徴を有する。このような特殊な燃焼を産業界で役立たせることが研究の目的である。

### 2. 研究内容

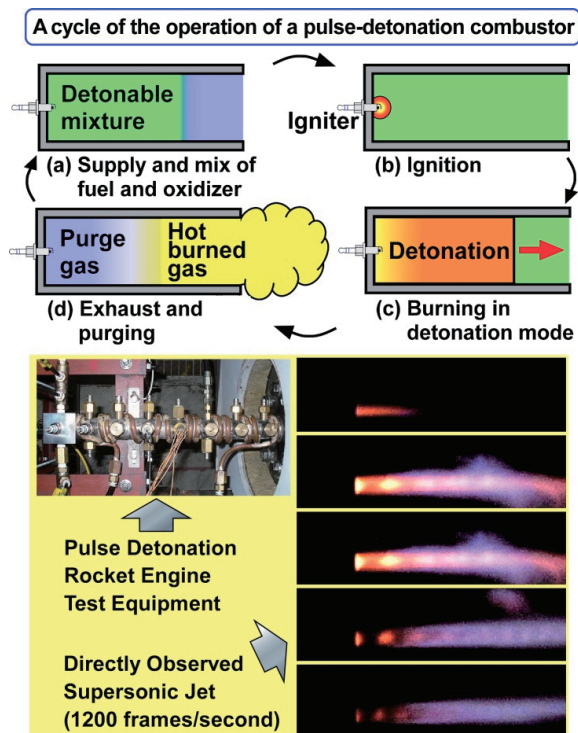
片端を閉じた管を燃焼器とし、その中でデトネーションを繰り返し発生させる技術をパルスデトネーション (PD) 技術という。その1サイクルは右図 (上) のようである。燃焼器出口からは右図 (下) のように高温の超音速ジェットが噴き出す。ジェットの温度は 2400-3000K 程度、ジェットの速度は 800-1000m/s 程度である。

### 3. 成果

我々は、バルブを開放状態に保ったままでガスをパルスの供給する独自のガス供給法を開発し、現在は最高 250Hz で PD 燃焼器を運転している。また、開発した PD 燃焼器を用い、ロケット推進、タービン駆動、および溶射に関する技術開発を進めている。

### 4. 実用化に向けて

実用化を想定している当面の業界はタービンエンジンおよび溶射である。タービン駆動実験では市販の自動車用ターボチャージャーを使用しているが、等エントロピー効率があまり高くなく、小型タービンの技術を持った企業の協力を待望している。



## 本研究の特徴・優位性

我々の技術の特徴は、小型 PD 燃焼器の「動く部品を全く使わない高周波数運転」である。デトネーションの燃焼温度の高さは、内燃機関として応用した場合の熱効率が潜在的に高いことを意味する。小型 PD 燃焼器の高周波数運転は小型・高出力を意味する。また、動く部品を全く使わないので、耐久性の点で他の PD 燃焼器に勝る。

## 特許・論文・受賞

出願特許：パルス燃焼装置及びパルス燃焼方法 (特願 2008-038107)

参考 URL

# 圧力容器 / 配管接合部の応力解析及び 密封性能評価

キーワード 配管設備, 圧力容器, ボルト締結体, 密封性能, 漏えい

澤 俊行 Toshiyuki SAWA

所属 工学研究院

役職 特任教授

E-mail sawa@mec.hiroshima-u.ac.jp

専門分野 機械工学, 電気電子工学, 物理学, 材料工学



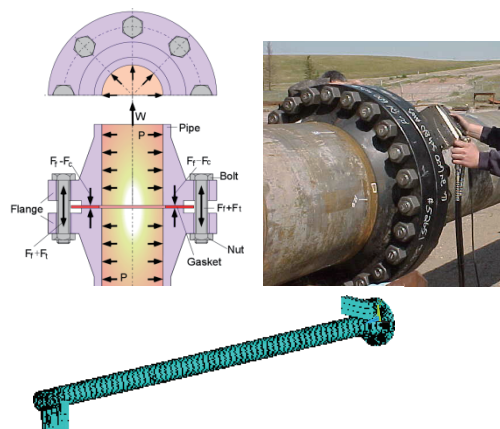
## 研究概要

### 1. 研究の背景

各種機械構造物の配管接合 / 閉止部では目視では確認できないほどの微小な漏えいは常に起きており, この微小な漏えいを考慮した合理的設計法が求められているため。

### 2. 研究内容

曲げモーメント等の外荷重, ボルト初期締付け力ばらつきが内圧作用下の管フランジ締結体の密封性能や強度に及ぼす影響を各種解析及び実際の管フランジ締結体を用いた漏えい量測定実験により検討する。またボルト初期締付け力の設計指針確立のため解析によって得られたガスケット接触面応力分布を用いて締結体からの漏えい量推定し目標ボルト初期締付け力と漏えい量との関係についても検討する。



### 3. 成果

ボルト締付け工具及び締付け手順によって生じるボルト初期締付け力のばらつきにより, 管フランジ締結体のガスケット接触面応力分布は大きくばらつくことで, 漏えい量が, ボルト初期締付け力が一般的な場合と比べ大きくなることが明らかとなった。また, この密封性能の差を検討することで, ボルト初期締付け力を設計するための締付け効率を提案した。

### 4. 実用化に向けて

石油精製, 石油化学プラント及び電力プラントなどの設備設計において, 配管設備が受ける外荷重を想定した合理的フランジ設計及びボルト初期締付け力設計法の確立に貢献すると考えられる。

## 本研究の特徴・優位性

ボルト初期締付け力と密封性能（微小な漏えい）の関係が明確化され, ボルト締結体の微小な漏えいを考慮した合理的設計法確立に大きな知見を与えている。

## 特許・論文・受賞

参考 URL

# 静的及び衝撃荷重下での接着構造の 応力解析と強度評価

**キーワード** 静的, 衝撃, 接着, 界面応力, 特異応力, 強度

**澤 俊行** Toshiyuki SAWA

**所属** 工学研究院

**役職** 特任教授

**E-mail** sawa@mec.hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 機械工学, 電気電子工学, 物理学, 材料工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

機械構造物の軽量化にあたり従来の機械的接合から高分子材料を用いた接合へ変化させる状況のため。

### 2. 研究内容

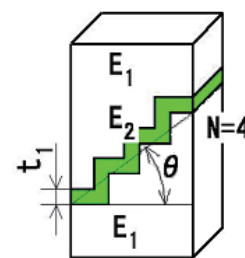
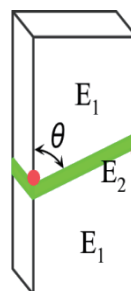
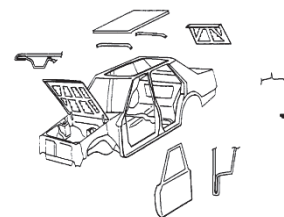
各種接着接合に静的及び衝撃的荷重が作用した時の界面応力特性を有限要素法解析を用いて調べ、界面端部に生じる特異応力を低減するための、被着体縦弾性係数に対する接着層の縦弾性係数および厚さなどの因子を調べ、強度向上のための条件を検討した。

### 3. 成果

静的強度向上のためには接着層の縦弾性係数を大きく、接着層の厚さを薄くすることがよいことが分かったが、衝撃荷重下では特性が逆であることが示された。このため実務の設計ではこの特性を考慮すべきである。

### 4. 実用化に向けて

自動車車体、航空機機体などへの静的強度確保と衝突時強度確保のための条件が判明し、軽量化技術への貢献が考えられる。



## 本研究の特徴・優位性

静的強度特性は衝撃強度特性と逆の特性であることが分かり、自動車などの機械構造物の軽量化設計にあたり大きな知見を与えている。

## 特許・論文・受賞

Goda, SAWA, Journal of adhesion

**参考 URL** <http://home.hiroshima-u.ac.jp/mml/>

# ボルト締結体の座面応力解析および特性評価

キーワード ボルト, 座面応力, ボルト軸力低下, へたり

澤 俊行 Toshiyuki SAWA

所属 工学研究院

役職 特任教授

E-mail sawa@mec.hiroshima-u.ac.jp

専門分野 機械工学, 電気電子工学, 物理学, 材料工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

高強度ボルトの使用に伴う、ボルト締結体座面の塑性変形（へたり）およびそれに基づくボルト軸力低下を考慮した、より合理的なボルト締結体の設計指針の確立のため。

### 2. 研究内容

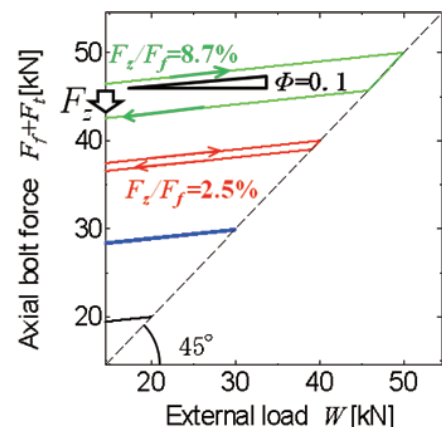
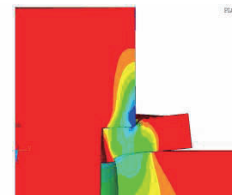
ボルト締結体の座面の塑性変形（へたり）状態を有限要素法解析を用いて調べ、さらに締結体に外力が作用した時のへたりの進展およびボルト軸力低下量の推定方法、さらにこれを考慮した初期ボルト締付け力の設定方法について検討した。また、平座金の厚さが座面のへたりに及ぼす影響についても検討した。

### 3. 成果

へたりによりボルト軸力低下が生じるようなより大きな初期ボルト締付け力で締結した場合でも、より大きな締結力を保持できることが分かった。被締付け物座面のへたりを小さくするには現行の JIS 規格における平座金厚さは薄いことを示した。従って、座面保護の観点からはより厚い平座金を用いるべきである。

### 4. 実用化に向けて

高温条件下における座面クリープ等その他の因子がボルト軸力低下に及ぼす影響を今後明らかにする必要があるが、自動車等の設計時のより合理的なボルト選定の指針確立に貢献できると考えられる。



## 本研究の特徴・優位性

座面のへたりが生じてもより大きな締結力を保持できるという結果は、ボルト締結体の合理的設計にあたり大きな知見を与えている。

## 特許・論文・受賞

参考 URL

# リングジョイントガスケット付き管フランジ締結体の応力解析と漏えい評価

キーワード リングジョイントガスケット, 管フランジ締結体, FEM

澤 俊行 Toshiyuki SAWA

所属 工学研究院

役職 特任教授

E-mail sawa@mec.hiroshima-u.ac.jp

専門分野 機械工学, 電気電子工学, 物理学, 材料工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

リングジョイントガスケット付き管フランジ締結体は高温高圧条件下で多用されている。リングジョイントガスケットは現場では経験や勘を頼りに使われており、信頼性の高い規格が必要とされている。

### 2. 研究内容

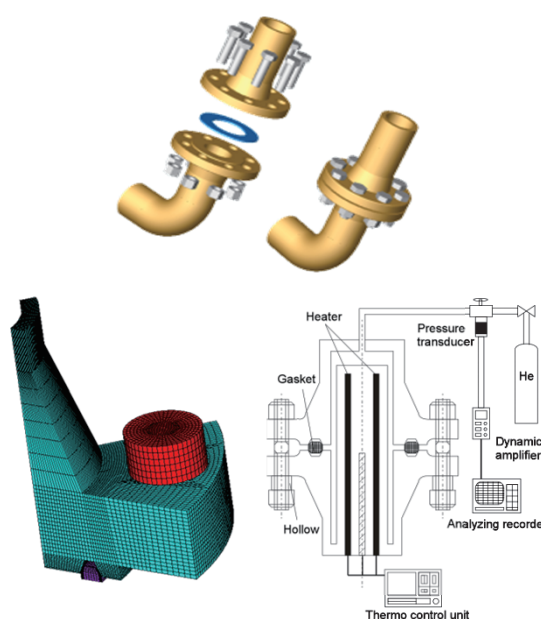
本研究では、実際の締結体を用いた密封性能試験を行い、リングジョイントガスケットの密封特性を明らかにする。また、FEM 応力解析を行いリングジョイントガスケットの接触面応力分布を明らかにすることで、リングジョイントガスケットの密封機構について検討する。

### 3. 成果

リングジョイントガスケットのような金属ガスケットは、接触面で塑性変形が生じることで、著しく密封性能が向上することを明らかにした。

### 4. 実用化に向けて

上記の結果を基に、リングジョイントガスケットに適したボルト締付け手順及びボルト締付け力を提案・規格化する。



## 本研究の特徴・優位性

リングジョイントガスケットにおいて、金属接触における密封機構に着目した研究は見当たらない。本研究では、金属接触における密封機構を明らかにすることで、信頼性の高い規格を提案する。

## 特許・論文・受賞

K. Tenma, T. Kikuchi, T. Sawa, K. Horiuchi, Evaluation of Sealing Performance and FEM Calculations in Bolted Flange Connections With Ring Joint Gasket Subjected to Internal Pressure, PVP2011, ASME, 2010PVP Medal Award

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/mml/>

# 超臨界流体を利用したポリマー成形加工

キーワード ポリマー, 超臨界流体, 高压ガス, 可塑化, 発泡

滝島 繁樹 Shigeki TAKISHIMA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail r736735@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 プロセス工学, 化工物性, プロセスシステム



## 研究概要

### 1. 研究の背景

有機溶媒やフロンを使用しない安全かつ環境にやさしいポリマープロセスの開発や, 精密に物性・性状・機能を制御したポリマープロセスの実現の要求に応える。

### 2. 研究内容

超臨界流体(臨界温度を超えた高压ガス)はポリマー中に10wt%程度溶解し, 温度・圧力の制御によってポリマーの物性を大きく変化させることができる。当研究室では, ポリマー中の超臨界流体の溶解度と拡散係数, および溶解に伴う粘度低下や結晶化等の物性測定を行うと共に, ガスの放出による微細発泡ポリマー(マイクロセルラプラスチック)の製造やポリマーの微粒化などの応用研究も行なっている。

### 3. 成果

1) ポリスチレンに超臨界二酸化炭素を数%溶解させると, ゼロせん断粘度は1桁以上低下する(図1)。2) ポリカーボネートは超臨界二酸化炭素の溶解によって数時間で20%程度まで結晶化させることができる。3) ポリマーに超臨界二酸化炭素や窒素を溶解させてから急減圧すると10 $\mu$ m程度の気泡を無数に有する発泡体を作成することができる(図2)。4) ポリエチレングリコールと超臨界二酸化炭素をノズルから噴射すると10 $\mu$ m程度の微粒子を作成できる。

### 4. 実用化に向けて

ポリマー製造プロセスへの超臨界流体の利用としては, 低分子量物質の除去・脱揮・分画, 有用成分の添加・染色, 射出・押出成形における可塑化・発泡成形, 結晶化, 表面処理, 微粒化など, 様々な技術が検討されている。

## 本研究の特徴・優位性

圧力を操作変数としてポリマーの物性を大幅に変化させることができ, この結果, 製品の性状や機能も圧力により制御できる。また, 二酸化炭素は無害・無毒・不燃・安価であり, 処理後のポリマー中にほとんど残留しない上に, 残留しても人体に無毒である。

## 特許・論文・受賞

「参考URL」より研究室のホームページを参照されたい。

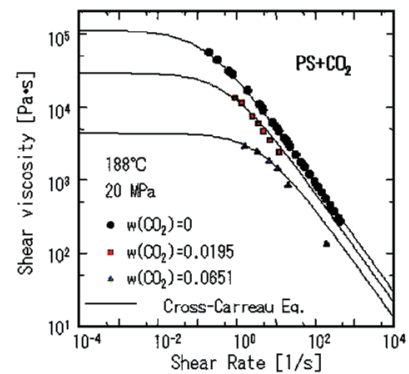


図1 CO<sub>2</sub>+PS系のせん断粘度

飽和温度393K, 加熱温度393K, 加熱時間30s

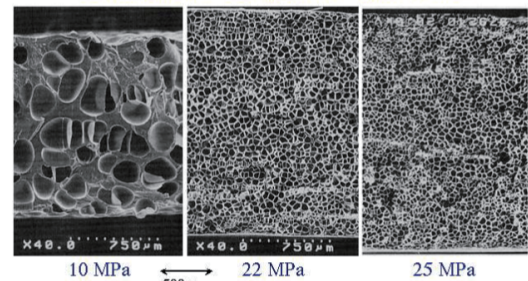


図2 窒素によるポリスチレンの発泡

# 部分空間同定法を用いた グレーボックスモデリング

キーワード 部分空間同定法, グレーボックスモデリング, 制御系設計

田中 秀幸 Hideyuki TANAKA

所属 教育学研究科

役職 准教授

E-mail tanakalpha@hiroshima-u.ac.jp

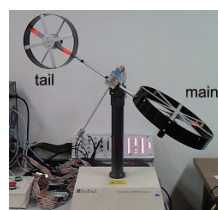
専門分野 電気電子工学 (制御工学)



## 研究概要

### 1. 研究の背景

制御系の構築のためには精度の良い数学モデルが必要である。モデリングには、対象の運動方程式に基づくホワイトボックスモデリング、対象の実験データに基づくブラックボックスモデリングの二つの大きなアプローチがあるが、これらの利点を引き出すモデリングの方法論を確立する。



ツインローター

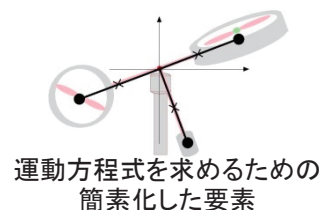
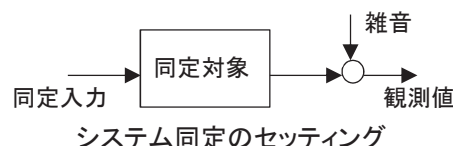
$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) &= Cx(t) + Du(t) \end{aligned}$$

線形動的システム  
(制御用モデル)

### 2. 研究内容

線形動的システムに対する代表的ブラックボックス的な同定法として部分空間同定法が知られている。この方法は比較的効率よくモデルを求めることができるが、ホワイトボックスモデリングの観点からは何を状態としているか明確ではない。

本研究では機械系を対象に、運動方程式から状態を（ホワイトボックス的に）求め、さらに実験データを用いて（ブラックボックス的に）モデルを求めることにより、グレーボックスモデリングを開発している。



### 3. 成果

ツインローターや機械系の振子といった対象に適用して、制御用のモデルを求めることができた。

### 4. 実用化に向けて

- ・ 想定業界・用途：機械系や電気系等、モデルに基づく制御を行い製品設計や開発を行う場合。
- ・ 課題：運動方程式でとらえきれない不確かさが大きい場合に対しては、まだ課題が残る。

## 本研究の特徴・優位性

ホワイトボックスによるモデリングではパラメータに依存するモデルを簡単に求められるが、ブラックボックスモデリングほど信頼性のあるモデルとはなっていない場合が多々あることが経験的に知られている。本研究では、パラメータ依存のモデルをグレーボックスモデリングによって効率よく求める方法を提案している。

## 特許・論文・受賞

計測自動制御学会論文集 (2011), 国際会議発表: IFAC World Congress (2011), SYSID (2012)

# 波状前縁を用いた翼の失速特性改善に関する研究

キーワード 翼, 揚力, 剥離, 波状前縁, 失速

土井 康明 Yasuaki DOI

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail doi@naoe.hiroshima-u.ac.jp

専門分野 流体工学, 船舶海洋工学, 機械工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

翼面上での流れの剥離が、失速の要因であることが知られている。翼の失速は好ましくない現象であり、翼面上での剥離を抑制し、翼の失速特性を改善する事は工学上重要な課題である。

### 2. 研究内容

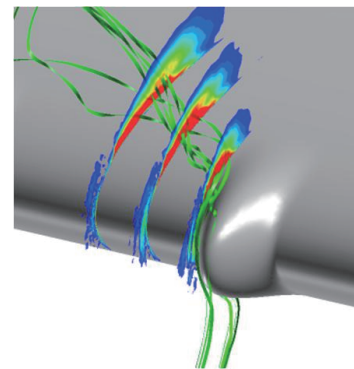
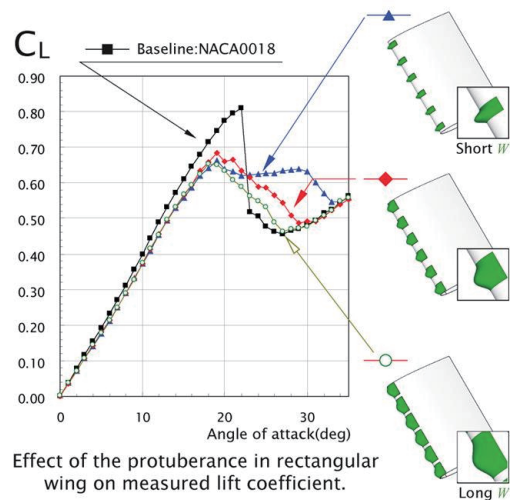
翼の失速特性を改善する方法として、翼形状の前縁を波状の形状にする方法が挙げられる。これはザトウクジラの胸鰭に着目した研究であるが、この波状前縁を用いた失速特性改善のメカニズムを明らかにするとともに、波状前縁の形状と翼性能の関係、および翼の主要目と波状前縁の関係を検討した。

### 3. 成果

様々な形状の波状前縁を対象として流体力特性および流れの様子を精査し、失速抑制に有効な波状前縁の形状特性を明らかにした。

### 4. 実用化に向けて

翼、方向舵等の揚力体への応用が期待できる。



## 本研究の特徴・優位性

既往の研究でも翼前縁の付加物による失速抑制が報告されているが、本研究では、波状前縁周りに発生する渦構造を明らかにした。

## 特許・論文・受賞

波状前縁付き矩形翼周りの流れ解析：新井洋，土井康明，中島卓司，陸田秀実，日本船舶海洋工学論文集，Vol.12, pp.34-41, 2010（日本船舶海洋工学会乾賞受賞）

参考 URL



# 接合設計支援システムに関する研究



**キーワード** 接合設計, 溶接設計, 最適化, ナレッジマネジメント

**濱田 邦裕** Kunihiro HAMADA

**所属** 工学研究院

**役職** 教授

**E-mail** hamada@naoe.hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 総合工学, 船舶海洋工学

## 研究概要

### 1. 研究の背景

設計・生産システム全体の高度化・高効率化を考慮した溶接・接合情報の生成・利用の方法論を検討するため。

### 2. 研究内容

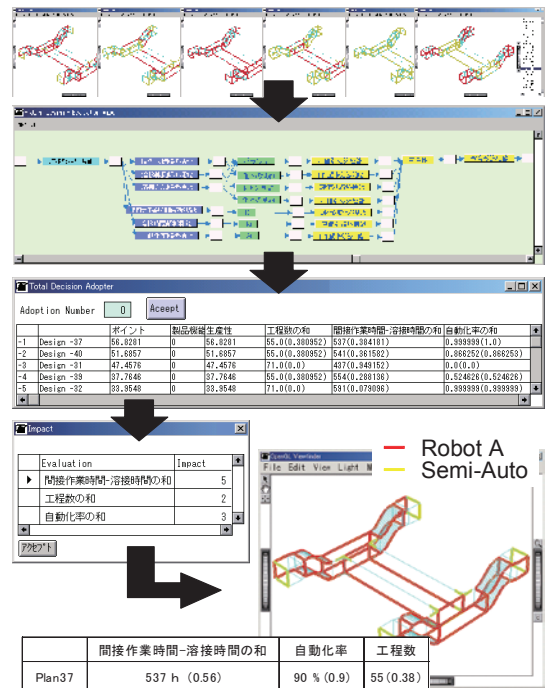
本研究では接合位置の決定から溶接施工のための詳細情報の獲得までを溶接・接合設計の範囲と捉え、設計者とシステムが協調して、設計案の生成と評価を繰り返しながら、溶接・接合情報を多段階的に詳細化するシステムを開発した。

### 3. 成果

溶接・接合設計のプロセス分析に基づき、溶接・接合設計プロセスのモデルを定義するとともに、設計案の生成・評価・選択を支援するための各種情報処理手法を提案した。

### 4. 実用化に向けて

溶接構造物における接合位置の最適化や、溶接・接合設計に関する暗黙知の形式知化が期待できる。



## 本研究の特徴・優位性

従来の溶接に関する研究では溶接固有技術の高度化・高効率化を主目的として推進されてきたが、本研究では溶接工学的アプローチと、生産工学およびシステム工学的アプローチとを融合した接合設計支援を検討している。

## 特許・論文・受賞

生産システムにおける溶接作業情報の生成手法に関する研究, 溶接学会論文集 17-4, pp.508-518, 1999.  
 要求分析と設計プロセス分析に基づく接合設計支援システムの構築, 溶接学会論文集 25-2, pp.286-297, 2007.  
 ジョイント統合設計支援システムの情報構造と情報処理手法の検討, 溶接学会論文集 25-2, pp.298-308, 2007.  
 溶接学会論文賞

# ものづくり学習の設計に関する 学習活動要因の因果関係

キーワード ものづくり学習, 設計, 思考活動, スケッチ図

谷田 親彦 Chikahiko YATA

所属 教育学研究科

役職 准教授

E-mail cyata@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 教科教育学, 技術教育

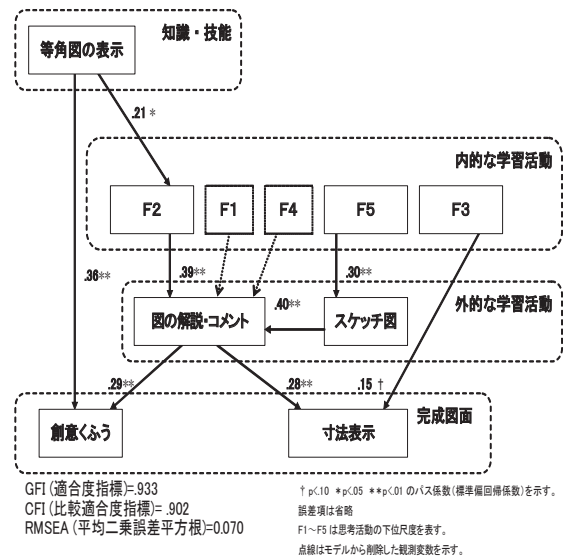
## 研究概要

### 1. 研究の背景

「ものづくり学習」の設計プロセスを総合的に把握することを通して、初学者が設計活動の際に参考にする具体的手続きの提示や、詳細で効果的な学習指導のしかたを検討する。

### 2. 研究内容

「ものづくり学習」の設計プロセスで内的な学習活動として製作品を構想していく思考活動と、そのプロセスで生成される外的な学習活動としての「スケッチ図」や、思考活動を深化・定着するための「図の解説・コメント」との関連を検討する。それと同時に、学習活動の成果として表現される完成図面の「寸法表示」と、製作品に盛り込まれている「創意くふう」を設定し、これらと学習活動要因の因果関係についての探索を、共分散構造分析を用いたパス解析によって試みた。



### 3. 成果

設計プロセスでは、思考活動をスケッチ図などで外化させる学習活動が、学習結果に多大の影響を与えていることが考えられた。これらの学習活動を活性化させることは、設計の質的な向上に寄与するものと推察できた。

### 4. 実用化に向けて

分析結果は、①描き表す行為に基づく学習活動の効果と、②体現された表象による内省の活性化の側面から考察することができ、これらの機能を学習指導や教材などに適用することが期待される。

## 本研究の特徴・優位性

「ものづくり学習」の設計プロセスを総合的に把握するためには、内的及び外的な学習活動と完成図面などの関連を分析する必要があるが、設計の学習活動と完成図面との因果関係について検討した研究は少ない。この成果の知見は、中学校技術・家庭科技術分野の検定済み教科書などに取り込まれている。

## 特許・論文・受賞

平成 22 年 日本産業技術教育学会学会賞 (奨励賞)

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/cyata/>

# 分離径可変型の高性能な乾式サイクロン

キーワード 粉体工学, 分級, 標準粒子, 数値シミュレーション

吉田 英人 Hideto YOSHIDA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail r736619@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 化工物性・移動操作・単位操作



## 研究概要

### 1. 研究の背景

微粒子の粒子径の異なる原料から粗大粒子または微小粒子を分離することを分級操作といいます。

私の研究室では、分級径を容易な操作で変更できる高性能な乾式サイクロンを開発しております。

### 2. 研究内容

従来の乾式サイクロンでは分離径を変更することが難しく、またサブミクロンの粒子を捕集することも難しいといわれていました。しかしながら筆者らの研究室で開発した、高性能な乾式サイクロンは、分離径の変更が容易でまたサブミクロン粒子も高精度に分級することが可能です。

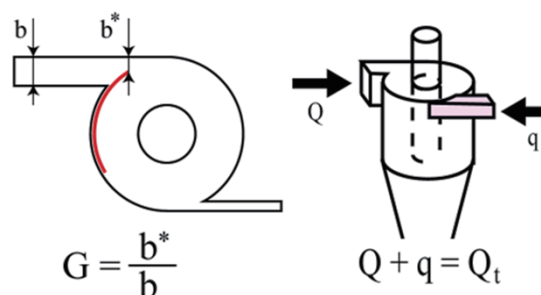
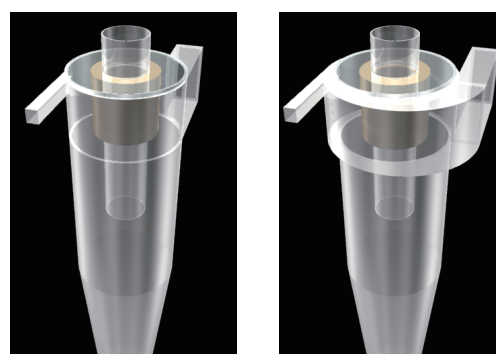
また粒子を分離するための所要エネルギーが低い高性能サイクロンについても検討しています。

### 3. 成果

図中に記すように、サイクロン天板部分からの局所的な追流の利用や入口部における案内板を設置することで、分離径が最小で約  $0.5\mu\text{m}$  まで小さくなることを実験により確認しております。

### 4. 実用化に向けて

半導体の材料調整や大気環境保全及び食品分野などの関連企業において開発したサイクロンの利用が期待されます。



開発した高性能サイクロン

## 本研究の特徴・優位性

従来から利用されている強制回転型の分級装置では、分離径を1ミクロン以下にすることは不可能でした。今回開発した高性能サイクロンでは従来の装置よりも構造が簡単でまた分離径も1ミクロン以下に小さくすることが可能です。

## 特許・論文・受賞

Yoshida, H. *et al* Advanced Powder Technology, 23, 185-190 (2012)

Yoshida, H. *et al* Powder Technology, 219, 29-36 (2012)

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/powder/>

# IV

材料・デバイス・装置

Material/Device

# 対称性喪失レベルの定量的把握方法及び定量的把握システム

キーワード 対称性破れ, 周期構造, ナノ技術, BDM, 対称性

有尾 一郎 Ichiro ARIO

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail mario@hiroshima-u.ac.jp

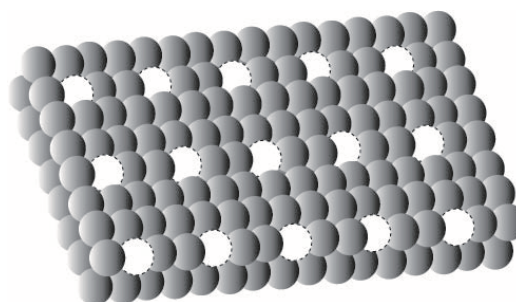
専門分野 応用力学, 構造解析学 (工学基礎)



## 研究概要

### 1. 研究の背景

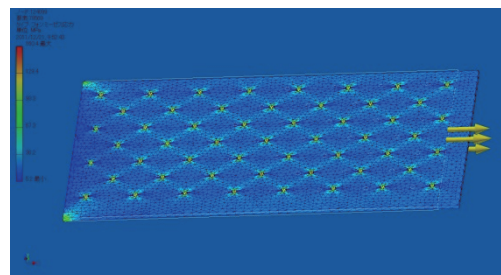
均一な物質の格子構造（ナノ&マイクロストラクチャーや規則的に配置されたコロイド粒子を含む）等において、その構造にある不完全を伴う場合にどの程度の格子欠陥状態にあるのかを定量化しがたい。特に、周期性を持つ不完全性は人間の認識では格子構造の自由度がとても小さい場合に限られ、通常解析しようとする問題の自由度ではもはや不可能である。



周期欠陥粒子を持つ多粒子格子配列

### 2. 研究内容

新しい材料開発において、原子の構造や（ナノやマイクロを含む）粒子が規則正しく配置された材料組成において、その配列の乱れ方や質的な変化の把握は、物理的に重要で本質的な現象の変化を伴うことが多く、これを体系的に定量化する方法とシステム化を提案する。



ターゲット千鳥格子孔を有するシートの対称性破れ解析と変形状態

### 3. 成果

- ・多様な組成を持つ物質の対称性崩壊の多様なパターン変化を、その対称性の階層レベルから崩壊を予測できる。
- ・新しい材料開発のための指標化や予測を示唆する。
- ・周期対称構造を有する対称性の種類やレベルを確認でき、隠れた対称性を容易に見つけることができる。

### 4. 実用化に向けて

- ・新材料開発研究分野,
- ・光材料デバイス, センサー
- ・材料の品質管理分野 (周期結晶配列やその構造)

## 本研究の特徴・優位性

- ・新材料の開発 (応力によって光る材料の微細挙動の予測や解析)
- ・周期的に微細な構造を有する材料の崩壊予測
- ・材料の品質管理技術の手段として

## 特許・論文・受賞

未公開特許, 科学研究費 (挑戦的萌芽研究) 研究課題による派生成果

参考 URL

# CNT を応用した充填層の有効熱伝導率改善

キーワード 単層カーボンナノチューブ, 熱伝導, ナノマテリアル

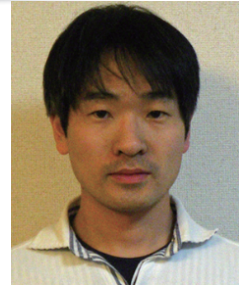
井上 修平 Shuhei INOUE

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail shu18@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 熱工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

水素自動車実現に向けて、課題の一つに充填層の伝熱特性の悪さがある。水素吸蔵合金は容器内で充填層の形態をとるが、現時点では伝熱特性の悪さから実用的に要求される充填速度を満たすことができない。

### 2. 研究内容

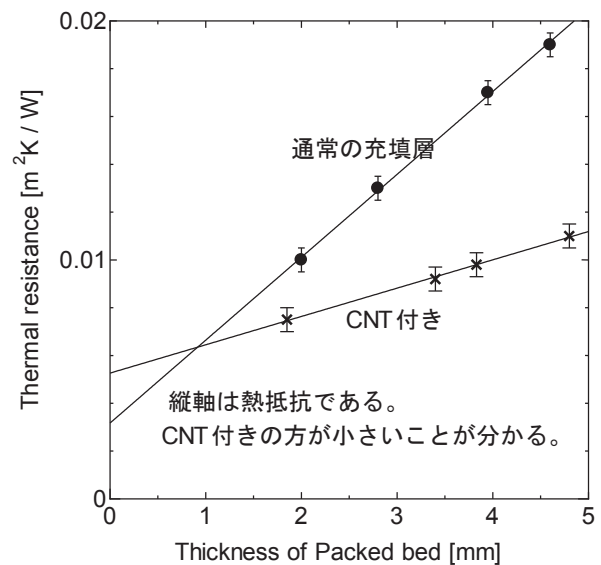
単層カーボンナノチューブは熱伝導率に優れた物質である。これを水素吸蔵合金に直接合成することで充填層の有効熱伝導率を改善する。本研究では、吸蔵合金に直接 CNT を合成することと、実際に有効熱伝導率がどの程度改善されるかを検証している。

### 3. 成果

代表的な既存の水素吸蔵合金に CNT を合成することに成功している（特許参照）。また充填層の伝熱特性も改善されていることが分かる（右図）。

### 4. 実用化に向けて

今後は更なる高品質の CNT の合成を水素吸蔵合金上に行うことと、充填率をコントロールすることが課題である。これらの実用化研究への協力を期待する。



## 本研究の特徴・優位性

既存の技術には大きな欠点が2つある。一つは伝熱媒体を挿入するため、容器の実効容積が減少すること。2つめは粒子と伝熱媒体とが基本的には点接触であるため、接触熱抵抗が大きく十分な効果が得られていないことである。本研究ではこれらの欠点を克服しており、従来の技術に比べて優位性がある。

## 特許・論文・受賞

井上修平, 松村幸彦, 特願 2010-132052.

S. Inoue & Y. Matsumura, J. Hydrogen Energy, 37, 1836 (2012).

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/~hpthermo/>

# 高性能有機電子デバイスを志向した新規 $\pi$ 電子系化合物群の高効率合成法の開発

キーワード 有機デバイス, オリゴチオフェン

今榮 一郎 Ichiro IMAE

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail imae@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 材料化学, 複合化学, 基礎化学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

有機電界効果トランジスタや有機薄膜太陽電池、色素増感太陽電池など有機電子デバイスは、フレキシブル・プリンタブルデバイスとして、近年非常に高い関心を集めている。本研究では、これらのデバイスの高効率駆動をめざして、新規な有機  $\pi$  電子系化合物群として構造制御した EDOT 含有オリゴチオフェン（右図）を効率的に合成することを目的としている。

### 2. 研究内容

本研究では、荷電状態を安定化するとともに、有効  $\pi$  共役長を伸ばす働きが期待できる、3,4-エチレンジオキシチオフェン（EDOT）ユニットに着目した。

EDOT ユニットの有するオリゴチオフェンは、合成方法が確立されていないため、最も長いものでも5量体までしか報告例がない。

### 3. 成果

合成反応において、最も作業効率に影響を与えるのが、反応生成物を精製するプロセスである。本研究では、反応経路を検討し、目的物と副生成物を容易に分離できるような原料および反応試薬を選んだ。得られた EDOT 含有オリゴチオフェンは、EDOT ユニットの導入により、酸化状態が安定化されるとともに、アルキル基置換体よりも大幅にレッドシフトすることが分かった。

### 4. 実用化に向けて

我々は、EDOT 含有オリゴチオフェン自身を電界効果トランジスタ用有機半導体材料へ応用することを検討している。さらにこれらを誘導体化し、薄膜太陽電池用 p 型高分子や、色素増感太陽電池用増感色素の  $\pi$  ブリッジユニットとして応用することも検討中である。有機エレクトロニクス産業に関連する企業において、我々が開発するこれらの材料に関心のある会社との共同研究を期待する。

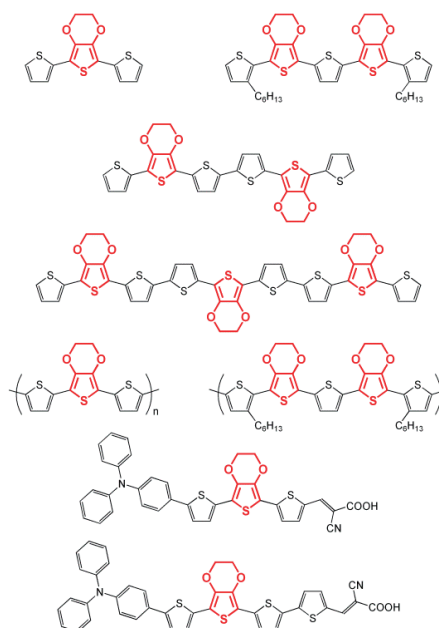


図 1. EDOT 含有オリゴチオフェンとその誘導体

## 本研究の特徴・優位性

有機電界効果トランジスタや薄膜太陽電池など有機エレクトロニクスデバイスは、フレキシブル、軽量、大面積デバイス作製プロセスを安価に行える点において、従来の無機半導体デバイスよりも優れている。

## 特許・論文・受賞

- ・ I. Imae *et al.*, Electrosynthesis and charge-transport properties of poly (3',4'-ethylenedioxy-2,2' : 5',2"-terthiophene), *Mater. Chem. Phys.*, 131, 752 (2012).
- ・ 平成 16 年度 高分子研究奨励賞「構造制御した共役系オリゴマーの合成と光・電子機能性材料への応用」(平成 17 年 5 月, 社団法人高分子学会)

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/imate/>

# D- $\pi$ -A 型蛍光性色素の メカノフルオロクロミズム

キーワード D- $\pi$ -A 型蛍光性色素, 固体蛍光発光, メカノフルオロクロミズム, 書き込み・消去型発光表示デバイス, 色材

大山 陽介 Yousuke OOOYAMA

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail yooyama@hiroshima-u.ac.jp

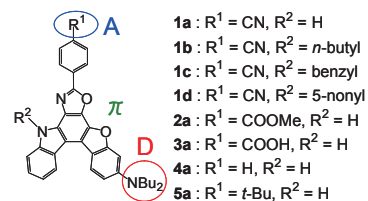
専門分野 基礎化学, 複合化学, 材料化学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

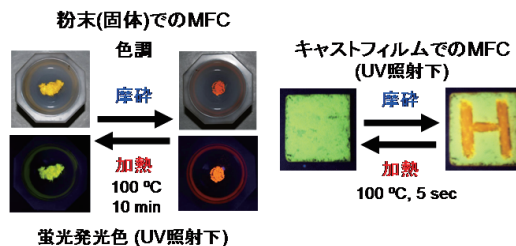
外部刺激(摩擦 $\leftrightarrow$ 加熱)によって可逆的に色素の固体発光性を調整する技術を確立できれば, エポックメイキングな動的発光性分子材料・デバイスの創出に寄与するものと期待できる。しかしながら, 外部刺激によって蛍光性色素の結晶構造(分子配列・配向性)を可逆的に制御し, それに伴う固体蛍光発光性の変化(メカノフルオロクロミズム:MFC)を達成した例は極めて少なく, このような動的固体発光性の詳細なメカニズムはほとんど分かっていない。



D- $\pi$ -A 型蛍光性色素 1a-5a

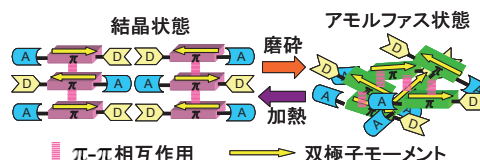
### 2. 研究内容

本研究者は新規に開発した D- $\pi$ -A 型蛍光性色素の結晶が磨砕 $\leftrightarrow$ 加熱によって可逆的に色調だけでなく蛍光発光色をも変化させることを初めて見出し本現象をメカノフルオロクロミズム(MFC)と名付けて提案した。本 MFC 特性は結晶構造とアモルファス状態間での双極子間相互作用や分子間  $\pi$ - $\pi$  相互作用の可逆的な変化に起因していることを明らかにした。



### 3. 成果

本研究者は一連の D- $\pi$ -A 型蛍光性色素について MFC 特性の有無を調査し, MFC 特性の発現には大きな双極子モーメントを有する D- $\pi$ -A 型の色素構造が必要であると結論付け, MFC 色素創製の分子設計指針を初めて提案した。本 MFC の発見は, 外部刺激による動的有機固体発光化学分野の開拓や動的発光性分子材料・デバイスの創出を図るうえで重要であり, 世界的に注目されている。



D- $\pi$ -A 型蛍光性色素の MFC のメカニズム

### 4. 実用化に向けて

D- $\pi$ -A 型蛍光性色素のメカノフルオロクロミズム特性を利用して, 磨砕 $\leftrightarrow$ 熱による可逆的な色調と蛍光発光色の変化を示す視野特性と耐久性に優れた書き込み・消去型発光表示デバイス(テレビ, 携帯, カーナビなど)の開発が期待される。

## 本研究の特徴・優位性

本研究の特徴・優位性は D- $\pi$ -A 型メカノフルオロクロミック色素の分子設計指針を確立し, その MFC のメカニズムの解明と制御を基礎的に追究することで, 光化学分野における新しい学術領域(動的有機固体発光化学分野)を創成し, 書き込み・消去型発光表示素子などのエポックメイキングな分子性発光材料・デバイスの創製を図るところにある。

## 特許・論文・受賞

- 1) *Eur. J. Org. Chem.*, 2009, 31, 5321-5326 (Cover Picture of Issue 31, 2009), 2) *J. Mater. Chem.*, 2011, 21, 8372-8380
- 1) 中国電力技術研究財団 研究奨励賞, 2) 有機合成化学協会 日産化学工業研究企画賞, 3) 広島大学産学連携若手研究者支援プログラム 優秀賞, 4) 日本化学会 若い世代の特別講演会講演者特別講演賞, 5) 広島銀行 大学研究者助成事業表彰, 6) 宇部興産学術振興財団 学術奨励賞, 7) 有機電子移動化学研究会 有機電子移動化学奨励賞, 8) 色材協会研究発表会 最優秀講演賞, 9) 有機合成化学協会中国四国支部奨励賞, 10) 有機合成化学協会 DIC 研究企画賞

参考 URL [http://home.hiroshima-u.ac.jp/orgmtrls/Ohshita\\_Group/Ohshita\\_Group-Home.html](http://home.hiroshima-u.ac.jp/orgmtrls/Ohshita_Group/Ohshita_Group-Home.html)



# 光誘起電子移動を利用した 蛍光性水センサー色素の開発

キーワード 蛍光性色素, 水分検出, センサー, 光誘起電子移動, 双性イオン構造

大山 陽介 Yousuke OOOYAMA

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail yooyama@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 基礎化学, 複合化学, 材料化学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

液体や固体試料中に含まれる水分を検出・定量できる蛍光性水センサー色素の開発は、工業製品や食品の品質管理、環境モニタリングなどの人間生活や環境保全の面で非常に重要である。

### 2. 研究内容

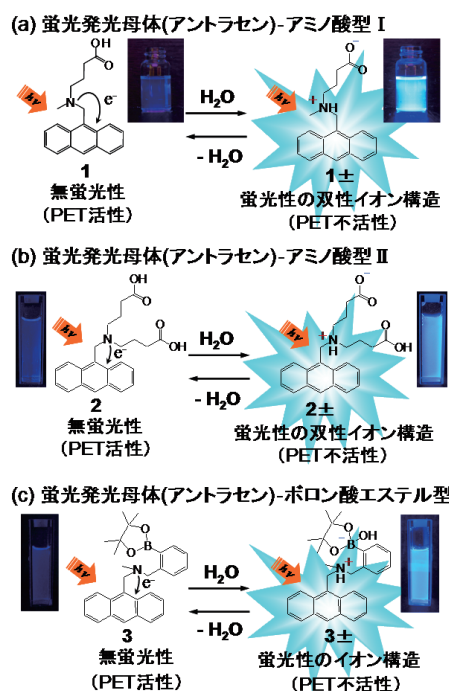
本研究者らは有機溶媒中に含まれる微量水分を光誘起電子移動反応 (Photo-induced Electron Transfer: PET) に基づいて検出できる新規な PET 型蛍光性水センサー色素として、アントラセン-アミノ酸型センサー 1, 2 およびアントラセン-ボロン酸エステル型センサー 3 を分子設計・合成した。本 PET 法は、無蛍光性 (PET 活性) のセンサー色素が水分子と接触することで蛍光性 (PET 不活性) のイオン体 1±, 2± および 3± を形成し、そのイオン体の生成量に伴う蛍光強度の増大を追跡するものであり、PET を利用した初めての蛍光分析による微量水分検出法である。

### 3. 成果

色素 3 の各種溶媒中における水分量の検出限界は、1,4-ジオキサンでは 0.2wt%, THF では 0.2wt%, アセトニトリルでは 0.04wt%, エタノールでは 0.04wt% であり、アントラセン-ボロン酸エステル型構造は蛍光性水センサー色素として有望であることがわかった。

### 4. 実用化に向けて

本 PET 型蛍光性水センサー色素の応用展開として、PET 型蛍光性色素を水センサーとして用いる場合、有機溶剤や大気中の水分検出および食品や工業製品中の水分検出剤としてや土木、建築材料、医療、医薬、化粧品および衛生材料への用途が考えられる。さらに、PET 型蛍光性色素を分散させたフィルムを作製し、フィルムへの吸水・脱水をうまく制御することが出来れば、波長変換フィルムなどの多種多様な機能性材料の開発が可能であると期待される。実用化に向けて、低極性溶媒中での水分量の検出限界の改善を図ることが必要であり、そのためにはボロン酸エステルの導入位置や数の調整だけでなく蛍光発光母体の改良が課題である。



## 本研究の特徴・優位性

従来の近赤外線吸収法やカール・フィッシャー (Karl Fischer) 法に比べて、本発明の蛍光分析法は測定が迅速で非常に高感度であるだけでなく、オンライン測定も可能といった点で優れている。したがって、本 PET 法は試料中の微量水分を検出し、水分濃度を数値化できる新たな蛍光分析法として期待できる。

## 特許・論文・受賞

- 1) 特願 2009-249485, 2) 特願 2011-063291・Chem. Commun., 2011, 47, 4448-4450・1) 中国電力技術研究財団 研究奨励賞, 2) 有機合成化学協会 日産化学工業研究企画賞, 3) 広島大学産学連携若手研究者支援プログラム 優秀賞, 4) 日本化学会 若い世代の特別講演会講演者特別講演賞, 5) 広島銀行 大学研究者助成事業表彰, 6) 宇部興産学術振興財団 学術奨励賞, 7) 有機電子移動化学研究会 有機電子移動化学奨励賞, 8) 色材協会研究発表会 最優秀講演賞, 9) 有機合成化学協会中国四国支部奨励賞, 10) 有機合成化学協会 DIC 研究企画賞

参考 URL [http://home.hiroshima-u.ac.jp/orgmtrls/Ohshita\\_Group/Ohshita\\_Group-Home.html](http://home.hiroshima-u.ac.jp/orgmtrls/Ohshita_Group/Ohshita_Group-Home.html)

# レアメタルを用いた材料開発の 化学工学的アプローチ

キーワード レアメタル, レアアース, ナノ・微粒子材料, 蛍光体, 磁性体, 触媒, リサイクル, メタルバイオテクノロジー

萩 崇 Takashi OGI

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail ogit@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 プロセス工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

機能性材料において高価なレアメタル材料の“代替材料の開発”, “使用量の低減化(有効利用)”, “循環利用” に対する取り組みが急務となっている。本研究では, ナノ・微粒子工学およびメタルバイオテクノロジーを利用したレアメタル材料への対策に取り組んでいる。

### 2. 研究内容

- レアメタル代替材料の開発
  - レアアースを用いない磁性体ナノ材料の開発(窒化物系材料)
  - レアアースを用いない蛍光体材料と白色LEDへの応用(酸窒化物材料)
- ナノ・微粒子工学を用いたレアメタルの有効利用
  - 最小限のレアメタル使用量で, 最大限の機能をー
  - 微粒子の構造制御(多孔質・中空化)による機能の向上と光触媒, 燃料電池電極触媒, 蛍光体材料への応用
  - 性能と照らし合わせた微粒子性状の精密制御・設計
- レアメタルの回収・資源循環
  - メタルバイオテクノロジーによるレアメタルの省エネ回収

### 3. 成果

- B,C,N,O成分からなる酸窒化物蛍光体の開発(量子効率70%以上)
- ポーラス中空構造を持つカーボン材料の燃料電池触媒への応用
- Pt担持酸化タングステン光触媒の粒子径と触媒活性の関係
- 白色LED用蛍光体粒子の構造化, 結晶サイズ, 粒子径サイズの制御
- 微生物を用いたタングステンの回収 など

### 4. 実用化に向けて

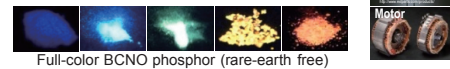
レアメタルを使用する材料開発, リサイクルに関する分野  
特に微粒子材料の合成, 分散, 機能化に関連している企業など  
低コスト・省エネ型のレアメタルリサイクルプロセスを希望する企業

#### Strategy for material synthesis on the use of rare metal

##### 1) Development of alternative material

-Development of phosphor material

-Development of magnetic material



Full-color BCNO phosphor (rare-earth free)

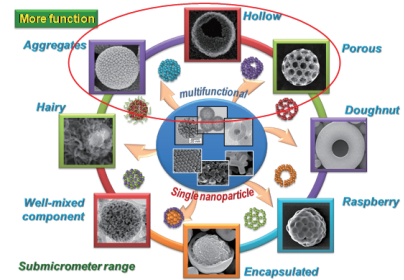
##### 2) Technology for usage-saving of rare metal

- Usage reduction by using nanostructured particles

(high performance with less rare metal)

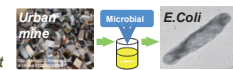
-Optimization of particle size, crystalline, morphology for various purposes

Morphology and structure control for better function



##### 3) Low-cost recovery of rare metals

-Enriching recovery using metal biotechnology  
Recovery using low cost adsorbent



## 本研究の特徴・優位性

本研究室は, これまでに NEDO プロジェクト(ナノ粒子材料の合成と機能化) や多数の共同研究を実施した実績を持っており, それにより培った経験, 蓄積されたノウハウおよび現状課題の認識を踏まえて研究が実施されており, ナノ・微粒子工学を基盤としたレアメタル材料・プロセス開発を実現する上で優位性が高い。

## 特許・論文・受賞

これまでに投稿した論文は 42 本, 解説は 22 本であり, 受賞は 5 件である。  
詳細は, 下記 HP 参照

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/aerosol/> <http://home.hiroshima-u.ac.jp/~ogit/index.html/>

# ナノ粒子材料の合成・分散と 応用のための機能化技術

キーワード ナノテクノロジー, 材料科学, 伝熱工学, 微粒子工学, 化学工学

奥山喜久夫 Kikuo OKUYAMA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail okuyama@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 プロセス工学



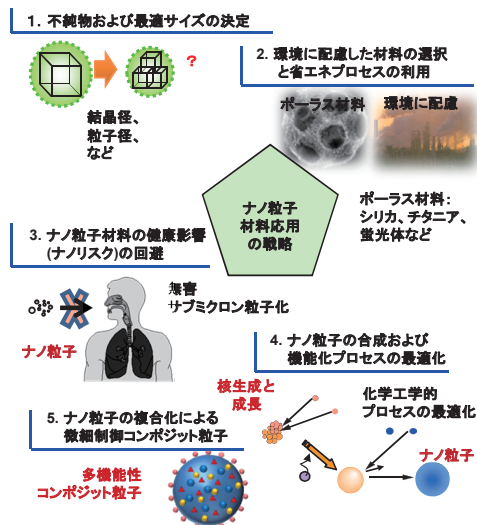
## 研究概要

### 1. 研究の背景

ナノ粒子は、大きさが約 100nm 以下の超微粒子のことを指しており、比表面積が非常に大きくなるため、固体でありながら表面の特性が固体物性に大きな影響を与えるが、従来のミクロンオーダーの微粒子に比べ、不安定でハンドリングが容易ではないため、ナノ粒子の応用のためにはハンドリング技術の開発の重要性が認識されている。

### 2. 研究内容

- (1) ナノ粒子材料の機能に及ぼす不純物、粒子径および結晶径の影響。
  - (2) 環境およびエネルギーに関連したナノ粒子材料の開発と新規省エネ型のナノ粒子合成プロセスの開発。
  - (3) ナノ粒子の自己組織化によるナノ粒子材料の無害化と高機能化。
  - (4) ビーズミルなどによるナノ粒子の分散、安定化と塗布による薄膜化などのナノ粒子ハンドリング技術の開発。
  - (5) ナノ粒子のポリマーへの複合化と多機能コンポジット材料の開発。
- 以上のほかに、ナノ粒子の計測、静電気をを用いたイオン・ナノ粒子・ナノファイバーの製造を研究している。



### 3. 成果

- ・気相法および液相法による蛍光体、磁性体、触媒、化粧品などのナノ粒子・微粒子材料の合成と応用
- ・静電噴霧法によるイオンの発生と空気清浄への応用
- ・静電紡糸法によるナノファイバーの製造とフィルターへの応用
- ・核生成および成長によるイオンおよびナノ粒子の発生現象の理論および実験による評価（特にイオン誘発核生成）
- ・自己組織化によるナノ粒子の構造化（ポーラス状、中空状、ドーナツ状など）

### 4. 実用化に向けて

ナノ粒子材料は、ナノテクノロジーの発展にとって重要な材料であり、応用される分野は、工学から医学までと広く、今後さらに大きく広がることが期待される。ナノ粒子材料を利用することは、省資源、低コスト化につながるために企業での研究が大変活発になっている。しかしながら、ナノ粒子のハンドリング技術が極めて困難であるために、応用に関して多くの課題が残っている。この課題の解決には、しっかりとしたナノ科学と工学に基づく学問を導入することが必須である。

## 本研究の特徴・優位性

2001年から2006年にかけて、NEDOのナノテクノロジープログラム中の「ナノ粒子の合成と機能化技術」プロジェクトをプロジェクトリーダーとして12の企業との共同研究として進めた。その後もナノ粒子材料に関する科学と工学的研究を推進しており、国の内外での研究をリードしている。以上の研究より、ナノ粒子の材料の合成と機能化に関する十分なノーハウおよび現状の課題を認識しており、企業での実用化への参考になることが多いと考えられる。各種のナノ粒子材料の合成、分散、塗布などのハンドリング技術、自己組織化によるナノ粒子の構造化に関する研究分野では、世界の研究をリードしている。

## 特許・論文・受賞

学術論文もこれまで400報以上のSCI論文を報告している。主な受賞は、2002年国際エアゾル連合よりアジアで初めてのFuchs Memorial Award, 2009年化学工学会学会賞である。

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/aerosol/>, Web of Science での Researcher ID は F-6092-2010 である。

# 高分子の微細構造が巨視的な物性に与える影響の解明

キーワード 機能性高分子, 振動分光

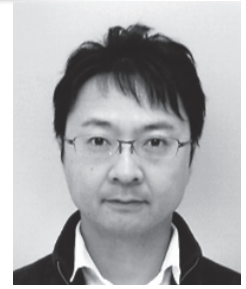
勝本 之晶 Yukiteru KATSUMOTO

所属 理学研究科

役職 助教

E-mail katsumot@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 高分子化学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

ビニル系高分子は主鎖に不斉炭素を持つため立体異性体が存在し、立体規則性が異なるとモノマー単位の化学構造が同じでもまったく異なった物性を示す。この原因を分子微細構造論から明らかにするための基礎研究を行っている。

### 2. 研究内容

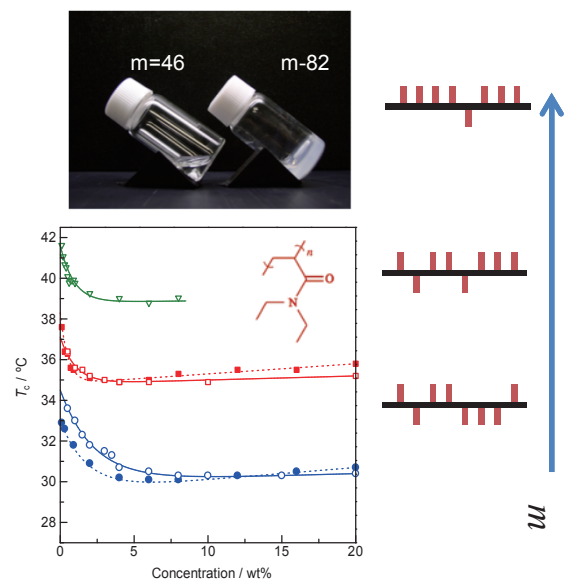
分子量・分子量分布・立体規則性を制御しつつ高分子を重合し、得られた高分子の各種溶媒に対する溶解度測定、各種分光測定、量子化学計算、高分子膜へのたんぱく質の吸着量測定などを行った。

### 3. 成果

- 特異性重合によって側鎖の空間配置を変えると、側鎖間相互作用と溶媒和のバランスが変わり、結果としてビニル系高分子の親水性が変わることがわかった。
- 立体規則性のわずかな差が水中でのたんぱく質吸着量を劇的に変化させうる。

### 4. 実用化に向けて

医用高分子材料、吸水性高分子、刺激応答性高分子を扱う素材メーカーとの共同研究に期待している。



## 本研究の特徴・優位性

高分子材料の機能性を分子微細構造論の立場で理解することは、合成技術の発達、計算機科学の発展などがあって初めて可能になるため、近年ようやく始まった新しい試みである。

## 特許・論文・受賞

Y. Katsumoto, et al. *J. Phys. Chem. B.* 114 (42) (2010) 13312.

Y. Katsumoto, et al. *Macromolecules* 43(6) (2010) 3120; *Macromolecules* 41(15) (2008) 5955.

# プラズマ放電による 導電ナノワイヤの形成

キーワード プラズマプロセス, ナノワイヤ

加藤 昌彦 Masahiko KATO

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail mkato@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 機械工学, 材料工学, 構造・機能材料



## 研究概要

### 1. 研究の背景

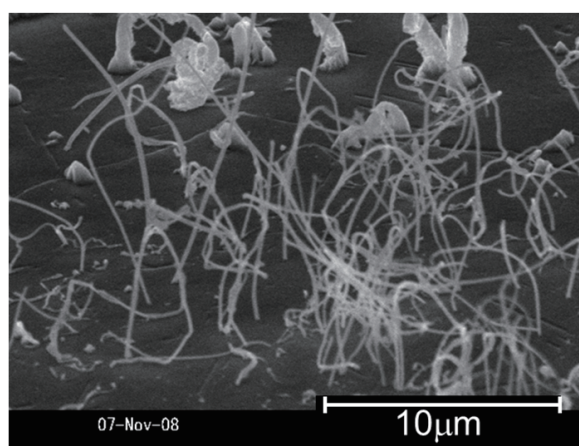
ナノレベルの微細構造制御は、従来にはない特性が得られる場合があるため、近年注目されている。しかしながら微細構造物の形成には極めて高いコストを要する。

### 2. 研究内容

ナノワイヤを得るため、時効性金属表面を種々の条件でプラズマ放電に晒し、ナノワイヤ形成条件の最適化および形成機構の解明を行った。

### 3. 成果

写真に示すような、直径  $1\mu\text{m}$  以下、長さ数十  $\mu\text{m}$  のナノワイヤ状突起物が表面に成長することに成功した。本ワイヤは CrC からなり、高硬度であるとともに電気伝導性を有する。



### 4. 実用化に向けて

ナノワイヤの形成により表面積が著しく増加するので、放熱板、コールドエミッタ、触媒担体、薄膜コーティング用下地、工具、紙・布などの接触搬送装置、ロール表面への適用が考えられる。

## 本研究の特徴・優位性

微細加工技術を用いた方法と比べ、極めて低いコストであることと、基材との密着力が極めて高い点に優位性がある。

## 特許・論文・受賞

金属材料表面へのワイヤ状突起物の形成方法、及び該ワイヤ状突起物を備える金属材料（特開 2012-26002）

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/zaikyou/>

# 超広帯域インパルス電波による 早期乳がん検出技術

キーワード 電子デバイス, 電子機器, 集積回路, 電子材料

吉川 公麿 Takamaro KIKKAWA

所属 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所

役職 教授

E-mail kikkawat@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 電気電子工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

乳癌早期診断にはX線マンモグラフィが用いられるが、X線被曝という課題があり、X線被曝のない新しい腫瘍検出技術が求められている。また、通信情報量の増大に伴い、電子機器間ワイヤレス通信が求められている。これらに共通する基盤技術として、電波と半導体集積回路の融合技術の開発が必要である。

### 2. 研究内容

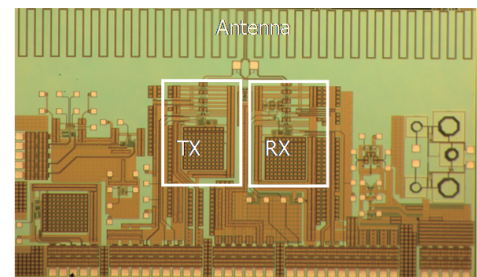
半導体集積回路（CMOS）技術による超広帯域（UWB）インパルス電波発生、送信、受信、画像処理技術の研究、およびアンテナ電波伝搬技術により、半導体マイクロアンテナや手のひらサイズのレーダー用アンテナアレーの研究を行い、携帯型乳がん検出技術の開発や電子機器間ワイヤレス情報通信技術の開発を行う。

### 3. 成果

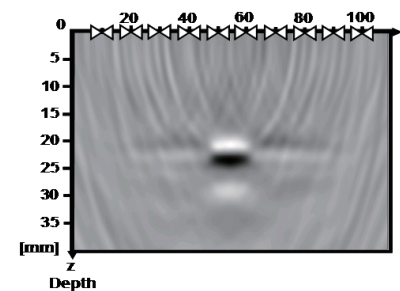
世界で初めてシリコンチップに超広帯域（UWB）アンテナを搭載したUWB-CMOS集積回路を開発した。この技術を応用してUWBインパルス電波を乳房内に照射し、乳房内部で反射した波形を受信・合成できる高い空間分解能を持つUWBアンテナアレーとスイッチングマトリックス、UWB信号送信/受信装置、サンプリングオシロスコープを実装した超小型携帯型乳がん検出技術を開発している。

### 4. 実用化に向けて

乳がんスクリーニング装置を実用化するために、電気機器、ヘルスケア、医療機器製造業界との共同研究を期待している。



アンテナ搭載 CMOS 半導体集積回路



乳がんファントムの断面共焦点画像

## 本研究の特徴・優位性

本研究の独創性は、携帯電話の1/1000の電力密度の微弱なインパルス電波を超広帯域マイクロアンテナアレーとUWB-CMOS回路で送受信し、共焦点画像処理アルゴリズムによって、患者さんの体の表面から乳腺腫瘍の2次元断面分布を非侵襲でイメージングすることである。本研究室が世界で唯一であり半導体集積回路化でも先行している。

## 特許・論文・受賞

特許：特願 2008-241834 異常組織検出装置及び異常組織検出方法

論文：T. Kikkawa, P. K. Saha, N. Sasaki, and K. Kimoto, IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 43, No. 5, May 2008, pp.1303-1312.

受賞：平成12年度 応用物理学会論文賞受賞, 平成20年度 応用物理学会中四国支部功績賞受賞, 応用物理学会フェロー, 米国電気電子学会 (IEEE) フェロー

参考 URL <http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/kikkawalab/>

# ポリマー／有機・無機ナノコンポジット材料の開発

キーワード ポリマーナノコンポジット, ナノ粒子分散, 超臨界流体, レオロジー

木原 伸一 Shin-ichi KIHARA

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail snkihara@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 高分子レオロジー, 化学工学, ポリマープロセス



## 研究概要

### 1. 研究の背景

ポリマー中に有機・無機ナノ粒子をシングルナノメートルのスケールで分散させ、構造化させることにより従来にはない高機能性ポリマー材料が開発されると期待されている。しかし、環境に優しく簡便なナノ粒子分散方法は確立しておらず、その期待される効果は十分には発現できていないのが現状である。

### 2. 研究内容

新規に開発した高圧二軸混練機を用いて、超臨界二酸化炭素雰囲気中でポリマーを可塑化（ガラス転移温度を下げ）し、ゴムに近い状態で低温混練しながら、超臨界二酸化炭素に溶解させた金属錯体を導入・収着することにより、ナノ粒子分散ポリマー材料を創製した。

### 3. 成果

汎用ポリスチレン（ガラス転移温度 100℃）に Cu 錯体を混練温度 90 ~ 150℃、二酸化炭素 12MPa 雰囲気中で混練した結果、ポリマーのかみ合い相関長で制御されたシングルナノメートルスケールの粒子分散が達成された。粒子体積分率が 0.01 程度という低い状態でも、ゼロせん断粘度が 1/10 に低下し、誘電率は 1.2 倍に増加するが、ガラス転移温度はほとんど変化しないなど、ナノスケールの効果が見られる材料が創製された。

### 4. 実用化に向けて

ポリマーのマスターバッチ簡易開発、低温下や非有機溶媒下でファイン混練が必要なポリマー材料開発、導電性や光学特性の変調など金属ナノ粒子分散が求められる分野への応用。

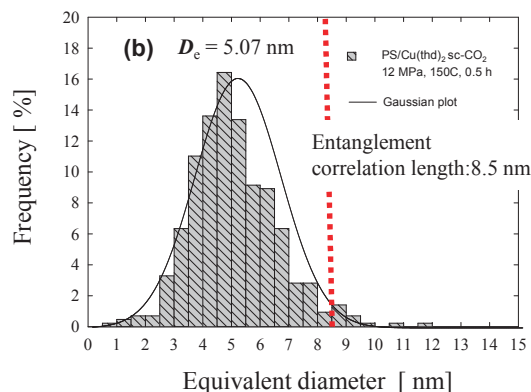
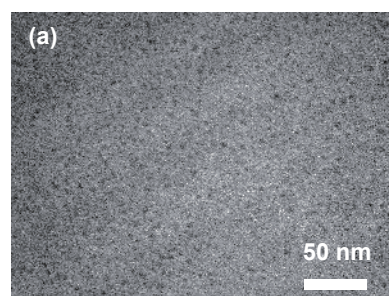


図. Cu 錯体を分散させたポリスチレンの TEM 画像 (a) とその円相当径の分布 (b) .

## 本研究の特徴・優位性

従来法には、多量の有機溶媒を用いる in-situ 重合法や有機溶媒法の他、溶媒を用いない熔融混練法がある。前者は脱溶媒工程が必要であり、後者は高せん断流動下で実施され発熱等によるポリマー分解が生じ、また、特殊な界面活性剤が必要である。一方で、本手法は、超臨界二酸化炭素等の高圧流体の可塑化を利用して、従来混練が困難であった、大気圧下のガラス転移温度や融点近傍で材料劣化を抑えながら混練でき、脱気プロセスが不要である点でプロセス的に従来法よりも優れており、しかもシングルナノメートルスケールで粒子分散が達成できる特徴がある。

## 特許・論文・受賞

Shin-ichi Kihara, Masaaki Okamoto, Ai Nagira, Masashi Haruki, and Shigeki Takishima, "Development of Polymer/Nanoparticle composite Materials Using High Pressure Fluids", Asian Joint Conference on Advanced Polymer Processing, 2011/9/4-8, Huanghai Hotel, Tsingtau, China

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/highpres/>

# 新規分子性金属酸化物の合成と 機能性材料としての応用

キーワード 触媒, 機能性材料, ウィルス染色剤, ポリオキソメタレート

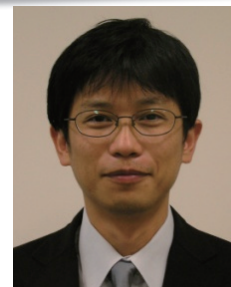
定金 正洋 Masahiro SADAKANE

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail sadakane09@hiroshima-u.ac.jp

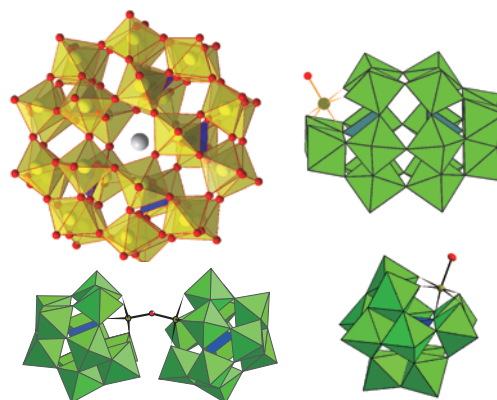
専門分野 化学, 無機化学, 触媒



## 研究概要

### 1. 研究の背景

分子性金属酸化物であるポリオキソメタレートは、触媒、コレステロール分析試薬、ウィルス染色剤などの機能性材料として実用化されている無機材料である。



### 2. 研究内容

触媒やウィルス染色剤としての性能の向上を目指して、新規化合物の合成、構造解析、機能性材料としての応用研究を行っている。

### 3. 成果

優れた酸化触媒性能を示す新規化合物、優れたウィルス染色性能を示す化合物を見出している。

### 4. 実用化に向けて

触媒材料, 電子顕微鏡染色剤

## 本研究の特徴・優位性

無機酸化物分子の分子構造を様々に設計する技術を有している。

## 特許・論文・受賞

平成 19 年度日本化学会北海道支部奨励賞, BCSJ Award (2007)

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/sada/>



# ゼオライトの自在設計・合成 —ゼオライト転換

キーワード 無機多孔質材料, ゼオライト, 触媒

佐野 庸治 Tsuneji SANO

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail tsano@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 触媒・資源化学プロセス, 無機工業材料



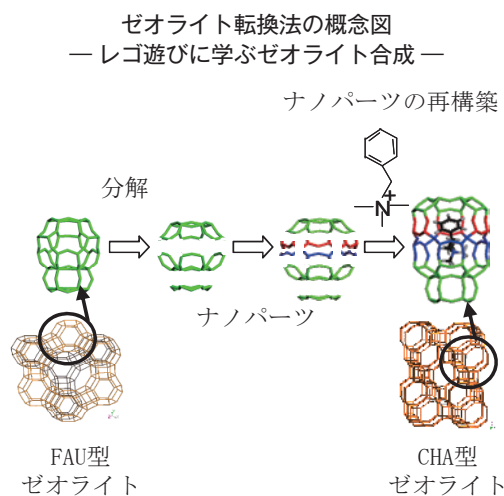
## 研究概要

### 1. 研究の背景

分子レベルの細孔を有するゼオライトは、その“分子ふるい作用”、“イオン交換能”等により工業用触媒、吸着・分離剤等として工業的に幅広く用いられている。最近では、分離膜素材としても利用されている。しかし、未だに詳細な結晶化メカニズムが解明されていないため、現在も新規構造を有するゼオライトの合成は場当たりの試行錯誤によって行われており、ゼオライトを自在に設計し合成できるレベルには達していない。

### 2. 研究内容

ゼオライトの結晶化過程では、有機構造規定剤とアルミノシリケート種の複合体から局所的秩序構造を有する構造ユニット（ナノパーツ）が形成され、それらが有機的に結合して行くことにより核形成・結晶成長が進行していると考えられている。従って、このナノパーツの一つをレゴ遊びの部品と見なし、その自在な組み合わせが可能となれば、これまで困難であったゼオライトの自在設計・合成が期待される。



### 3. 成果

既存のゼオライトの分解により生成するナノパーツを他のゼオライトへ再構築するゼオライト転換法に着目し研究を進め、FAUおよび\*BEA型ゼオライトから様々なゼオライトの合成に成功した。また、この手法をゼオライト膜合成へも応用し、耐酸性のCHA型ゼオライト膜の調製に成功するとともに、酢酸水溶液の脱水膜として利用できることを示した。

### 4. 実用化に向けて

ゼオライト転換法で得られたCHA型ゼオライト膜は、多結晶膜であるが耐酸性を有しており、酢酸以外の様々な有機溶媒（酸性）の脱水に利用できると期待される。

## 本研究の特徴・優位性

ナノパーツを化学的操作により組み立てていく手法が確立されれば、レゴ遊びのように新規構造を有するゼオライトを自由自在に設計することも近い将来可能になる。

## 特許・論文・受賞

- ・ゼオライト合成の新展開—ゼオライト転換, 触媒, 53, 392-397 (2011).
- ・ゼオライト膜およびその製造方法, 特願 2012-052163.

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/catalche/>

# 気相の微小物質による 表面の創製手法と汚染現象

キーワード 気相プロセス、機能性材料、ナノ粒子、薄膜、表面汚染

島田 学 Manabu SHIMADA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail [smd@hiroshima-u.ac.jp](mailto:smd@hiroshima-u.ac.jp)

専門分野 プロセス工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

固体壁上に、形状・組成が微細制御された、有用な機能をもつ薄膜をつくる工業プロセスが求められている。一方、壁面が気中浮遊物質にさらされ、汚染・損傷することが製造プロセスを阻害している。

### 2. 研究内容

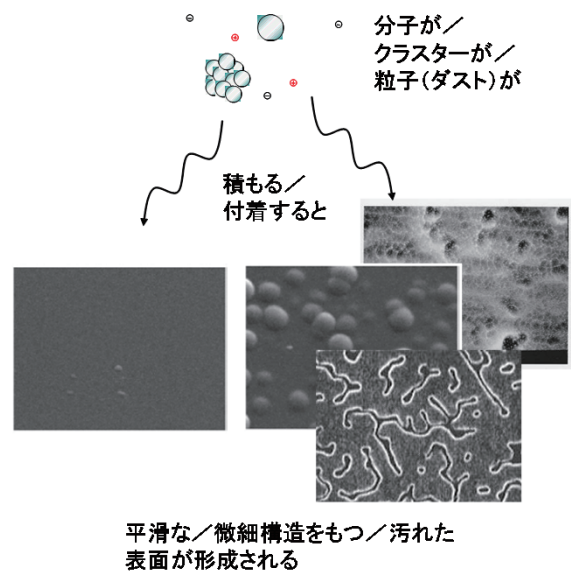
高温場やプラズマ場などの相変換・反応場中で、ナノサイズの物質を気相合成・輸送して、表面に堆積させた物質で薄膜状構造を作製した。また、表面に付着した望ましくない異物で生じる影響も検討した。

### 3. 成果

稠密・平滑な構造や、ナノサイズ空隙を有する膜を作製する条件を明らかにしつつある。異種物質の共存する複合薄膜の新規製造方法も確立しようとしている。さらに、粒子状・分子状物質の付着による汚染に関わるメカニズムの解明、汚染防止策の開発も進めている。

### 4. 実用化に向けて

機械的、光学的、電子的機能を有する薄膜や、触媒活性の高い表面を製造するプロセスとしての利用が見込まれる。汚染現象の理解と制御により、製造プロセスの効率化、省資源・エネルギー化が期待される。



## 本研究の特徴・優位性

気相プロセスであるために、薄膜製造では組成や製造条件の選択においてメリットがある。気相ナノ物質による汚染現象は、多くの産業に関わっており、得られた知見と技術の適用範囲は広い。

## 特許・論文・受賞

参考 URL <http://www.chemeng.hiroshima-u.ac.jp/material/>

# 高耐熱性及び耐衝撃性を有する乳酸共重合体ステレオコンプレックスの合成とその性質

キーワード 高耐熱性, 耐衝撃性, 乳酸共重合体, ステレオコンプレックス

白浜 博幸 Hiroyuki SHIRAHAMA

所属 産学・地域連携センター

役職 准教授

E-mail hiro50@hiroshima-u.ac.jp

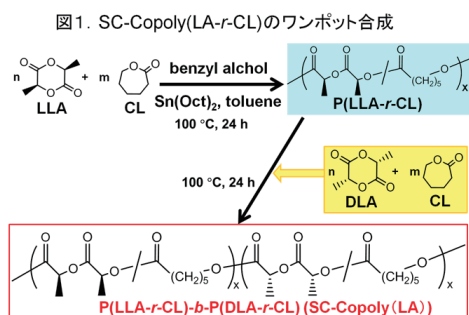
専門分野 複合化学 (高分子化学), 材料化学, 材料工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

ポリラクチドすなわち、ポリ乳酸 (PLA) は植物由来の資源循環型樹脂であり、石油由来の従来のプラスチックに置き換わる材料として今後の利活用が大いに期待されている。しかし、ポリアミド樹脂などに比べ融点が低く、耐熱性に劣っている。耐熱性を向上させる目的でポリ (L-乳酸) (PLLA) とポリ (D-乳酸) (PDLA) のステレオコンプレックス (SC-PLA) を調製する方法が検討されている。しかし、PLA ホモポリマー同士の SC-PLA では融点は向上しても、PLA の短所である硬くて脆い物性は改善できない。そこで、本研究では高耐熱性及び耐衝撃性 (柔軟性) の両方の性質を有する PLA 系材料を調製するため、乳酸共重合体ステレオコンプレックス (SC-Copoly (LA)) のワンポット合成ならびにその性質を調査した 1)。



### 2. 研究内容

従来の SC-PLA 及び SC-Copoly (LA) 2) 調製法では各種ポリマーを合成後、両者を溶解混合してステレオコンプレックス化していた。本研究では、ステレオコンプレックス体をワンポットで合成する方法を試みた (図1)。尚、柔軟性を付与する共重合成分としては  $\epsilon$ -カプロラクトン (CL) モノマーを用いた。物性としては融点などの熱的特性、引張強度などの機械的特性を調べた。また、これら共重合体の酵素分解性についても調査した。

### 3. 成果

表1には得られたラクチド (LA:乳酸の環状二量体) と CL 共重合体ステレオコンプレックス SC-Copoly (LA-r-CL) の熱的特性を示す。ステレオコンプレックス体②の融点 ( $T_m$ ) は、ほぼ同一組成の通常の共重合体④に比べ、約 40°C 高くなっている。これはホモポリマー同士の SC-PLA 体でも観察されたように (ホモポリマーよりも  $T_m$  が 40 ~ 50°C 上昇する)、SC-Copoly (LA-r-CL) がワンポットで合成されたことを示すものである。共重合体のステレオコンプレックス化は X 線回折法 (XRD) によっても実証された。また、機械的特性の測定により、PLA に比べ、SC-Copoly ②は約 10 倍、SC-Copoly ③は約 100 倍ほど破断伸度が上昇し、柔軟性、換言すれば耐衝撃性が向上していることが判明した。

表1. SC-Copoly(LA-r-CL)の熱的特性

Polymer	LA/CL (molar ratio) <sup>a)</sup>		$T_g$ <sup>b)</sup> °C	$T_m$ <sup>c)</sup> °C	$-\Delta H_m$ <sup>c)</sup> J/g
	Feed	Observed			
SC-Copoly①	90/10	91/9	37.8	201.8	39.9
SC-Copoly②	70/30	79/21	25.5	191.4	28.9
SC-Copoly③	50/50	54/46	-	162.8	14.0
P(LLA-r-CL)④	60/40	79/21	23.4	150.8	32.2
P(DLA-r-CL)⑤	70/30	78/22	29.9	156.8	32.7
Blend (④+⑤)	-	-	26.9	202.7 147.7	25.6 5.5
PLLA	100/0	100/0	40.3	178.2	57.2

<sup>a)</sup>Determined by <sup>1</sup>H-NMR. <sup>b)</sup>Determined by DSC in the 2nd heating. <sup>c)</sup>Determined by DSC in the 1st heating.

### 4. 実用化に向けて

想定業界・用途：自動車内装材, 家電製品の筐体, 包装材料など。

課題：反応 (合成) 時間の短縮, ラクチド (LA) モノマーが高価。企業への期待：LA (特に D-LA) モノマーの低価格化。

## 本研究の特徴・優位性

① PLA に比べ耐熱性及び耐衝撃性に優れている。②ワンポットで共重合体ステレオコンプレックスが合成可能な点。

## 特許・論文・受賞

論文：1) 日本化学会第 92 春季年会 (2012), 講演予稿集Ⅲ, p1024, 2) H. Shirahama, A. Ichimaru, C. Tsutsumi, Y. Nakayama, H. Yasuda, *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.* 2005, 43, 438-454 ほか

受賞：日刊工業新聞主催, 第 1 回モノづくり連携大賞 NEDO 賞 (2006)。

参考 URL <http://www.hiroshima-u.ac.jp/techrd/>

# サブミクロンサイズの球状活性炭の調製とその電極材料への応用

キーワード 炭素材料, 球形活性炭, リチウムイオン電池負極, 電気二重層キャパシタ電極

玉井 久司 Hisashi TAMAI

所属 工学研究院

役職 特任准教授

E-mail tamai@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 機能材料



## 研究概要

### 1. 研究の背景

炭素材料が、リチウムイオン電池 (LIB) や電気二重層キャパシタ (EDLC) の電極材料として注目されている。これらの用途において、さらに蓄電容量の増加が望まれている。

### 2. 研究内容

界面活性剤を鋳型に用いて球状フェノール樹脂を調製し、その後炭化、賦活処理を行うことによりサブミクロンサイズの球状活性炭微粒子 (SAC) を得た。得られた SAC を LIB 負極や EDLC 電極として応用し、その特性を調べた。

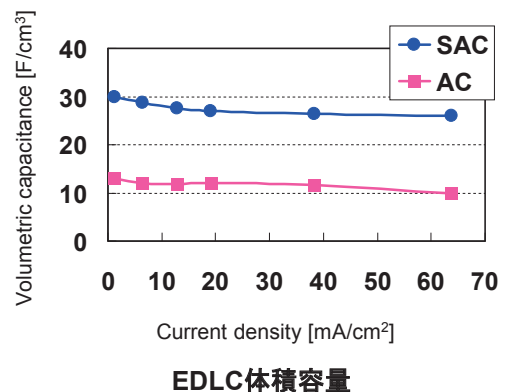
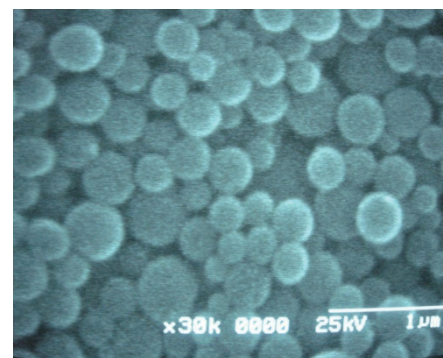
### 3. 成果

得られた SAC を LIB 負極や EDLC 電極として応用した結果、一般の粉末活性炭粒子 (AC) に比べ、LIB 電極として高い蓄電容量 (700-800mAh/g) を示した。

さらに EDLC 電極として、高い容積キャパシタンス (30 F/cm<sup>3</sup>) と良好なレート特性、および優れたサイクル特性を示した。

### 4. 実用化に向けて

リチウムイオン二次電池メーカー、電気二重層キャパシタメーカー、自動車産業



## 本研究の特徴・優位性

本研究で得られた球状活性炭は、一般に用いられている粉末炭素材料に比較して、非常に高い LIB 負極容量、EDLC 容積キャパシタンス、良好なサイクル特性を有する。

## 特許・論文・受賞

特開：2011-213571

# Ni セルメットを利用し Al<sub>3</sub>Ni 金属間化合物強化 Al 基複合材料の作製プロセスの開発

キーワード 複合材料, 機能材料, 金属物性, 強度

崔 龍範 Yongbum, CHOI

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail ybchoi@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 材料工学, プロセス工学



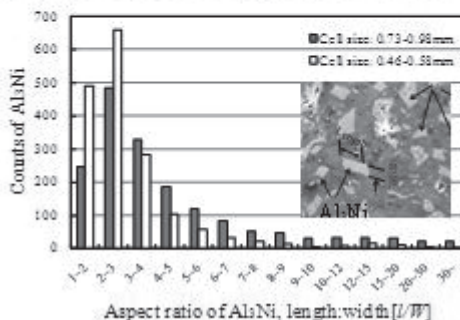
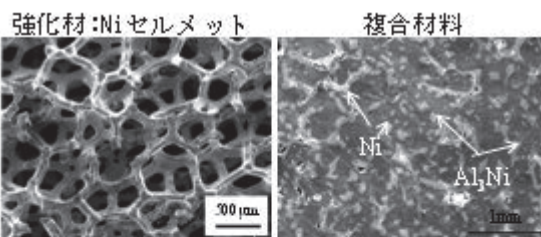
## 研究概要

### 1. 研究の背景

金属間化合物強化アルミニウム基複合材料は作製コスト、品質や性能などに多くの問題を含んでおり、それらを改善、向上させるには従来の作製方法には限界があるため、新たな作製方法の開発が必要である。

### 2. 研究内容

セラミックス粒子強化複合材料を作製する際、含浸法では作製不可能であるが、Ni セルメットに熔融金属を含浸させた後 Al との反応による金属間化合物を生成させることで作製可能になる。本研究は金属間化合物強化複合材料を作製する際、 casting 性よくかつ高い生産性で作製するために、低圧含浸法に熔融反応原理を適用し、簡単にプロセス制御による高密度、高精度した革新的な新作製法である熔融反応型低圧含浸法を開発した。この作製方法を用いて金属間化合物強化アルミニウム基複合材料の作製を行う。



### 3. 成果

Ni セルメットと Al との反応により生成された Al<sub>3</sub>Ni 金属間化合物は金属内部に分散でき、金属間化合物強化 Al 基複合材料の作製が可能になった。金属間化合物の形状を調べた結果、アスペクト比は 1-3 であり、熔融反応型低圧含浸法を用いることで、作製プロセスの簡略化や分散性などが簡単に制御可能となった。

### 4. 実用化に向けて

自動車のディーゼル機関用ピストン、ブレーキディスクなど幅広い用途で使われる可能性がある。

## 本研究の特徴・優位性

複合材料を作製するには作製コスト、品質、性能などに多くの問題を含んでいる。それらを改善するために、熔融反応型低圧含浸法を利用することで強化材の分散率の制御、高緻密性、低コスト、複雑形状の作製が可能になる。

## 特許・論文・受賞

Y. B. Choi, The 8<sup>th</sup> Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials

# 高分子結晶化における構造形成 —融解キネティクス

キーワード 高分子, 融解, 結晶化, キネティクス

戸田 昭彦 Akihiko TODA

所属 総合科学研究科

役職 教授

E-mail atoda@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 高分子物理学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

実用上も重要となる結晶性高分子材料の構造制御, 熱安定性の解析

### 2. 研究内容

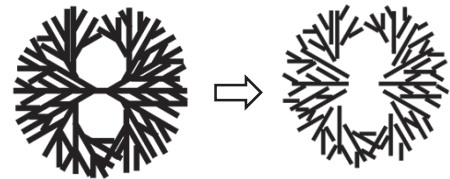
高分子単結晶の成長キネティクスとモルフォロジーの研究から始まり, 結晶性高分子材料の基本構造である球晶の構造形成, これらの構造の融解キネティクスを定量的に検討。



結晶性高分子における  
結晶・非晶の積層構造

### 3. 成果

永年の未解決課題であった高分子球晶形成機構を観察事実に基づき説明。熱測定法(定速昇温法, 温度変調法)を用いた高分子融解キネティクスの定量的な評価。



球晶の融解過程

### 4. 実用化に向けて

高分子材料開発における構造制御, 熱的性質の解析。

## 本研究の特徴・優位性

多彩な結晶化・観察手法(多点温度ジャンプ, 温度勾配, エッチング手法)。独自の熱測定解析法。

## 特許・論文・受賞

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/atoda/>

# 高圧二酸化炭素を利用した ポリイミド微細加工技術の開発

キーワード ポリアミド酸, ポリイミド, 微細加工, 超臨界二酸化炭素

春木 将司 Masashi HARUKI

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail mharuki@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 プロセス工学, 材料化学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

既存のポリイミド加工法は、ポリアミド酸溶液を成形後イミド化する方法、ならびにモノマーを蒸着重合する方法である。

ポリアミド酸溶液を用いる方法は微細孔への浸透性が悪いこと、蒸着重合法は加工速度が遅いことが問題であるため、超臨界二酸化炭素を利用したポリイミド加工技術の確立を目指している。

### 2. 研究内容

技術確立のための第一段階として、ポリイミドモノマー(4, 4'-diaminodiphenyl ether (ODA), pyromellitic dianhydride (PMDA))の超臨界二酸化炭素に対する溶解特性を測定するとともに重合条件と中間体であるポリアミド酸の分子量の関係について検討した。

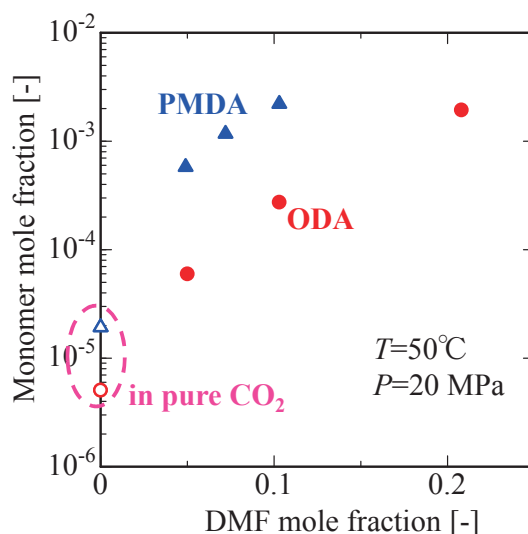


Fig. Solubilities for ODA and PMDA in scCO<sub>2</sub> with DMF at 50°C and 20 MPa.

### 3. 成果

モノマー溶解度に関しては、助溶媒としてN,N-dimethyl formamideを少量加えることによってODA, PMDAともに溶解度が著しく向上することを明らかにした。また、ポリアミド酸の分子量はモノマー濃度の増加にしたがって大きくなり、適切なモノマー濃度にするることによって、 $2 \times 10^4$ g/mol以上とすることができた。

### 4. 実用化に向けて

電子・通信機器デバイスやMEMSの絶縁層・コーティング材を微細、且つ、3次元的に構築することが可能になる。さらに有機溶媒を大きく減らしたポリイミド微粒子作製が可能になると考えられる。

## 本研究の特徴・優位性

超臨界二酸化炭素は有機溶媒に比べ微細空間への浸透性が非常に優れており、さらに蒸着重合に比べモノマー供給量を大きくできるため、従来の技術に比べ本手法は微細空間の高速成膜、埋め込みに大きな優位性をもつ。

## 特許・論文・受賞

溶解度について M. Haruki, N. Fukui, F. Kobayashi, S. Kihara, S. Takishima, Ind. Eng. Chem. Res., 50 (2011) 11942-11949.

# 焼却飛灰・家畜骨粉の高プロトン電導性材料への再資源化

キーワード 焼却飛灰, 家畜骨粉, リン酸カルシウム, ハイドロゲル

福井 国博 Kunihiro FUKUI

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail kfukui@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 プロセス工学, 材料工学, リサイクル工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

一般廃棄物の焼却飛灰にはカルシウムが、家畜骨粉にはカルシウムとリンが含まれている。これら廃棄物は大量に排出されており、付加価値の高い製品への再資源化が求められている。そこで、これら廃棄物を高プロトン電導性材料に再資源化し、燃料電池に利用することを試みた。

### 2. 研究内容

一般廃棄物焼却飛灰、家畜骨粉とリン酸を混合し、これを 1,200℃で熱処理することでガラス状中間生成物を合成した。その後、粉碎処理を行うことで、リン酸カルシウムガラス粉末を得た。これに蒸留水を適量添加し、140℃でゲル化処理を行い、高プロトン電導性材料の一種であるリン酸カルシウムハイドロゲルを合成した。

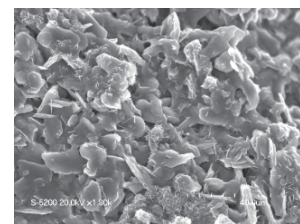
また、これを燃料電池に加工し、その発電特性を評価した。

### 3. 成果

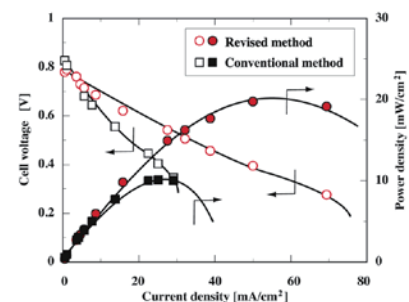
右図に示すように、焼却飛灰、家畜骨粉共にリン酸カルシウムハイドロゲルに再資源化することに成功した。また、再資源化したハイドロゲルを電導膜に持つ燃料電池を試作した結果、純粋原料から合成したハイドロゲル電導膜と同程度の発電特性を得ることに成功した。

### 4. 実用化に向けて

一般廃棄物の焼却プロセス中でリン酸カルシウムガラス粉末を合成し、廃棄物処理と再資源化を同時に行うプロセスを開発することが重要と考える。



リン酸カルシウムハイドロゲル SEM 写真



焼却飛灰を再資源化したゲル膜を持つ燃料電池の発電特性

## 本研究の特徴・優位性

一般廃棄物や家畜骨粉を付加価値の高い機能性材料に再資源化できており、燃料電池の低コスト化が可能なので、廃棄物の処理と水素社会を目指したエネルギー問題の同時解決を目指せる。

## 特許・論文・受賞

- ・一般焼却灰を原料とするプロトン伝導性材料及びその製造方法, 特開 2008-016273
- ・Fukui, K., N. Arimitsu, K. Jikihara, T. Yamamoto and H. Yoshida "Performance of fuel cell using calcium phosphate hydrogel membrane prepared from waste incineration ash and chicken bone powder" Journal of Hazardous Materials, 168, 1617-1621 (2009)

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/greenpro/index.html>



# マイクロ波加熱流動化固相反応による機能性粒子の合成

キーワード マイクロ波, 固相反応, 流動化, 機能性材料, ナノ粒子

**福井 国博** Kunihiro FUKUI

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail kfukui@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 プロセス工学, 材料工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

固相反応による複合酸化物などの機能性材料の合成には、非常に長い処理時間と高温が必要である。そこで、この問題を解決するために、マイクロ波加熱と粉体材料の流動化を併用した新規な手法を提案することを試みた。

### 2. 研究内容

マイクロ波吸収性の高い酸化インジウム粉体と酸化スズ粉体を混合した試料を右図に示すような反応装置で流動化させながらマイクロ波で加熱することで固相反応を生じさせ、透明導電膜に使用される酸化インジウムスズ (ITO) 粉体を合成することを試みた。

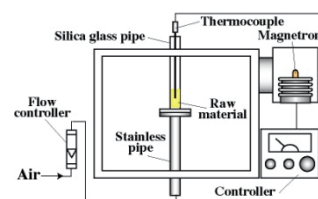
原料を流動化させることで、マイクロ波加熱の短所である局所加熱による反応の不均一性を低下させると共にマイクロ波の吸収効率を向上させることができると予想した。

### 3. 成果

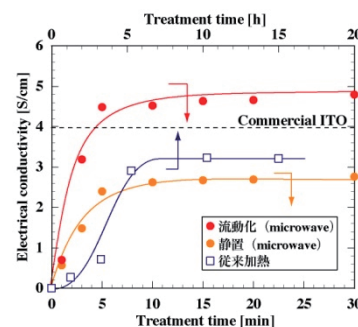
右図に示すように、従来の電気炉加熱では数時間必要であった処理時間が1/30以下の10分にまで短縮することに成功した。さらに、電導率(転化率)も同時に35%向上させることができた。

### 4. 実用化に向けて

Carbon, NiO, ZnO, CuO などマイクロ波吸収性の高い原料からの機能性粒子の合成に適した合成手法であると考えられる。スケールアップと連続反応装置化を企業に期待したい。



粉体流動型マイクロ波加熱反応装置概略



ITO 粉体の電導率と処理時間の関係

## 本研究の特徴・優位性

蛍光体用酸化亜鉛, コバルト酸リチウム, リン酸鉄リチウムなどの粒子合成や廃棄物からのレアメタル回収にも適用できる可能性が高い。処理時間の大幅な短縮と収率の向上でコスト削減や省エネルギー化が期待される。

## 特許・論文・受賞

- ・ 固相反応による粉体の製造方法, 特開 2011-246305 (福井国博, 吉田英人, 山本徹也)
- ・ Fukui, K., K. Kanayama, M. Katoh, T. Yamamoto, H. Yoshida "Synthesis of indium tin oxide powder by solid-phase reaction with microwave heating," Advanced Powder Technology, 20(5), 488-492 (2009)

# 高温用無鉛はんだ合金の設計と開発

キーワード 合金設計, 高温はんだ, 特性予測, 電子論アプローチ

松木 一弘 Kazuhiro MATSUGI

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail matsugi@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 環境・エネルギー, ものづくり, 製造, 材料



## 研究概要

### 1. 研究の背景

欧州環境規制 (ELV, RoHS) が叫ばれているが, 高温用はんだ合金へは適用除外の見直し可能性が出てきた。事実, 高温用無鉛はんだ開発には目途がない。そこで研究責任者が提唱してきた合金設計技術を適用し, 電子パラメータの有効性に立脚し, 材料のミクロ物性とマクロ特性相関を明らかにしたマルチスケールでの新しい材料設計技術を確認し, 高温はんだに具備すべき特性を満足する合金を迅速, 正確かつ低コストで開発する。

### 2. 研究内容

2-1) 合金の合金系と組成決定:

比較的安価かつ入手や廃棄容易であること, Pb 含有合金融点に近い, Zn 系選定した。Zn 系材料開発は長い歴史が有るものの, 迅速, 正確かつ低コストが達成される電子パラメータ使用の理論計算は世界初である。

2-2) 固相線温度と引張強度・破断伸びの測定・濡れ性評価:

各元素の素材より溶解・凝固法でインゴットを作製し, 示差熱分析用や引張試験用の試験片を旋盤加工して, 固相線温度と引張強度・破断伸び, さらに濡れ性の目標値到達を確認する。

### 3. 成果

電子パラメータによる Zn 合金の引張特性制御: Zn 系合金は高温用はんだ合金として有望である。しかし, 高温はんだ用合金に要求される機械特性および融点特性を満足する Zn 合金の組成比を決定する技術は未だ確立されていない。Zn クラスターを想定し中心位置の元素を種々変化させ, 各種元素の s 軌道エネルギー準位を計算し, 合金の場合は組成平均として  $\Delta Mk$  と表示する。Zn - 10Al - 0.02Mg - 0 ~ 13.5Cu 合金 (出典, 二宮隆二, 「マグネシウム合金と亜鉛合金の機械的性質と合金設計」, 豊橋技術科学大学 博士論文, 1995 年 1 月) の  $\Delta Mk$  と引張特性の関係を図 1 に示した。  $\Delta Mk$  は, 引張強度および延性と相関していることがわかる。具体的には,  $\Delta Mk$  が 0.07 以上であれば, 引張強度は 200MPa 以上になると予測される。一方,  $\Delta Mk$  が 0.16 以下であれば延性は 5% 以上になると予測される。10% Al 系のみばかりでなく 4 および 16% Al 系合金の強度も図 1 の強度曲線を満足し, Zn 基であれば多元系であっても  $\Delta Mk$  による予測が可能であると言える。本図を用いて設計した合金 (Zn-Al-Sn) 2 種は強度, 破断伸び共に推定値に従った。つまり, マイクロメートルオーダーの合金組織と密接に相関する引張強度と延性は,  $\Delta Mk$  によって予測が可能である。

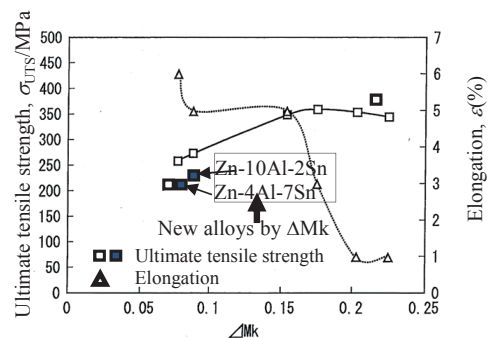


図 1  $\Delta Mk$  と強度, 伸びの関係

### 4. 実用化に向けて

以下 5 種の主要素を多分に含んでいる。

- ①必要性: EU 高温はんだの規制が平成 26 年に再度見直しが実施されることに伴う国内対応版。
- ②重要性: 欧州輸出規制に対応するには, 高温はんだの開発事業は重要。環境改善課題。
- ③緊急性: 欧州規制の見直しが迫っており, 本開発はわが国産業界にとり喫緊の課題。
- ④独創性: 電子合金理論を用いる事は, 正確さと迅速さと安価さに関し全世界で画期的なものであり, 類を他に見ない。

## 本研究の特徴・優位性

高温はんだ用合金に要求される機械特性および温度特性を満足する Zn 合金の組成を決定する技術は未だ確立されていない。このため, 新規の高温はんだ用 Zn 合金を開発する場合や, 既にある高温はんだ用 Zn 合金の諸特性をさらに改良したい場合には, Zn 合金の諸特性に及ぼす各合金元素の種類及び添加量の影響を評価する多大な時間とコストを費やした試験を行ない, 得られた結果に基づいて高温はんだ用合金に適した合金組成を決定するという, いわゆる試行錯誤的な方法が採用されている。固体物理論に基づく基本的なアプローチである電子合金理論を用いる事は, 正確さと迅速さと安価さに関し全世界で画期的なものであり, 類を他に見ない。

## 特許・論文・受賞

高温はんだ用亜鉛合金の組成比決定方法およびその利用 (特願 2011-069511)

参考 URL

# 有機ケイ素系イオン伝導材料

キーワード 有機ケイ素, イオン伝導体

水雲 智信 Tomonobu MIZUMO

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail mizumo@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 機能材料化学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

電池, センサー, 表示素子等の電気化学デバイスに用いられている有機電解液を固体電解質, あるいは不揮発性液体に置き換えることにより, デバイスの安全性向上や長寿命化が期待できる。本研究では新しいイオン伝導体としての有機ケイ素化合物の設計, 合成, 評価を行なっている。

### 2. 研究内容

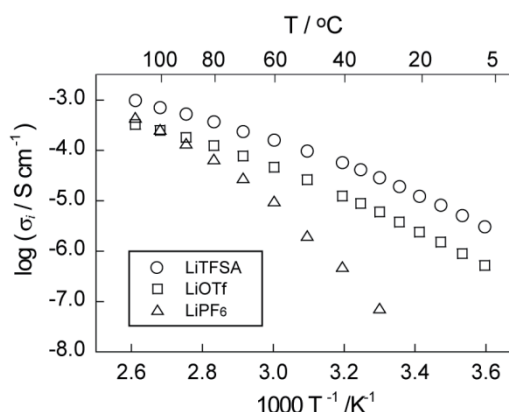
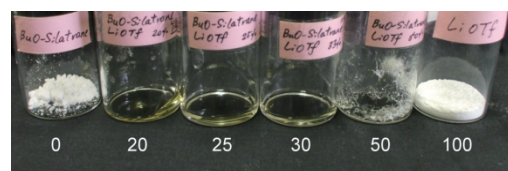
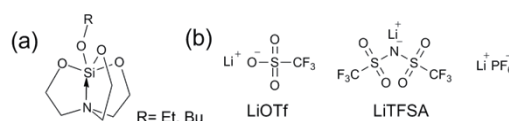
有機ケイ素化合物の設計と合成を中心として研究を展開している。極性有機ケイ素化合物にリチウム塩等の塩を添加・溶解させる方法, あるいはケイ素化合物中にイオン性官能基を導入する方法により, イオン伝導材料としている。それらについて電気化学的性能等を評価している。例えば, イオン伝導度, 電気化学的安定性, イオン輸率, 熱分析など。

### 3. 成果

これまで, シラトランという高配位ケイ素化合物に注目し研究を展開している。シラトランは高極性化合物であるため, リチウム塩を溶解させ, 液状のシラトラン/リチウム塩複合体が得られた(右図)。この複合体は室温で  $10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$  のイオン伝導度と  $300^\circ\text{C}$  に至る熱安定性を示した。

### 4. 実用化に向けて

電池, エレクトロクロミック素子などの電気化学デバイスへの利用を想定している。室温におけるイオン伝導度が低い点など, 実用化にはまだまだ課題が多いため改善を続けている。



(上) シラトランと添加塩の構造, (中) シラトラン/リチウム塩複合体の外観, および (下) シラトラン/リチウム塩複合体のイオン伝導度

## 本研究の特徴・優位性

従来の有機電解液と比較すれば, シラトラン等の本研究で扱う有機ケイ素化合物は不揮発性, 耐熱性などの点で優位性がある。

## 特許・論文・受賞

特許: 特許公開 2011-086548 固体電解質

論文: Mizumo, Fujita, Ohshita, *Chem. Lett.*, 2010, 40, 798-800.

# マスクレス露光装置の利用最適化による マイクロ流体デバイスの効率化

キーワード マイクロ流体デバイス, Lab-on-a-Chip

村上 裕二 Yuji MURAKAMI

所属 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所

役職 特任准教授 (H24.3月現在)

E-mail

専門分野



## 研究概要

### 1. 研究の背景

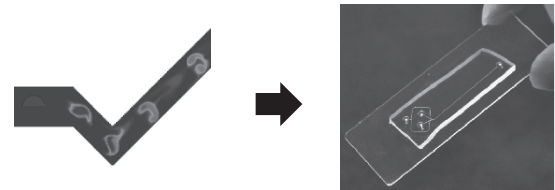
マイクロ流体デバイスが、医・薬や化学、環境などの広範囲なツールとして期待を集めている。しかし出来合いの設計で対応可能なことは限られている一方、自由設計を含めた当該分野への参入には1千万円級の初期コストが必要で、研究者の個人的なつてを頼った共同研究がわずかに行われている程度である。



50 $\mu$ m厚の微細鋳型が片手間程度でできあがる

### 2. 研究内容

これらマイクロ流体デバイス製作における時間と初期コストの主要がマスク製作と鋳型形成工程にあることをつきとめ、導入したマスクレス露光装置の利用最適化を図った。これにより1設計で製作期間2週間、10万円程度のランニングコストを実質1日で、数千円の材料費と数時間の人件費程度に抑えた。さらに当該部分をナノネット支援の枠組み内に組み込み、利用しやすくした。



新しい分析・生産のツールを創成

### 3. 成果

マスクレス露光装置特有のパターンムラ発生の除去方法を見いだした。鋳型基材である厚膜レジストの膜厚を均一化した。多層構造を可能にした。表面改質や単純接合、位置合わせ接合などの技術も用意した。

### 4. 実用化に向けて

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所で行っているナノネット支援経由でお問い合わせいただければすぐにでも利用可能です。

## 本研究の特徴・優位性

あくまでも研究用の微細鋳型形成用に特化しております。この方法で形状の検討をしたのち、高コストな別法で強固な微細鋳型を製作して成形品を得られることをお勧めします。

## 特許・論文・受賞

Y. Murakami et al. "Direct patterning of thick SU-8 by a DMD photolithography system for rapid microfluidics prototyping", submitted.

参考 URL

# 自己修復性耐候コーティング

キーワード 自己修復, コーティング, 腐食, 防食, 鉄鋼, 軽金属

矢吹 彰広 Akihiro YABUKI

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail ayabuki@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 材料化学, 材料工学, プロセス工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

金属材料の腐食を防止するための表面処理としてコーティング自己修復性耐候コーティングが行われる。コーティングに要求される重要な特性の一つに自己修復性がある。これは機械的に損傷した表面がコーティング中の成分によって自動的に修復される特性である。

### 2. 研究内容

各種の添加材を用いたコーティングの金属材料に対する腐食抑制効果を調べた。コーティングを作製した後にカッターナイフを用いて欠陥を付与し、腐食試験液中で電気化学インピーダンス法によりコーティングの自己修復性を評価した。

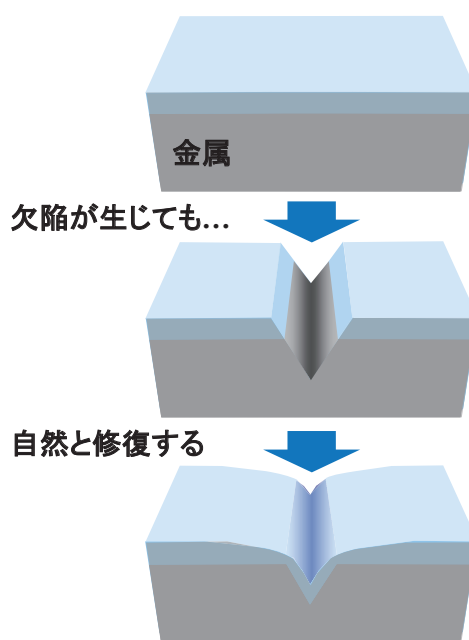
### 3. 成果

ポリマーと金属粒子, フッ素化合物, pH感受性物質であるカゼイン, チタニア粒子とのポリマーコンポジットによる自己修復性防食コーティング等を開発した。

### 4. 実用化に向けて

自己修復コーティング開発のポイントは添加する腐食抑制剤の保持と放出の制御である。

自己修復性耐候コーティング



## 本研究の特徴・優位性

環境問題から修復効果を有するクロメート化成処理の使用が制限されている。開発したコーティングはこの代替技術となる。

## 特許・論文・受賞

科学技術奨励賞

自己修復性防食コーティングの開発, スガウェザリング技術振興財団進歩賞

エロージョンおよびエロージョン・コロージョンに関する研究, 腐食防食協会

参考 URL <http://selfhealing.hiroshima-u.ac.jp/>

# 塑性加工のための材料モデル，数値シミュレーションおよび最適工程設計

キーワード 弾塑性力学，材料モデル，塑性加工，最適工程設計

吉田 総仁 Fusahito YOSHIDA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail fyoshida@hiroshima-u.ac.jp

日野隆太郎 Ryutaro HINO

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail rhino@hiroshima-u.ac.jp

濱崎 洋 Hiroshi HAMASAKI

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail hamahiro@hiroshima-u.ac.jp



専門分野 機械工学，材料工学

## 研究概要

### 1. 研究の背景

高張力鋼板やマグネシウム合金板などに代表される高機能難加工材の塑性加工技術の発展のため，材料試験による機械的特性の調査，材料の弾塑性変形挙動を記述する材料モデルとそれを利用した数値シミュレーション技術，成形加工プロセスの数値最適化が求められている。

### 2. 研究内容

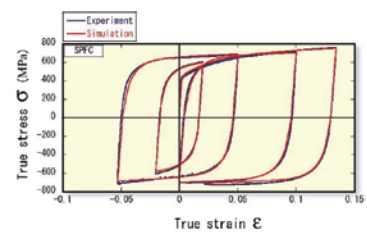
独自開発の試験装置により金属板材の繰返し塑性特性，降伏曲面，成形限界などの取得を行っている。またこれらの機械的特性を正確に表現できる材料モデルを構築し，その材料パラメータを同定するとともに，有限要素解析ソフトウェアへ材料モデルを導入して成形シミュレーションを行っている。さらに成形シミュレーションと数値最適化手法に基づく塑性加工工程の最適設計や，従来のプレス成形とは異なる金型不要の板材局所加熱逐次成形技術の開発にも取り組んでいる。

### 3. 成果

金属材料の繰返し塑性挙動を忠実に再現できる材料モデル（吉田-上森モデル）を開発し，このモデルを用いた板材成形シミュレーションによって従来は予測が困難であった高張力鋼板成形品のスプリングバックを正確に予測できるようになった。吉田-上森モデルの材料パラメータ同定用ソフトウェアも開発されている。また成形シミュレーションに基づく板材成形工程の最適化により，高張力鋼板成形品のスプリングバックやしわを解消する最適工程設計，材料特性や成形条件のばらつきを考慮した最適工程設計が可能となっている。

### 4. 実用化に向けて

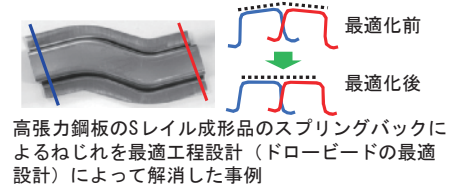
自動車車体部品のプレス成形をはじめとする板材成形加工分野に対して，各種材料特性の調査と材料パラメータ同定，スプリングバック・しわ・割れといった成形不具合の予測，これらの不具合を解消する最適工程設計の検討，不良品発生率を最小化する工程設計の検討，多品種少量成形ニーズへの対応などの貢献が考えられる。



吉田-上森モデルによる繰返し塑性挙動の表現



高張力鋼板のドローベンド後のスプリングバック予測における吉田-上森モデルの優位性



高張力鋼板のSレール成形品のスプリングバックによるねじれを最適工程設計（ドローベンドの最適設計）によって解消した事例

## 本研究の特徴・優位性

開発された材料モデル（吉田-上森モデル）は PAM-STAMP, LS-DYNA をはじめとする世界の主要な成形シミュレーションソフトウェアに採用され，そのスプリングバック予測精度の高さが評価されている。また吉田-上森モデルの材料パラメータを自動的に同定するソフトウェア（MatPara）も販売されている。

## 特許・論文・受賞

F. Yoshida & T. Uemori: *International Journal of Plasticity*, 18 (2002), 661-686.

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/eplabo/> <http://www.cem-inst.com/>



V

機 械

Mechanical Engineering



# 液体容器内のスロッシングを利用した 機械構造物の制振

キーワード 機械振動, 液体スロッシング, 制振装置

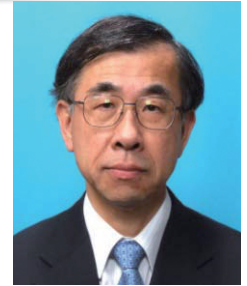
池田 隆 Takashi IKEDA

所 属 工学研究院

役 職 教授

E-mail tiked@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 機械工学, 機械力学・制御, 振動工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

機械構造物用のパッシブ制振装置として、容器内の液面振動現象（スロッシング）を利用した同調液体ダンパ（Tuned Liquid Damper, TLD）が開発されているが、その制振性能の把握が十分ではない。

### 2. 研究内容

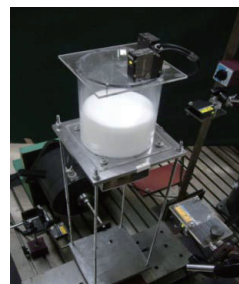
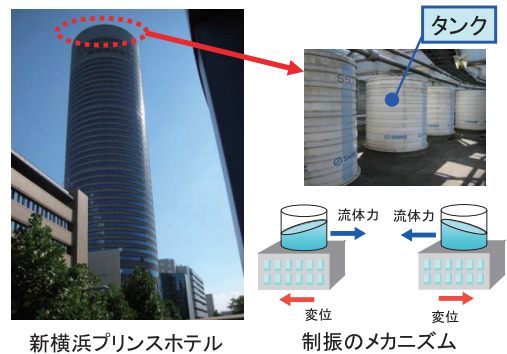
液体容器が動くとき、容器内の液体の自由液面は振動し、容器の側壁に流体力が生じる。液面の振幅が大きくなると非線形性が顕著に現れる。機械構造物の制振装置として利用するためには、非線形性を考慮した流体力を解析的に求め、液体容器による制振性能を把握する必要がある。本研究では、直方体、円筒、および正方形断面の液体容器が制振装置として最適に機能する形状を設計することを目的とする。

### 3. 成果

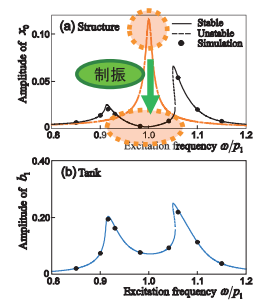
機械構造物の液体制振装置を評価するための解析的手法を確立し、その解析的手法により最適な液体容器を比較的容易に設計することを可能にした。液体容器は、構造物に対して水平方向のみならず鉛直方向の励振が作用する場合にも、十分に機能することを解析的、実験的に明らかにした。

### 4. 実用化に向けて

- ・高層柔軟建築物（高層ビル、鉄塔、タワー、長大橋等など）の制振
- ・自動車用燃料タンクのスロッシング解析
- ・大型液体貯槽の振動解析
- ・液体運搬用車両、列車の振動解析



実験装置



理論解析結果

## 本研究の特徴・優位性

機械構造物のパッシブ制振装置として、動吸振器（Tuned Mass Damper, TMD）が一般的に使用されているが、液体同調ダンパ（TLD）は低コスト、メンテナンスフリー、設置の簡便性、既設構造物に設置可能などの優れた点を有する。

## 特許・論文・受賞

2006年度機械学会賞（論文）受賞：対象論文「鉛直励振を受ける弾性構造物と円筒容器内スロッシングの非線形振動（第2報、内部共振のずれの影響）」、日本機械学会論文集、70巻696号、(2004-8)、pp.2278-2285。

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/dynamics/>

# 盲導犬ロボットの開発

**キーワード** 自律ロボット, 人-機械インターフェース, 福祉システム, 盲導犬ロボット

**三枝 省三** Shozo SAEGUSA

**所 属** 産学・地域連携センター

**役 職** 教授

**E-mail** shosaegu@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** メカトロニクス, サービスロボット



## 研究概要

### 1. 研究の背景

視覚障害者への盲導犬充足率は 10%程度と非常に低い。そこで視覚障害者支援の手段として、我々は盲導犬ロボットの開発を進めている。盲導犬の役割の中でも特に「使用者に優しい誘導」を可能にする機能の開発が非常に重要であると考えており、本研究では、使用者のペースに合わせた先導を行う機能を開発した。また、病院、空港、ホテルなどのガイドを便利にできないかというニーズに適応できないかという発想で、共通使用可能な I/F を開発した。

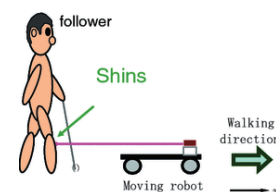


Fig. 1 Guide-dog mobile robot and follower

### 2. 研究内容

使用者（同伴者）のペースに合わせた先導を屋内環境で実現するため、以下の2つのアルゴリズムを開発した。一つは壁から歩行方向を検出して走行する手法（最前端探索方式）、もう一つは同伴者位置の検出手法（ツインクラスタトレース方式）である。ここで同伴者にとって先導される先は未知であるという想定から、同伴者が先導ロボットを追い越すことは無いものとしている。

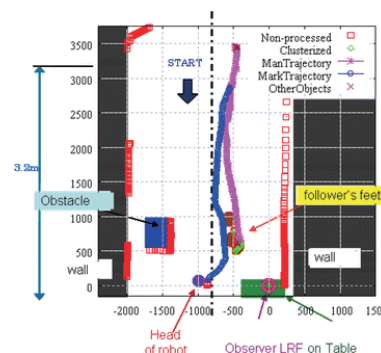


Fig. 2 Trace of the robot and follower

### 3. 成果

壁上の検出点の中で最も前側にある検出点を両側壁の代表点として扱い、廊下中央からのずれを計算する。これを最前端探索方式と呼称することにした。これにより複数の障害物が存在する廊下でも走行可能であることを示した。またツインクラスタトレース方式と命名した計算負荷の少ない同伴者追跡手法を開発した。

### 4. 実用化に向けて

サービスロボットとして活用可能と考えている。ホテル / 病院 / 空港のターミナルで、ユーザーを目的の部屋 / 場所などへ誘導することも可能である。また、音声認識・マップシステムの導入やさらにスマートな移動機構の開発は今後の課題である。

## 本研究の特徴・優位性

自立移動ロボット方式の提案。そして、人とロボットのインターフェースに着眼した。

1. センサーひとつで、障害物とユーザの歩調を読み取るセンサー活用方法を有している。
2. 同伴者（ユーザ）検出には人の特徴を考慮し、外乱に強い方法となっている。
3. ユーザの歩調に合わせた制御で人に優しいインターフェースコンセプトを実現している。

## 特許・論文・受賞

特願 2009-207580 (ロボット, 制御プログラム, 及び記録媒体)

Microsystem Technologies Vol.17 No.5-7, (2010), pp.1169-1174, DOI: 10.1007/s00542-010-1219-1 / Best track award of ISPS2010 of ASME

参考 URL



# 浅水域における肥型船の 操縦流体力特性の推定

キーワード 肥型船, 操縦性, 針路安定性, 浅水影響

佐野 将昭 Masaaki SANO

所 属 工学研究院

役 職 助教

E-mail masaaki-sano@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 船舶海洋工学

## 研究概要

### 1. 研究の背景

港湾や運河等の制限水域での船の操縦性能は大洋航行時と大きく異なる為、操船者は不慣れな操船を強いられる。特に VLCC 等の肥型船の操船は難しく、安全性の見地から自船の操縦性能を十分に把握しておく必要がある。

### 2. 研究内容

広島大学の曳航試験水槽では、昨年度、浅水設備を導入し、浅水域での試験が可能となった。本研究では、最近の標準タンカー船型（V 型船尾）である KVLCC2 の 1/110 スケールモデルを用いて、浅水域試験を実施した。

### 3. 成果

最近の標準タンカー船における船体、舵、プロペラ間の相互干渉影響、操縦流体力特性に及ぼす水深影響について明らかとした。また本船が浅水域を航行する場合の針路安定性について検討し、従来型のタンカー船型 ESSO OSAKA（U 型船尾）とは異なる傾向を有する事を示した。

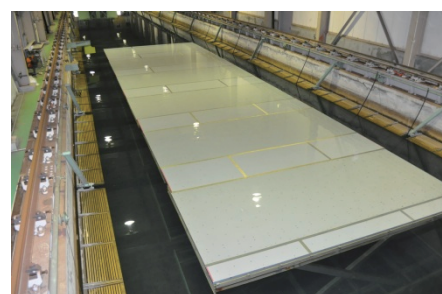


Figure : 広大水槽の浅水設備と模型船を用いた浅水域試験の様子

### 4. 実用化に向けて

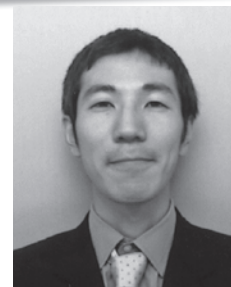
一般に肥えた船は操船が難しいと言われており、操船者の許容範囲を超える針路不安定性（悪い操縦性）を有する船では、航行の安全性が保障できない。こうした水槽試験を活用する事で、船舶の設計段階における性能推定に貢献できると思われる。

## 本研究の特徴・優位性

実船試験は実海域の確保が難しく、また模型試験は浅水設備を有する水槽が少ない事から、現時点で公表されている試験データは限られている。本研究では、最近の V 型船尾を有する船型を用いており、従来船との比較を通じて、過去に得られた知見を更新している。

## 特 許 ・ 論 文 ・ 受 賞

参考 URL



# 斜旋回送りねじを用いた 負荷感応無段変速機

キーワード 無段変速機, 送りねじ, 機構

高木 健 Takeshi TAKAKI

所 属 工学研究院

役 職 准教授

E-mail takaki@robotics.hiroshima-u.ac.jp

専門分野 機械工学, 電気電子工学

## 研 究 概 要

### 1. 研究の背景

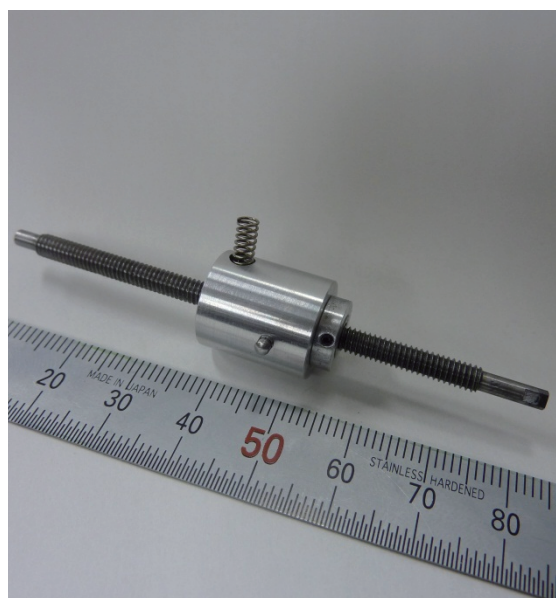
駆動装置の減速比が一定の場合は、速度と力の性能を共に向上させることは難しい。この問題に対し、無段変速機は解決策となるため。

### 2. 研究内容

負荷感応無段変速機として機能する斜旋回送りねじを開発した。この変速機は極めてシンプルな構造であり、送りねじ、ばね、ベアリングを用いている。この変速機の減速比は外力によって自動的に変速される特長がある。

### 3. 成 果

13.8g のシンプルで小型・軽量の無段変速機を開発した。実験により 100N 以上の力を出力できること、および減速比を 20 ~ 45 まで変化できることを確認した。



### 4. 実用化に向けて

本機構はロボット関節や直動機構に適している。

## 本研究の特徴・優位性

小型, 軽量, シンプル

## 特 許 ・ 論 文 ・ 受 賞

特願 2011-117099

Takeshi Takaki, Toru Yamasaki and Idaku Ishii: Load-sensitive continuously variable transmission using an oblique feed screw for parallel-jaw grippers, in Proc. 2011 Int. Symposium on Micro-Nano Mechatronics and Human Science, 2011.

参考 URL <http://www.robotics.hiroshima-u.ac.jp/>

# 高効率パラメータ励振歩行

キーワード 二足歩行ロボット, パラメータ励振歩行

原田 祐志 Yuji HARATA

所 属 工学研究院

役 職 助教

E-mail harata@hiroshima-u.ac.jp

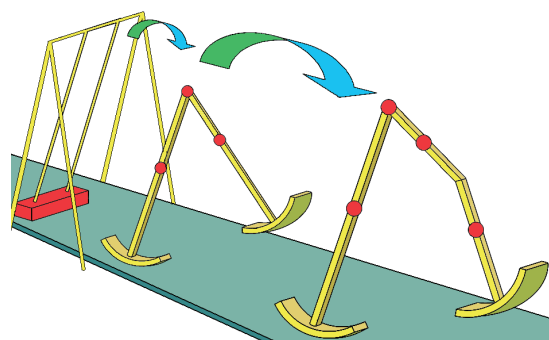
専門分野 非線形振動, 制振機械工学, 電気電子工学



## 研究概要

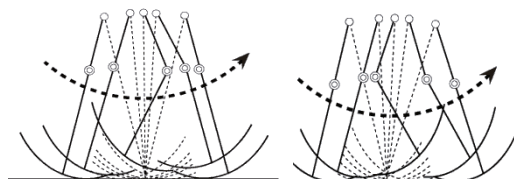
### 1. 研究の背景

将来、人に代わり仕事を行うヒューノイドロボット実現のための基幹技術のひとつが、ロボットの二足歩行である。その中で、長時間駆動に向けた歩行の高効率化が重要である。これまで、直動脚をもつロボットに対して、ブランコの運動を利用したパラメータ励振歩行が提案されている。



### 2. 研究内容

地面に躓くことを避けるため、ロボットは歩行時に遊脚膝を屈曲させる。本研究では、パラメータ励振歩行を発展させ、この遊脚膝の屈伸運動を利用し、膝関節のみの駆動による歩行を実現した。さらに、この歩行方法の効率化を行った。



順脚歩行

鳥脚歩行

### 3. 成果

遊脚膝の屈曲運動のみにより、平地歩行を実現した。このことから、遊脚膝の運動を適切に制御することにより、歩行効率が高められる可能性を示した。また、人が歩行する向きとは反対向きに膝を曲げて歩行することにより、歩行効率が高められることを示した。

### 4. 実用化に向けて

ヒューノイドロボット、下肢麻痺者の歩行補助などへの応用が考えられる。

## 本研究の特徴・優位性

一般に膝の屈曲運動は地面に躓くことを避けるために用いられる。2足歩行において必ず行われるこの運動を適切に利用することにより、歩行効率を高められる可能性を示した。

## 特許・論文・受賞

Yuji Harata, Fumihiko Asano, Zhi-Wei Luo, Kouichi Taji, Yoji Uno, "Biped gait generation based on parametric excitation by knee-joint's actuation," ROBOTICA, Vol. 27, issue 07, pp.1063-1073, 2009.

原田祐志, 浅野文彦, 田地宏一, 宇野洋二, "パラメータ励振に基づく鳥脚歩容生成," 日本ロボット学会誌, Vol.27, No.5, pp.575-582, 2009.

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/dynamics/>

# 摩擦力の計測に好適な シート型剪断力センサ

キーワード 摩擦力, 剪断力, センサ, 計測, 褥瘡, 歩行解析, 把持力

藤本由紀夫 Yukio FUJIMOTO

所 属 工学研究院

役 職 教授

E-mail fujimoto@naoe.hiroshima-u.ac.jp

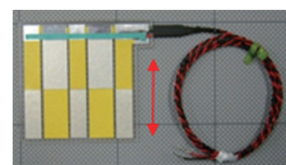
専門分野 センサ工学, 信頼性工学, 破壊力学



## 研 究 概 要

### 1. 研究の背景

圧力計測用のセンサは種々の物があるが、剪断力（摩擦力）を計測できる薄型のセンサには適当なものが無い。薄いシート型の剪断力センサがあると、福祉・介護の支援技術の向上、ロボットの触覚、人間や動物の動作分析で役立つと思われる。



50mm四角の1軸剪断センサ



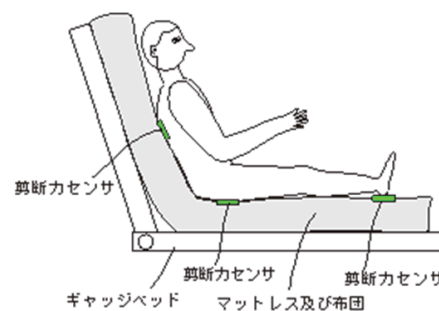
50mm四角の2軸剪断センサ

### 2. 研究内容

厚さが3mm程度で、例えば、身体とベッドの間に挟み込んで使用し、界面に作用する剪断力を計測できるセンサを開発する。センサ表面に突起物が無い平面状で、使用時の違和感が少ないものとする。また、一方向の剪断力だけでなく、二方向の剪断力も計測できるようにする。静止摩擦と同時に滑りを伴う動摩擦の状態の剪断力（摩擦力）が計測できると良い。

### 3. 成 果

右図は1軸（透明モデル）と2軸のシート型剪断力センサの写真と、ギャッジベッドでの使用イメージを示す。剪断力を圧電フィルムの伸縮力に変換して電荷を生じさせることで、1軸センサで約2mm、2軸で約4mmの薄さを実現した。ベッドの傾斜角を操作した実験で、背中や踵の摩擦力の変化状態を計測することができた。



### 4. 実用化に向けて

福祉・介護分野、ロボット工学、被服・寝具メーカ、人間工学や動物学の研究開発で貢献できると考えられる。

## 本研究の特徴・優位性

本研究に類似する剪断力センサは従来の技術には見られない。センサ性能が認められれば優位な技術になると思われる。

## 特 許 ・ 論 文 ・ 受 賞

圧電フィルムを用いたシート型剪断力センサ, 日本機械学会論文集C編投稿中。

# 強化学習による 均質ロボット群の協調行動獲得

キーワード マルチロボットシステム, 協調, 計算知能, 強化学習

保田 俊行 Toshiyuki YASUDA

所 属 工学研究院

役 職 助教

E-mail yasu@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 情報学, 機械工学, 電気電子工学



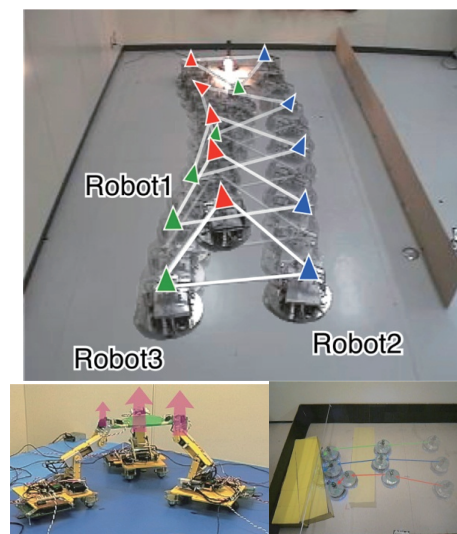
## 研 究 概 要

### 1. 研究の背景

複数のロボットにより構成されるマルチロボットシステムは、並列作業による作業効率の向上や、協調行動による複雑なタスクの達成が期待されている。タスクの高難度化やシステムの大規模化に伴い、ロボットが直面する様々な状況を事前に想定して制御器を設計することは困難になる。

### 2. 研究内容

一般的な組み込み型のアプローチに対し、ロボットに自律性を与えて行動を獲得させる研究が行われている。その代表的手法に強化学習法がある。強化学習するロボットは、環境との相互作用を通して適切な入出力関係を構築する。このとき、学習性能を大きく左右する状態・行動空間の離散化具合を事前に試行錯誤的に設計しなければならない。この問題に対処するため、ロボットが自らの経験に基づき連続な状態・行動空間を自律的に分割する機能を持つ強化学習法を開発した。



### 3. 成 果

均質なマルチロボットシステムの協調問題において、各ロボットが状況に応じた役割の生成・割当を適応的に行うことで適切な協調関係を構築することを確認した。マルチロボット環境では、ノイズ・摩擦等の不確定要素が多く存在するので、システムとしての頑健性を高める必要がある。

### 4. 実用化に向けて

モータライゼーション, コンピュータライゼーションに続く新産業技術はロボタイゼーションであると予測されている。そのようなロボットコンポーネントが日常生活に浸透する場面では、ロボット間, およびロボット内で知的デバイスが情報交換することで、共同・協調動作が実現される。ここで必要となる機能の一つが、人工物の学習手法であるため、非常に巨大な潜在的市場を抱えている。

## 本研究の特徴・優位性

様々なロボット・人間が共存するための新技術潮流の中では、効率よくシステムが動作するようにあらかじめ設計しておく従来型アプローチはある範囲でしか適切に動作し得ない。最も重要な基本技術は、ロボットシステム同士またはロボットと人間との協調・協力関係を広範囲で生成するための適応行動学習法である。

## 特 許 ・ 論 文 ・ 受 賞

T. Yasuda, K. Araki, and K. Ohkura, "Improving the Robustness of Instance-Based Reinforcement Learning Robots by Metalearning", Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.15, No.8, pp.1065-1072 (2011)

参考 URL <http://www.ohk.hiroshima-u.ac.jp/~yasuda/index.html>

# 耐故障性を有する 機械制御システムの構成法



キーワード 耐故障, フィードバック制御, 最適化, 移動体

和田 信敬 Nobutaka WADA

所 属 工学研究院

役 職 准教授

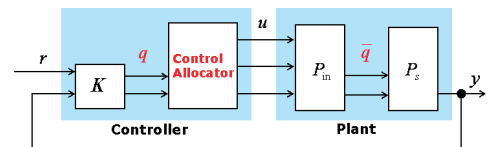
E-mail nwada@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 制御工学, 機械力学・制御

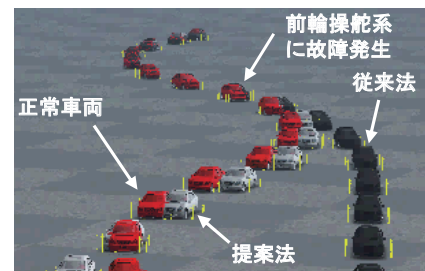
## 研究概要

### 1. 研究の背景

近年, エネルギー効率の改善や, 性能・機能の向上による付加価値の向上のため, 機械システムはますます大規模化・複雑化している。このように複雑大規模化した機械システムにおいては, その構成要素が故障した場合に, たとえそれが一部であったとしても, 機械システムの性能が大幅に劣化し, 最悪の場合, 機能全体が失われてしまう場合がある。そのため, 特に人命に直接関わる機械システムにおいては, 装置の一部が故障した場合にも, 出来るだけ機能が保持されるようにシステム設計を行っておく必要がある。



$$\begin{aligned} & \text{minimize } \| \bar{q} - q \|^2 \\ & \text{subject to } u_{i,\text{min}} \leq u_i \leq u_{i,\text{max}}, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$



### 2. 研究内容

入力チャンネルに冗長性するシステムでは, ある入力チャンネルが故障しても, 残りの入力チャンネルを活用することで, 制御を継続することが可能となる場合がある。ある入力チャンネルが故障した場合に, 他の入力チャンネルへの制御信号の分配量を決定する方法の一つに, 実時間最適化に基づく制御分配器を用いる方法がある。この方法には, 制御器の設計と制御分配器の設計を分離できるためシステム設計が容易であり, また, オンラインでの計算量が少ないといった利点がある。しかしながら, どの程度の故障の下では, システムの安定性や制御性能を維持できるか不明であった。そこで, 制御分配器を含むシステム全体の安定性を系統的に評価する手法, および, 制御性能が出来るだけ保持される制御器の設計法について検討した。

### 3. 成果

- ・入力チャンネルに故障が発生した場合における制御システムの安定性を評価する手法を構築した。
- ・上記の成果に基づき, 故障発生時に制御性能の劣化を最小限に抑える制御系設計法を構築した。
- ・Steer-by-Wire を搭載した自動車の制御問題を例題とし, 数値シミュレーションにより有効性を確認した。

### 4. 実用化に向けて

近年, 予防安全技術の導入, 車両の軽量化を目的として, 自動車の電動化, バイワイア化が進んでいる。そのような車両システムに対して提案法は有効であると考えられる。なお, 同様の制御問題は, 航空機や船舶などの分野においても見られる。

## 本研究の特徴・優位性

- ・提案法は凸2次計画問題に帰着されるため, オンラインでの計算量が少ない。
- ・出力フィードバックで実現出来る。
- ・システムの安定性が厳密に保証される。

## 特 許 ・ 論 文 ・ 受 賞

- [1] N. Wada *et al.*: Model Predictive Tracking Control for a Linear System under Time-varying Input Constraints; *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, to appear
- [2] 和田他: 実時間最適化に基づく耐故障車両制御, 計測自動制御学会制御部門大会資料, 2012

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/~control/>





VI

建築・土木

Civil Engineering/Architecture

# 大振幅の副振動のモデリング

キーワード 副振動, 湾共鳴, 双方向入れ子モデル

荒井 正純 Masazumi ARAI

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail arai@ocean.hiroshima-u.ac.jp

専門分野 地球惑星科学, 気象・海洋物理・陸水学

## 研究概要

### 1. 研究の背景

九州西岸や山陰沿岸のいくつかの港・湾では、潮汐の周期より短周期の大振幅の水位変動が、ごくまれに発生する。これは副振動と呼ばれ、床上浸水や小型船舶の転覆・流出といった被害をもたらすことがある。この副振動を予報する数値モデルに関する研究は、日本では行われていない。

### 2. 研究内容

副振動の予報モデルを構築する第一段階として、過去の副振動を再現しうるモデルを構築する。最近の副振動の事例として、2009年2月24-25日に、九州西岸の長崎湾や天草下島の羊角湾で発生した事例をモデリングの対象とした。

### 3. 成果

モデル方程式として浅水方程式を採用し、有限差分法に基づくモデルを構築した。防波堤で囲まれた港まで解像できるよう、解像度の異なる複数のモデルを、双方向の入れ子モデルとして構築した。2009年2月24-25日の副振動の再現実験を行い、水位の観測結果と比較することで、モデルのパフォーマンスをチェックした。

### 4. 実用化に向けて

## 本研究の特徴・優位性

副振動の外力である気圧変動が発生・伝播する東シナ海から、副振動の被害を被る九州までの広い海域を、解像度1km, 250m, 50m, 10mの4重の入れ子モデルでカバーする。最も内側の10mの解像度のモデルでは、防波堤で囲まれた港の固有振動を再現しうる。このため、副振動による現実的な水位変動を再現することが可能である。

## 特許・論文・受賞

参考 URL

# 災害復旧のための急速展開橋 モバイルブリッジ<sup>®</sup>の研究開発

キーワード 災害復旧, 復旧・復興, 防災工学, 展開構造, 仮橋

有尾 一郎 Ichiro ARIO

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail mario@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 応用力学, 構造解析学 (自然災害科学)



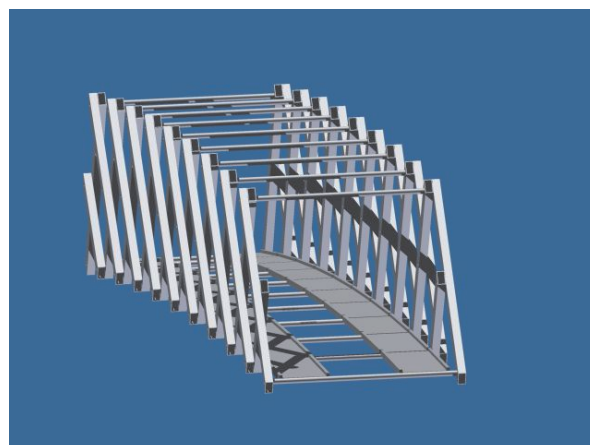
## 研究概要

### 1. 研究の背景

国内外で自然災害が多発し、地震、津波、大雨（台風）など幾多の自然災害を経験し、人命を守るために、新しい防災復旧システムの技術開発は必要不可欠なツールである。「速く渡す / 渡る」の要素基礎技術が大変遅れている現状にある。

### 2. 研究内容

災害に強い基盤づくりとして、新しい構造概念に基づく、「モバイルブリッジ」の要素技術を進歩させることにある。繰り返される災害において、「村の孤立化」を減らす緊急対応手段の一つとして、迅速に架設展開可能な移動仮設橋「モバイルブリッジ」の研究開発を進めている。災害の多い国には架設時間を優先した必要な復旧システムである。



### 3. 成果

橋本体をコンパクトに折り畳んで空輸、海上輸送、陸送が可能となり、これまで困難であった山間部でも、仮組み立てが必要であった現場でのヤードの確保など、これまで限定的であった制約された建設条件にも柔軟に対応できる。製作メーカー、施工技術総合研究所との共同研究プロジェクトとして開発中である。

### 4. 実用化に向けて

プロトタイプの大形化、災害復旧や流通を止めない危機管理上の緊急対応を必要とするニーズ。

## 本研究の特徴・優位性

橋の構造形式では初めての形式であり、架設時間も展開と同時に供用可能となり、合理的で革新的な建設技術と展開構造体である。

## 特許・論文・受賞

- ・「構造体及びその主フレームの伸張・縮収装置」特願 2006-037668, 特開 2007-107369
- ・平成 23-25 年度 科学研究費（基盤研究（B））の関連研究課題

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/bridge2/>

# リサイクル条件下の多段階フォールディング マイクロストラクチャーによる衝撃緩衝装置

キーワード 衝撃緩衝, 折畳み, 衝撃エネルギー吸収, 耐衝撃

有尾 一郎 Ichiro ARIO

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail mario@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 応用力学, 構造解析学 (工学基礎)



## 研究概要

### 1. 研究の背景

従来のショックアブソーバーは力と変位は線形関係がほとんどであるが、このHPVシステムは、衝撃速度を緩和することができるインフレーター構造系と、メインの剛性反力をパンタグラフトラスの折り畳みによって、衝撃エネルギーの分散吸収が弾性的に繰り返して使用できる特徴がある。

### 2. 研究内容

提案するシステムの概要は、耐衝撃非線形復元力を持つ多層パンタグラフトラスから構成される可変剛性型のマルチフォールディングマイクロマイクロストラクチャー (MFM) システムと、膜構造内部にガスが充満しているインフレーター構造から成るガスが可変バルブによって排出される減衰システムの、二つのペアシステムから成る、ハイパフォーマンスな最適な衝撃吸収システム (HPV) である。

### 3. 成果

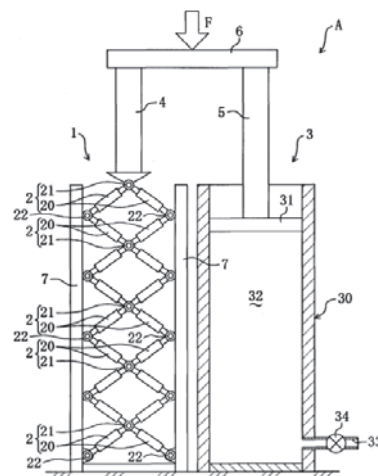
- ・設計衝撃荷重範囲内では何度でも繰り返して使用できる。
- ・衝撃力をスムーズに緩和調整させることができる。
- ・段数に応じて衝撃エネルギー能を可変することができる。

### 4. 実用化に向けて

- ・車体構造の安全性向上
- ・船舶が海洋風力発電の支柱に衝突時のプロテクター
- ・ヘリコプター等の墜落時の衝撃吸収装置, 大きな衝撃力を緩和させる装置



Impact crushing for everything.



Shock-absorber system subjects to impact loading.

## 本研究の特徴・優位性

- ・クラッシュゾーンのアクティブ確保と安全性向上
- ・塑性破壊を伴わないので繰り返し利用できる
- ・コンパクトに収納でき, 衝撃が予想される場合に対応できる

## 特許・論文・受賞

特願 2008-021884, 2005 年度~2007 年度科学研究費 (基盤研究(C)) 研究課題による派生成果

参考 URL

# 建築構造物の免制震デバイス最適化のための数値実験システム

キーワード 建築構造物, 免震, 制振, 最適化, 有限要素解析

大崎 純 Makoto OHSAKI

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail ohsaki@hiroshima-u.ac.jp

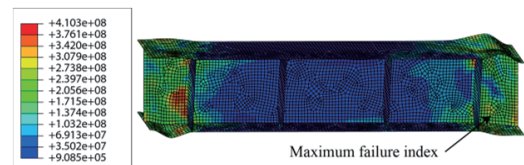
専門分野 建築構造・材料



## 研究概要

### 1. 研究の背景

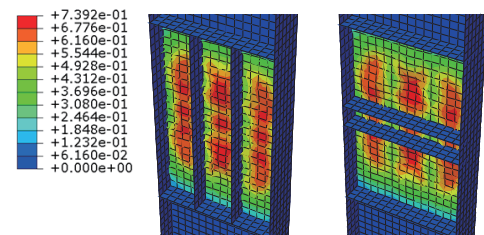
建築構造物の部材や免制振デバイスなどの「部品」は、大量生産され、設計条件も単純であるため、最適化技術を有効に利用することができる。また、有限要素解析と最適化の技術の発展により、物理実験の代替となる数値実験によってデバイスを開発することが可能となった。



### 2. 研究内容

鋼構造骨組の免制振デバイスの繰返し載荷時の応答を高精度の有限要素解析で予測し、エネルギー消費性能向上を目的として、デバイスの形状やスチフナの位置を最適化するための数値実験システムのプロトタイプを開発した。

汎用有限要素解析プログラムである ABAQUS と、発見的最適化手法を連結し、K型ブレースのリンク部材と鋼板ダンパーのスチフナの厚さと位置を最適化した例を右図に示す。本システムを用いることによって、実用上許容できるような少ない計算量で、パッシブ制振デバイスの地震時エネルギー消費性能を大きく向上できる。



### 3. 成果

上記システムを用いて、さまざまな形式のデバイスを最適化し、建築骨組構造に取り付けることによって、地震時の応答を効率よく低減できることを確認する。また、ロックシステムなどの新しい形式のイノベティブシステムを開発して最適化することにより、鋼構造骨組の地震被害低減に寄与する。

### 4. 実用化に向けて

本システムは、鋼構造のみならず、RC造、木造などのさまざまな構造で用いられるデバイスの最適化に利用できる。ゼネコン、ハウスメーカー、設計事務所などとの共同研究によって実用化できる。その際、実用化が期待されるデバイスの形式、実施設計での設計条件などの助言が望まれる。

## 本研究の特徴・優位性

高精度有限要素解析と最先端の最適化技術を連結した製品開発システムは、建設業界では存在しない。このシステムを用いることにより、ほとんどの物理実験が不要になるので、これにより、デバイス開発のためのコストと期間を大きく削減できる。

## 特許・論文・受賞

Ohsaki M, Nakajima T, Optimization of link member of eccentrically braced frames for maximum energy dissipation, J Constr Steel Res (2012), doi:10.1016/j.jcsr.2012.03.008

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/ohsaki/>

# 音響トモグラフィー法による 河川流量の自動連続計測

キーワード 流量モニタリング, 洪水, 水資源, 河口流, 河川津波

川西 澄 Kiyoshi KAWANISHI

所属 工学研究院

役職 准教授

E-mail kiyosi@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 土木工学, 社会・安全システム科学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

河川流量を安全確実に計測できる技術を確認することは、喫緊の課題である。そこで、最先端の音響トモグラフィー技術を用いて、河川流量計測技術の高度化をはかる。

### 2. 研究内容

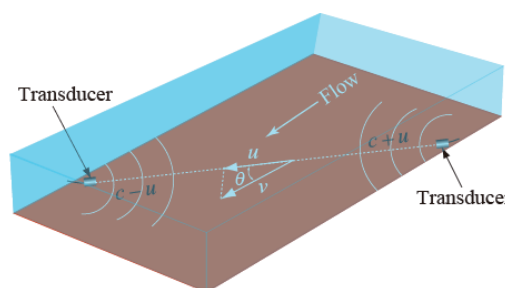
河床と水面をウェーブガイドとして伝播する超音波の伝播時間を GPS クロックを利用して正確に計測し、上下流方向の伝播時間差から河川の横断面内の平均流速を高精度に求めて、流量を算出するシステムを開発した。

### 3. 成果

従来法では計測できなかった、川幅が広くて浅い河川や塩水遡上のある感潮域における流量の自動連続計測に、世界で初めて成功した。

### 4. 実用化に向けて

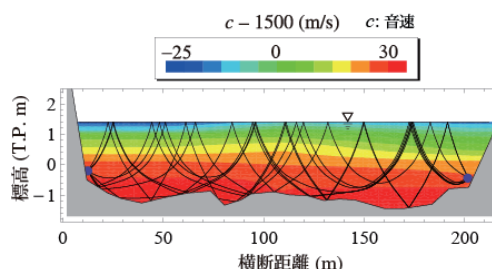
気候変動によって、洪水や干ばつが頻発する恐れが危惧されている中で、本計測技術の実用化は人類規模の有用な社会的貢献を果たすと思われる。



$$v = u / \cos \theta$$

: 音線に沿った平均流速成分  
: 主流方向の平均流速成分

横断面を覆う音線群を利用して  
断面平均流速を計測



## 本研究の特徴・優位性

本流量計測技術は、従来法が持つ様々な欠点と制約を克服しており、従来法では連続計測が不可能であった、塩水遡上のある感潮域における流量モニタリングを世界で初めて実現したものである。本計測システムは、東日本大震災でクローズアップされている、河川津波の観測（流速・流量、波高、波速の同時計測）にも適用できるものと考えられ、今後の発展性、有用性が極めて大きい。

## 特許・論文・受賞

Kawanisi, K., et al. (2010), Long-term measurement of stream flow and salinity in a tidal river by the use of the fluvial acoustic tomography system, J. Hydrol., 380(1-2), 74-81, doi:10.1016/j.jhydrol.2009.10.024.

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/kiyosi>

# 近代の都市・建築史および 現代建築意匠理論

キーワード 建築史, 都市史, デザイン, モダニズム, 理想都市

杉本 俊多 Toshimasa SUGIMOTO

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail tsugi@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 建築歴史・意匠



## 研究概要

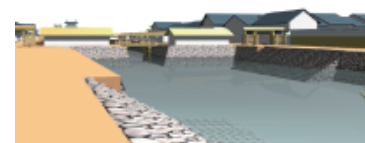
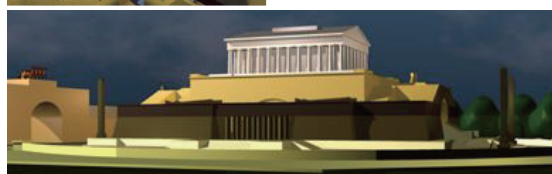
### 1. 研究の背景

持続可能な都市・建築環境のあり方について世界的に課題となっているが、建築デザイン理論について現代的な理論の開拓が必要であり、とりわけ都市・建築史の観点からの理論構築が求められている。



### 2. 研究内容

今日的な都市・建築デザイン理論の世界的動向を分析、整理しつつ、問題点を発掘し、個別研究テーマを立て、分析研究を行ってきた。特にモダニズム建築の出発点となったベルリンの近代建築、都市形成過程について詳細な研究を行い、現代都市・建築デザインの再解釈を行っている。また持続的な都市の形成史についての理論構築のために、日欧の近世都市計画手法の比較研究（広島城下町等 vs 大航海時代欧州の海港都市等）に関して調査研究を行ってきた。研究手段としてCGを活用している。



### 3. 成果

ドイツ近代建築史について、ブルーノ・タウト、バウハウス関連のヴァルター・グロピウス、ミース・ファン・デル・ローエ等の建築家のデザイン理念、またドイツ新古典主義建築について建築史的な研究成果がある。

### 4. 実用化に向けて

建築設計企業におけるデザイン方法の方向性について提言を行っている。

## 本研究の特徴・優位性

実務レベルの都市・建築のデザイン方法については、近未来を見通した歴史的視点が不足しがちであり、当研究室では現代的な問題を歴史的な観点から捉え、形態分析、デザイン理念の分析を通して具体的な指針を見出している。

## 特許・論文・受賞

著書：『20世紀の建築思想－キューブからカオスへ』（1998）

日本建築学会賞（1999）

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/tsugi/indexj.html>



# 市民生活行動学と部門横断型まちづくり政策

キーワード 市民生活行動, まちづくり, 交通, 環境・エネルギー, 観光, QOL

張 峻屹 Junyi ZHANG

所属 国際協力研究科

役職 教授

E-mail zjy@hiroshima-u.ac.jp

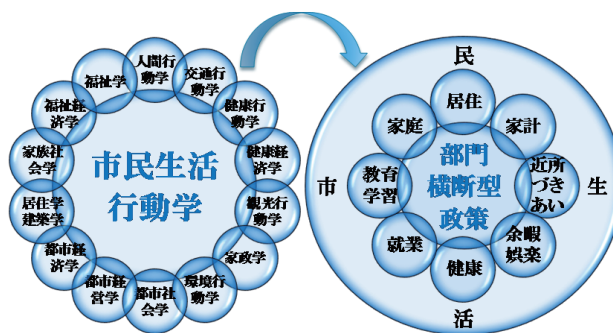
専門分野 土木工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

市民生活と密接なまちづくりについて、縦割り行政の弊害が蔓延し、部門横断型政策の重要性が認識されているにもかかわらず、交通行動学、生活科学、家政学、環境行動学、健康行動学、健康経済学、居住学、人間生活環境学、観光行動学など、市民生活を断片的に捉える学問はあるが、それを一体的に捉える学問がない。



### 2. 研究内容

#### ① 市民生活行動調査手法の開発：

都市計画の制度や作成方法といった歴史的な経緯に配

慮し、既存調査データの活用を前提に、市民の自主的参加意識を生かした新たな調査手法を開発する。

- ・ 自主参加型調査手法の提案
- ・ 調査のパッケージ化と標準化
- ・ パッケージ化調査と既存調査の融合

#### ② 統合型生活行動モデルの開発

生活行動間の（時間的（短期・中期・長期）、空間的、文脈依存的、意思決定者間の）関連性を許容できる統合型生活行動モデルを開発する。

#### ③ 市民生活影響評価システムの開発

まちづくりの具体的な内容と関連づけ、生活者・利用者の視点を徹底的に追求する市民生活影響評価システムを開発する。

#### ④ 部門横断型まちづくり政策の提言

低炭素型まちづくり、交通弱者モビリティ支援、都市観光促進、都心活性化などを対象に、市民の意識と行動を反映し、その政策に対する合意形成を図り、市民生活からみた政策の優先順位づけ、部門間の連携方法、部門横断型政策を実現するための提言を行う。

### 3. 成果

多面性を有する市民生活の実態を体系的に捉える QOL 志向型市民生活行動調査手法の提案、生活行動間の関連性を論理的に取り入れた統合型市民生活行動モデルの開発、部門横断型政策の提言などの成果を挙げた。

### 4. 実用化に向けて

まちづくり現場からのアプローチが欠かせない。産学官連携が重要。行政の意識改革が成否のカギを握る。

## 本研究の特徴・優位性

市民生活行動に関する複数の学問分野の知見を活用し、社会心理学、行動経済学、複雑系科学、計量経済学や高度な統計手法なども駆使し、市民生活行動の調査・解析・予測・評価手法を多数開発。

## 特許・論文・受賞

国内外学会・雑誌などで最優秀論文賞7回、優秀論文賞3回；査読付き論文238編（英文：185編）

参考 URL [http://home.hiroshima-u.ac.jp/hitel/citi\\_qol\\_jp.html](http://home.hiroshima-u.ac.jp/hitel/citi_qol_jp.html) <http://home.hiroshima-u.ac.jp/hitel/members/zhang.html>

# 豪雨時における個別溪流，個別斜面のリアルタイム危険度評価システムの開発

キーワード 土砂災害，斜面防災，土石流，豪雨

土田 孝 Takashi TSUCHIDA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail ttuchida@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 地盤工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

広島県には全国最多の土砂災害危険箇所が存在し，東広島市だけでも 2,782 箇所を超える。現在県内の 5km メッシュごとに，雨量情報から危険度を予測し警戒情報，避難勧告を発令している。しかし個別の溪流の地形・地盤情報が考慮されていないため，集落単位などきめ細かい防災指示，対策がとれない。

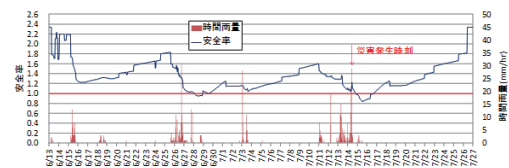
### 2. 研究内容

地形地盤情報を活用した個別溪流ごとのリアルタイム危険度評価による土砂災害防災対策の質の大幅な向上を目指す。このために，以下の 2 つの研究を行っている。

- 1) ボランティア等非専門技術者でも可能な実用斜面調査方法の確立：自然溪流・斜面の調査は通常の地盤調査方法が適用できない。携帯型動的コーン貫入試験を中心とした簡易な溪流調査方法を開発し，自主防災組織のリーダーなど非専門家の参加により効率的に地盤情報を取得するしくみを構築する。
- 2) リアルタイム危険度評価システムの開発：調査結果をもとに危険溪流をモデル化しておき，豪雨時に刻々の雨量情報に対応して安全率で危険度を定量表示するシステムを開発する。



住民参加による溪流調査



2010年7月に福富町で発生した土石流への適用

### 3. 成果

リアルタイム危険度評価システムは構築されており，過去の被災事例を適用してその有効性を確認している。提案する地盤調査方法によりボランティアの住民による溪流調査も行ったが，改善点の指摘があり，検討を行っている。

### 4. 実用化に向けて

防災行政の中での適用を期待している。本テーマでは予算の制約の中で危険溪流の地盤情報をいかに効率的に収集するかがかぎであり，行政や自主防砂組織と協力してシステムの実用性，実効性を高めていきたい。

## 本研究の特徴・優位性

地盤情報に基づいた個別溪流の危険度評価は実用化されたシステムが存在しない。その点で本システムは独自性，優位性があると考えられる。今後の研究の展開は行政との協働作業が必要である。

## 特許・論文・受賞

Takashi Tsuchida, Athapaththu A.M.R.G., Seiji Kano, Kazuaki Suga: Estimation of in-situ shear strength parameters of weathered granitic (Masado) slopes using lightweight dynamic cone penetrometer, Soils and Foundations, Vol. 51 (2011), No. 3, 497-512.

# 自然環境中の流れの可視化計測技術開発

キーワード 可視化計測, PIV, 幾何変換

椿 涼太 Ryota TSUBAKI

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail rtsubaki@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 土木工学, 社会・安全システム科学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

自然環境は時々刻々と変化していき、しばしば突発的に大きく変化する。河川の洪水もこのような現象であり、スケールの大きなこともあり、その実態を計測することは計測手法、費用、手間の点で課題が多い。

### 2. 研究内容

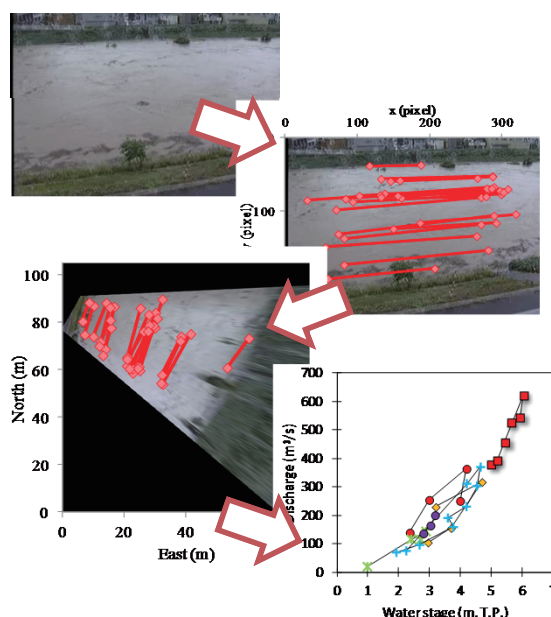
カメラシステムを用いて時々刻々と得られる画像を利用した、自然環境中の流れの計測技術開発を行っている。カメラ選定、撮影アングル設定、保存形式、座標補正、経路検出、結果の分析を総合的に設計して、安定的な計測を実現した。

### 3. 成果

本研究により、洪水流量の時間変化を取りこぼしなく計測できることが示された。

### 4. 実用化に向けて

河川流の表面流速のみならず、多様な自然環境中の動きの監視・実測に展開可能である。



## 本研究の特徴・優位性

カメラシステムを用いた可視化計測システムは、他の計測技術と比較した場合、初期投資費用、運転費用、人員、精度の安定性、取りこぼしの少なさに優位性がある。

## 特許・論文・受賞

椿 涼太ら：既設ビデオカメラを用いた画像解析法による中小河川の流量観測のためのカメラ設定方法および解析方法に関する研究, 土木学会河川技術論文集, Vol.15, pp.501-506, 2009.6.

参考 URL <http://www.civil-hu.jp/hyd/>

# 地下水流れによる干潟の ヘドロ化抑制効果の解明

キーワード 地下水流れ, 河川感潮域, 干潟

中下 慎也 Shinya NAKASHITA

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail nakashita@hiroshima-u.ac.jp

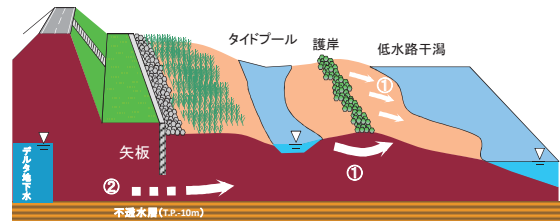
専門分野 土木工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

近年の自然干潟の減少に伴い、人工干潟の造成が全国各地で行われている。自然干潟と同等の機能を有する高機能な人工干潟の造成を行うためには、地形の安定性のみならず、ヘドロ化の抑制、有用二枚貝（アサリ・シジミ等）の生息の補償、他の自然を壊さない造成などが必要とされている。



河川構造物周辺に形成される地下水流れ  
①：タイドプール（潮だまり）、②：デルタ地下水位（内陸部の地下水位）と河川水位の水位差によって生じる地下水流れ

### 2. 研究内容

これまでの研究結果から、干潟環境の形成に地下水流れが重要であることを明らかにしており、地下水流を効果的に生起させることで既存の鉛直護岸前面にも高機能（有用二枚貝の生息や干潟のヘドロ化の抑制など）な干潟を造成することが可能であると考えられる。本研究では、河川構造物の効果を考慮した干潟造成技術を開発することを目的として、地下水流れが有用二枚貝の生息や干潟のヘドロ化抑制に及ぼす影響について検討している。

### 3. 成果

太田川を対象としたこれまでの研究で、河川構造物の周辺と沿岸帯水層で生じる2つの地下水流れが存在していることを明らかにした。それぞれの地下水流れは干潟地盤内へ底生生物の生息に必要な有機物や酸素を供給する役割や、干潟地盤の保水性を向上させ、地盤を緩く保つ役割、出水時における干潟地盤内の水質（塩分、水温）変動を緩和する役割などを有している。

### 4. 実用化に向けて

地下水流れの重要性を明らかにしており、人工干潟を造成する上で地下水流れを考慮する必要性を示した。今後は、河川構造物の構造や形状、高さなどと地下水流れ（水質や流速など）の関係を定量的に示すことが必要となる。

## 本研究の特徴・優位性

沿岸域に構築された構造物が生態系に及ぼす影響に関して本研究のように地下水循環を考慮して底生生物の生息域である干潟表層の環境へのインパクトについて研究された事例はほとんどない。さらに、本研究は人工干潟造成時の問題である生態系の形成不良を解決するだけでなく、干潟のヘドロ化のメカニズムについても明らかにすることが可能である。

## 特許・論文・受賞

参考 URL <http://www.civil-hu.jp/coast/>

# 工事写真の改ざん検出

キーワード 建設マネジメント, 工事写真, 改ざん

藤本 郷史 Satoshi FUJIMOTO

所属 工学研究院  
役職 助教

E-mail fujim@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 建築構造・材料, 建設マネジメント



## 研究概要

### 1. 研究の背景

デジタル化にともなって、工事写真の不正な編集（いわゆる“改ざん”）が多く発生しており、問題となっている。一方で、写真の“回転”“ファイル圧縮”など工事記録の観点から不正でない写真編集もある。

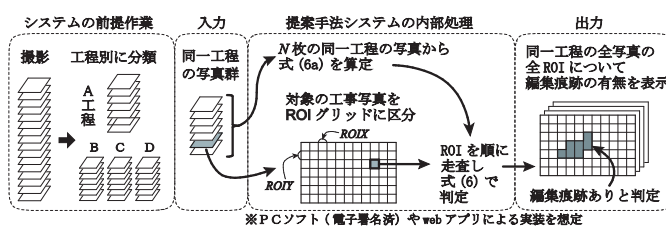


図1 システムの概要図

### 2. 研究内容

本研究では、建築工事写真において“不正の可能性の高い”写真編集のみを検出できる“改ざん”検出手法を開発した。

- 1) まず、工事写真管理の実態に即して、必要とされる技術の要件（検出の要不要）を明らかにしたうえで、
- 2) デジタル写真のノイズ特性の変化を利用した“塗りつぶし編集”の検出手法を開発した。

### 3. 成果

提案した工事写真の改ざん検出手法「ROI ノイズ期待値法」では、技術要件への適合を確認した上で、撮影条件の劣悪な工事写真においても検出率 80%以上、誤検出率 0.5%以下の性能を確認している。

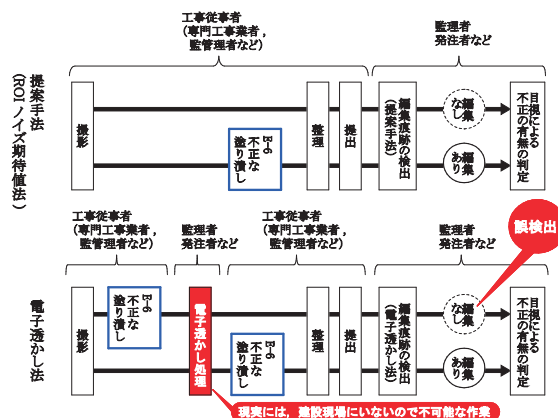


図2 提案手法の優位性  
工事の従事者による前処理作業が不要

### 4. 実用化に向けて

工事写真管理ソフトウェアの1機能として実用化すれば、建設工事への信頼性向上への一助となるものと考えている。

## 本研究の特徴・優位性

提案手法は、現在用いられている Exif 法に比べて、「改ざん」を正しく検出する。また、「電子署名法」などと比べて、工事管理者の作業負担が格段に少ない。

## 特許・論文・受賞

藤本郷史：工事写真における編集痕跡検出技術の要件分析および要件に適合した塗り潰し編集検出技術の開発と検証、日本建築学会構造系論文集，Vol.77，No.674，2012.04

# MEMS 技術を活用した 建築振動モニタリングシステムの開発

キーワード 建築構造学, 耐震, 維持保全

松本 慎也 Shinya MATSUMOTO

所属 工学研究院

役職 助教 (H24.3 月現在)

E-mail mshin@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 建築学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

構造物の長寿命化技術の確立は国策レベルでも進められており、社会ニーズも非常に高い。構造物を長寿命化させるためには新築段階の合理的な設計と維持管理段階における補修・補強技術の確立が必須であり、本研究開発ではこの両者に役立つ診断技術を確立するための研究開発と位置づけられる。

### 2. 研究内容

本研究は、建築物や部材の劣化や健全度を判断するために、実際の建築物において、計測の制約にとらわれず何をどの部位で計測し、どのような物性値で評価するかを明確にし、この評価を実現するために MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて建築物、建築部材の健全度 (劣化度) を簡便に計測・モニタリングする「耐久性診断・評価システム」の基盤を開発することを目的として実施する。本研究課題では、特に MEMS 高感度振動センサーを活用して、建築振動モニタリングシステムの開発を行っている。

### 3. 成果

MEMS センサーを用いた無線計測システムを産学・地域連携センターにて民間企業との共同研究により開発している。  
(<http://www.alnic.jp/RSnetwork/RSoutline.htm>)

### 4. 実用化に向けて

本研究課題は、地震国日本において、構造物の安全安心を確保する上で重要な研究課題と言える。



写真1 築200年の寺院建築  
(過去3回改修工事歴有)

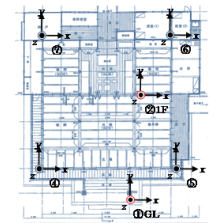


図1 センサー配置場所

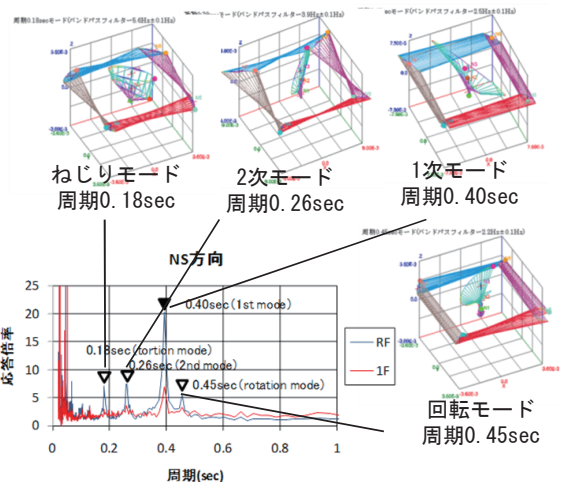


図2 応答倍率 (フーリエスペクトル比)

## 本研究の特徴・優位性

従来の常時微動計測システムの多くは有線式センサーを使用した大規模な計測システムであるのに対し、本研究課題は、MEMS (微小電気機械システム) 技術を用いた高感度小型振動センサーと無線通信情報技術を組み合わせることで、従来の有線式システムでは計測が困難な場所にもセンサーを容易に配置することができる利点を活用し、建物の鉛直構面及び水平構面の同時分析が容易にできる点に優位性がある。

## 特許・論文・受賞

松本慎也, 本川英治, 藤井大地, 大田和彦, 在永末徳, 大久保孝昭, ポータブル無線加速度計と衝撃型起振機を用いた振動特性評価システム—木造実験住宅での検証—, 日本建築学会技術報告集, 第16巻, 第34号, pp.1187-1192, 2010年10月

# 19世紀東アジアにおける イギリス建築・都市計画の研究

キーワード イギリス建築, コロニアル建築, 東アジア

水田 丞 Susumu MIZUTA

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail smizuta@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 建築史・意匠

## 研究概要

### 1. 研究の背景

イギリス建築・都市計画はアジア諸国の建築の近代化において重要な役割を占めている。

### 2. 研究内容

本研究では、東アジアのイギリス植民都市や居留地の都市計画、イギリスの外交施設や商館建築、産業建築、そして、イギリス人建築家と土木技術者の履歴について研究を進めている。

### 3. 成果

これまで、産業建築や商館建築、外交施設といった重要な建築物について、歴史的経緯や建築的特徴を明らかにすることができた。

### 4. 実用化に向けて

アジア諸国における歴史的建造物の保存、修復、再生において本研究は一定の貢献を果たすことができると考えている。



英国国教会, 上海, G・G・スコット設計



エンプレス・プレイス・ビル, シンガポール

## 本研究の特徴・優位性

本研究は国境を越えたグローバルな視点にたっており、建築史学の分野に一定の貢献を果たしている。

## 特許・論文・受賞

日本建築学会奨励賞

参考 URL

# 偏心構造物のねじれ応答性状に関する研究

キーワード 偏心構造物, ねじれ振動

渡邊 秀和 Hidekazu WATANABE

所属 工学研究院

役職 助教

E-mail hidekazu-watanabe@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 建築構造・材料



## 研究概要

### 1. 研究の背景

過去の地震被害状況によると、1995年阪神・淡路大震災などで建物の構造部材の偏心による捩れ振動が原因となり崩壊したケースが多く見受けられる。



捩れ振動による崩壊（1995・神戸）

### 2. 研究内容

立体骨組解析ソフトを用いた非線形時刻歴応答解析を行い、様々な種類の偏心構造物について検討を行う。特に、『偏心構造物の各層の層間変位一層間回転角関係は、構造物の塑性域であっても線形関係になる』ということに着目し、多くの設計変数をもつ偏心構造物について解析を行い、整理を行う。

### 3. 成果

いくつかの偏心構造物の各層の層間変位一層間回転角関係は、構造物の塑性域であっても線形関係になることがわかった。

### 4. 実用化に向けて

本研究により、建築設計技術の高度化による耐震安全性の向上が見込まれる。

## 本研究の特徴・優位性

現在の設計法では、弾性範囲におけるねじれ振動が主に考慮されており、塑性範囲については十分に検討がなされていない。本研究では塑性領域でも成立する設計法の提案を行う。

## 特許・論文・受賞

日本建築学会構造系論文集, 14WCEE

参考 URL





# VII

## 情報・通信

Computer Science, Information,  
Communication and System Engineering

# マルチラジカルのスピン多重度自在制御

**キーワード** マルチラジカル, 電子スピン, スピン多重度, 分子磁性, スピンスイッチ, スピントロニクス

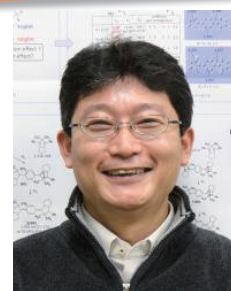
**安倍 学** Manabu ABE

**所属** 理学研究科

**役職** 教授

**E-mail** mabe@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 基礎化学・有機化学



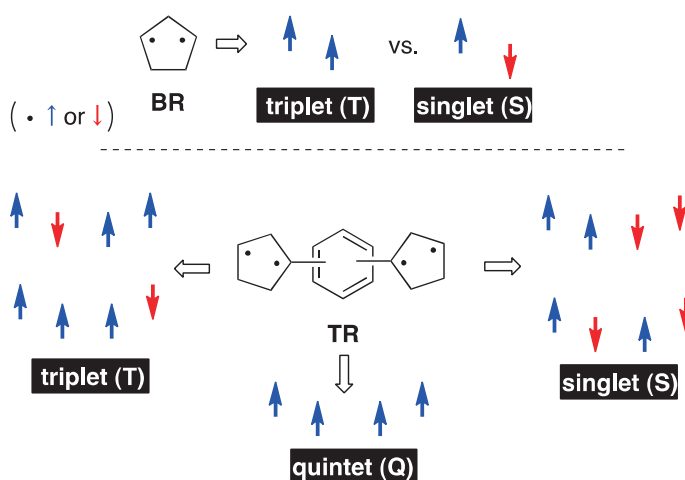
## 研究概要

### 1. 研究の背景

電子スピンの方向 ( $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ) は、物質の化学的反応性や磁性などの機能発現に重要な役割を果たす。本研究では、マルチラジカルに生じるスピン多重度の自在制御により新しく生まれる新物質、新反応、新物性・機能を開拓することを目的に研究を実施している。

### 2, 3. 研究内容とこれまでの成果

本研究では、分子内に二つ以上の電子スピンを有するマルチラジカル化学種（例えば、ピラジカル DR、テトララジカル TR）のスピン多重度を自在に制御する置換基と元素効果を検討し、これまでに、ピラジカル、テトララジカルのスピン多重度自在制御に成功してきた。現在は、その知見をもとに光応答性スピンスイッチ反応の開発等を実施している。



### 4. 実用化に向けて

本基礎研究の成果はあらゆる分野に波及する可能性があるが、実用化に向けての具体化が検討課題である。

## 本研究の特徴・優位性

メモリー材料, スピン流, スピントロニクスへの展開

## 特許・論文・受賞

受賞: 野副記念奨励賞, Zimmer Award

参考 URL

# シミュレーション物理教材開発

**キーワード** 計算機シミュレーション, 教材開発, 物理教育

**稲垣 知宏** Tomohiro INAGAKI

**所属** 情報メディア教育研究センター

**役職** 准教授

**E-mail** inagaki@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 物理学



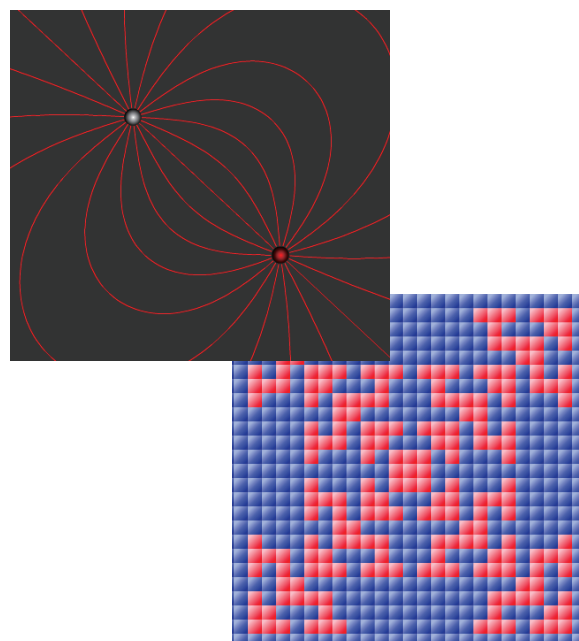
## 研究概要

### 1. 研究の背景

計算機シミュレーションを利用することで、学習者が自然科学の面白さに気づき、科学的な考え方に基いて自然現象を考えるようになることを目標に、教材開発を実施しています。

### 2. 研究内容

実際に体験することの困難な状況、モデル化された系の振る舞いを計算機シミュレーションで視覚的にとらえる中で、自然科学の概念について具体的なイメージを描きながら考えることを支援する教材開発を行っています。学習内容にあわせたシミュレーションアルゴリズム、可視化の方法、パラメータ操作のインターフェイス等を検討し、また、効果的な教材利用のための学習方法の研究を進めています。



### 3. 成果

力学、波動、電磁気学、量子力学、素粒子・原子核といった物理学の諸分野、セルゲーム、カオス等に関して計算機シミュレーションを利用した教材を Flash Actionscript を利用して開発し、Web サイトで公開、配布しています。

### 4. 実用化に向けて

基本的に無料で自由に編集可能な教材をソースファイル付きで配布し、関連分野の進展に貢献したいと考えている。

## 本研究の特徴・優位性

## 特許・論文・受賞

**参考 URL** <http://home.hiroshima-u.ac.jp/inagaki/>

# 光学特性に基づく 光線追跡シミュレーションと可視化

キーワード コンピュータグラフィックス, 光スペクトル, ビジュアライゼーション

金田 和文 Kazufumi KANEDA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail kin@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 総合・新領域系, 総合領域, 情報学, メディア情報学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

高精度な可視化のために、従来の画像生成技術で用いられていた RGB 三原色での光線追跡シミュレーションを、光のスペクトルを考慮したシミュレーションと表示法に拡張する。

### 2. 研究内容

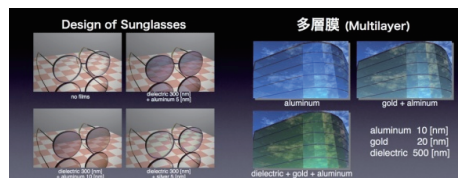
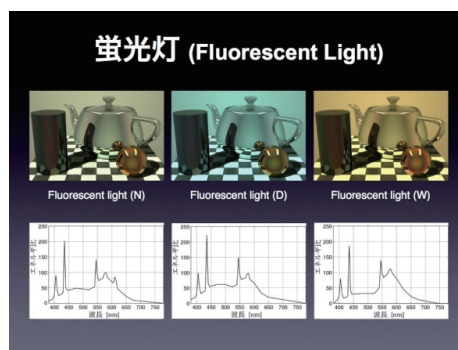
光のスペクトルと物質の光学特性を考慮した光線追跡シミュレーション手法の設計とインプリメントを行う。シミュレーション結果をディスプレイ表示する際には、人間の視覚特性を考慮した表示を行う。

### 3. 成果

光のスペクトルと物質の光学特性を考慮することにより、分光分布の異なる光源によって照らされたシーンや、薄膜がコーティングされた物質での干渉現象による色付きをシミュレーションにより表示することが可能となった。また、自然界で見られる構造色や虹などの大気光学現象も可視化することができる。

### 4. 実用化に向けて

高精度な可視化が必要とされる分野への応用が考えられる。例えば、先端的工業デザイン、照明設計、映像特殊効果、多層薄膜の光学設計など。



## 本研究の特徴・優位性

光のスペクトルと物質の光学特性を考慮した光線追跡シミュレーションによる高精度な表示を行うことができる。

## 特許・論文・受賞

The Visual Computer, Computers & Graphics 等の学術雑誌論文

参考 URL <http://www.eml.hiroshima-u.ac.jp>

# 統計的パターン認識と その画像認識への応用

キーワード パターン認識, 画像認識, 機械学習

栗田多喜夫 Takio KURITA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail tkurita@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 情報学



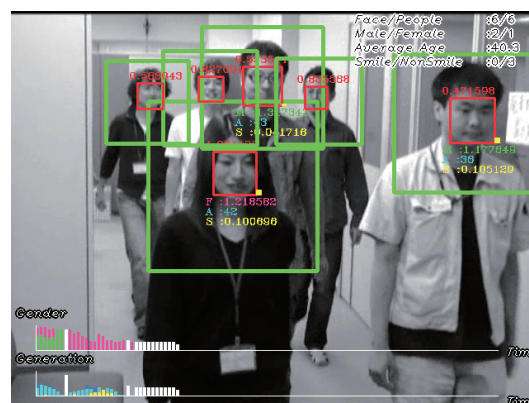
## 研究概要

### 1. 研究の背景

インターネットやスマートフォン等の情報基盤技術が急速に整備され、情報技術の応用分野が複雑化・多様化しています。しかし、認識、学習、状況に応じた判断、注意等の人間には簡単にできる機能が、現在のコンピュータではまだ完全には実現できていません。そのため非常に制限された状況でしか自動化できていない応用がまだまだ多く残っています。

### 2. 研究内容

最近デジタルカメラに顔認識機能が組み込まれるようになりましたが、汎用の視覚システムが様々な機器に組み込まれて使われるようにはなっていません。汎用の画像認識が実現出来れば、自動運転してくれる車の実現も夢では無いかもかもしれません。そのため、統計的パターン認識、あるいは、機械学習をベースにその画像認識への応用を通して、人間のように汎用性の高い人工の視覚を実現することを目指した研究を行っています。具体的には、車載カメラで撮影した画像の認識、来場者デモグラフィック調査等への応用のための画像認識手法を開発しています。



カメラ映像からの来場者のデモグラフィック調査

### 3. 成果

画像認識技術の応用のひとつとして、共同研究を通して、来場者の人数と属性の時間帯ごとの統計量を自動的に算出するシステムを開発しました。そのシステムでは、カメラ映像から、上半身検出による人数カウントと、顔認識による性別と年齢推定を行っています。高速化の工夫により、ほぼ実時間で歩行者の検出とその属性情報を取得することが可能となっています。現在、実際のショッピングモールへの試験設置を始め、実環境での実証実験を進めています。

### 4. 実用化に向けて

経済危機以降、大量生産の時代は終わり、物よりも心の豊かさを求めるようになった現在において、人々のニーズを把握することが難しくなり、市場調査のニーズが増えています。これまでの人手による調査が自動化できれば、あらゆるフィールドでの市場調査に応用できると考えています。

## 本研究の特徴・優位性

高速化の工夫により、歩行者の検出による人数カウントと顔認識による性別と年齢推定をほぼ実時間で実現しています。また、同様の手法を道路に設置したカメラ映像からの交通流量の計測等にも応用しています。

## 特許・論文・受賞

Keiji Shimada, Yoshihiro Noguchi, Tetsu Matsukawa and Takio Kurita, "Appearance-Based Smile Intensity Estimation by Cascaded Support Vector Machines," Proc. of The 2nd International Workshop on Video Event Categorization, Tagging and Retrieval, November 8-12, 2010, Queenstown, New Zealand.

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/tkurita/>

# デジタル文書中の 外字フォント・字形特定

キーワード ドキュメント, フォント, 外字

鈴木 俊哉 Shunya SUZUKI

所属 情報メディア教育研究センター

役職 助教

E-mail mpsuzuki@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 メディア情報学, データベース



## 研究概要

### 1. 研究の背景

デジタル文書中に明示的な指定なしに埋め込まれた外字フォント・字形を特定し、情報抽出・検索の際のバージョン情報・外字情報の損失を補完するため。同じ技術を用いて、特殊な描画処理が必要なフォントを特定することもできる。

### 2. 研究内容

PostScript や PDF のような印刷用途のデジタル文書データ形式では、フォント埋め込みの際にデータ容量削減のために様々な情報が削減される。また、これ以外でも ISO/IEC 29500 などの文書中のフォントも使用されない文字が削除されるため、文書の再編集や引用の際にフォント種別、バージョン情報、外字情報などが失われ、意図しない情報の損失が起きる。

大量のデジタル文書を処理する際には、それら全てを印刷して目視によって確認することはできず、さらに近年の処理系は暗黙に処理系に存在しないフォントについてフォールバックを行うため、目視によって確認することすら困難になっている。

### 3. 成果

フォントのデジタルデータは著作権により保護されるため、正規ライセンス以外ではそもそも字形の比較・特定ができず、公的なデータベースの作成ができない。これを解決するため、フォントのグリフごとの描画命令のハッシュ値によって字形を特定する技術を開発し、これの高速化を進めている。

### 4. 実用化に向けて

デジタル文書中のフォントの特定をあらかじめ自動化することにより、一般に使用されない漢字を大量に含む、あるいは含む可能性があり、それらの意図しない損失が問題となるような文書（漢字表など）の再編集および校正に際して専門家の作業負担を軽減することができる。

フォントのバージョンによる字形差の例

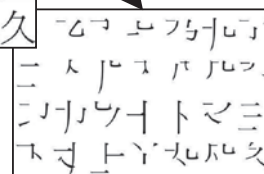
維蓮禮為雨讀請  
MingLiU 3.x



維蓮禮為雨讀請  
MingLiU 7.x

フォント特定の失敗による描画エラー

一乙丁七乃九了  
二人儿入八几刀  
刁カヒ十ト又三  
下丈上丫丸凡久



## 本研究の特徴・優位性

字形の画像を直接比較する画像認識的な手法の場合、フォントの正規ライセンス以外ではこれを利用することができない。描画命令ハッシュ値を用いることにより、タイプフェイスの著作権およびフォントデジタルプログラムの著作権に抵触せずに広く利用可能なデータベースを構築することができる。

## 特許・論文・受賞

2011 年度（平成 23 年度）山下記念研究賞受賞

“電子文書中のフォントの特定とヒント制御”, 画像電子学会第 258 回研究会, 2011

“電子文書中の TrueType グリフ照合とその高速化手法の検討”, 情報処理学会第 74 回全国大会, 2012

参考 URL

# 「問題を作ることによる学び」を支援するインタラクティブシステム

キーワード 学習工学, 教育工学

平嶋 宗 Tsukasa HIRASHIMA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail tsukasa@lel.hiroshima-u.ac.jp

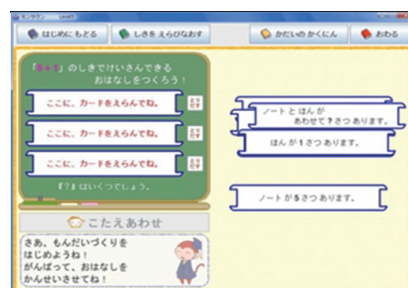
専門分野 教育工学



## 研究概要

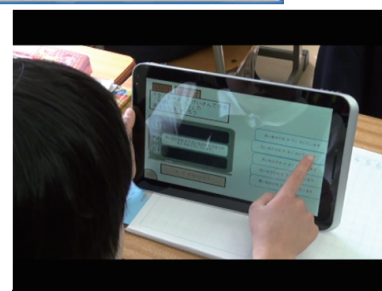
### 1. 研究の背景

人の学びにおいて、「問題を作ってみること」が「問題」に対する理解を深める上で有効であることは知られている。しかし、これを学習活動として実施するためには、作られた問題の診断や、診断結果に基づくフィードバックが不可欠であった。これをソフトウェアによって実現するのが本研究である。



### 2. 研究内容

学習者にとって問題の作成は負荷の大きな作業である。ここでは、問題の作成作業を分節化作業と構造化作業に分けた上で、構造化作業が問題作成において本質的な作業であるとした上で、問題の部品を学習者に与えて、それを学習者に組み立てさせて問題を作られるという方式を採用している。作成された問題の構成部品はあらかじめわかっているため、ソフトウェア的に妥当な診断が行える。また、学習者にとっても、問題の構成要素については、認識するだけで済むので、問題作りが活性化された。



### 3. 成果

作成したシステムについては、すでに小学校の算数の授業において4年間にわたって利用しており、学習効果が得られている。また、メディアタブレットを用いることで、通常の授業における授業の実施も行えている。

### 4. 実用化に向けて

ある特定の環境の整った小学校においてではあるが、すでに実践的な利用ができており、学習効果も上がっている。これを今後、より一般的な教育現場に広げていくことが、実用化としての課題となる。現在、メディアタブレットを用いた実践を行っているが、今後メディアタブレットの教育現場での導入・普及において、タブレットの有効な利用方法の一つのとなりえると考えている。

## 本研究の特徴・優位性

学習者が作った問題を診断するシステムは、国際的にも本研究が嚆矢であり、現時点でも他に類例がほとんどない。また、数年間に渡って実際の授業で継続的に使われている例も国内では見られない。研究としての先進性と現場での利用実績の積み重ねがあることから、他の研究グループから大きく先行しているといえる。

## 特許・論文・受賞

2009年教育システム情報学会全国大会奨励賞

2008年人工知能学会研究会優秀賞

参考 URL <http://www.learning-engineering.com/le-home>



# 確率動的ゲーム理論を応用した 省エネルギー制御系設計

キーワード 省エネルギー, ナッシュゲーム

向谷 博明 Hiroaki MUKAIDANI

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail mukaida@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 情報学, 電気電子工学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

電力システムに例証されるように、停電などの大幅な環境変化や電力需要の短時間での変動、あるいは対象となるシステムダイナミクスモデル化誤差が、システムの安定な運用を阻害させる原因であることが知られている。結果として、既存の制御理論のみに基づく制御系設計では、システムの挙動を十分に把握できず、システムの定常運転が出来ず、運用コストの低減が達成されないといった状況を引き起こす。

### 2. 研究内容

電力システムにおける停電等、劇的パラメータ変動に対して頑強(ロバスト)な確率分散制御戦略の開発を行う。また、ナッシュ均衡戦略の概念を導入し、電力生成時に必要な消費コストの低減を図る。

### 3. 成果

大規模確率システムを扱うことで、確率分散戦略が、ナッシュ均衡状態を満足するだけでなく、パレート最適性、および準最適制御性能を満足することが判明している。

### 4. 実用化に向けて

当該研究が、高機能確率分散制御のパイオニア的存在としての地位を確立することが大いに期待される。本研究で扱われる確率システムは、電力システムだけでなく、スマートグリッド、被災現場等の利用を想定したアドホックネットワークへの応用が期待されている技術である。劇的なモデル変動や不確定外乱に対してロバストな確率ナッシュ均衡論に基づく分散型戦略設計アルゴリズム完備されれば、情報通信ネットワーク分野、ロボット工学、レスキュー工学に应用され、飛躍的進展と大いなる成果が期待される。

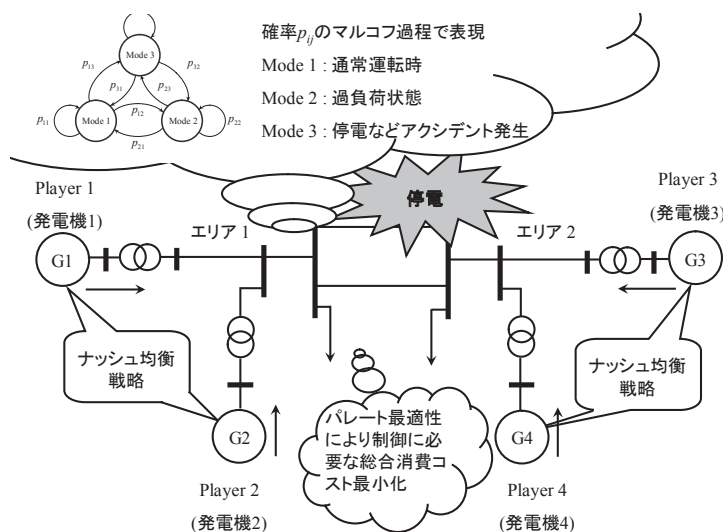


Fig. 1. 停電等の環境変動があっても総合消費コストを最小にする戦略の概念図

## 本研究の特徴・優位性

本研究では、停電や動作点の移行等、システムの構造自体が劇的に変化してもロバスト性を有する確率戦略が構築できるところが大きな特徴である。これらを可能にする理論の基盤として、初めて確率システムの概念を導入する。

## 特許・論文・受賞

H. Mukaidani, "A New Design Approach for Solving Linear Quadratic Nash Games of Multiparameter Singularly Perturbed Systems," IEEE Trans. Circuits & Systems I: Regular Papers, Vol.52, No.5, pp.960-974, 2005.

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/mukaida>

# 大規模かつ多様な情報源からの知識発掘技術

**キーワード** データマイニング, 情報検索, 個人情報保護, 地理情報システム, データベースマーケティング, 金融リスク分析

**森本 康彦** Yasuhiko MORIMOTO

**所属** 工学研究院

**役職** 准教授

**E-mail** morimoto@mis.hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 情報学

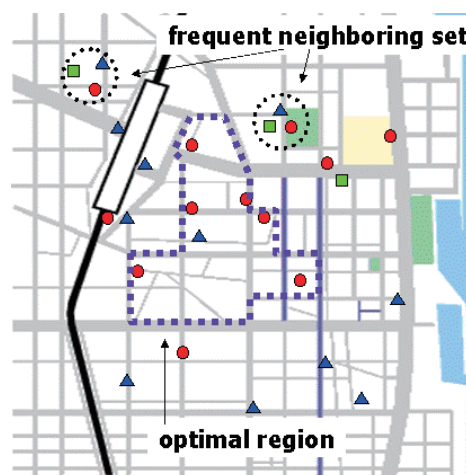


## 研究概要

### 1. 研究の背景

データベース、インターネットなど大規模かつ多様な情報源から、有用な情報を効率よく、かつ簡単に発掘する技術を開発している。特に時空間情報をもつデータから有用な知見を発掘する技術開発に力を入れている。

一方で、データの潜在的価値をなるべく損なわずに個人情報を保護する技術の開発も行っている。



### 2. 研究内容

- ・時空間データマイニング  
(交通事故がコンビニと信号の近くで多発するといった、互いに近所で発現するパターンの発掘機能。犯罪多発地域などある現象が高密度で発現する領域の計算機能など。(左図))
- ・スカイライン問い合わせを利用した情報検索  
(簡単なキーワードだけで、重要な検索結果だけを選択的に提示する機能)
- ・集計データからのデータマイニング  
(個別のデータ内容を非公開にしたうえでの知識発掘技術)

### 3. 成果

上述した内容の各機能を作成し、いくつかの実証実験をすすめている。その内容は学術雑誌、国際会議、技術コンペティション等で発表している。

### 4. 実用化に向けて

上述した基礎技術の応用問題に取り組みたいと考えており、実データ、とくに時空間情報を含むデータを所有するパートナーを探しています。

## 本研究の特徴・優位性

位置情報を扱うデータマイニング, 情報検索を得意としている。

## 特許・論文・受賞

ACM SIGKDD, ACM SIGMOD, VLDB など  
Best Paper Award (DBKDA' 10 France), 審査員特別賞 (データマイニングコンペティション), ベストオーサー賞 (情報処理学会)

<http://www.morimo.com/morimo-ken/pub.htm>

**参考 URL** <http://www.morimo.com/morimo-ken/>



# VIII

## 計測・分析

Measurement & Control/Scientific Analyses

# 不揮発性分子のレーザー脱離・光イオン化質量分析法の開拓

キーワード レーザー脱離, イオン化, 質量分析

江幡 孝之 Takayuki EBATA

所属 理学研究科

役職 教授

E-mail tebata@hiroshima-u.ac.jp

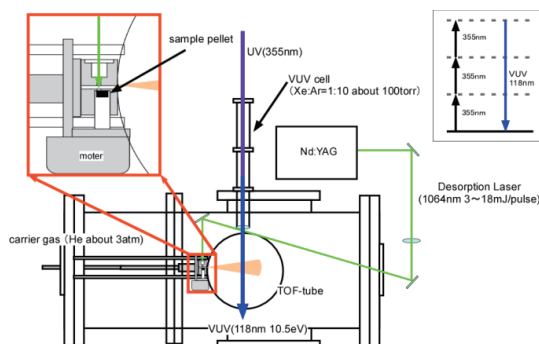
専門分野 物理化学



## 研究概要

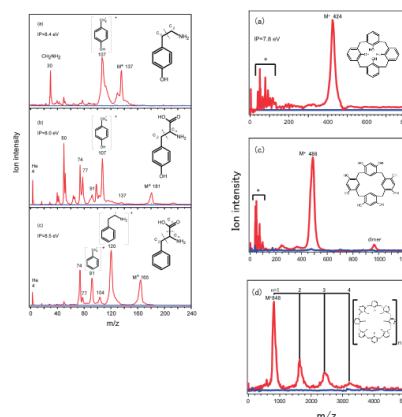
### 1. 研究の背景

MALDI やエレクトロスプレーを用いた生体関連分子や大分子量の不揮発性分子のイオン化質量分析が実用化され現在広い分野で用いられているが、これらのイオン化法では生成されるイオンはプロトンや金属イオンが最初から付着しているため、何もついていない分子そのものをイオン化、質量分析することは難しい。その理由は、上記方法では分子の気化とイオン化が同時に行われているためである。本研究は、分子の気化とイオン化を別々に行い一度分子を中性状態で気化しその後イオン化する2段階の手法を用いることで、その問題を解決した。



### 2. 研究内容

右図上に、装置の概要を示す。試料とグラファイト粉と混合したものに圧力をかけペレットを作成する。ペレットに1ミクロンのレーザー光を照射しレーザー気化する。He 気体とともに噴出した試料気体に、非線形光学効果を利用して得た真空紫外光を照射光イオン化し、飛行時間型質量分析装置で質量分析をする。右図下にこの方法で得られた生体関連分子の光イオン化スペクトルを示す。



### 3. 成果

右図下にこの方法で得られた生体関連分子の光イオン化スペクトルを示す。真空紫外光のエネルギーが大きすぎるためにアミノ酸のイオン化スペクトルではフラグメンテーションが見られるが、十分に親イオンの信号強度は得られている。さらに大きな分子量の包接化合物では、フラグメンテーションも少なく、十分に目的を達していると判断している。

### 4. 実用化に向けて

基本装置は既に出来上がっているが、質量スペクトルの分解能が現在のところ不十分である。ただし、これはリフレクトロン型質量分析装置をつかうことで解決できる。用途は、生体分子の質量分析が考えられる。

## 本研究の特徴・優位性

この手法の特徴は、マトリックスとしてグラファイトを用いており、MALDI のように対象試料によって、マトリックスを選ぶ必要がないところである。

## 特許・論文・受賞

平成 19 年度 日本化学会学術賞受賞

参考 URL

# 多次元複雑系データの統計解析

**キーワード** アンケート調査, データの解析, 発がん過程, 統計解析

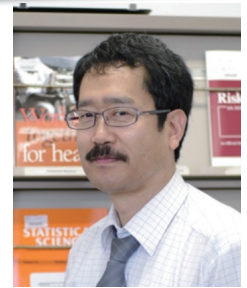
**大瀧 慈** Megu OHTAKI

**所属** 原爆放射線医科学研究所

**役職** 教授

**E-mail** ohtaki@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 統計科学, 放射線・化学物質影響科学, がん疫学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

不確定性を伴う医学・生物学・環境科学関連の複雑系データの定式化による数理的構造の探索のため。

### 2. 研究内容

多段階発がんの数理解モデルの開発を行い原爆被爆者の発がんリスクに関する時空間分布の推定を行った。アンケート調査データに基づいて、原爆投下直後の黒い雨の時空間分布の推定を行った。大気汚染の発生源寄与率を推定するための理論およびコンピュータソフトウェアを開発した。遺伝子発現状態の探索のためのマイクロアレイデータの解析法を開発を行った。

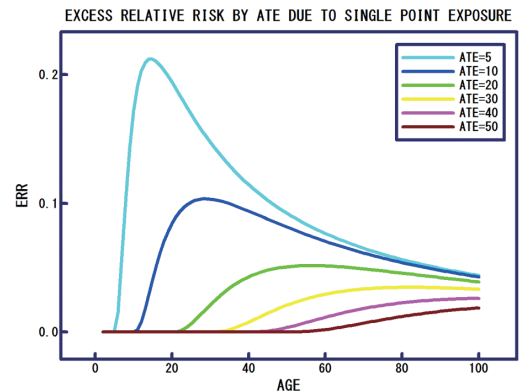
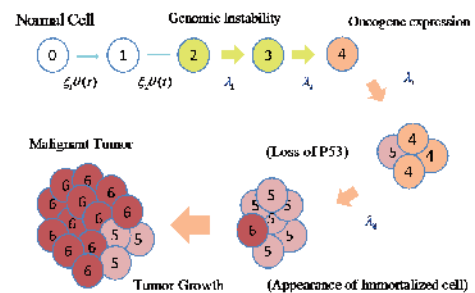
### 3. 成果

医学・生物学・環境科学関連の各種多次元時空間データの数理構造の探索のための定式化を行い、定量的解析を行った。

### 4. 実用化に向けて

人の健康度や QOL の向上のための要因探索, 物事に関する確率的事象の予測や予防のためのシステム設計への貢献が考えられる。

多段階発癌過程の模式図



## 本研究の特徴・優位性

実質科学に関する知見に基づいた有用性の高い数理モデルを開発し、実データの解析を行い、付加価値の高い新たな知見を創出する。

## 特許・論文・受賞

特許番号：US 6,932,363 B2, 特許取得日：2005年8月16日

タイトル：有効射影方向の探索方法, システム, プログラム, およびプログラム収納のための記憶媒体

# CIP 法を用いたマイクロスケール 流れ解析

**キーワード** マイクロ流体, 数値シミュレーション, CIP 法

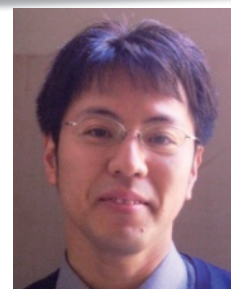
**尾形 陽一** Youichi OGATA

**所属** 工学研究院

**役職** 准教授

**E-mail** yogata@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 数値流体力学, 流体工学



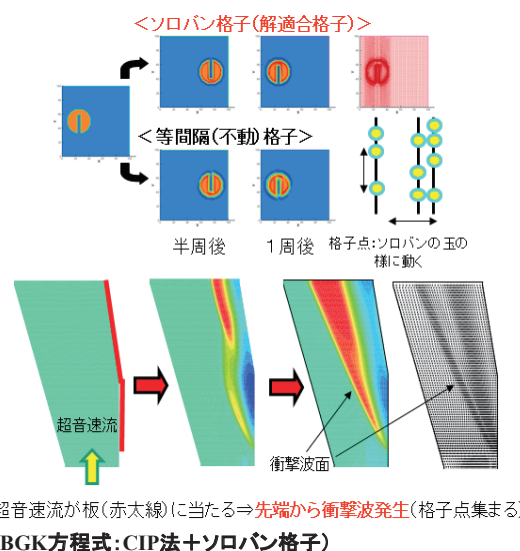
## 研究概要

### 1. 研究の背景

Kn 数に基づく希薄度の度合いによって運動論的アプローチ (ボルツマン方程式型) とマクロ的アプローチ (N-S 方程式 + 壁面滑り境界型) を使い分けることで様々なマイクロスケール流れを解析可能にするため。

### 2. 研究内容

双曲型方程式の高精度数値解法である CIP 法 (Constrained Interpolation Profile) を, 高 Kn 数流れに「BGK 方程式」, 中程度 Kn 数流れに「N-S 方程式 + 壁面滑り境界」にそれぞれ適用を行い, 更に CIP 法に適した解適合ソロバン格子を導入して超音速流・衝撃波面の Kn 数依存性 (BGK 方程式), 壁面滑り条件 (N-S 方程式) がマイクロ流れに生じる効果を検証した。



### 3. 成果

「BGK 方程式」は空間 2 次元でも速度空間を含め計 4 次元となり多くの格子数が必要であるが, CIP + ソロバン格子を用いることで効率的に幅広い Kn 数の流れが解析可能となった。一方, 中程度 Kn 数流れは N-S 方程式 + 壁面 2 次滑り境界でも十分に流れ場を再現出来ることが分かった。

### 4. 実用化に向けて

マイクロポンプ・バルブ等の MEMS は「Kn 数 < 0.2」程度の中程度希薄流であり, 「N-S 方程式 + 壁面滑り境界」が有効と考えられるが, ハードディスク内流れは BGK 方程式領域であり, 各々の高精度シミュレーションにより, 実験データとの比較検証・最適設計の提供が考えられる。

## 本研究の特徴・優位性

BGK 方程式・N-S 方程式の双曲型部分に少ない格子数で高精度計算が可能。将来的に 3 次元計算 (6 次元空間) への展望も十分期待できる。

## 特許・論文・受賞

JACM

**参考 URL** [http://home.hiroshima-u.ac.jp/ryutai/jp\\_index.html](http://home.hiroshima-u.ac.jp/ryutai/jp_index.html)

# 高効率スピン検出器を用いた 高分解能スピン分解光電子分光装置

キーワード スピン, 光電子分光

奥田 太一 Taichi OKUDA

所属 放射光科学研究センター

役職 准教授

E-mail okudat@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 表面界面物性, スピントロニクス, 放射光, 物性 I



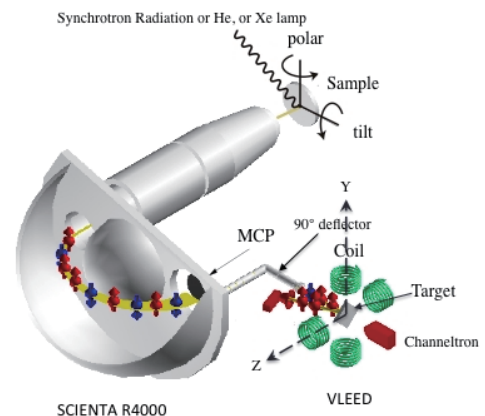
## 研究概要

### 1. 研究の背景

電子の電荷を利用するデバイスの発展が限界を迎えつつある中、電子のスピンを利用したスピントロニクスの実現が熱望されている。スピントロニクス研究においては、物質中の電子状態をスピンまで分離して観測する手法が必要だが、従来のスピン分解光電子分光は分解能が低く、高分解能化が求められていた。

### 2. 研究内容

従来から一般的に用いられている Mott 型スピン検出器は検出効率が 1/10000 程度で非常に低効率なスピン検出方法であったが、これまで実用になっていなかった低速電子線のスピン依存散乱を用いたスピン検出器を新ターゲットを利用することにより実用化し、従来比 100 倍のスピン検出効率を持つスピン検出器の開発を行った。この検出器を用いることによりこれまでの 10 倍の高分解能でのスピン分解光電子分光装置の開発が可能となった。



### 3. 成果

低速電子線を用いた高効率スピン検出器は、動作原理は確立されていたが、測定の不安定性から実用化が遅れていた。安定なターゲットの実現により、従来比 100 倍の高効率スピン検出器を実用化し、光電子分光装置に組み込むことにより、従来の 10 倍以上の高分解能スピン分解光電子分光を実現した。

### 4. 実用化に向けて

本装置が製品化できれば、スピントロニクス研究を行っている研究者が広く利用できるようになり、スピンを用いたデバイス研究を加速することが可能になると期待される。

## 本研究の特徴・優位性

従来のスピン検出器が高電圧（数 10kV 以上）を必要としたのに対し、本装置では数 10V 程度の低電圧で動作するため、装置設計、オペレーションなどが楽である。また、高効率化（従来比 100 倍）により高分解能化が可能となり、従来のスピン分解光電子分光（エネルギー分解能：数 100meV、角度分解能：数度）に比べ 10 倍以上の性能向上（エネルギー分解能：数 10meV 以下、角度分解能：0.2 度）が実現された。

## 特許・論文・受賞

T. Okuda et al., Review of Scientific Instruments, 82, 103302 (2011).

日本表面科学会技術賞（2011）。

参考 URL <http://www.hsrb.hiroshima-u.ac.jp/spin2.htm>



# 熱方程式に対する境界値逆問題に対する囲い込み法

**キーワード** 境界値逆問題, 熱方程式, 空洞同定, 介在物の同定, 囲い込み法

**川下 美潮** Mishio KAWASHITA

**所属** 理学研究科

**役職** 教授

**E-mail** kawasita@math.sci.hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 数学 (基礎解析学)



## 研究概要

### 1. 研究の背景

熱方程式に対する境界値逆問題の設定が妥当かどうか, さらに空洞, または介在物の形状についての情報を外側の境界上のみでしか得られない観測データからどの程度再構成できるかについて, 数学を用いて理論的に調べるのは重要である。

### 2. 研究内容

池島優氏 (群馬大学工学研究科) は定常問題のときに内部の空洞, または介在物を含む凸集合で最小なもの (凸包という) を求める手順である「囲い込み法」を提唱し, その理論的な正当化を数学を用いて与えた。この研究を受けて, 熱方程式により定式化される境界値逆問題についても「囲い込み法」の考え方がどれくらい有効であるかについて数学を用いて理論的に研究することを試みた。

この研究は池島優氏との共同研究である。

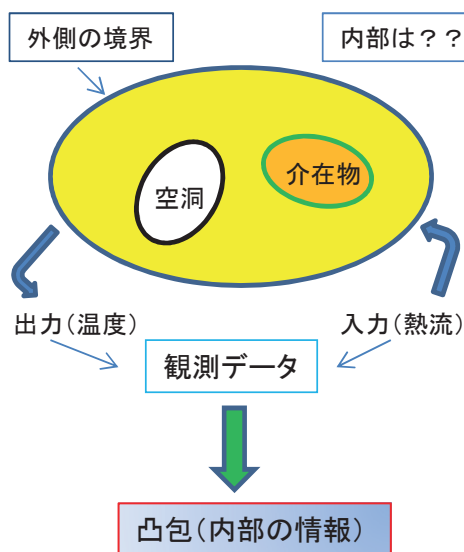
### 3. 成果

観測データが無数個得られる (実際は有限近似する) とすれば, どういうデータを与えれば空洞や介在物の情報が得られ, 特に凸包が求められるかが理論的には明らかになった。一回のみの観測のときは, 外側の境界と空洞や介在物との距離が求まること, および空洞のときに限ればより詳しい情報 (凸包まではわからない) も得られることが示された。数学を用いた証明から分かることは次の2点である。

1. 観測データを取る際, 最初の内部の温度を場所によらず一定にしないとイケない。例えば, 十分冷ましてから観測を始める必要がある。
2. 観測を始める瞬間における熱流の変化だけから内部の情報が得られる。逆に, 最初, 熱流に変化を与えずに内部の情報を得るのは難しい (「逆は必ずしも真ではない」が, 証明を見ればこの主張は正しいと思われる)。

### 4. 実用化に向けて

まだ, 数値解析による検証を行っていないこともあり, 実際にどの程度有効なのかを調べるのは今後の課題の一つである。



## 本研究の特徴・優位性

境界値逆問題に対する理論的な研究では, 通常, 無限回の観測を行うことを前提に行われている。一方, 「囲い込み法」は有限個の観測データからでも再構成の手順を理論的に与えることができ, この点に「囲い込み法」による手法を開発する意義があると考えている。

## 特許・論文・受賞

Ikehata, M., and Kawashita, M., Inverse Problems 25 (2009) 075005.

Ikehata, M., and Kawashita, M., Inverse Problems 26 (2010) 095004.

**参考 URL** <http://math.dept.eng.gunma-u.ac.jp/~ikehata/> (池島優氏のホームページ)

# 1 露出型偏光撮像器を用いた $\gamma$ 線バーストの研究

キーワード 可視赤外線天文学, 偏光, ガンマ線バースト

川端 弘治 Koji KAWABATA

所属 宇宙科学センター

役職 准教授

E-mail kawabtkj@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 天文学



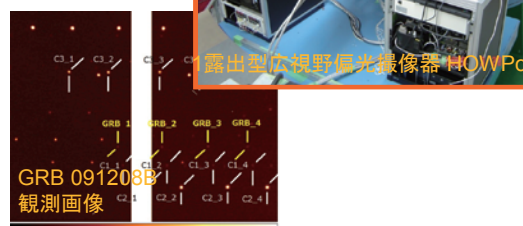
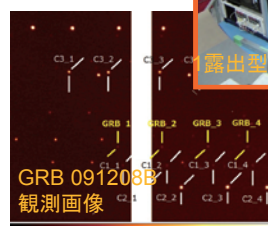
## 研究概要

### 1. 研究の背景

宇宙最大規模の爆発現象であるガンマ線バースト (GRB) は、1日に1個程度の頻度で地球上のどこかで観測されるものの、その輻射メカニズムは依然よく判っていない。初期の可視残光の偏光の時間変化を知ることができれば、ジェット構造や電子エネルギー分布、輻射機構を追究できる可能性がある。

### 2. 研究内容

広島大学 1.5m かなた望遠鏡と 1 露出型広視野偏光撮像器 HOWPol を用いて、ガンマ線バースト (GRB) の明るい初期残光 (爆発から 2000 秒以内) に対する偏光測光観測を行う。観測は、ガンマ線探査衛星からもたらされる GRB 出現アラートをインターネット経由で受信し、自動的に観測を開始することで行う。HOWPol や自動観測モードは我々のグループで開発したものである。HOWPol はウェッジ付きダブルウォラストンプリズムを有し、1回の露出で直線偏光のパラメータ (Stokes I, Q, U) を一度に得ることができる特徴を持っており、CCD 読み出し時間 (~ 10 秒) 程度の早い時間変化を示す天体の観測に適している。



### 3. 成果

2009年夏から自動観測を開始しているが、1-2か月に1回程度の割合で出現アラートに即応した GRB 観測が出来ている。多くは可視残光が暗くて偏光が測定できなかったが、GRB 091208B, 111228A などに対して有意な偏光観測が実現し、その解析が進められている (前者について論文投稿中)。

### 4. 実用化に向けて

我々の装置は微弱光の低ノイズ・高感度測定が肝であり、光学素子・大フォーマット光センサーの動向に注目している。また、東広島市周辺に当方で設計した金属製品 (真空機器等) を加工してくれる精密加工業者が欲しい。

## 本研究の特徴・優位性

我々は HOWPol に加え、可視赤外線同時カメラ HONIR の開発を進めている。これらはいずれも、1.5m かなた望遠鏡に装着され、その豊富な観測時間と、偏光機能ないし可視赤外線同時観測機能という稀な特長を活かして、宇宙の突発現象に対して他観測所の追従が困難な長期モニター観測を進めている点がユニークである。

## 特許・論文・受賞

Kawabata, K.S., et al. 2008, Proc. SPIE, 7014, 70144L-10

参考 URL <http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/instruments/howpol/> <http://www.hiroshima-u.ac.jp/hasc/>

# 力学系の大偏差原理

**キーワード** 力学系, エルゴード理論, 大偏差原理, マルチフラクタル解析

**鄭 容武** Yong Moo CHUNG

**所属** 工学研究院

**役職** 助教

**E-mail** chung@amath.hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 数学

## 研究概要

### 1. 研究の背景

非一様双曲型とよばれる広いクラスのカオス力学系の解析のため。

### 2. 研究内容

幾何学および関数解析の手法を用いて可微分力学系の大偏差原理ならびにマルチフラクタルについて調べている。

### 3. 成果

非一様双曲型力学系が大偏差原理を満たすための十分条件をあたえた。

### 4. 実用化に向けて

自然科学や社会科学におけるカオス現象の解明に貢献するものと期待している。

## 本研究の特徴・優位性

具体的な可微分力学系, たとえば Pomeau-Manneville 写像や 2 次写像の力学系に対し大偏差原理が成り立つことを示し, Birkhoff スペクトルの具体的な表示をあたえることができた。

## 特許・論文・受賞

Yong Moo Chung, Stochastics and Dynamics, 10, 2010, 53-75.

Yong Moo Chung, Nonlinearity, 24, 2011, 1229-1252.

Yong Moo Chung and Hiroki Takahasi, Communications in Mathematical Physics, to appear, 24 pages.

参考 URL

# 動電過給前濃縮による 高感度キャピラリー電気泳動分析

キーワード 痕跡濃度イオン分析, 動電過給前濃縮, キャピラリー電気泳動

廣川 健 Takeshi HIROKAWA

所属 工学研究院

役職 特任教授

E-mail hiro77@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 分析化学



## 研究概要

### 1. 研究の背景

キャピラリー電気泳動分析法 (CE) は, 分析の迅速性, メインテナンス, ランニングコスト, ローエミッションなどの点で優れた分析 0.010 法であるが, 装置のジオメトリーによる制約から, 濃度感度は低いと評価されてきた。この点を改善するため, 動電過給前濃縮と名付けた高感度化の手法を開発した。

### 2. 研究内容

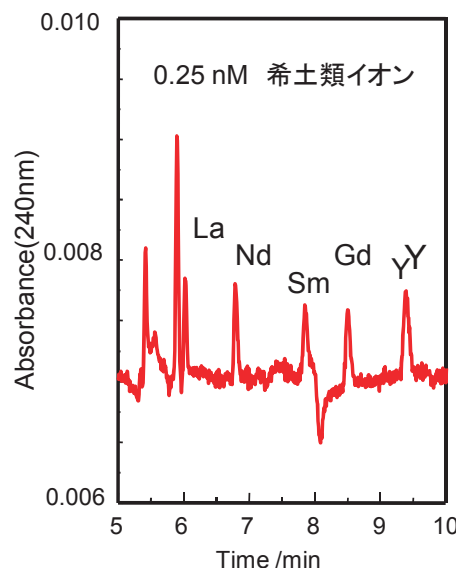
特殊なハードウェアに依存せず, 従来広く使用されている UV 検出器を備えた CE 装置で高感度化を達成するためには, 分離能を損なわずに可能な限り大量の試料を分離キャピラリーに導入する必要がある。このため, オンライン前濃縮法の併用が不可欠である。我々は過渡的等速電気泳動法と電気的試料導入法を組み合わせた新規なオンライン試料導入法 (動電過給前濃縮法: Electrokinetic supercharging, EKS) を開発し, CE ではサブ ppb レベルの金属イオンや DNA 断片の分析が可能となることを示した。またその濃縮メカニズムをシミュレーションにより明らかにした。

### 3. 成果

水中痕跡濃度の希土類イオン等の金属イオンについて ICP-AES や ICP-MS に比肩できる高感度化に成功した。具体的例として, 右図に 0.25 nM 希土類イオンの分析例を示した。有機物イオンについては, DNA 断片の高感度検出や揮発性有機酸による超純水汚染をモニターする事もできる。

### 4. 実用化に向けて

超純水の他, 水道水, その他飲料水の成分管理等への応用が期待できる。河川水の分析などへの応用も考えられるが, 現状ではデータ蓄積の多いイオンクロマトグラフィーの方が有利である。一方, 新規に痕跡イオンの分析を考えている企業等には有用な方法となり得る。



## 本研究の特徴・優位性

従来, CE 高感度化の目的には, レーザー励起蛍光 (LIF) や質量分析 (MS) 等の高感度な検出法の使用など, ハードウェアの改良が行われてきた。いずれも有効な高感度化法であるが, 例えば LIF の場合, 対象は容易に誘導体化可能な試料に限定されるだけでなく, 装置の簡便性・分析のコストパフォーマンスが損なわれがちである。この点, 本法は簡便な UV 検出器で十分であるだけでなく, 高度な検出法にも適用可能である。

## 特許・論文・受賞

Another approach toward over 100000-fold sensitivity increase in capillary electrophoresis: Electrokinetic supercharging with optimized sample injection, Zhongqi Xu, K. Nakamura, A. R. Timerbaev, T. Hirokawa, *Anal. Chem.* 83, 398-401 (2011).

日本分析化学会学会賞 (2011).

# CP 非保存と物質反物質非対称性

**キーワード** 素粒子論, フレーバーの物理, B中間子稀崩壊, CP 対称性の破れ, レプトジェネシス

**両角 卓也** Takuya MOROZUMI

**所属** 理学研究科

**役職** 准教授

**E-mail** morozumi@hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 数物系科学 物理学 素粒子



## 研究概要

### 1. 研究の背景

素粒子の標準模型の背後には、標準模型の枠組みの中では、解決できない疑問や問題がある。これらの解決に理論的な枠組みを研究し、それらに基づいた、実験探索を提案する。また、標準模型の枠組みの中で、まだ、技術的に、十分に説明できていない現象を探求する。

### 2. 研究内容

クォーク、レプトンの質量階層性のなぞやニュートリノの質量起源の探索を手がかりに標準模型を超える理論的な枠組みを構築する。シーソー機構と呼ばれる枠組みでは、現在、見つかった約200GeVの質量をもつ素粒子よりも重い新粒子を理論の中を含む。これらの存在を直接、間接的に検証する方法を研究する。

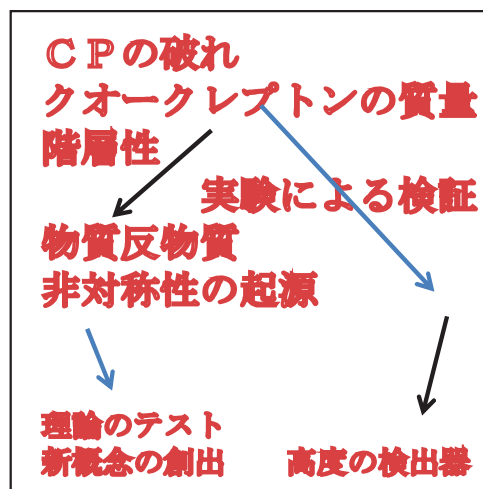
### 3. 成果

シーソー模型におけるCP対称性の破れを研究し、レプトン数生成による物質、反物質非対称性にかかわるCPの破れと低エネルギーでのニュートリノ振動で検出されるCPの破れの関係を明らかにした。

B中間子、K中間子の稀崩壊現象や $\tau$ レプトンの崩壊を用いて、標準模型およびそれを超える理論を探索、検証するための、崩壊モードおよび観測量を提案し、標準模型を含むいくつかの素粒子モデルに基づいて、これらの予測を行った。

### 4. 実用化に向けて

理論で予言された現象は次世代Bファクトリー (Super KEKB, LHCb, Super B factory) 実験やK中間子実験、ニュートリノ振動実験等、2010年代の素粒子実験での検証が期待される。これら理論の成果を積極的に宣伝するとともに実験と協力して検証に貢献する。また宇宙の観測、実験等からの成果も期待する。



## 本研究の特徴・優位性

基礎理論の研究から検証方法の提案までを一貫して行う点で特徴がある。

## 特許・論文・受賞

- Forward and Backward asymmetry of dilepton angular distribution of  $b \rightarrow sll$ , PLB, (With A.Ali and T. Mannel)
- Power Corrections of the decay rates and distribution in  $B \rightarrow Xs$  II, PRD, (With A.Ali, L.Handoko, G.Hiller)
- A Model independent Analysis of the Rare B decays  $B \rightarrow Xs$  II, PRD, (With C.S. Kim, S. Fukae, T. Yoshikawa)
- Azimuthal Angle distribution of  $B \rightarrow K^*(K \pi)$  II at low invariant mass region, PRD, (With C.S.Kim, Y.G.Kim, C.D.Lu)
- CP violation of neutrino oscillation and leptogenesis, PRL, (With T.Endoh, S.Kang, S.Kaneko, M. Tanimoto)
- Primordial family asymmetries in seesaw model, PTP, (With T. Endoh, Z.Xiong)
- Bridge between CP violation and leptogenesis, Nuclear PhysB, (With G.C. Branco, B.Nobre, M.Rebelo)
- Chiral Weak Dynamics, PRL, (With A.I. Sanda, C.S.Lim)
- CP violation of Seesaw Model, PRD, (With T. Endoh, T. Onogi, A. Purwanto)

参考 URL

# 沈降法を利用した新型の ゼータ電位測定装置

キーワード 粉体工学, 分級, 標準粒子, 数値シミュレーション

吉田 英人 Hideto YOSHIDA

所属 工学研究院

役職 教授

E-mail r736619@hiroshima-u.ac.jp

専門分野 化工物性・移動操作・単位操作



## 研究概要

### 1. 研究の背景

粉体の粒子径の測定では、沈降法が広く利用されています。私の研究室では全自動型の沈降天秤法を開発しました。この装置は粉体の粒子径測定及び液中粒子のゼータ電位の測定が精度良く計測できます。

### 2. 研究内容

従来の沈降天秤法は測定において若干操作が煩雑でありました。良いデータを得るためには熟練を要する問題点がありました。

筆者らの研究室では、計測において個人差が入りにくい全自動型の沈降天秤法を開発しました。

またこの装置を利用することで、粒子のゼータ電位の計測も可能です。

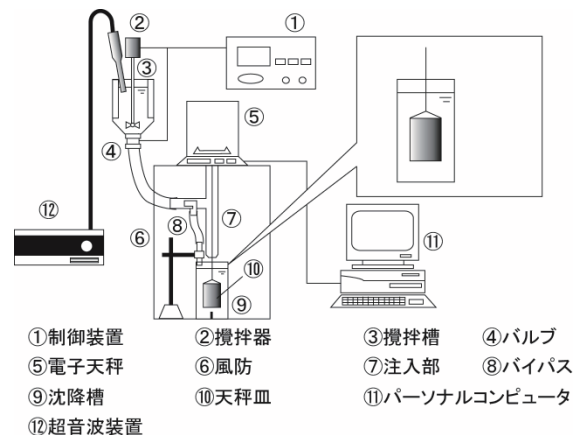
### 3. 成果

粉体の粒子径が1から100ミクロンに分布する場合の粒子径分布の計測が可能です。また本法での測定結果は顕微鏡法の測定結果と良く一致しています。

さらに粒子のゼータ電位の計測も可能であり、またゼータ電位の粒子径依存性を推算することが可能です。

### 4. 実用化に向けて

粉体を扱う各種の工業分野、医薬、食品及び半導体関連分野において広く利用されることが期待されます。



## 本研究の特徴・優位性

従来の粒子径測定装置では、データ処理において校正作業が必要です。しかしながら本法での装置ではこの校正作業を必要としません。また従来のゼータ電位測定装置ではゼータ電位の粒子径依存性を知ることは難しかったのですが、本装置ではこの問題を解決しました。

## 特許・論文・受賞

Yoshida, H. *et al* Advanced Powder Technology, 23, 185-190 (2012)

Yoshida, H. *et al* Powder Technology, 219, 29-36 (2012)

参考 URL <http://home.hiroshima-u.ac.jp/powder/>

# 確率分布の漸近展開公式の誤差評価

**キーワード** 確率分布, 漸近展開, 誤差評価, ガンマ関数

**若木 宏文** Hirofumi WAKAKI

**所属** 理学研究科

**役職** 教授

**E-mail** wakaki@math.sci.hiroshima-u.ac.jp

**専門分野** 統計科学

## 研究概要

### 1. 研究の背景

確率分布の漸近展開公式の導出に関して、古くから多くの研究があるが、その誤差を評価する研究は数値計算によるものを除き、あまりされていない。

### 2. 研究内容

多変量統計解析における多くの検定統計量の特性関数はいくつかのガンマ関数の比として表されるものが多い。そのような統計量の分布の大標本の枠組みでの漸近展開公式としてボックス公式が有名であるが、近年、標本数と次元の両方が大きい場合の漸近展開公式が導出された。特性関数を利用して分布関数と近似式との一様誤差の上限を与える公式を導出する。

### 3. 成果

多変量正規母集団に関する主要な検定統計量の分布の、大標本、および、大標本・高次元の枠組みでの漸近展開公式の誤差の上限を与える公式が得られた。

### 4. 実用化に向けて

## 本研究の特徴・優位性

## 特許・論文・受賞

Akita, T., Jin, J., and Wakaki, H. (2010) High-dimensional Edgeworth expansion of a test statistic on independence and its error bound. *Journal of Multivariate Analysis*. 101, issue 8, 1806-1813.

参考 URL





# 人名索引

## ■ あ ■

安倍 学 理学研究科 86  
荒井 正純 工学研究院 70  
有尾 一郎 工学研究院 32, 71, 72

## ■ い ■

池田 隆 工学研究院 60  
磯本 良則 工学研究院 18  
市川 貴之 先進機能物質研究センター 6  
稲垣 知宏 情報メディア教育研究センター 87  
井上 修平 工学研究院 33  
今榮 一郎 工学研究院 34

## ■ え ■

江口 透 工学研究院 19  
江幡 孝之 理学研究科 96  
遠藤 琢磨 工学研究院 20

## ■ お ■

大崎 純 工学研究院 73  
大瀧 慈 原爆放射線医学研究所 97  
大橋 晶良 工学研究院 2  
大山 陽介 工学研究院 3, 35, 36  
尾形 陽一 工学研究院 98  
荻 崇 工学研究院 37  
奥田 太一 放射光科学研究センター 99  
奥山喜久夫 工学研究院 38  
尾崎 則篤 工学研究院 4

## ■ か ■

勝本 之晶 理学研究科 39  
加藤 昌彦 工学研究院 40  
金子 新 工学研究院 5  
金田 和文 工学研究院 88  
川下 美潮 理学研究科 100  
川西 澄 工学研究院 74  
川端 弘治 宇宙科学センター 101

## ■ き ■

吉川 公麿 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 41  
木原 伸一 工学研究院 42

## ■ く ■

栗田 多喜夫 工学研究院 89

## ■ こ ■

小島 由継 先進機能物質研究センター 6

## ■ さ ■

三枝 省三 産学・地域連携センター 61  
定金 正洋 工学研究院 43  
佐野 庸治 工学研究院 44  
佐野 将昭 工学研究院 62  
澤 俊行 工学研究院 21, 22, 23, 24

## ■ し ■

静岡 清 工学研究院 7  
島田 学 工学研究院 45  
白浜 博幸 産学・地域連携センター 46

## ■ す ■

杉本 俊多 工学研究院 75  
鈴木 俊哉 情報メディア教育研究センター 90

## ■ た ■

高木 健 工学研究院 63  
滝瀧 繁樹 工学研究院 25  
田中 進 工学研究院 8  
田中 伸和 自然科学研究支援開発センター 9  
田中 秀幸 教育学研究科 26  
玉井 久司 工学研究院 47

## ■ ち ■

崔 龍範 工学研究院 48  
張 峻屹 国際協力研究科 76  
鄭 容武 工学研究院 102

## ■ つ ■

土田 孝 工学研究院 77  
椿 涼太 工学研究院 78

## ■ と ■

土井 康明 工学研究院 27  
戸田 昭彦 総合科学研究科 49

## ■ な ■

中下 慎也 工学研究院 79  
中島 覚 自然科学研究支援開発センター 10  
奈女良 昭 医歯薬保健学研究院 11

## ■ は ■

濱崎 洋 工学研究院 57  
濱田 邦裕 工学研究院 28  
原田 祐志 工学研究院 64  
春木 将司 工学研究院 50

## ■ ひ ■

日高 洋 理学研究科 12  
日野 隆太郎 工学研究院 57  
日比野 忠史 工学研究院 13  
平嶋 宗 工学研究院 91  
廣川 健 工学研究院 103

## ■ ふ ■

福井 国博 工学研究院 51, 52  
藤本 郷史 工学研究院 80  
藤本由紀夫 工学研究院 65

## ■ ま ■

松木 一弘 工学研究院 53  
松本 慎也 工学研究院 81

## ■ み ■

水田 丞 工学研究院 82  
水雲 智信 工学研究院 54  
宮岡 裕樹 サステナブル・デバイス・ナノテクノロジー研究センター 14

## ■ む ■

向谷 博明 工学研究院 92  
村上 裕二 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 55

## ■ も ■

森本 康彦 工学研究院 93  
両角 卓也 理学研究科 104

## ■ や ■

保田 俊行 工学研究院 66  
谷田 親彦 教育学研究科 29  
矢吹 彰広 工学研究院 56

山下 隆男 国際協力研究科 15

## ■ よ ■

吉田 英人 工学研究院 30, 105

吉田 総仁 工学研究院 57

## ■ わ ■

若木 宏文 理学研究科 106

和田 信敬 工学研究院 67

渡邊 秀和 工学研究院 83

# キーワード索引

## ■ 英数字 ■

2電極法	18
BDM	32
B中間子稀崩壊	104
CIP法	98
CP対称性の破れ	104
D- $\pi$ -A型蛍光性色素	35
FEM	24
Ge検出器	7
Lab-on-a-Chip	55
PIV	78
QOL	76

## ■ あ ■

圧力容器	21
アンケート調査	97
アンモニア	6
アンモニアボラン	6

## ■ い ■

イオン化	96
イオン伝導体	54
イギリス建築	82
維持保全	81
遺伝子	9
遺伝子組換え	9
移動体	67

## ■ う ■

ウイルス染色剤	43
---------	----

## ■ え ■

液体スロッシング	60
エコバイオテクノロジー	2
エルゴード理論	102

## ■ お ■

送りねじ	63
オリゴチオフェン	34
折畳み	72

## ■ か ■

介在物の同定	100
改ざん	80
外字	90
界面応力	22
海洋モデル	15
化学工学	38
化学プラント	18
書き込み・消去型発光表示デバイス	35
学習工学	91
確率分布	106

囲い込み法	100
河口流	74
可視化計測	78
可視赤外線天文学	101
ガスハイドレート	8
河川感潮域	79
河川津波	74
画像認識	89
可塑性	25
家畜骨粉	51
仮橋	71
環境	5, 18
環境・エネルギー	76
環境浄化	2
環境放射能	10
観光	76
管フランジ締結体	24
ガンマ関数	106
ガンマ線スペクトロメトリ	7
ガンマ線バースト	101

## ■ き ■

機械学習	89
機械振動	60
幾何変換	78
機構	63
気相プロセッシング	45
キネティクス	49
機能材料	48
機能性高分子	39
機能性材料	43, 45, 52
キャピラリー電気泳動	103
球形活性炭	47
教育工学	91
境界値逆問題	100
強化学習	66
教材開発	87
協調	66
強度	22, 48
金属物性	48
金融リスク分析	93

## ■ く ■

空洞同定	100
グレーボックスモデリング	26
黒い雨	7
黒潮	5

## ■ け ■

軽金属	56
蛍光性色素	3, 36
蛍光体	37
計算機シミュレーション	87

計算知能	66
計測	5, 65
結合モデル	15
結晶化	49
検査キット	11
建設マネジメント	80
建築構造学	81
建築構造物	73
建築史	75
原爆	7

## ■ こ ■

高圧ガス	25
豪雨	77
高温はんだ	53
合金設計	53
工事写真	80
洪水	74
高耐熱性	46
交通	76
光電子分光	99
光電変換効率	3
高分子	49
コーティング	56
誤差評価	106
個人情報保護	93
固相反応	52
固体蛍光発光	35
コロナル建築	82
痕跡濃度イオン分析	103
コンピュータグラフィックス	88

## ■ さ ■

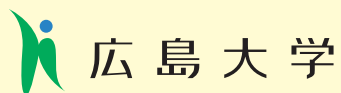
災害復旧	71
最適化	28, 67, 73
最適工程設計	57
細胞壁	9
材料科学	38
材料モデル	57
座面応力	23

## ■ し ■

色材	3, 35
色素増感太陽電池	3
資源回収	2
思考活動	29
自己修復	56
磁性体	37
失速	27
質量分析	12, 96
市民生活行動	76
斜面防災	77
周期構造	32

集積回路	41	【そ】	統計解析	97
省エネルギー	92	操縦性	動電過給前濃縮	103
焼却飛灰	51	双性イオン構造	ドキュメント	90
衝撃	22	双方向入れ子モデル	特異応力	22
衝撃エネルギー吸収	72	塑性加工	特性予測	53
衝撃緩衝	72	素粒子論	都市史	75
衝撃波	20	【た】	土砂災害	77
情報検索	93	耐故障	土石流	77
褥瘡	65	耐衝撃	【な】	
触媒	37, 43, 44	耐衝撃性	内燃機関	20
植物	9	対称性	ナッシュゲーム	92
自律ロボット	61	対称性破れ	ナノ・微粒子材料	37
振動分光	39	耐震	ナノ技術	32
針路安定性	62	大偏差原理	ナノテクノロジー	38
【す】		単層カーボンナノチューブ	ナノ複合物質	6
水温	5	炭素材料	ナノマテリアル	33
水系生態系	4	弾塑性力学	ナノ粒子	45, 52
水素	14	【ち】	ナノ粒子分散	42
水素製造	14	地域環境	ナノワイヤ	40
水素貯蔵	6	地下水流れ	ナレッジマネジメント	28
水中音波	5	中性子モニター	【に】	
水分検出	36	長期変動	二足歩行ロボット	64
数値シミュレーション	30, 98, 105	超臨界二酸化炭素	乳酸共重合体	46
スケジューリング	19	超臨界流体	【ね】	
スケッチ図	29	地理情報システム	ねじれ振動	83
ステレオコンプレックス	46	【つ】	熱伝導	33
スピン	99	翼	熱方程式	100
スピנקロスオーバー	10	【て】	燃焼	20
スピンスイッチ	86	呈色	【の】	
スピン多重度	86	データの解析	農業	11
スピントロニクス	86	データベースマーケティング	【は】	
スポットテスト	11	データマイニング	配管設備	21
【せ】		デザイン	ハイドロゲル	51
制御系設計	26	鉄	薄膜	45
生産管理	19	鉄鋼	剥離	27
生産計画	19	デトネーション	波状前縁	27
生産システム	19	展開構造	把持力	65
制振	73	電気二重キャパシタ電極	パターン認識	89
制振装置	60	電子機器	発がん過程	97
静的	22	電子材料	発泡	25
ゼオライト	44	電子スピン	パラメータ励振歩行	64
設計	29	電子デバイス	【ひ】	
接合設計	28	電子論アプローチ	東アジア	82
接着	22	伝熱	干潟	79
瀬戸内海	5	伝熱工学	光スペクトル	88
漸近展開	106	天然ガス輸送	光増感色素	3
センサ	65	【と】	光誘起電子移動	36
センサー	36	同位体		
浅水影響	62			
剪断力	65			

肥型船	62	マルチフラクタル解析	102	【れ】	
微細加工	50	マルチラジカル	86	レアアース	37
ビジュアルイゼーション	88	マルチロボットシステム	66	レアメタル	37
人-機械インターフェース	61	【み】		レーザー脱離	96
非平衡プロセス	14	水資源	74	レオロジー	42
標準粒子	30, 105	密封性能	21	レプトジェネシス	104
表面汚染	45	【む】		【ろ】	
微粒子工学	38	無機多孔質材料	44	漏えい	21
【ふ】		無段変速機	63	【わ】	
フィードバック制御	67	【め】		湾共鳴	70
フォント	90	メカノフルオロクロミズム	35		
複合材料	48	メスバウアー分光法	10		
福祉システム	61	メソ気象モデル	15		
副振動	70	メタルバイオテクノロジー	37		
腐食	18, 56	免震	73		
復旧・復興	71	【も】			
物理教育	87	盲導犬ロボット	61		
部分空間同定法	26	藻場	4		
プラズマプロセス	40	モダニズム	75		
フレーバーの物理	104	モニタリング	18		
分級	30, 105	ものづくり学習	29		
分子磁性	86	【や】			
粉体工学	30, 105	薬物	11		
【へ】		【ゆ】			
へたり	23	融解	49		
ヘドロの資源化	13	有機ケイ素	54		
ヘドロ発電	13	有機デバイス	34		
偏光	101	有限要素解析	73		
偏心構造物	83	【よ】			
【ほ】		溶射	20		
防災工学	71	溶接設計	28		
放射能	7	揚力	27		
防食	56	【り】			
歩行解析	65	力学系	102		
保全	4, 18	陸面植生モデル	15		
ポリアミド酸	50	リサイクル	37		
ポリイミド	50	理想都市	75		
ポリオキシメタレート	43	リチウムイオン電池負極	47		
ポリマー	25	流速	5		
ポリマーナノコンポジット	42	流動化	52		
ボルト	23	流量モニタリング	74		
ボルト軸力低下	23	リングジョイントガスケット	24		
ボルト締結体	21	リン酸カルシウム	51		
【ま】					
マイクロ波	52				
マイクロ流体	98				
マイクロ流体デバイス	55				
摩擦力	65				
まちづくり	76				



## **広島大学産学・地域連携センター**

---

〒739-8511 東広島市鏡山一丁目 3-2

TEL 082-424-4302

FAX 082-424-6189

E-mail [techrd@hiroshima-u.ac.jp](mailto:techrd@hiroshima-u.ac.jp)

<http://www.hiroshima-u.ac.jp/sangaku/index.html>