ライフ
サイエンス

# リガンド結合型カチオン性ペプチドによるsiRNAのDDS技術

Ligand Conjugated Cationic Oligopeptides Enable an Efficient Delivery of siRNAs to Pancreatic Cancer Cells

東京理科大学
薬学部 生命創薬科学科　教授
和田　猛
Takeshi Wada

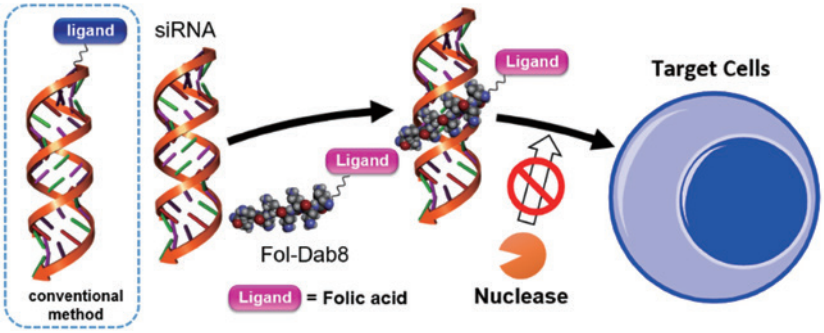
東京理科大学
薬学部 生命創薬科学科　講師
佐藤　一樹
Kazuki Sato

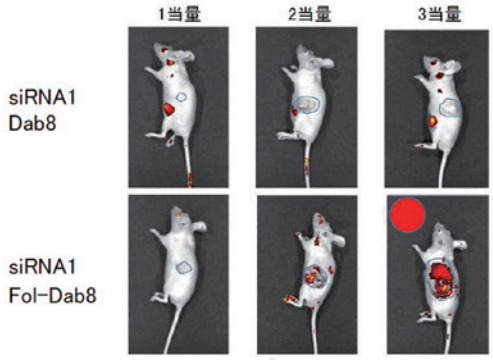
## 研究概要

RNAi医薬は2018年に初めて上市され、精力的に研究・開発がなされています。一般的には siRNAと呼ばれる20量体程度のRNA/RNA 2本鎖が使用されていますが、siRNAは細胞膜透過性が低く、特に膵癌細胞へはトランスフェクション試薬を用いても効率的に取り込まれないことが問題となっています。当研究室ではこれまでに、RNA/RNA 2本鎖が形成するらせん構造に特異的に結合し、これを安定化するカチオン性ペプチド、Dabオリゴマーを開発しました。

## 研究成果

膵癌細胞には葉酸を取り込むための受容体が過剰発現していることが知れられています。我々は、このことに注目して、化学修飾の最適化による膵癌細胞を標的とした Dabオリゴマーと葉酸を結合させたカチオン性ペプチド、Fol-Dab8を用いることで、葉酸受容体を介して siRNAを膵癌細胞へ効率的に輸送可能な技術の開発を行っています。また、本技術は特定のリガンドだけではなく、それぞれの標的リガンドに対して化学修飾による最適化を行ったカチオン性ペプチド、Dabオリゴマーの創出が可能なマルチプラットフォーム技術です。




●ヒト膵癌オルガノイドをヌードマウス皮下に移植後6週目にAlexa-594で標識したsiRNA1にDab8、Fol-Dab8を付加した核酸化合物を尾静脈注射にて投与した。24時間後、in vivo imagerにて撮影した。

### 従来・競合との比較

- トランスフェクション試薬を用いずに膵癌の浸潤性を抑制することが可能
- 用いるカチオン性ペプチドは、核酸医薬本体よりも少ない重量で効果が発現
- 葉酸をリガンドとし膵癌細胞を標的とした siRNA の効率的な DDS 技術

### 想定される用途

- siRNA の DDS 技術
- 葉酸をリガンドとし膵癌細胞を標的
- リガンド結合型カチオン性ペプチド

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

- 非臨床試験を目的とした共同研究、高い安全性や薬理活性が認められた場合には臨床試験の共同研究。
- 本技術は膵癌のみに限らず、広く癌細胞をターゲットにしており、多くの疾病に適用可能であると期待されます。サンプル（Fol-Dab8：葉酸結合型カチオン性オリゴペプチド）を提供してフィージビリティスタディーが可能。

## POINT

- **リガンド結合型カチオン性ペプチドにを用いた膵癌を標的とした革新的な siRNA の DDS 技術**
- **葉酸をリガンドとする癌細胞であれば、最適なペプチドを設計可能であり、多くの疾病をターゲットする事ができる**

## 今後の展開

Fol-Dab8を用いたin vivoでの評価を進め、有効性と安全性に関する検証を進めます。さらには葉酸以外のリガンドを結合したDabオリゴマーによるDDSの確立を目指します。

■知的財産権：
核酸送達促進剤（PCT/JP2020/040071）

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
siRNAのDDS技術　葉酸をリガンドとし膵癌細胞を標的
リガンド結合型カチオン性ペプチド

2023.10

バイオ
テクノロジー

# 細胞内への効率的なミトコンドリア導入技術

Efficient intracellular mitochondrial delivery technique

東京理科大学
薬学部 生命創薬科学科
草森　浩輔
Kosuke Kusamori

東京理科大学
薬学部 薬学科
西川　元也
Makiya Nishikawa

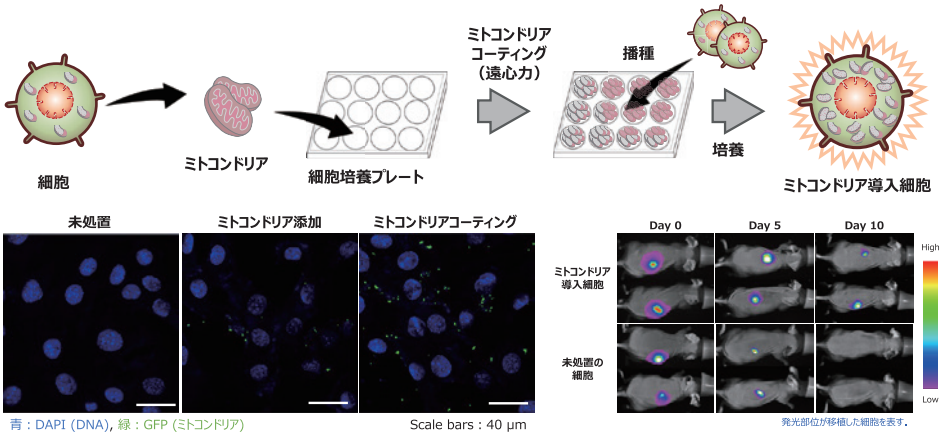
## 研究概要

近年、ミトコンドリアを細胞内に導入することで、細胞機能を向上できることが報告されています。しかしながら、細胞内へミトコンドリアを効率的に導入する技術は確立されていないのが現状です。当研究室ではこれまでに、ミトコンドリアをコーティングした培養プレートに細胞を播種することで細胞内へ効率的にミトコンドリアを導入する技術を開発しました。本技術を用いて細胞内にミトコンドリアを導入したところ、細胞の増殖性や ATP量、移植後の細胞の生存期間の延長が認められました。本技術を応用することで、生きた細胞を利用した疾患治療法（細胞治療）の治療効果を向上することが期待されます。

## 研究成果

マウス間葉系幹細胞株 C3H10T1/2細胞からミトコンドリアを回収し、遠心力を用いることで均一かつ効率的に培養プレート底面にミトコンドリアをコーティングすることができました。ミトコンドリアをコーティングした培養プレートに C3H10T1/2細胞を播種したところ、細胞内にミトコンドリアを効率的に導入できました。本技術を用いてミトコンドリアを導入した C3H10T1/2細胞は増殖性やATP量が増大し、マウスの皮下に移植後の細胞生存率が向上しました。これらの結果は、細胞内へのミトコンドリア導入が細胞機能を向上することを示しており、細胞治療の有効性を向上する方法として有用であると考えられます。

**ミトコンドリアコーティングプレートを用いた細胞内へのミトコンドリア導入**




（左図）ミトコンドリア導入細胞の共焦点画像：ミトコンドリアコーティングプレートを利用することで、細胞内へ効率的にミトコンドリアを導入できる。
（右図）移植後の細胞生存率：ミトコンドリアを導入することで移植した細胞の生存率を向上できる。

### POINT

- **遠心力を利用した効率的なミトコンドリアコーティング**
- **細胞内への効率的なミトコンドリア導入**
- **高い細胞増殖性、ATP量**
- **移植後の高い細胞生存率**

## 今後の展開

2024. 4.　特許成立、学術雑誌掲載、技術導出
2024. 9.　ミトコンドリアコーティングプレートの販売
2025. 4.　ミトコンドリアコーティングプレートを利用した細胞医薬の開発
2026. 4.　ミトコンドリアコーティングプレートを利用した細胞医薬の臨床試験

### 従来・競合との比較

- 従来法と比較して、細胞内へのミトコンドリア導入効率が高い
- 添加物等を必要としないため、安全性が高い
- カチオン性ペプチドなどを用いた方法と比較して、細胞やミトコンドリアへの影響が少ない
- マイクロインジェクション法と比較して、操作が簡便かつ一度に大量の細胞へミトコンドリアを導入できる

### 想定される用途

- 細胞治療用細胞
- 物質生産用スマートセル

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

- 生産効率の向上と品質管理：生産プロセスの改善、自動化、効率化の技術開発における協働
- 安全性評価：安全性評価のための試験方法やプロトコルの提供、実施
- 資金調達（国プロへの共同申請等）
- 社会ニーズの把握

■特願2023- 9196「外因性ミトコンドリアが導入された細胞の生産方法」未公開
国際出願準備中
■科学研究費助成事業
基盤研究（B）：2023 – 2025年度

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
簡便かつ効率的なミトコンドリア導入技術　細胞機能の増大
ミトコンドリアを豊富に含む細胞の作製　細胞移植効率の向上

ライフ
サイエンス

# 神経回路を活かした革新的な糖鎖修飾 Nose-to-Brainシステムの開発

Innovative Glycosylation Nose-to-Brain System Utilizing Neural Circuitry

東京理科大学
薬学部 生命創薬科学科　教授
山下　親正
Chikamasa Yamashita

## 研究概要

従来のDDS技術はヒト鼻粘膜の約２％しかない嗅上皮をターゲットにしており、実用化されていません。一方、本技術はヒト鼻粘膜の約98％を占める呼吸上皮をターゲットにしており、実用化が期待できます。また、本技術は神経軸索輸送は遅いという神経科学の常識を覆して開発されたもので、神経細胞を乗り継いで、中枢を移行することのできる世界初のDDS技術であります。また、本技術は、神経変性疾患の原因物質と同じ動態を示すDDS技術、即ち、経鼻投与により、神経ペプチドを神経回路に沿って様々な神経変性部位へ送達させることができる神経変性疾患に適したDDS技術でもあります。

## 研究成果

本技術は神経ペプチドに膜透過性促進配列（CPP）やエンドソーム脱出促進配列（PAS）の機能性配列と糖鎖を付加したものです。本システムを用いた糖鎖修飾ペプチド誘導体は、経鼻投与後、血中や脳脊髄液へ移行せずに、呼吸上皮の三叉神経から速やかに取り込まれます。その後、三叉神経の軸索輸送によって脳幹の橋にある三叉神経主知覚核へ移行します。さらに、三叉神経毛帯を乗り継いで視床へ移行後、作用部位の海馬や視床下部に到達し、側脳室内投与よりも少ない投与量で薬効を示します。

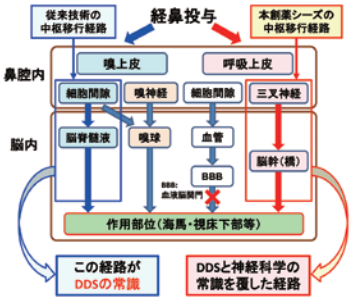



図1 経鼻投与されたペプチドの中枢移行経路

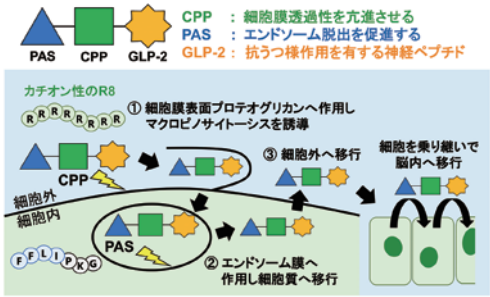



図2 神経細胞を乗り継ぐ世界初の Nose-to-Brainシステム

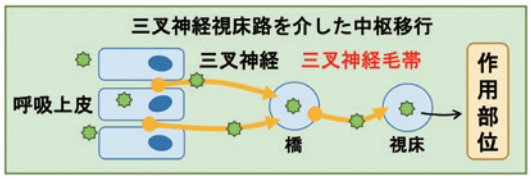



図3 経鼻投与されたペプチドは神経細胞を乗り継ぐ

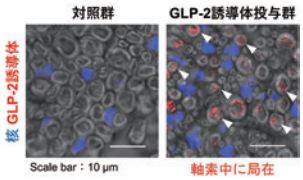



図4 経鼻投与されたペプチドが軸索輸送される（世界初）

### 従来・競合との比較

- 本技術はヒト鼻粘膜の約98％を占める呼吸上皮をターゲットにしたものです。
- 本技術は側脳室内投与よりも少ない投与量で薬効を示す世界初の技術です。
- 本技術は世界初の神経細胞を乗り継ぐDDS技術です。
- 本技術は神経細胞内と神経細胞外で作用を期待できるDDS技術です。
- 本技術は従来技術と異なり、血中や脳脊髄液へ移行しないDDS技術です。

### 想定される用途

- アンメット・メディカル・ニーズの高い中枢神経系疾患に適用できる
- 市場性の高い認知症や治療抵抗性うつ病に有効な誘導体のライセンス契約
- 種々の創薬モダリティへの適用が期待できる

### POINT

- **本技術は側脳室内投与よりも少ない投与量で薬効を示します。**
- **本技術は神経細胞を乗り継いで中枢を移行し、薬効を示します。**
- **本技術は神経軸索輸送されます。**
- **本技術は即効性や作用持続性も期待できます。**
- **本技術は難溶性のペプチドでも適用できます。**

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

①本システムに貴社の創薬モダリティを適用する共同研究
②本技術のプラットフォーム型DDS技術確立のための共同研究や研究支援
③本技術を適用したGLP-1やGLP-2誘導体の開発（AMED申請協力や研究支援）
④AMEDの支援による本技術の安全性評価と治験薬の製造

## 今後の展開

本技術を適用したGLP-1誘導体やGLP-2誘導体を早急にAMEDの支援を受けて、非臨床試験や臨床試験を実施し、解決すべき本技術の課題を見出したいと考えています。これらの経験や知見が、クライアントとの共同研究を実施する際に、非常に役立ち、開発のスピード化と開発の成功確率向上に繋がると考えます。さらに、本技術を種々の創薬モダリティに適用できるように、プラットフォーム型DDS技術を確立することで、アンメット・メディカル・ニーズの高い様々な中枢神経系疾患に適用できるようなり、医療貢献だけでなく、製薬企業にも大いに貢献が期待できます。また、難溶性で中枢移行があまり期待できない低分子医薬にも適用できます。

■知的財産権：
1)C.Yamashita et al., Centrally-acting peptide derivative, and pharmaceutical composition, EP 3 190 129 B1(2020), 2)山下親正ら,中枢作用ペプチド誘導体及び医薬組成物，特許第7263667号(2023),3)C.Yamashita et al.,Method of delivering a centrally-acting peptide derivative, and method of treating a neuropsychiatric disorderUS 2021/0163567 A1, 4)山下親正,糖鎖修飾神経ペプチド誘導体、医薬組成物、経鼻・点鼻製剤及び医薬組成物の使用,WO 2022/239839 A1, 5)山下親正，特願2022-180380(出願未公開)6)山下親正,特願2022-180381(出願未公開)，すべての特許の出願人は東京理科大学である。

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
DDS技術　Nose-to-Brain システム　神経変性疾患　中分子医薬
認知症や治療抵抗性うつ病などの中枢神経系疾患

2023.10

ライフ
サイエンス

# DNA密生金ナノ粒子を用いた抗がん剤の目視活性評価法の開発

Colorimetric Screening of of Antitumor Agents Based on DNA-Functionalized Gold Nanoparticles

東京理科大学 教養教育研究院
葛飾キャンパス教養部　准教授
秋山　好嗣
Yoshitsugu Akiyama

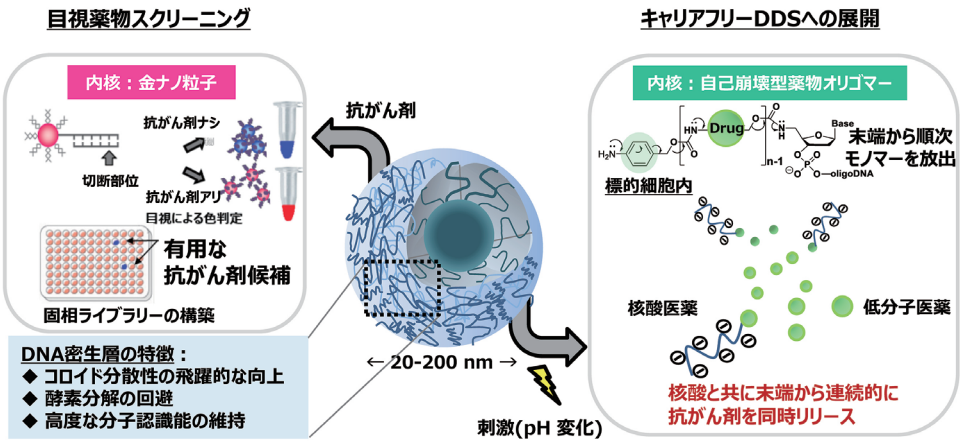
東京理科大学 先進工学部
マテリアル創成工学科　教授
菊池　明彦
Akihiko Kikuchi

## 研究概要

DNAと強い親和性をもつ化合物は抗がん剤として機能します。この活性評価は、放射性元素で標識化した基質 DNAを用いたゲル電気泳動、あるいは蛍光共鳴エネルギー移動に基づく蛍光検出などで解析するのが一般的です。しかし、これらは前処理を含めた煩雑な工程や測定に時間を要するなど簡便さに欠けていました。そこで本研究課題では、DNAをブラシ状に固定化した金ナノ粒子の凝集・分散に伴った鮮やかな発色特性を利用した目視薬物探索への応用を目的としています。また、ナノ粒子の外殻を核酸医薬の密生層とし、かつ内核を薬物オリゴマーとすることで薬物100%のキャリアフリー型ドラッグデリバリーシステム（DDS）の達成も期待されます。

## 研究成果

抗がん剤（ここではブレオマイシン、BLM）の DNA切断部位を DNA密生層に組み込んだ金ナノ粒子は、BLMで処理すると高イオン強度下であっても粒子の凝集が抑制され赤色を保持した。一方で、BLMとは異なる DNA親和性薬物で処理されたナノ粒子は凝集し青色を示した。さらに、内核を低分子医薬オリゴマーのモデルとした自己崩壊機能をもつ高分子とすると粒径が100 nmのナノ粒子を得ることに成功しました。簡便迅速な薬物スクリーニングだけでなく、キャリアがもつ潜在的な毒性を根本的に解決するキャリアを用いない薬物・遺伝子デリバリー（キャリアフリーDDS）の創製が可能になります。




### 従来・競合との比較

- 特別な装置を必要としない
- 薬物活性だけでなく切断経路の色判定
- 凝集したナノ粒子は上澄み除去後に再利用できる
- 核酸医薬と低分子医薬の高効率な薬物運搬体

### 想定される用途

- 固相合成法で得られる薬物ライブラリーの簡易スクリーニング
- キャリアフリー DDS

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

- 共同研究、技術指導

## POINT

- **環境負荷の低い DNA 密生層の活用**
- **ナノ粒子と薬物を混ぜて、5 分待つだけで判定できる簡便さ**
- **特異性が高く薬効の異なる薬剤が混在していてもスクリーニング可能**
- **内核を低分子医薬オリゴマーとすることでキャリアフリー DDS へ展開**

## 今後の展開

実際に固相ライブラリーを構築し、当該技術を用いた目視スクリーニングを実施します。また、DNA-AuNPの内核を薬物オリゴマーとすることで、外殻の核酸医薬と内核の低分子医薬のコンビネーション化学療法の有用性を実証していきます。

■知的財産権：
・2018-159028, DNA損傷剤のスクリーニング方法及びDNA損傷剤のスクリーニング用キット
・2019-164912, ポリ（カルバメート）－核酸医薬コンジュゲート、ポリ（カルバメート）核酸医薬コンジュゲートの凝集粒子、及び凝集粒子の製造方法

■活用した公的資金事業等の名称：
・科研費 基盤C, 2017-2019　・科研費 基盤C, 2021-2023

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
目視検出　スクリーニング　金ナノ粒子　DNA親和性薬物　DDS

2022.09

材　料

# 材料製造プロセスの技術革新
## ー原材料先導型から元素選択型へー

A revolution in materials driven fabrication processes to the periodic driven fabrication process

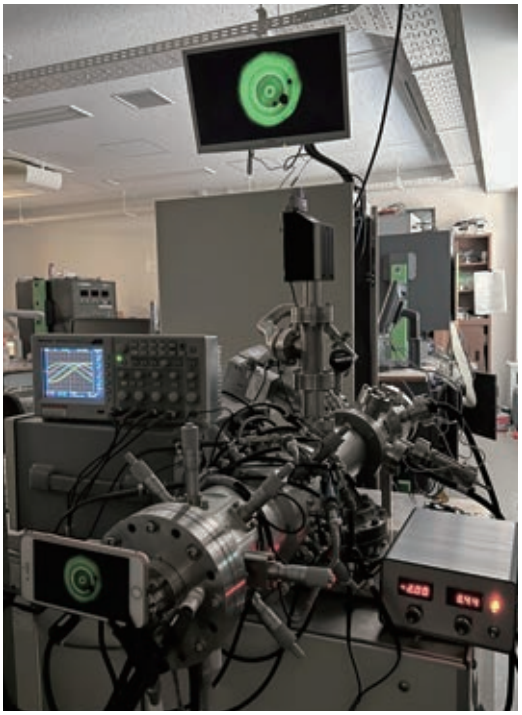
東京理科大学
総合研究院　講師
野島　雅
Masashi Nojima

## 研究概要

本研究は、材料製造プロセスにおけるイオンビーム形成において、元素選択を可能とします。これによって、原材料を出発物質とする材料製造プロセスから最終生成物質の元素組成から物質を再構築するものづくりにパラダイム転換することができます。元素選択が可能なイオンビーム形成は、任意の元素を含む溶液から電界スプレーイオン化(ESI)法によってイオン化し、目的とする元素を回転電場質量分離器(REF-MS)によって抽出することで達成します。目的とする元素を含むイオンビームは、イオン注入やイオンアシスト蒸着によって最終生成物質を形成し、物質上で特定の機能を発現することが可能です。

## 研究成果

これまで、Coを含む金属溶液からREF-MSの元素固有周波数(350 kHz)において$^{59}$Co化合物をSi基板状に析出することに成功しております。これによって、安価な金属溶液から目的とする元素を特定の周波数によって選択し、連続ビームにて照射することが可能です。写真では、REF-MS動作時における質量分離パターンをスクリーン上に投影しております。中心に集束するイオンビームを物質材料上に照射することによって、目的とする元素を構成することが可能となります。



任意のイオンビームを形成する電界スプレーイオン(ESI)源
およびを回転電場質量分離器(REF-MS)

### 従来・競合との比較

- (従来法) 集束イオンビーム(FIB)のイオン源は液体金属に限られます。
- (従来法) イオン打ち込みにおけるプラズマイオン源はガス種によって限られます。
- (本手法) イオンビームはREF-MSの元素固有周波数変調のみで操作可能です。

### 想定される用途

- イオン打ち込みにおける打ち込み元素の選択が無限にひろがります。
- イオン加工における加工断面の表面改質が見込まれます。
- 元素選択型の三次元プリンターへの応用が可能です。

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

本学における長年のものづくりの成果から生まれた技術です。今後の我が国の材料開発技術を優位に進めていくために、企業との共同研究に繋げられることを希望しています。

### POINT

- **溶液化することのできる元素であれば、イオンビームを形成することが可能です。**
- **イオンビーム種は周波数変調のみで変換可能であるため、IoT先導型のものづくりが実現できます。**
- **連続イオンビームプロセスであるためパルス化を必要としません。**

## 今後の展開

2022.04　元素選択条件における Co, Fe, Ni 系の強磁性体薄膜の形成
2022.09　$^{28}$Si, $^{29}$Si による同位体分離薄膜形成
2022.12　イオンビーム加工断面の元素付加による表面改質
2023以降　デジタルフィードバックによる元素選択三次元プリンターへの応用

■知的財産権：出願未公開(東京理科大学)

■活用した公的資金事業等の名称：
① キオクシア(旧：東芝メモリ)奨励研究(2021年度)
『元素選択型・集束イオンビーム(FIB)の形成技術に関する研究』
② 東芝デバイス＆ストレージ株式会社学術奨励制度(2021年度)
『静電スプレー堆積(ESD)法による機能薄膜の形成に関する研究』
③ 日本学術振興会 科学研究費補助金 (2021-2023年度)
『元素選択イオンビームによる循環サイクル型薄膜形成技術の構築』

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
元素選択型イオンビーム　回転電場質量分離技術(REF-MS)

2022.04

電　気

# スイッチトキャパシタ形昇圧回路のキャパシタ電圧リプルの低減

Voltage ripple reduction method for switched capacitor converter

東京理科大学
工学部 電気工学科　教授
小泉　裕孝
Hirotaka Koizumi

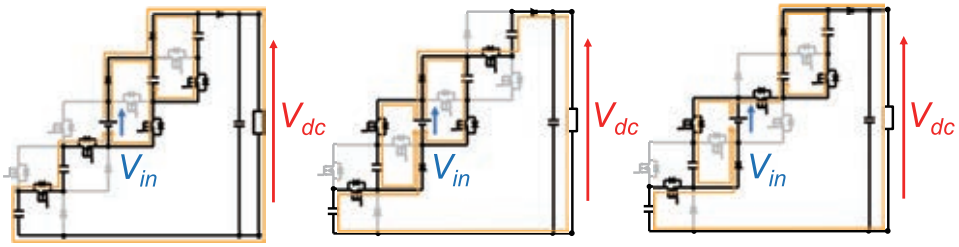
## 研究概要

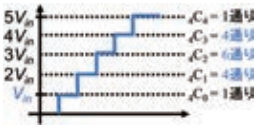
コンデンサの直並列切替えを用いて昇圧を行う電力変換回路では、コンデンサの充放電に伴い出力電圧が変動します。これはコンデンサの発熱や電力損失の原因となり、直流出力の回路であれば出力電圧リプルが増加します。また、交流出力の回路であれば波形歪みの原因となります。コンデンサの容量を増やすとリプルは抑えられます。また、交流出力の波形歪みを抑制するにはフィルタのコンデンサの容量を増やす、コイルのインダクタンスを増やす等の方法があります。しかしこれらの方法は回路の大型化を招きます。提案方式は、コンデンサの容量やコイルのインダクタンスを増やすことなく、回路の切替え方の工夫により出力電圧のリプルを抑制します。

## 研究成果

スイッチトキャパシタ形昇圧回路をマルチレベルインバータに適用しシミュレーションを行いました。スイッチトキャパシタ形昇圧回路は入力電圧$V_{in}$から5倍の$5V_{in}$まで出力する構成としました。$2V_{in}$から$4V_{in}$の電圧は4～6通りの回路状態で出力することができます。この複数の回路状態を頻繁に交替させながら階段状の波形を形成し（キャリアローテーションPWM）、フィルタを通して正弦波を取り出すと総合歪み率1.42%、キャパシタの電圧降下2.0 Vとなりました。同じ回路構成で、出力電圧ごとに回路の状態が定まる方式（レベルシフトPWM）では、総合歪み率7.49%、キャパシタの電圧降下16.3 Vとなりました。

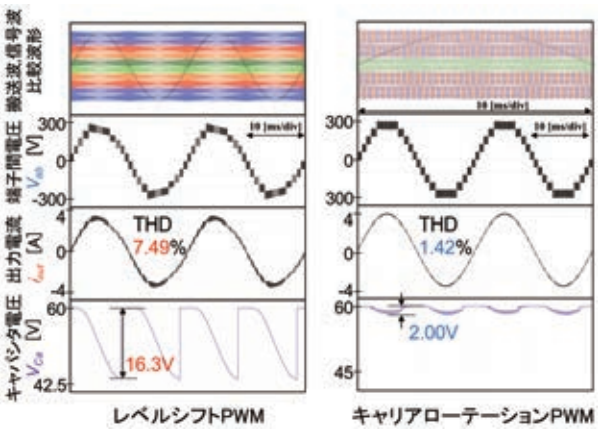
◎キャパシタ選択の自由度




例：$V_{dc}$=3$V_{in}$を出力する
6形態の内3形態

◎マルチレベルインバータに適用した場合の
シミュレーション結果




### 従来・競合との比較

- 直流出力電圧のリプルを低減
- 交流出力電圧の波形ひずみを低減
- コンデンサの小容量化とフィルタの小型化

### 想定される用途

- 複数の出力電圧を設定できる DC-DC コンバータ
- 数十ワットから数百ワット程度のインバータ
- マイクロインバータ

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

- オープンループにてマルチレベルインバータとしての回路動作を確認。
- 現在、シミュレーションにてキャリアローテーションPWM方式の最適化を模索。
- 電源装置の技術を持つ企業との共同研究を希望。

### POINT

- **キャパシタの充放電を同時進行**
- **キャパシタの小容量化にも寄与**

## 今後の展開

コンデンサの直並列切替えを行うには切り替えに使用するスイッチを多用します。これらのスイッチは半導体を用いていますが、半導体のオン状態とオフ状態を切り替える駆動回路が必要です。2022年3月までに縮小規模の回路実験を終える予定です。

■知的財産権：
特願2021- 28948
コンデンサを用いた多電圧昇圧回路の駆動方法　出願未公開

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
スイッチトキャパシタ　リプル低減　昇圧回路　PWM制御法

2022.04

材　料

# 導電性ダイヤモンド充填電解フローセル

Conductive diamond-packed electrolysis flow cell

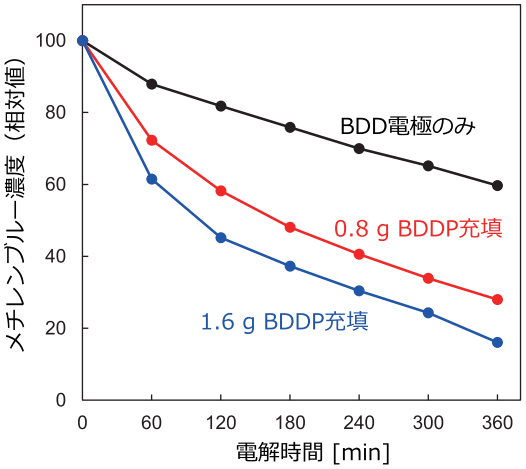
東京理科大学
理工学部 先端化学科　准教授
近藤　剛史
Takeshi Kondo

## 研究概要

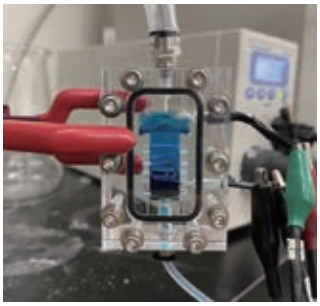
導電性ボロンドープダイヤモンドパウダー（BDDP）を充填したカラムをアノード（陽極）とする電解フローセルを開発しました。BDDP充填層では、互いに接触したBDDP粒子間で通電することができ、充填層全体がアノードとして機能します。一方、粒子間の空隙に被処理溶液を流通させることができるため、効率よく被処理物質と電極表面を接触させることができ、電解速度の向上が期待されます。BDD電極を用いた電解水処理では、高効率のOHラジカル生成により、あらゆる有機物を二酸化炭素まで酸化処理することができます。本電解セルでも同様に高効率にOHラジカルを生成できるため、高度な水処理への応用が期待されます。

## 研究成果

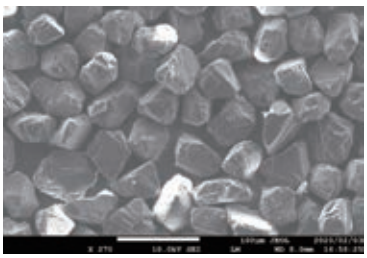
電解フローセルにおけるBDDP充填量を増加させるにしたがって、モデル汚染物質（メチレンブルー）の分解速度が増加することがわかりました。また、OHラジカル生成量もBDDP充填量にしたがって増加しました。このことから、BDDP充填層全体がアノードとして機能しており、OHラジカルの生成および有機物の電解が起きていることが示唆されました。充填層をアノードとすることにより、被処理液を流通させながら電解処理が可能であることが示されました。また、繰り返し使用に対する劣化も見られず、十分な耐久性があることも示されました。




BDDP充填電解フローセルにおけるメチレンブルー（モデル汚染物質）の電解処理速度の比較.



BDDP充填電解フローセル（試作）



BDDPの走査型電子顕微鏡（SEM）写真

### 従来・競合との比較

- BDDPは十分な導電性を有し、その充填層全体が電極として機能することがわかった。
- BDDP充填層内に被処理液を流通させることができ、充填層内全体から生成するOHラジカルにより、効率的な電解が可能。

### 想定される用途

- 廃水路に直結したインライン型の水処理装置。
- 水の再利用を目的とした循環システムへの応用。
- 災害時などにおける飲料水確保用の小型電解水処理装置。

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

- BDDPの量産化および低コスト化の技術開発に関する共同研究。
- 実用化を見据えたBDDP充填電解セルの試作。
- 処理が困難な汚染物質の高効率完全分解に関する共同研究。

## POINT

- **BDDP充填層全体がアノードとして機能し、耐久性が高く、効率的な電解が可能。**
- **BDDPの粒子間空隙に被処理液を流通させることができ、連続流通系での処理が可能。**
- **OHラジカルが効率的に発生し、あらゆる有機物を酸化分解可能。**

## 今後の展開

- 電解セルの改良、電解条件の最適化により、処理能力および効率の向上を目指す。
- 実サンプルを用いた電解実験における有機物の完全分解を実証する。

■知的財産権：
PCT/JP2021/007832（未公開）
「固定床電解処理装置及び電解処理方法」

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
電解水処理　導電性ダイヤモンド　電解フローセル

2022.04

化　学

# 高濃度のエタノールを含む水溶液の泡沫安定化

Improving Foam Stability of Ethanol-Water Mixtures

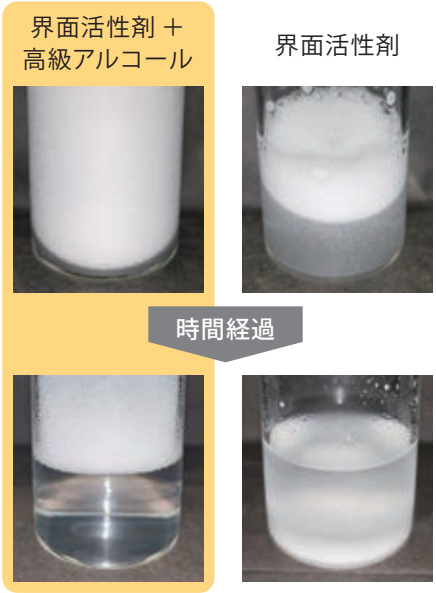
東京理科大学
理工学部 先端化学科　准教授
酒井　健一
Kenichi Sakai

## 研究概要

泡沫（フォーム）は一般に、気体（空気）と液体の界面（気／液界面）に界面活性剤が吸着することで安定化されます。しかし、エタノールが水溶液中に存在すると、界面活性剤の溶解性が高くなるため、気／液界面への吸着性は低下します。その結果、水とエタノールの混合溶液を泡立たせ、その泡沫を安定に維持することは困難です。本研究ではこの困難な課題に対して、界面活性剤と高級アルコール（アルキル鎖の長い1級アルコール）を共存させた状態で起泡すれば、高濃度のエタノールを含む水溶液でも、その泡沫安定性を著しく高められることを見出しました。本研究成果は泡沫状に吐出できる消毒剤を開発する際の基盤になることが期待されます。

## 研究成果

エタノールは代表的な消泡剤の一つであり、エタノールを高濃度で含む水溶液の起泡性（泡立ち）と泡沫安定性（泡もち）を良くすることは一般に困難です。本研究では、起泡性に優れた界面活性剤と高級アルコール（アルキル鎖の長い1級アルコール）を共存させた状態で起泡することで、その泡沫安定性を著しく高められることを見出しました。気／液界面に吸着している界面活性剤の分子間に高級アルコールが共吸着することで配向性と吸着密度が増し、界面近傍の粘度（表面粘度）を高めていると考えられます。これらのエタノール・水混合溶液を非加圧式のポンプフォーマーから吐出すると、泡沫状になることも確認しています。




### POINT

- **高濃度エタノール水溶液の起泡（泡立て）を達成**
- **泡沫安定性（泡もち）の飛躍的な向上を達成**
- **生体・環境にやさしい添加剤のみでも達成**

### 従来・競合との比較

- 高濃度のエタノールを含む水溶液でも起泡できる。
- 非加圧式のポンプフォーマーから泡沫状で吐出できる。
- シリコーン系やフッ化炭素系の界面活性剤を使用していない。

### 想定される用途

- 塗布された場所を視認できる消毒剤。
- 床や壁など周囲を汚損しない消毒剤。

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

当研究室は「コロイド・界面化学」を学術基盤としています。界面でおこる現象を理解し、その知見をものづくりに活かせるよう、研究に励んでいます。ここで紹介した研究成果は、高級アルコールの助けを借りながら、界面活性剤の機能を高めています。コロナ禍を受けて、世界的な規模で衛生に対する意識が高まっています。企業様との共同研究を通じて、安全・安心を実現するエビデンスのある商品開発に貢献したいと考えています。

## 今後の展開

泡沫状で塗布される消毒剤は視認性・抗飛散性・滞留性の観点から、有用な商品になることを期待しています。吐出される泡沫の安定性や感触は消費者のニーズに沿って最適化されるべきですので、企業様との共同研究を通じて、これらの方向性を見出していきたいと思います。

■知的財産権：
PCT/JP2020/39548「アルコール組成物」
特願2021-133450「消毒剤組成物」（出願未公開）
■活用した公的資金事業等の名称：
2020年度、国立研究開発法人科学技術振興機構
研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラム　トライアウト

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
アルコール消毒剤　起泡　泡沫

2022.04

機　械

# 高速・高精度瞬時周波数計測法

High-speed and high-accuracy instantaneous frequency measurement method

東京理科大学
先進工学部 電子システム工学科　教授
相川　直幸
Naoyuki Aikawa

## 研究概要

一般に周波数を求める場合、高速フーリエ変換（FFT）のようにフレーム単位で求めます。しかしながら、例えば図1に示すような動的に変化する単一正弦波（チャープ波形）の周波数をFFTを用いて求めることはできません。提案法は、単一正弦波の周波数をフレーム単位で周波数を導出するのではなく、ヒルベルト変換器を用いることで各サンプルごとに周波数を求めることができます。その結果、図1に示すような時々刻々変化する単一正弦波の周波数を求めることができます。また、有限次数のヒルベルト変換器の誤差要因を解析的に導出することで、従来よりも低次数のヒルベルト変換器で高精度な瞬時周波数を求めることができます。

## 研究成果

有限次数ヒルベルト変換器を用いて瞬時周波数を求める際の誤差要因を解析的に求めることで、低次数のヒルベルト変換器でも高次数ヒルベルト変換器と同精度の瞬時周波数を求めることができるようになる。誤差要因に対して図2に示すように可変ノッチフィルタを用いた構成法により、未知の周波数や動的に変化する周波数に対しても高精度に瞬時周波数を求めることが可能となる。

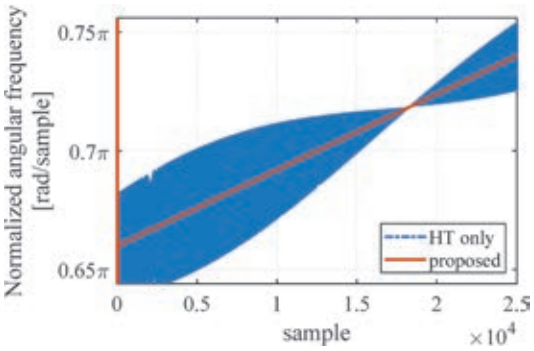



図1. チャープ波形の周波数推定

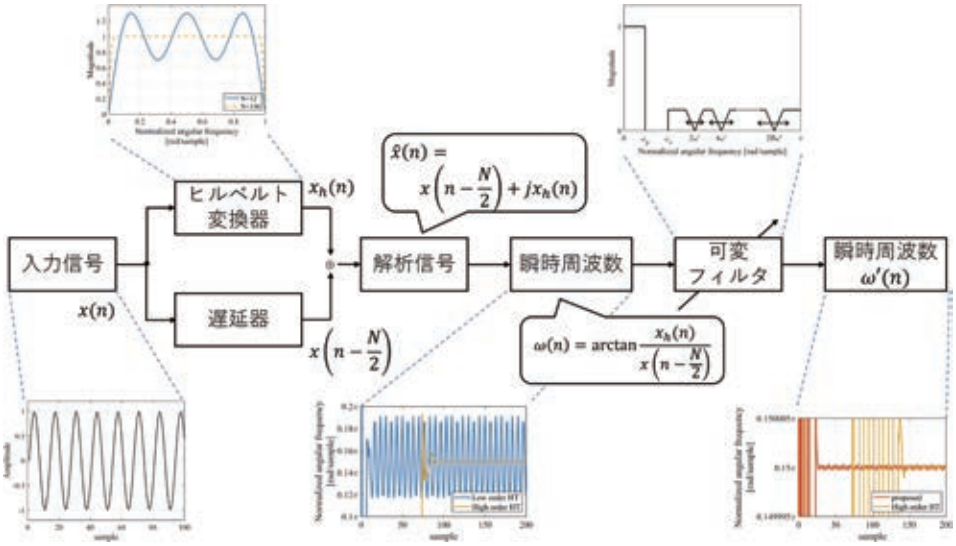



図2. システム構成図

### 従来・競合との比較

- サンプル単位の周波数出力が可能
- 高速な瞬時周波数推定が可能
- 高精度な瞬時周波数推定が可能

### 想定される用途

- 回転機のようなモーター制御を行える
- 回転機の故障診断が行える

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

実計測環境下におけるノイズ処理方法と必要計測精度や処理時間について、実データを元に共同研究という形で一緒に研究開発をしていきたい。

### POINT

- **可変ノッチフィルタを有するヒルベルト変換器**
- **動的に変化する単一正弦波の瞬時周波数推定**

## 今後の展開

利用したい変動周波数範囲やノイズの状況に基づいた可変ノッチフィルタを有するヒルベルト変換器の次数の決定やシステムの構成法を考えていく。

■知的財産権：
特願2021- 28948
■発明の名称：
周波数推定装置、周波数推定方法、及び周波数推定プログラム

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
高速な瞬時周波数推定　高精度な瞬時周波数推定
動的に変化する単一正弦波の周波数推定

材　料

# ハイパーマテリアルを用いた純金の高強度化

Precipitation hardening of pure gold using hypermaterials

東京理科大学
先進工学部 マテリアル創成工学科　教授
田村　隆治
Ryuji　Tamura

## 研究概要

金は美しい輝きと高い希少性を有するため、古来より貴金属として重宝されてきた金属です。特に純金は、展性・延性に富み容易に加工できる反面、こうした性質は軟らかく傷が付きやすいという欠点ともなりうるため、宝飾品として用いる際には金の強度（硬度）を上げる必要があります。高純度を維持したまま強度を上げる手法の開発は宝飾業界における革新的な発明となります。以上の背景のもと、我々は、高い硬度を有するハイパーマテリアルに着目し、この問題の解決を試みました。

## 研究成果

まず、金属原料（例Au,Si,Ce）を溶解するだけでハイパーマテリアル分散金合金が得られることを明らかにしました。図３にAu純度と硬さの関係を示します。四角で囲まれたビッカース硬さ130～140 HVの領域は圧延や伸線加工を行う上で最適の硬さであり、宝飾品材料としての理想的な硬度を示しています。今回、Au純度93.1wt%、95.9wt%という極めて高い金濃度でこの理想的な硬度を実現できることを明らかにしました。これは一般的に宝飾品として用いられている18 K (Au75wt%)をはるかに凌ぐ純度であり、ハイパーマテリアル分散金合金は加工性とAu純度を両立する革新的な技術であるといえます。

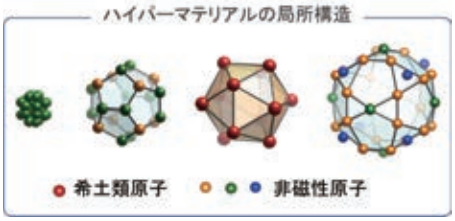



図１：ハイパーマテリアルの局所構造

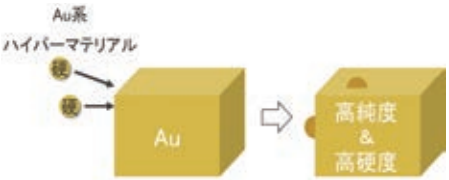



図２：ハイパーマテリアル分散金合金のイメージ図

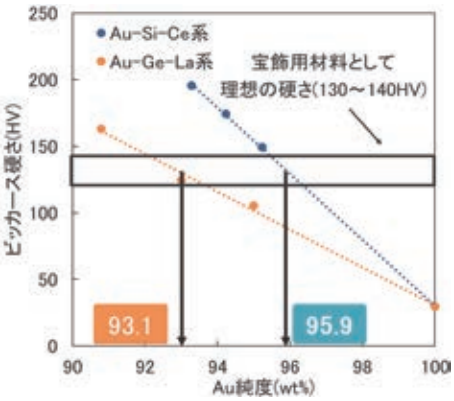



図３：ハイパーマテリアル分散金合金における Au純度と硬さの関係

### 従来・競合との比較

- 従来の方法では実現できない高純度かつ高硬度な Au 合金が作製可能。

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

今回の技術はあくまでシーズであり、具体的なニーズがあれば実用化に向けた課題が設定できます。高純度な金合金を必要とする分野の企業様の提案を歓迎します。

## POINT

- **金属原料を溶かして混ぜるという簡便な方法で作製可能（ワンステップ）。**
- **金属原料の割合を変えることで硬さを自在に制御可能。**

## 今後の展開

添加元素としてより軽元素を用いたハイパーマテリアル分散金合金の合成を試み、同硬度にしてさらなる高純度化を図ります。

■知的財産権：
特願2021-056093、金合金及び金合金の製造方法
■活用した公的資金事業等の名称：
文部科学省科学研究費助成事業　新学術領域研究（2019-2023）
19H05817：ハイパーマテリアル：補空間が創る新物質科学
19H05818：ハイパーマテリアルの合成

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
ハイパーマテリアル　金合金　分散強化

2022.04

ライフ
サイエンス

# ミトカインミクス誘導による多様な細胞傷害抑制法の開発

Development of novel medicine, which induces mitohormesis-associated protection against various types of cell damage

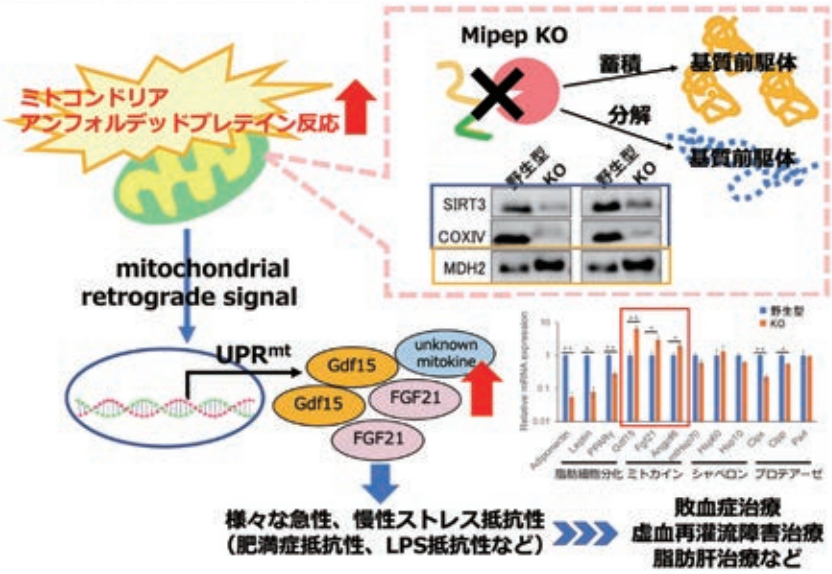
東京理科大学
薬学部 生命創薬科学科　教授
樋上　賀一
Yoshikazu Higami

## 研究概要

我々は、ミトコンドリアシグナルペプチダーゼの1 つである mitochondria intermediate peptidase（MIPEP）が脂肪細胞においてミトコンドリマトリクスタンパク質の成熟を介して、ミトコンドリアプロテオスタシスを制御していること、この MIPEP欠損による非典型的なミトコンドリアアンフォールデッドプロテイン反応（UPR$^{mt}$）は、GDF15をはじめとするミトカイン発現を介して、代謝改善や組織障害に対する抵抗性、いわゆるミトホルミシスを誘導できること、脂肪特異的MIPEP欠損マウスの解析が未知のミトカインを含むミトホルミシス誘導による幅広い生体防御法・医薬品の開発につながると考えています。

## 研究成果

脂肪細胞特異的に MIPEPを欠損するマウスは、食餌誘導性肥満症に抵抗性を示しました。また、白色脂肪組織（WAT）では、ミトコンドリア関連遺伝子発現が減少したものの、一部のミトコンドリマトリクスタンパク質が蓄積して、プロテアーゼやシャペロンではなくミトカインのみ発現が増加する非典型的なUPR$^{mt}$が誘導されました。さらに、このマウスはGDF15などミトカイン発現誘導を介して、急性及び慢性の細胞傷害に対して抵抗性を示しました。以上より、本発明技術は、急性及び慢性ストレス疾患に対する包括的な治療法や予防法の開発に資すると考えられます。




### 従来・競合との比較

- 新規脂肪細胞由来ミトカインの同定
- ミトホルミシス誘導機構の解明
- 多様な細胞傷害ストレスに対する包括的な抑制が可能

### 想定される用途

- 肥満症治療薬の開発
- 代謝改善薬の開発
- 敗血症など重度組織傷害抑制薬の開発

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

脂肪細胞特異的 MIPEP KO マウスを用いた評価系を確立しており、有効な化合物の探索等を共同研究で行いたい。

## POINT

- **本発明技術によって、ミトカイン由来の急性及び慢性ストレス疾患に対しての包括的な治療法や予防法に関する医薬品開発が期待できます。**

## 今後の展開

2022年度末：急性及び慢性ストレスに対する GDF15 の関与を解明する。また、新規ミトカインを同定予定。
2022年度末：ミトホルミシス誘導メカニズムを解明予定。
2022年度末：ミトホルミシスを誘導可能な化合物を同定予定。

■知的財産権：
「ミトカイン混合物を調製するための間葉系幹細胞及び脂肪細胞、並びに治療又は予防用医薬」
（特願2021-23574）
■活用した公的資金事業等の名称：
2020年度 科学研究費助成事業 基盤研究（B）

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
ミトホルミシス　ミトカイン　MIPEP

化　学

# 一本鎖(+)鎖RNAウイルスへ抗ウイルス活性を有する化合物

Antiviral molecules against positive-sense single-stranded RNA viruses

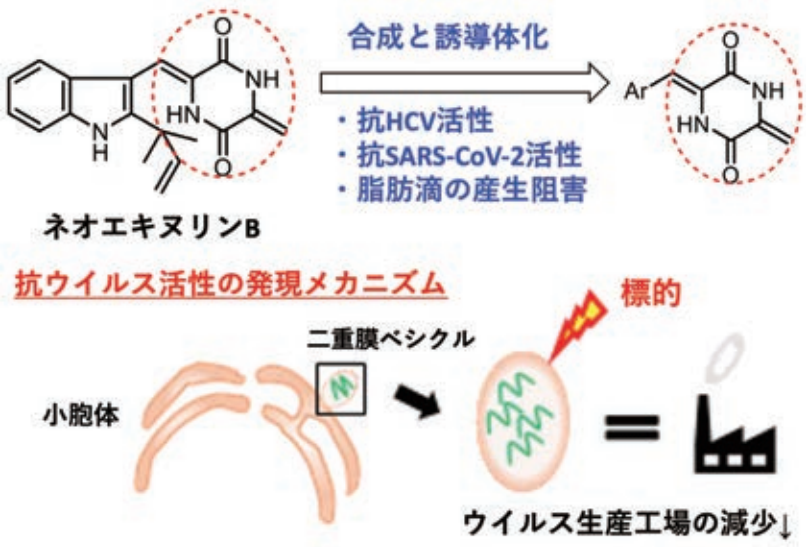
東京理科大学
理工学部 応用生物科学科　教授
倉持　幸司
Kouji Kuramochi

## 研究概要

新型コロナウイルス、C型肝炎ウイルス、ポリオウイルスなど一本鎖（＋）鎖 RNAウイルスに対して抗ウイルス活性を示す化合物群を見出しました。本化合物群の最大の特徴は、それらの標的分子がウイルス由来ではなく、宿主細胞由来であることです。つまり宿主細胞の遺伝子の発現量を変化させて、細胞中でウイルスが増殖できないようにさせる効果を持ちます。従来の抗ウイルス薬の用途は、ある特定のウイルスが引き起こす感染症の治療に限定されています。一方、本化合物群はウイルスに対して抗ウイルス活性を示しますので、様々な感染症の治療に汎用的に用いられる抗マルチウイルス薬としての用途が期待できます。

## 研究成果

天然物ネオエキヌリン B（Neo B）を HCV 複製を阻害する化合物として同定しました。この化合物は肝臓 liver X receptor (LXR)のアンタゴニストとして作用し、LXR 下流遺伝子の発現を低下させることを明らかにしました。これにより脂肪滴および二重膜小胞の産生を抑制し、HCV 粒子構築およびゲノム複製を阻害することがわかりました。Neo Bは新型コロナウイルスやポリオウイルスなど一本鎖（＋）鎖 RNAウイルスに対しても抗ウイルス活性を示すことも見出しました。さらに Neo Bの一連の誘導体を合成する方法を確立し、より高活性な誘導体を取得することに成功しました。




### 従来・競合との比較

- HCV や SARS-CoV-2 などの一本鎖（＋）鎖 RNA ウイルスに対する抗ウイルス薬を開発した。
- 抗ウイルス効果だけでなく、脂肪滴の産生も阻害する。
- ウイルス性肝炎のみならず、非アルコール性脂肪性肝炎の治療にも適用できる可能性を持つ

### 想定される用途

- 感染症の克服
- 非アルコール性脂肪肝炎の克服
- 肝臓がん、動脈硬化、心筋梗塞、脳卒中の予防

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

- 非臨床試験を目的とした共同研究
- 高い安全性や薬理活性が認められた場合には臨床試験の共同研究

## POINT

- **本技術は、一本鎖（＋）鎖RNA ウイルスにターゲットとした抗マルチウイルス薬の開発が可能です。また、抗ウィルス薬への応用だけではなく、脂肪滴の産出抑制機能もあり非アルコール性脂肪性肝炎の治療薬の開発にも応用可能です。**

## 今後の展開

～2023.3　さらに高活性な化合物の取得
2023.4　非臨床試験の開始
2025.4　臨床試験の準備開始

■知的財産権：
新規化合物、抗プラス鎖ＲＮＡウイルス剤、脂肪滴産生抑制剤(特願2020-198970))
■活用した公的資金事業等の名称：
AMED−肝炎等克服実用化研究事業−2018～2021年度
AMED−新興・再興感染症に対する革新的医薬品等開発推進研究事業−2021年度

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
一本鎖プラス鎖RNAウイルス　新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）
C型肝炎ウイルス（HCV）　非アルコール性脂肪性肝炎（NASH）

2022.04

エネルギー

# 水素社会に向けた新規貴ガス水素化物の創成

Creation of New Noble Gas Hydrides toward Hydrogen Society

渡辺 量朗　Kazuo WATANABE（東京理科大学 理学部第一部 化学科 准教授）

## 研究の背景

近年、水素社会実現への期待がますます高まっています。水素は気体の状態のままでは取り扱いが難しいため、常温常圧での貯蔵と輸送が容易な含水素化合物(水素キャリア)に関する研究が行われています。本研究では、我々が新たに発見した貴ガス水素化物(NgHx)（Ng：貴ガス、H：水素、x：2,4,5,18等）を、安価で安全な水素キャリア、および水素ガスよりも高いエネルギー密度をもつ燃料として実用化することを目的にしています。

## 研究の概要

化学的に不活性な貴ガス原子が水素原子と結合した貴ガス水素化物を合成しました。金属表面に貴ガスのイオンビームを照射したのち水素ガスを接触させ表面を昇温すると、貴ガス水素化物が生成します。これまでに確認した貴ガス水素化物は、HeHx、NeHx、ArHx、KrHx (x=2,4,5,18等)です。

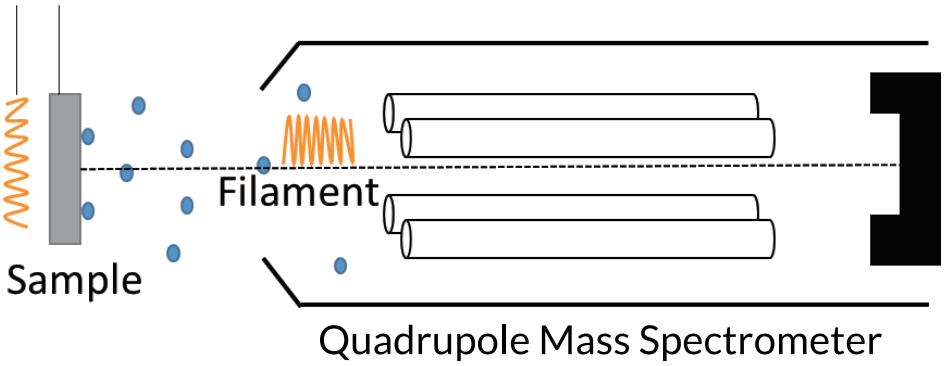



図 昇温脱離法による貴ガス水素化物の製造および検出

### 従来・競合との比較

- 水素ガスよりも高温で液化できるため、貯蔵・運搬が容易かつ低コストになる。
- 水素と貴ガスのみからなるクリーンで$CO_2$フリーな燃料である。
- 水素ガスより高いエネルギー密度をもつ（例: $ArH_{18}$は$H_2$の9倍のH原子を含む)。

### 想定される用途

- 燃料（例: 自動車用水素内燃機関、ロケットエンジン）
- 水素キャリア（例: 燃料電池）
- 合成試薬（例: 水素添加反応）

### 実用化に向けた課題

- 現在、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトンの水素化物の生成を確認済み。しかし、物性を調べるのに十分な量はまだ得られていない。
- 大量生産に向けた低真空や常圧での実験。
- より安価な触媒物質や新たな合成スキームの探索。
- 低コスト化とスケールアップの技術の確立。

### 企業へ期待すること

- 触媒開発・化学プラント技術を持つ企業との共同研究を希望。
- 水素エンジン・ロケットエンジン・燃料電池を利用する自動車・航空宇宙の運輸関連及び電力関連の企業への導入。

POINT

- 水素ガスに比べて貯蔵・運搬が容易な物質である。
- 水素ガスに比べてエネルギー密度が高い燃料である。
- アルゴン水素化物は、安価で無害な気体である。
  アルゴンを用いた水素エネルギー媒体である。

## 今後の展開

2022.03　販売開始

■知的財産権　：　PCT/JP2020/26472

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

創　薬

# 光の力でリサイクルして キラルなスルホキシドをつくる！

Efficient Production of Chiral Sulfoxides by Light Irradiation

高橋 秀依　Hideyo TAKAHASHI（東京理科大学 薬学部 薬学科 教授）

## 研究の目的

医薬品には化学構造中にスルホキシドをもつものが多くあります。スルホキシドには、元のかたちとそれを鏡に映したかたちがありますが、からだの中ではどちらか一方が優れた効果を示します。光のパワーだけで一方のかたちのみのスルホキシドをつくり、より良い医薬品にすることを目的としています。

## 研究の概要

スルホキシド（イオウを酸化したもの）には二つのかたち（A:元のかたちとB:鏡に映したかたち）があり、それらが1対1で存在します。このうち、一方(例えばA)を分け取り、もう一方(B)に光を照射することで短時間で元の二つのかたち(A:B=1:1）にできます。さらにAを分け取り、Bに光を照射する、という一連の工程を繰り返すことでほぼ100%のAを得ることができます。

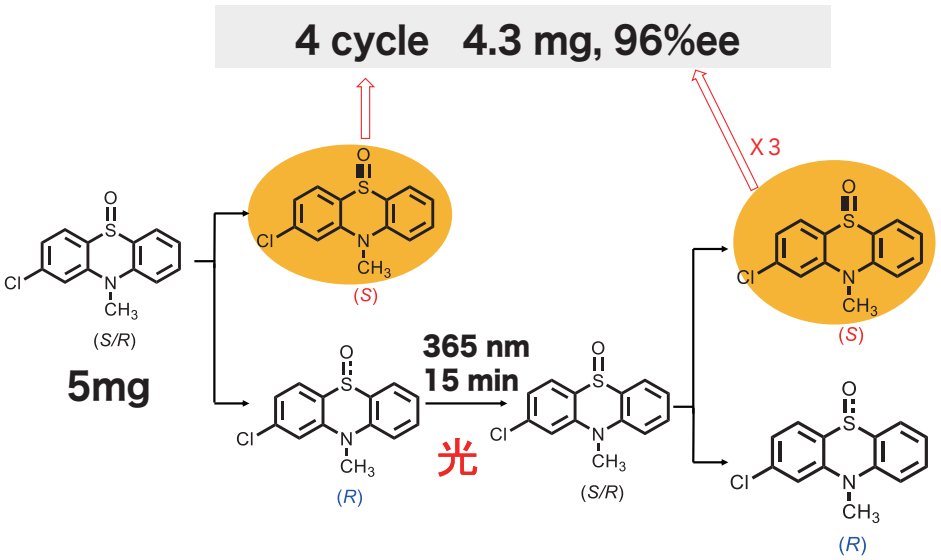



図 片方のキラルを増やすことに成功

### 従来・競合との比較

- 【従来】片方のかたちのものをできる限り多く化学合成する方法が行われていたが、ほぼ完全に片方のかたちだけを得ることは困難
- 【本法】２つの工程（①光を当てる②片方のかたちを分け取る）を繰り返すだけで、化学合成することなく、片方のかたちのものだけを得られる

### 想定される用途

- スルホキシドを有する医薬品の合成
- HPLCによるリサイクルシステムの利用法の拡大
- 光反応装置の利用法の拡大

### 実用化に向けた課題

- それぞれに最適な波長など最適化の検討
- 光反応の速度をさらに向上させる条件の検討
- 他の医薬品へ適用できる一般性の確立

### 企業へ期待すること

- 大スケールで光反応を行う技術を持つ企業との技術開発を希望。
- キラルな医薬品を開発中の企業との創薬研究を希望。
- 分析分野への展開を考えている企業への導入。

**POINT**

- 化学合成を必要としない。
- ほぼ１００％の収率で所望する片方のかたちのスルホキシドを得られる。
- 光を当てるだけなので、低コストである。

## 今後の展開

2020.2　光学純度99%ee及び収率99%を達成
2020.4　他のスルホキシド含有医薬品への応用
2021.4　他の官能基への光反応の展開

■知的財産権 ： PCT/JP2020/32053
■試作品　　 ： 有り
■サンプル　 ： 有り

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

通信・情報処理

# 暗号データ処理システム、及びプログラム

Authentication Based on Verifiable Encryption with Private Digital Identity

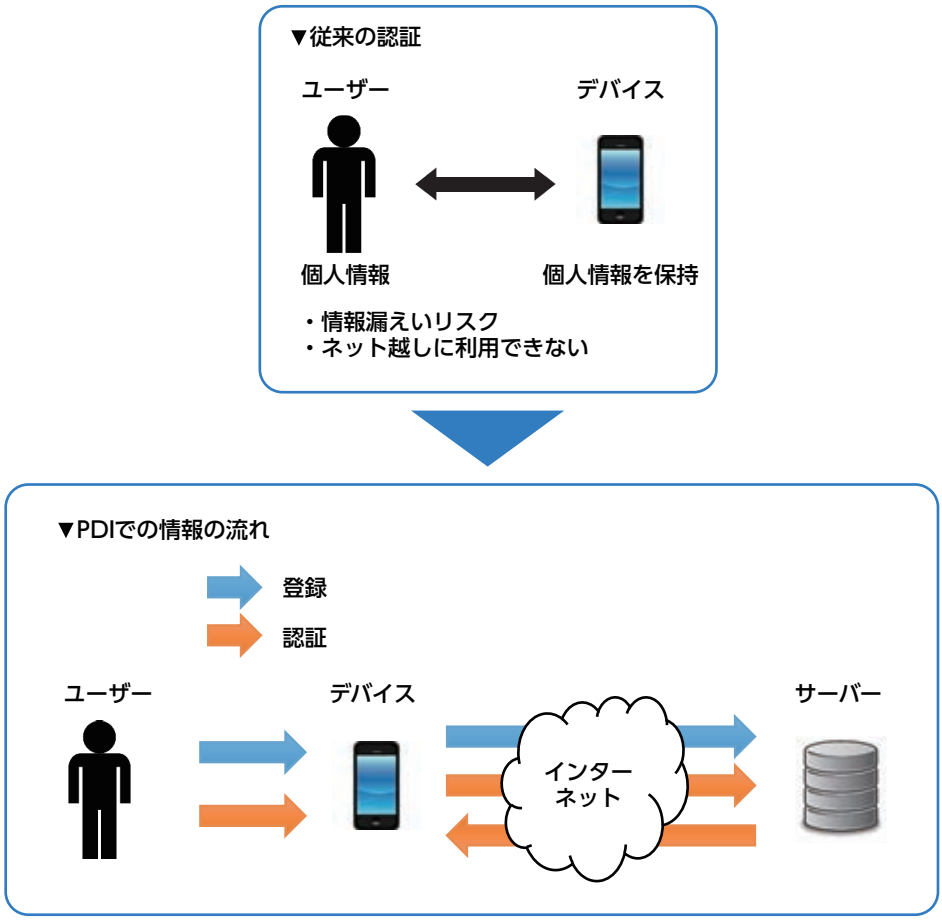
入山　聖史　Satoshi IRIYAMA（東京理科大学　理工学部　情報科学科　准教授）

## 研究の目的

情報通信技術の発展によって、インターネット販売等で様々な商品やサービスを購入することが可能になりました。その際に購入者は、自分の名前、年齢、住所等の個人情報を企業に提供する場合がありますが、それによって、望まない過剰な広告の配信や、企業のデータベースからの個人情報漏えい等のリスクがあることが問題です。

## 研究の概要

本研究は、プライバシー保護と利便性との両立を目的とし、ユーザー自身が自己を特定するものとして選択した情報を暗号化し、暗号化したまま高速で照合可能な独自技術を開発したものです。




*PDI：Private Digital Identity

### 従来・競合との比較

従来：暗号化された情報に対して、復号化せずに処理する方法は存在した。

従来の課題
- 個人情報（生体情報, PIN等）が集約して保管されているため, 情報漏洩のリスク
- 安全性を追求するために処理速度を犠牲にする

本技術：処理速度, 安全性, 内部メモリ削減の達成

### 想定される用途

- 民泊、ホテルのフロント、コワーキングスペース、ホームセキュリティでの業務軽減
- イベント会場での入場管理、公共WiFiのセキュリティ向上
- 子供や高齢者などスマートフォンになじみのない方の利用

### 実用化に向けた課題

- 現在：実験室での実装を完了しているが、実際の利用を想定した実証実験が未実施
- 課題：どのような利用形態がふさわしいか等のビジネスモデルの構築

### 企業へ期待すること

データベースまたは個人認証の技術を持つ企業との共同研究を希望します。また, IoT製品を開発中の企業, クラウド分野への展開を考えている企業には, 本技術の導入が有効と思われます。

POINT

- 鍵の受け渡しの必要がなくなる
- 個人情報は暗号化され、復号化されないため漏洩リスクが低減
- サーバーを第三者に委託できるため、参入コストが低い
- スマートフォン不使用

■知的財産権　：PCT/JP2018/45505「暗号データ処理システム、及びプログラム」
■試作品　：あり

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

バイオ

# 植物にジャスモン酸(植物ホルモン)の蓄積を誘導する新規化合物の発見

A Novel Chemical that Promotes Accumulation of Jasmonic Acid, a Plant Hormone

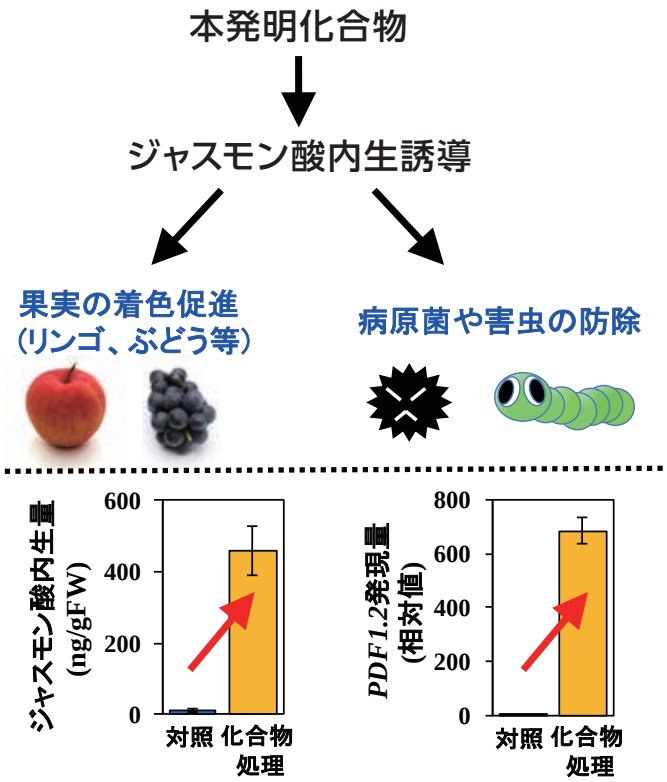
朽津　和幸　Kazuyuki KUCHITSU　(東京理科大学　理工学部　応用生物科学科　教授)
倉持　幸司　Kouji KURAMOCHI　(東京理科大学　理工学部　応用生物科学科　教授)

## 研究の背景

ジャスモン酸は、果実の着色や病害虫の防除など生育時に重要な形質を制御する植物ホルモンです。これまで、ジャスモン酸の類縁体が開発され、農薬として使用されてきましたが、植物体内の量を制御し、ジャスモン酸を蓄積させることは困難でした。本研究は、ジャスモン酸の蓄積を誘導することで、ジャスモン酸の生理活性を自在に調節できる化合物の探索を目的としています。

## 研究の概要

植物にジャスモン酸の内生量を増加させる活性を持つ化合物を見出しました。モデル植物に本化合物を処理すると、24時間後には内生のジャスモン酸量が劇的に増加し、植物のジャスモン酸応答のマーカー遺伝子の発現量も24時間後に大きく増加することを発見しました。




化合物処理24時間後のジャスモン酸内生量(左)とジャスモン酸応答性遺伝子*PDF1.2*の発現量(右)

### 従来・競合との比較

○従来
・ジャスモン酸誘導体を有効成分とする農薬がすでに農業利用中
○本技術
・誘導体とは作用機構が全く異なることから、病害虫の防除などのこれまで適用のない用途で使用できる可能性

### 想定される用途

・果実の着色促進
・植物病原菌の防除
・昆虫の食害の防除

### 実用化に向けた課題

・実験室レベルでモデル植物に処理するとジャスモン酸量が増加することを確認済み
・さまざまな作物に対する効果の検証や構造の最適化を進めている
・実用化に向けて、フィールド評価が必要

### 企業へ期待すること

共同研究パートナー企業を募集しています。
・フィールド評価に基づく実用化
・農業資材としての商品開発

POINT
・植物のジャスモン酸内生量を増加
・植物のジャスモン酸応答を促進

## 今後の展開

現在　構造活性相関試験、病虫害耐性に関する効果の試験
2020　フィールド評価

■知的財産権：PCT/JP2019/50992
「ジャスモン酸内生促進剤及びジャスモン酸内生促進方法」
■サンプル：有り

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

医　療

# 画像処理による粒度分布計測技術

Particle size analyzer technique using image processing

相川　直幸　Naoyuki AIKAWA　（東京理科大学　先進工学部　電子システム工学科　教授）

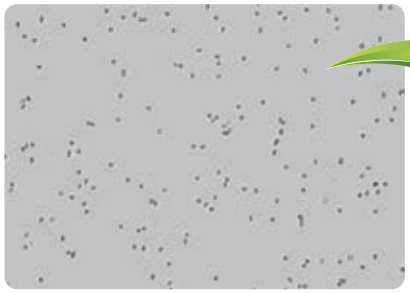
## 研究の目的

血中循環腫瘍細胞の抽出は、試薬を用いた可視化や医師の顕微鏡観察等によって行われるのが一般的ですが、工数やコストが掛かるとともに顕微鏡観察の場合は個人差が出るおそれがあるため、簡便な抽出法が望まれています。血中循環腫瘍細胞は正常細胞より大きく形が歪であることが知られていますので、粒度分布計である程度の抽出が可能と考えられます。しかし、市販の粒度分布計は工業製品を対象としているため、血液細胞の解析には適していません。よって本研究は、血液細胞に適した粒度分布計測技術を開発することを目的としました。また、本研究の計測技術は汎用性を持たせることを主眼としました。

## 研究の概要

画像処理技術を用いて、血液画像から血液細胞の大きさや形状などを計測し、形状ごとの粒度分布を求め、それらの情報から血中循環腫瘍の可能性が高い細胞の抽出を行うアルゴリズムを開発しました。従来の粒度分布計に比べ分解能が高まっている点が特徴です。また、従来の粒度分布計で用いられているソフトウェアはその機器でないと動作しませんが、本ソフトウェアは通常のPCで使用可能であるため、血液の顕微鏡画像があれば、どこでも簡便に血中循環腫瘍の可能性が高い細胞を抽出することが可能です。

### 本ソフトウェアを用いて血液画像を解析

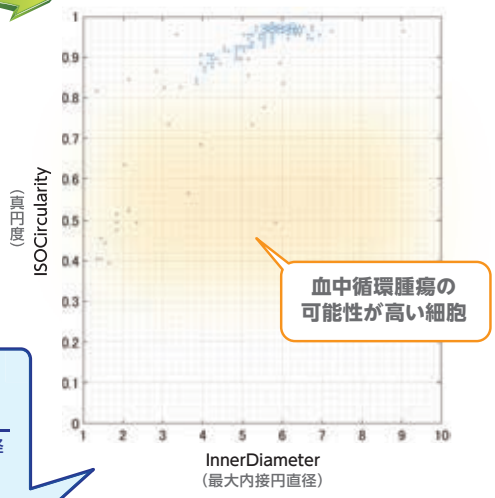


脂肪肉腫（右肩皮下）を発症している 14 歳のメスの犬（ウェルシュコーギー）の血液画像

Blood Image

### 血液細胞粒度分布計測結果

Result of blood cell size distribution analysis




**横軸：最大内接円直径**

**縦軸：真円度 ＝ 細胞と同じ面積を持つ円の直径 ／ 細胞と同じ周囲長を持つ円の直径**

真円度1　真円度0.75　真円度0.5

**※直径が大きく、真円度が小さい細胞が血中循環腫瘍の可能性が高い細胞となる。**

### 従来・競合との比較

- 3840×2748Pixelの画像サイズに含まれる血液画像の形状、大きさ、分布を2秒程度で計測可能
- ノイズにロバスト
- 分解能が高い

### 想定される用途

- 血液画像から血中循環腫瘍細胞を抽出するソフトウェア

### 実用化に向けた課題

- 検出実験数を増加し、精度の向上、ノイズに対するロバスト性の検証を行う

### 企業へ期待すること

本ソフトウエアのユーザーインターフェイスの開発と商品化に取り組んで頂ける共同研究企業を募集しています。

**POINT**

- 血液細胞の粒度分布計測に最適
- 通常のPCで使用可能（専用機器は不要）
- 血液の顕微鏡画像で計測可能（血液サンプル不要）

## 今後の展開

- GPU（Graphics Processing Unit）を用いた処理の高速化
- 抽出した血液細胞の分類

■受賞歴

- 電気学会技術委員会奨励賞（2013.03.07）
- IEEE Information Theory Society Japan Chapter Travel Support Award for Young Researchers（2012.10.30）等

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

AI

# 人工知能（AI）技術を活用した、繁殖率を高める栄養状態の評価・最適化技術の確立

東京理科大学、北里大学、鹿児島大学、オリオン機械㈱、
鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場、霧島第一牧場、岡山牧場
研究代表：相川　直幸　Naoyuki AIKAWA（東京理科大学　先進工学部　電子システム工学科　教授）

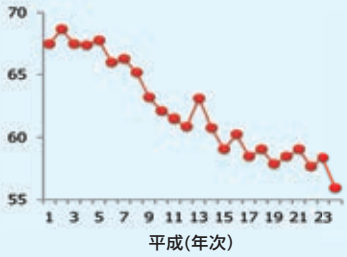
農林水産省受託事業「生産性革命事業に向けた革新的技術開発事業」の支援で実施中

## 研究の概要

研究実施期間：平成30～32年度（3年間）

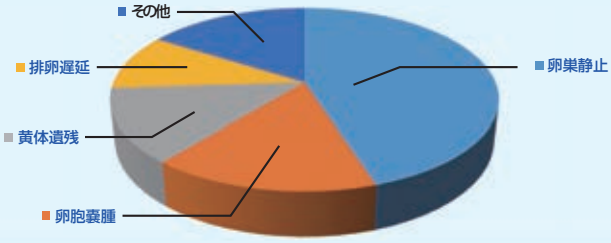
### 現状と課題

肉用牛の受胎率（%）の推移




肉用牛の受胎率は年々低下

繁殖疾患の内訳（%）

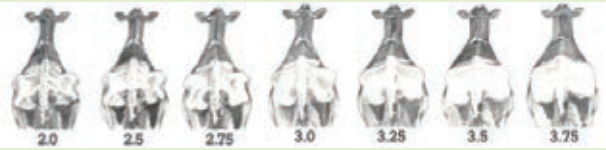



栄養充足率の過不足・バランスの崩壊が原因

適切な飼養管理（栄養状態の適正化）が求められる

### 既往の技術

ボディコンディションスコアリングやUV法による判定




Wildmanら（1982）

Fergusonら（1994）

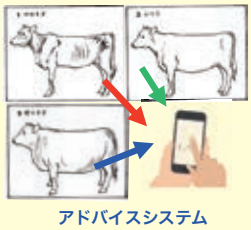
- 熟練の技術を要する
- 正確な判定が難しい
- 日常的に活用されていない
- 大規模経営には不向き

画像認識技術と人工知能（AI）技術を活用して、
肉用および乳用未経産牛における栄養状態の評価システムの自動化と最適化技術を開発

非侵襲的手法による繁殖牛の
栄養状態の客観的評価方法の確立

栄養状態と繁殖成績との関係を評価

AIで繁殖率を高める栄養状態を解析




最適な飼養管理方法を提示

●経営の大規模化にも対応できる繁殖牛の新たな飼養管理支援システムの開発により、
●初産月齢もしくは分娩間隔を延ばすことなく、繁殖牛の初回人工授精受胎率を1割以上向上させる

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

ナノテクノロジー

# 強度と防汚性とを併せ持ったモスアイ構造の形成技術

Forming technique of Moth-eye structure with high-hardness and anti-fouling effect.

谷口　淳　Jun TANIGUCHI　（東京理科大学　先進工学部　電子システム工学科　教授）

## 研究の目的

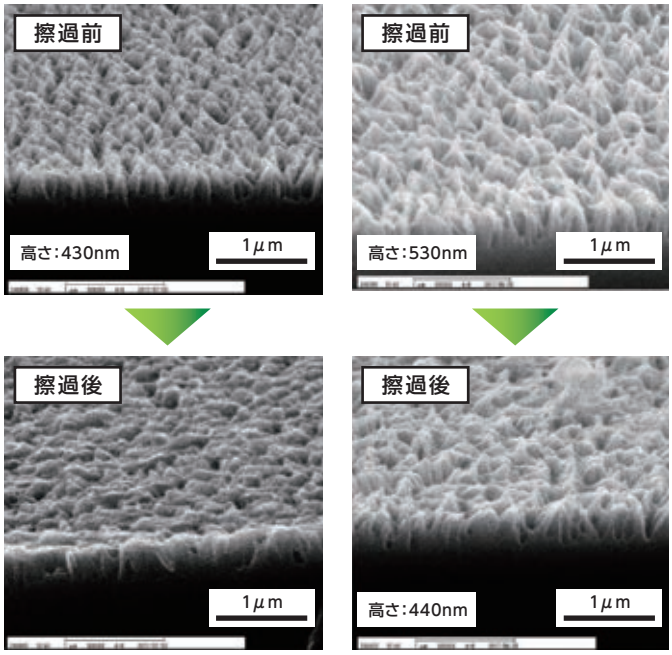
モスアイ構造はナノオーダーの微細構造のため、触ると壊れたり、指紋が付き拭き取れないという問題点がありました。これを解決できれば、モスアイ構造がタッチパネル等へも使用可能になるため、研究を進めてきました。

## 研究の概要

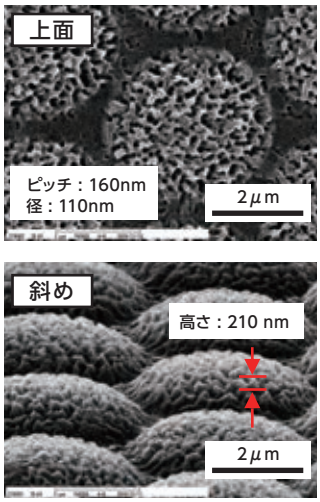
グラッシーカーボン（GC）基板に酸素イオンビームを照射するだけで、モスアイ構造が形成できます（特許登録）。モスアイ構造はナノオーダーの針状形状を持ち、可視光領域で反射防止効果があります。このナノ構造は、通常触ると壊れる程度の強度です。本技術では、GC上のモスアイ形状を特殊なUV硬化性樹脂に転写することで、触っても壊れない非常に高い強度を得ました。また、光硬化樹脂に防汚成分を含有させ、指紋などのふき取りも可能となりました。転写された樹脂は透明で、モスアイ構造を有するため、反射防止効果に加え、視認性も向上しました。また、マイクロレンズアレイ上にもこのモスアイ構造を形成する技術を開発しました。これによって、反射率0.6%、水の接触角147° のマイクロレンズアレイができました。

＜擦過に対する耐久性＞

従来品　　新開発品




＜曲面形状への形成＞




＜水の接触角＞

接触角:147°

新開発
←モスアイフィルム

### 従来・競合との比較

- 触っても壊れず、触った際の油なども拭き取れ、反射防止効果有り
- 反射率は可視光領域で0.3%未満で人工汗液などが付着しても拭き取り可能
- レンズなどの曲面計上への形成も可能

### 想定される用途

- タッチパネル表面の保護
- スマートフォン、タブレットなどの表面の保護や視認性向上フィルム
- ディスプレイ等の視認性向上、太陽電池表面での反射防止等
- レンズ等光学部品の反射防止及び防汚性、撥水性

### 実用化に向けた課題

現状５０ｍｍｘ７５ｍｍのサイズまでの金型加工によるが可能。大面積化するには、金型をつなぐ必要があり、つなぎ目の解消が必要

### 企業へ期待すること

- モスアイフィルムの製品応用
- モスアイフィルムのさらなる性能向上

上記に関して、一緒に共同研究を取り組んでもらえる企業を募集します。

POINT

- 高強度・防汚性・低反射率を兼ね備えたモスアイ構造フィルム
- ナノインプリント技術により量産可能
- 曲面への形成技術も開発

## 今後の展開

大面積のモスアイ構造フィルムを提供できるように研究・開発を進めていく。

■関連制度：JST A-STEP　ハイリスク挑戦タイプ
■知的財産権：特許第4550089号「反射防止構造体及びその製造方法並びに光学部材の製造方法」
■試作品：あり
■サンプル：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

デバイス

# 次世代ミリ波～テラヘルツ波帯低消費電力トランジスタの開発

Development of Next Generation Low Power Transistor that Operates at from Gigahertz to Terahertz

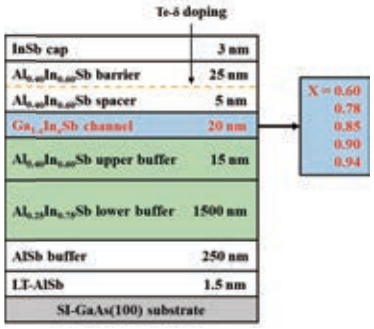

藤代　博記　Hiroki FUJISHIRO　（東京理科大学　先進工学部　電子システム工学科　教授）
遠藤　聡　Satoshi ENDO　（東京理科大学　先進工学部　電子システム工学科　教授）


## 研究の目的

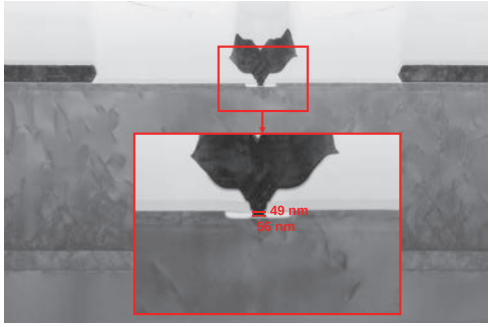
次世代通信、未踏センシング、極限コンピューティングなどを実現するためには、新たな高周波・低消費電力トランジスタが必要とされています。我々は、これを実現するデバイスとして、高い電子移動度を持つSb系化合物半導体を用いたトランジスタを研究しています。

## 研究の概要

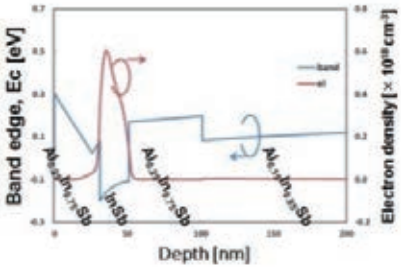
ミリ波～テラヘルツ波帯(30GHz～3THz)で動作可能な“高電子移動度トランジスタ（High Electron Mobility Transistor：HEMT）”を、Sb系化合物半導体を用いて開発するため、InSbやGaInSbをチャネルに用いたHEMTのモンテカルロシミュレーションによる設計・解析、分子線エピタキシー(Molecular Beam Epitaxy：MBE)装置を用いたHEMTエピ構造の作製・評価及びデバイス作製・評価を行っています。



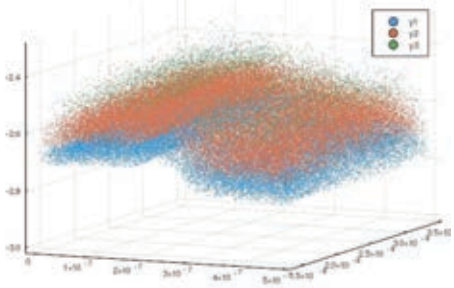

ステップバッファを用いたGaINSb
量子井戸チャネルの層構造




試作したGaInSbチャネルHEMTの断面透過
型電子顕微鏡写真（ゲート電極長：～50nm）




歪み制御したInSb HEMTの
バンド構造と電子濃度分布



シミュレーション結果のアニメーション化

POINT
- 高周波動作 (30GHz～3THz)
- 低消費電力

### 従来・競合との比較

InSbやGaInSbはSiの50倍以上の高い電子移動度を示し、GaAs系、InP系に次ぐ第3世代の電子材料として注目されています。バンドエンジニアリング、歪みエンジニアリングを駆使したデバイス構造設計と、それを実現する原子層レベルの薄膜成長、ナノメータレベルの極微細プロセスを適用することにより、GaAs系、InP系を超える世界トップレベルの動作性能を達成できます。

### 想定される用途

光と電磁波の境界であるテラヘルツ領域は、未踏センシング、次世代通信、極限コンピューティングなどの帯域として、工業・情報通信・医療・バイオ・農業・セキュリティなど様々な分野での応用が見込まれています。Sb系HEMTはテラヘルツ領域で動作する極限性能の低消費電力トランジスタとして、これらの実現に大きく貢献します。

### 実用化に向けた課題

テラヘルツ領域での高いトランジスタ性能を安定的に実現し、さらにIC化を目指します。

### 企業へ期待すること

Sb系半導体は高速・高周波トランジスタだけでなく、テラヘルツ～中遠赤外領域のLED、光検出器などのチャネル材料としても注目されています。一緒に実用化に取り組んで頂ける企業や研究機関を募集しています。

## 今後の展開

2021年　Sb系HEMT構造結晶の高品質化
　　Sb系HEMTの高速化
2022年　Sb系HEMTの低雑音特性の評価

■受賞歴：電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ活動功労表彰（2011年）
■受賞歴：電子情報通信学会電子デバイス研究会論文発表奨励賞表彰（2021年）


東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp



2022.04

デバイス

# ワイヤレス電力伝送

Wireless energy transmission

柴　建次　Kenji SHIBA　（東京理科大学　先進工学部　電子システム工学科　准教授）

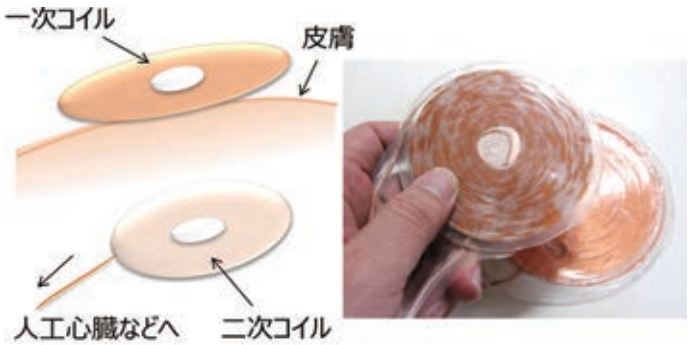
## 研究の目的

既に実用化されているものには、電磁誘導や磁気共鳴を用いたワイヤレス電力伝送がありますが、①コイル間の距離により出力電圧が変動する、②コイル間の距離により伝送効率が低下する、③負荷変動により出力電圧が変動する、④放射電磁ノイズが大きい、⑤人体への安全性が確かめられていない等の問題があり、制限された条件での利用にとどまっています。本研究は、このような従来技術の課題を克服し、安心・安全に充電できるワイヤレス電力伝送技術を開発することが目的です。

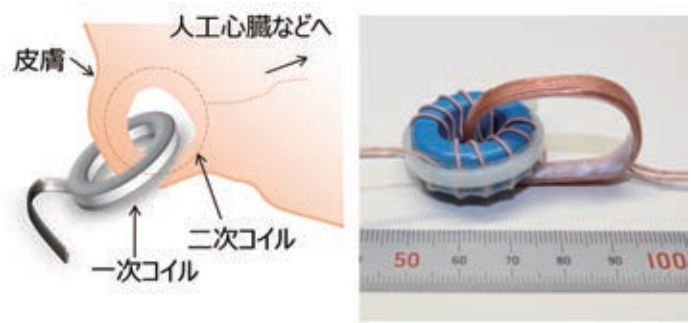
## 研究の概要

本ワイヤレス電力伝送システムは、電力伝送効率が高い（コイル間98%）、人間が近くにいても安全、負荷が変化しても出力電圧（=電力）が変化しない、一次コイルと二次コイルの相対的な位置が変化しても出力電圧が一定、電磁ノイズが小さい等の優れた特徴があります。

空心扁平型




体外結合型




### 従来・競合との比較

左図にあるような2つのタイプのトランスがあります（空心扁平型、体外結合型）。いずれのトランスも二次コイルは、生体にも埋め込んで長期間使えるように設計してあります。動物実験による安全性試験も行っています。

### 想定される用途

- 数10、数100Wの家電機器（モバイル機器とくに携帯・スマホの充電、充電式掃除機、充電式電動工具パソコン等）のワイヤレス充電
- 体内埋込型医療機器（補助人工心臓など）へのワイヤレス電力供給
- 電気自動車等の充電コネクタ

### 実用化に向けた課題

体内埋込機器用では、医療用のパッケージングの設計・製作が課題である。また家電機器や電気自動車用については、最終的には、出力電力に合わせたドシメトリ評価、EMC評価なども必要となります。

### 企業へ期待すること

トランスの設計には、巻線材質、巻き数、層数、外径、内径、フェライトの有無を検討する必要があります。また、放射磁界強度、電界強度は電磁妨害波規制や電磁生体影響と関係するため、規制範囲内に抑えたトランスを設計する必要がありますが、これは容易ではありません。本研究室では、これらを考慮した設計が可能で、安全で高効率なトランスの設計をお手伝いすることができます。

## 今後の展開

難しい課題ですが、1m程度の空間を電力伝送できるトランスも設計していきたいと考えています。

■受賞歴：日本人工臓器学会論文賞・循環系（2001年度）　他
■知的財産権：特願2014-146119「電力伝送装置および電気装置」
■試作品：あり
■サンプル：ご相談に応じて、対応の可否を判断いたします。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

医療・バイオ

# 近赤外光を応用した生体イメージングシステム

OTN(over 1000nm)-NIR in vivo Imaging System

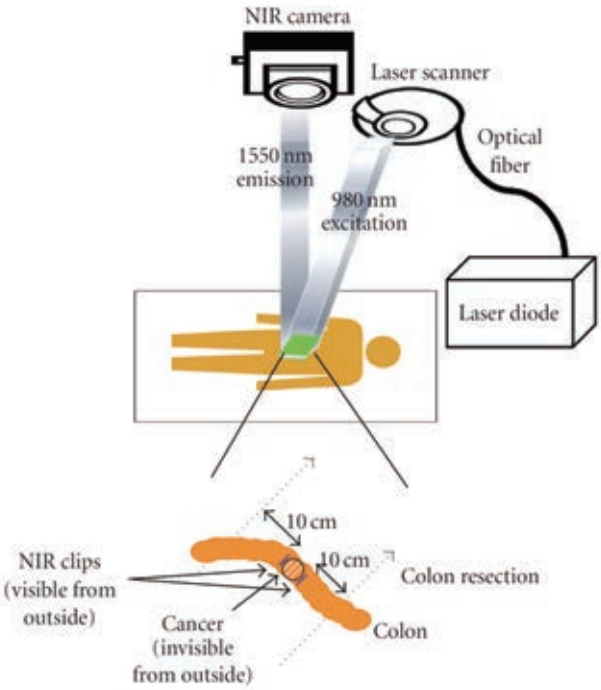
曽我　公平　Kohei SOGA　（東京理科大学　先進工学部　マテリアル創成工学科　教授）

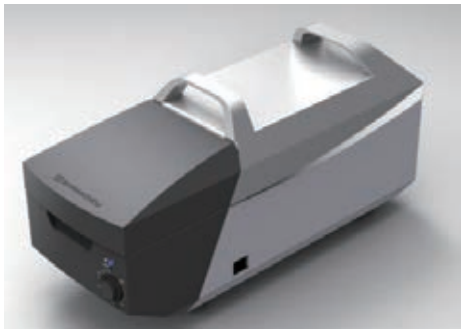
## 研究の目的

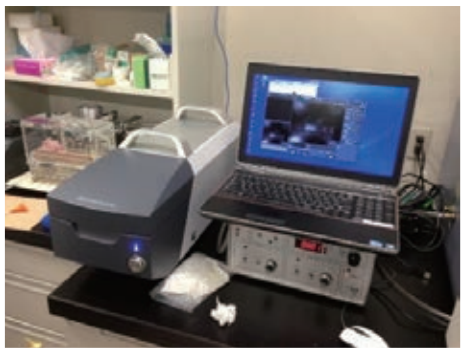
蛍光イメージング技術は、生物学、医学の研究には、基本的かつ重要な技術です。現在用いられている可視光や波長の短い近赤外光では、光散乱や自家蛍光が強く、観察深度と鮮明性に限界があります。一方、1000nm以上の近赤外(OTN-NIR)は波長域では従来の数nmをはるかにしのぐ数cmの観察深度が期待されます。しかし1000nm以上(OTN)の波長領域の観察にはシリコンCCDカメラの限界があり、十分な深部の鮮明なイメージングが出来ていないのがこれまでの現状でした。

## 研究の概要

本技術では、InGaAsCCDカメラとダイオードレーザー照明を搭載したイメージングシステムと同時に、希土類含有セラミックスナノ粒子（RED-CNP)を蛍光プローブとして同時開発することにより、「第二の生体の窓」であるOTN-NIR蛍光小動物生体イメージングを実現しました。





Potable OPT(島津製作所共同開発)

### 従来・競合との比較

- OTN-NIRを用いた生体イメージング
- 散乱光、自家蛍光の影響が受けない測定が可能
- 深部測定(数cm)が可能

### 想定される用途

- 小動物研究用イメージング
- 診断、医療用イメージング
- 製薬におけるDDS動態解析

### 実用化に向けた課題

- 小動物研究用イメージング装置は、島津製作所と共同開発。製品販売開始済み。
- 診断、医療用生体イメージング装置の実用化、蛍光プローブの多様化が課題。

### 企業へ期待すること

診断、医療用イメージング装置、新規蛍光プローブ開発、深部イメージングを生かした3次元イメージング技術開発に関する、共同研究パートナーを募集しています。

**POINT**

- 生体深部までのイメージングが可能
- 細胞、生体環境の影響なしに精度の高い測定が可能
- リアルタイム、長時間測定が可能

## 今後の展開

2014/12　小動物用イメージング装置販売開始（島津製作所）
2017/04　診断、医療用イメージング装置プロトタイプ作製
2022/04　臨床応用開始。診断、医療用イメージング装置販売開始
2027/12　診断、医療用イメージング装置販売開始

■受賞歴：日本歯科理工学会学術講演会発表優秀賞(2009/4/11)
日本バイオイメージング学会ベストイメージOLYMPUS賞(2006/11/2)
■知的財産権：特許第6617978号「光イメージング装置」
■試作品：あり　■サンプル：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

ライフサイエンス

# リン酸化合物による生体組織の透明化

Tissue Clearing of Phosphate Compounds

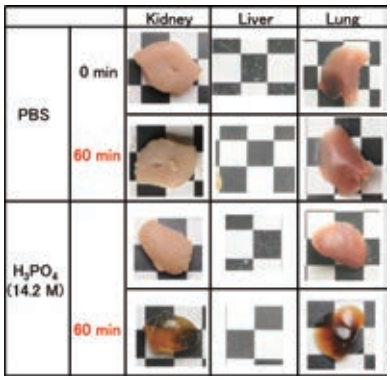
曽我 公平　Kohei SOGA（東京理科大学　先進工学部　マテリアル創成工学科　教授）

## 研究の目的

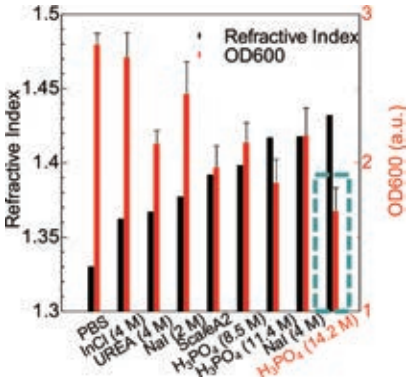
生体組織内に導入した蛍光物質により生体内構造を可視化する蛍光三次元イメージング技術は、医学・生物学研究における強力なツールとして活用されています。これまでのごく表層のイメージングと比べ、この技術では数mmに及ぶ深部まで組織を可視化することを目的としており、さまざまな透明化試薬が提案される中、従来よりも早い透明化が可能な試薬の開発が求められています。

## 研究の概要

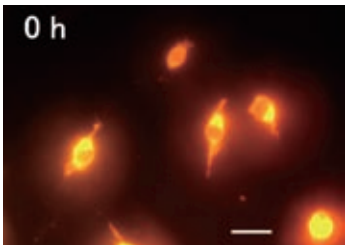
従来の透明化試薬では、透明化に際し主に数日から一週間程度の時間を要していました。この研究では透明化のメカニズムが試薬の添加による水の屈折率の増大により生体膜近傍の屈折率と周囲の水の屈折率が同等になることで光散乱を抑制するためであること明らかにし、大きな電荷により強い分極に基づく高い屈折率を実現可能なイオンとしてリン酸イオン$PO_4^{3-}$に注目し、種々のリン酸塩を水に添加した際の屈折率を測定したところ、高濃度のリン酸塩では生体膜を含む領域の屈折率に近い1.43程度の屈折率の水溶液が得られることを発見しました。この試薬では約1時間で組織を透明にすることができます。

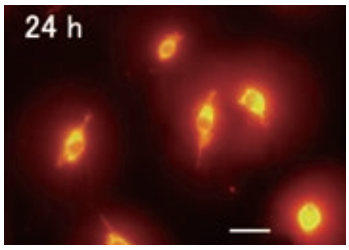



生体内組織を1時間で透明化




生体膜を含む領域の屈折率に近い試薬を実現




細胞の形態を保ったまま透明化

### 従来・競合との比較

- 従来数日かかった透明化がわずか1時間
- 生体にありふれたリン酸イオンを用いている

### 想定される用途

- 脳神経のイメージング
- 組織内部での血管新生のイメージング
- 非破壊での組織の3次元イメージング

### 実用化に向けた課題

- 浸透性を含む他機能導入による単純試薬との差別化
- 蛍光体の蛍光失活抑制
- 可能ならば組織が生きたままイメージングできる試薬の開発

### 企業へ期待すること

顕微鏡、in vivoを問わずイメージング用の蛍光試薬、蛍光イメージングシステムとカップリングして販売できると良いと思っています。

**POINT**

- 3次元イメージングのための生体組織の透明化
- 従来数日かかった透明化を1時間で実現
- 生体内に存在するイオンが成分

## 今後の展開

様々な実際のイメージングシーンにおいてデモ使用を行い、イメージング事例の提案数を増やしています。

■関連制度　：科研費新学術「ResonanceBio」
■知的財産権：特願2018-158579
「生体試料の透明化方法及び生体試料透明化剤」
■試作品　：なし
■サンプル　：なし

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

エネルギー・環境

# 排熱を利用した熱電変換モジュール：環境低負荷発電システム

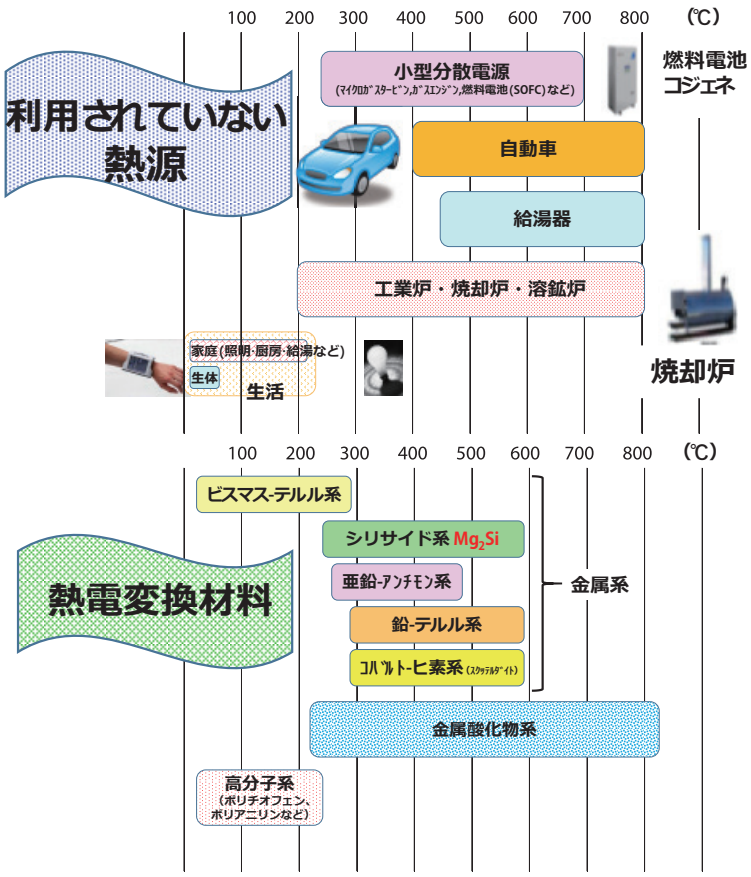
Thermoelectric waste heat recovery by environmentally benign materials

西尾　圭史　Keishi NISHIO　（東京理科大学　先進工学部 マテリアル創成工学科 教授）
飯田　努　Tsutomu IIDA　（東京理科大学　先進工学部 マテリアル創成工学科 教授）
阿武　宏明　Hiroaki ANNO　（山口東京理科大学 工学部 電機工学科　教授）他

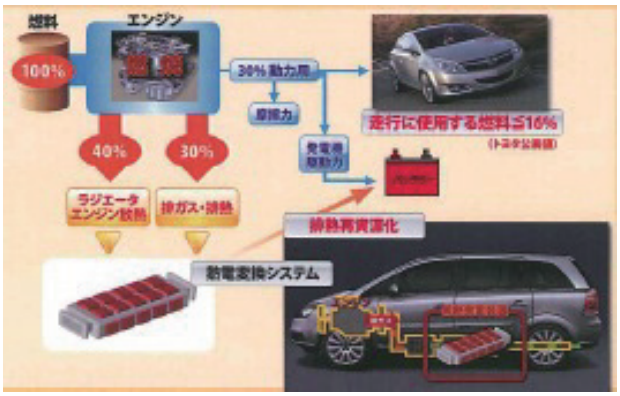
## 研究の目的

排熱は重要なエネルギー資源であり、未利用熱を利用価値の高い電気エネルギーに再資源化する排熱-電力変換技術の確立は、エネルギー利用効率の向上による二酸化炭素の削減に不可欠な要素技術です。高性能な熱電変換材料の実現には、材料の分子構造や結晶構造、電子特性などに注目し、半導体的特性の発現、電気伝導性、熱伝導性などを制御し、さらに資源としての入手しやすさ、安全性を踏まえて探索を行い、さらにその高性能化を図っています。また、国内外で産学官の連携を進め、自動車、工業炉などからの排熱発電、太陽熱、地熱、生体などの自然からの熱の有効利用を行うためのモジュール、発電システムの開発を進めています。

## 研究の概要




無機系、シリサイド系、有機系の各種の熱電変換材料の探索と性能向上、応用展開を研究しています。これらのうち、マグネシウムシリサイド（$Mg_2Si$）については、国内外の産学官連携により自動車向け発電モジュールの開発を推進しています。




### 想定される用途

自動車の排熱を電気に変換し、エネルギーとして回収し、燃費の改善、$CO_2$排出量の削減を図ります。自動車以外にも工業炉、焼却炉などの排熱の活用が期待されます。

### 従来・競合との比較

これまでの熱電変換材料には希少元素や有害性のある元素を使用した事例が多いのに対し、ここでは入手しやすく安全性の高い元素を使用しています。また、自動車の排熱の利用は未だ行われておらず、これからの課題です。

### 実用化に向けた課題

- 熱電変換特性のさらなる向上
- 機械的物性、耐久性、寿命の評価と向上
- 経済性の評価と改善

### 企業へ期待すること

様々な応用展開を図れるパートナーを求めています。

POINT
- 様々な温度領域の熱源に対応する熱電変換材料の研究が行われています。
- 環境・資源に配慮しています。

## 今後の展開

各種材料の研究を進めているが、$Mg_2Si$について、現在性能向上とモジュールの試作を実施中

2020年　欧州の自動車の環境規制に対応すべく、産学連携による開発を推進

■研究体制：総合研究院　未利用熱エネルギー変換研究部門
■知的財産権：特願2012-517173「熱電変換モジュールの製造方法及び熱電変換モジュール」他、無機系、有機系における熱電変換材料、モジュールに関し、国内外に多数の特許出願を行っています。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

計測技術

# ガスクロミズム現象を利用した光学・電気式水素ガスセンサー

Electrical and Optical hydrogen gas sensor with Pt/$WO_3$ thin films

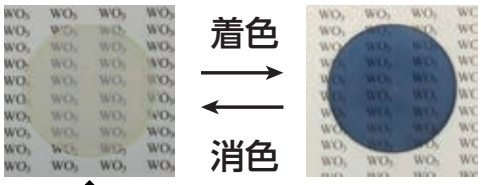
西尾　圭史　Keishi NISHIO　（東京理科大学　先進工学部 マテリアル創成工学科 教授）
山口　祐貴　Yuki YAMAGUCHI　（東京理科大学　理工学部 工業化学科 助教）

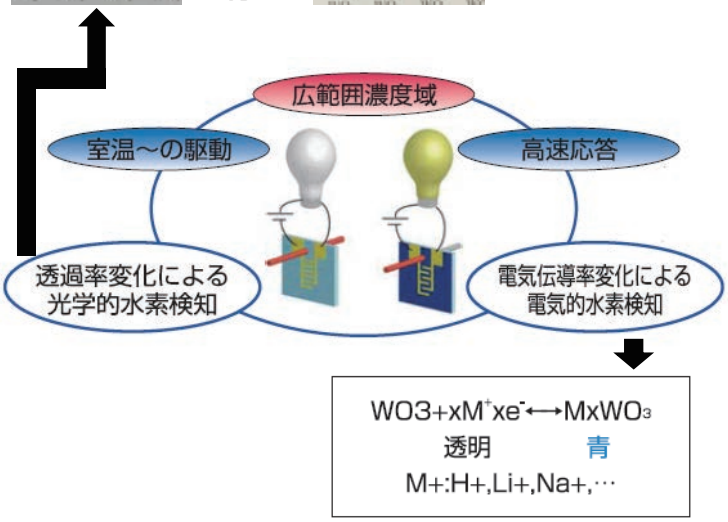
## 研究の目的

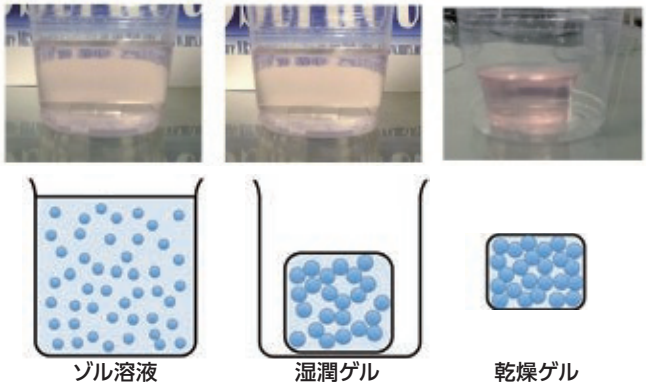
水素エネルギーは、燃料電池や水素自動車などへの応用展開により、将来が期待されているエネルギーソースです。しかしながら、水素ガスは大気中に約4%から74%含まれることで爆発域に達するため、漏洩を防ぐことが重要となっています。従来は、水素センサーとして電気式、接触燃焼式などが利用されていますが、検知できる濃度範囲にそれぞれ制限があること、検知速度が遅いことが問題とされています。ここでは、広範囲の濃度の水素ガス漏洩検知を高速で行うことを目指し、物質の構造から検出に用いる特性、デバイスの構造を検討して研究を進めています。

## 研究の概要

ゾルーゲル法により、酸化物（$WO_3$）の薄膜を調製し、さらに白金を担持したPt/$WO_3$をガラス基板上に形成します。ここでPt/$WO_3$のガスクロミズムを利用した光・電気式シナジーセンサーとし、光と電気の二つの物性を組み合わせることで水素ガスの幅広い濃度範囲に対応可能としています。ゾルーゲル法により作製した薄膜の微構造や結晶性を制御することにより高速応答を実現しました。




ゾルーゲル法による金属酸化物薄膜の調整

水素ガスを吹き付けた部分のみが着色

POINT

- 将来のエネルギーとして注目されている水素の安全な管理に寄与します。
- 環境・資源に配慮しています。

### 想定される用途

- 水素ガスセンサー；特に高速での応答が求められる希薄濃度から爆発域近傍までの定量が重要使用条件での測定・管理

### 実用化に向けた課題

- 計測技術との連携
- システムの構築

### 企業へ期待すること

様々な応用展開を図れるパートナーを求めています。

## 今後の展開

ガラス基板等の上に形成された Pt/$WO_3$ 薄膜を中心に水素ガスセンサーとしての活用について産業界と連携して進めます。他の材料についても探索研究を継続します。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

材　料

# ガラスビーズを用いた医療・センシング用機能材料の作製

Preparation of functional materials from glass beads for medical and sensing application


安盛　敦雄　Atsuo YASUMORI　（東京理科大学　先進工学部　マテリアル創成工学科　教授）
菊池　明彦　Akihiko KIKUCHI　（東京理科大学　先進工学部　マテリアル創成工学科　教授）
青木　伸　Shin AOKI　（東京理科大学　薬学部　生命創薬科学科　教授）

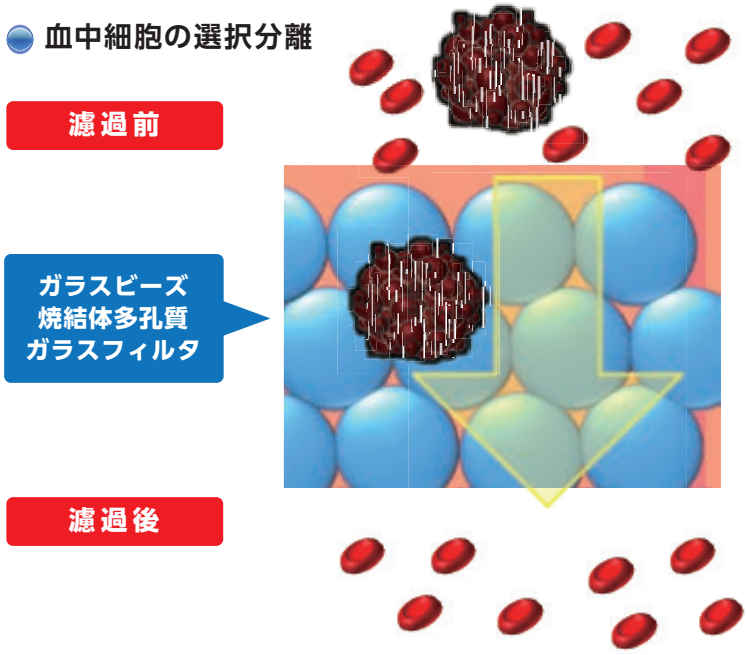

## 研究の目的

現在、がんによる死亡の大半（90%）にがんの転移が関与しており、がん転移の研究が注目されています。がん転移の確率を減少させるためには、血液中の循環腫瘍細胞（CTC）を減少させることが有効と考えられており、本研究ではフィルタを用いたCTCの濾過に注目し、安価で入手が容易なガラスビーズでフィルタを作製しました。このガラスビーズフィルタの立体構造により、従来難しいとされていた大量の血液処理、がん細胞の捕捉が可能となります。

## 研究の概要

特定粒径のガラスビーズを焼結することにより、曲面細孔形状からなる多孔質材料を作製します。この材料は特定サイズの液体中の粒子の捕捉・分離が迅速に可能であり、CTCの捕捉・回収等への応用を進めています。また、ガラスビーズを用いて作製した基板をラメラ構造を有する高分子膜と複合化させることにより、グルコース比色センサへ応用する研究も進めています。

### 血中細胞の選択分離




POINT
- 曲面細孔形状からなる3次元的な多孔質構造
- 汎用のガラス材料・作製プロセスを使用
- 高分子膜等との複合化が容易

### 従来・競合との比較

曲面細孔形状からなる3次元的な多孔質構造のため、従来のガラスフィルタと比較して細胞のような柔軟構造の粒子の分離・大量処理が可能です。また、高分子との複合化等の化学処理がしやすいこと、高分子材料と比較して化学耐久性や耐熱性が高く、高温の液体や硬度の高い粒子にも適用可能であること等が特長です。

### 想定される用途

- 粒子捕捉・回収用フィルタ（血中循環がん細胞の捕捉・回収など）
- 高温下での液中からの粒子の分離
- バイオセンサ（グルコース比色センサなど）

### 実用化に向けた課題

- フィルタの焼結、融着度合いの定量的評価
- フィルタの内部構造による粒子の通過挙動
- 血中CTCに対する有効性の評価
- CTC濾過以外の目的に対するフィルタ作製の検討
- グルコース応答性分子の導入（現在進行中）
- 層間隔変化が大きいラメラ構造の分子設計

### 企業へ期待すること

ガラスビーズフィルタは単体では実用化できないため、循環装置などの電気機械関連技術を持つ企業との連携を希望します。また、新たな応用分野からのご要望もぜひお聞かせください。

## 今後の展開

- 多孔質構造の制御を進めるとともに、血液等による評価を行い、実用性を検証
- 知的財産の強化
- 産学連携を通じて、広く社会に発信

■知的財産権　：特開2015-047285「ガラスフィルタ及び細胞分離方法」
　　：特開2014-062236「構造色発色基材及びその作製方法」
■サンプル　　：あり（一部提供可能）


東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp


2022.04

バイオ

# 植物の香りが織りなす生物間相互作用を農業システムや健康食品に応用した植物ならびに生産システムの開発

Application of Plant Aroma-Mediated, Biological Interactions to Agri-System and Healthy Food Science

有村　源一郎　Gen-ichiro ARIMURA　(東京理科大学　先進工学部　生命システム工学科　教授)

## 研究の目的

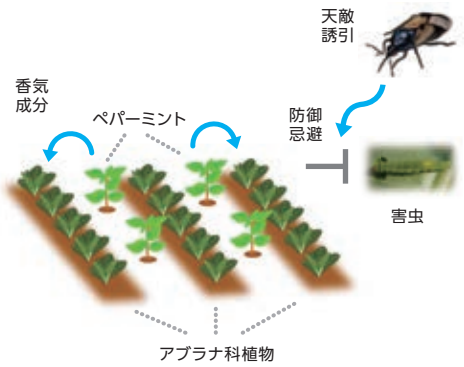
本研究では、植物が作り出す天然化合物である揮発性テルペン等の二次代謝化合物を恒常的に放出する遺伝子組換え植物や薬用植物を用いて、薬理効果(大腸の抗炎症等)、抗ストレス作用といったテルペン類の多彩な機能を明らかにし、メディカル・アロマ植物としての利用へ向けての基盤を構築します。さらに、ミント等のアロマ植物を天敵誘引と植物間コミュニケーションを促進するアグリ・アロマ植物として、マルチに活用させます。

## 研究の概要

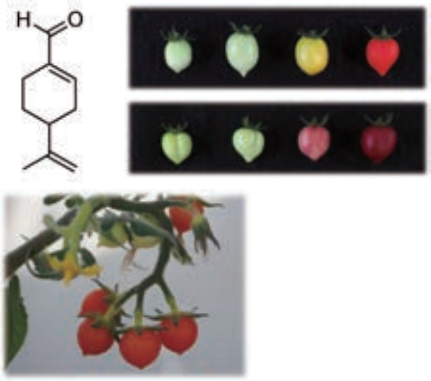
植物の香りの中でもテルペン類は、抗炎症、抗癌、リラクゼーション(抗ストレス)などの、多岐にわたる健康促進能力をもつことから、世界中の研究者や医療関係者から注目されています。さらに近年は、微生物、酵母、植物工場を用いたテルペンの生産技術システムの開発および、揮発性テルペンが織りなす生物間コミュニケーションをアグリバイオ技術として生産システムに取り入れるための基礎研究が急速に進められています。一部の研究成果については特許出願中であり、具体的な商品化を視野に入れつつあります。本研究事業では、多彩な生理活性をもつテルペンに着目し、植物—天敵間コミュニケーションおよび植物間コミュニケーションを促進するアグリ・アロマ植物と、抗炎症などの健康増進効果が期待されるメディカル・アロマ植物の開発をトマト等を用いて試みています。

### ミントをコンパニオン植物として利用した生産システムの開発

ペパーミントから放出される
香気成分を活用したアブラナ科野菜の害虫防除技術
(特許出願番号:2017-214231)




### 健康増進効果をもつ二次代謝化合物を生産する植物の開発




具体例
・ベタレイン(植物色素)を大量に含むトマトの抗炎症機能
・シソ香気成分による腸内環境の改善

### 従来・競合との比較

従来技術は、植物有効成分を単一薬剤化合物として利用しています。一方、本技術は植物体そのものの機能を利用するもので、植物のマルチ機能、複数有効成分をそのまま活用できます。

### 想定される用途

・アグリ・アロマ植物(ミント等)との混栽により農薬を用いずに害虫食害を防ぐ
・メディカル・アロマ植物の活用により科学的に立証された健康増進成分を低コストで供給可能

### 実用化に向けた課題

・香り有効成分の産生及びその調節に働く遺伝子の同定
・機能性植物の創製
・ゲノム編集
(CRISPR/Cas9システム)の利活用

### 企業へ期待すること

本研究技術により創製したアグリ・アロマ植物、メディカル・アロマ植物の実用開発および販売

POINT

・植物の香りコミュニケーションの新たな利用法
・揮発性テルペン類の害虫忌避作用と健康増進作用に注目
・新たな機能性植物、アグリ・アロマ植物とメディカル・アロマ植物の創製

■知的財産権：特願2017-214231「アブラナ科植物の免疫活性化方法及び免疫が活性化されたアブラナ科植物の生産方法」

■書籍：有村源一郎、西原昌宏 (2018) 植物のたくらみ — 香りと色の植物学. ペレ出版(東京)pp. 159
■文献：Uemura T., Yashiro T., Oda R., Shioya N., Nakajima T., Hachisu M., Kobayashi S., Nishiyama C., Arimura G. (2018) Intestinal anti-inflammatory activity of perillaldehyde. Journal of Agricultural and Food Chemistry 66:3443-3448
Sukegawa S., Shiojiri K., Higami T., Suzuki S., Arimura G. (2018) Pest management using mint volatiles to elicit resistance in soy: mechanism and application potential. The Plant Journal, in press

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL:03-5228-7440　E-MAIL:ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

アグリ・バイオ

# ミントおよびメントール誘導体の植物とヒトの免疫活性化機能

Mint Aroma and Menthol-Derivatives: Immune Activators for Plants and Human

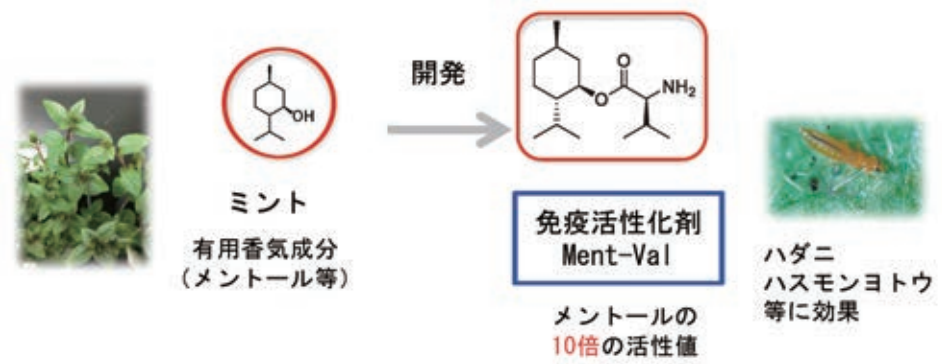
有村 源一郎　Genichiro ARIMURA（東京理科大学 先進工学部 生命システム工学科 教授）

## 研究の目的

植物工場などにおけるアグリ技術が近年注目されていますが、持続可能な実益を生むシステムの開発は未だ発展途上です。その中で、作物の病害虫抵抗性の潜在能力を効果的に引き出す免疫促進剤が期待されています。さらに、促進剤に健康機能性成分としての付加価値をもたらすことで、農作物のブランド化を実現し、個別の新規サプリメントとして商品化することも可能です。本研究では、これらの多様な機能性を持ち合わせる新規生理活性物質の開発と実用化を目指しています。

## 研究の概要

ミント香気やその主要成分であるメントールを受容した植物は、病害虫に対する免疫能力が飛躍的に向上します。さらに我々は、メントールをベースとして、メントールよりも優れた免疫促進能をもつ新規化合物を開発しました。これらの化合物（メントール誘導体）は、ヒト抗炎症機能を活性化させる生理機能も持ち合わせています。



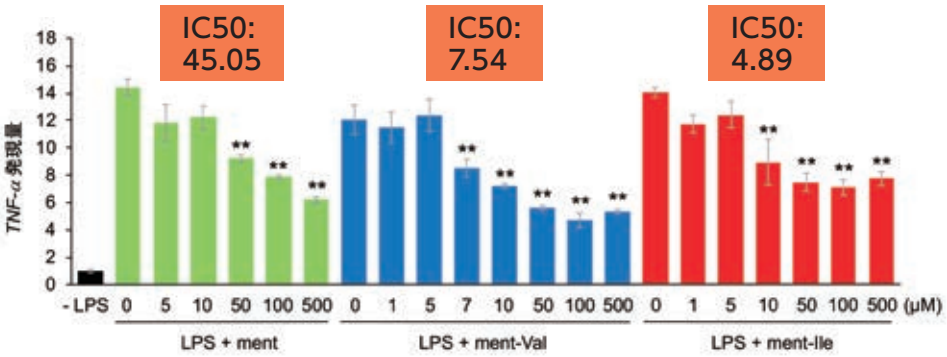




図 アミノ酸修飾されたメントール誘導化合物の抗炎症作用能力の比較

### 従来・競合との比較

- 【従来技術】遺伝子組換え技術やゲノム編集等を用いれば、防除の手間のない無農薬栽培は可能であるが、特に国内では実用化の目処はない。
- 【本技術】少ない環境負荷で簡易に実用化できる。
- 【本技術】メントール誘導体のような植物の免疫活性化剤とヒトの健康機能を高めるマルチ機能を持ち合わせた化合物である。

### 想定される用途

- 無農薬・減農薬栽培への適用
- 環境負荷が小さく耐性菌・害虫を発生させづらい新規農薬
- 特定保健用食品、機能性食品成分としての応用

### 実用化に向けた課題

- 低コスト且つ高効率なメントール誘導体の合成システムの開発
- 様々な栽培種における実地試験

### POINT

- 植物生産の無農薬・減農薬化に貢献できる実用性。
- 栽培者の意図や趣向に合わせ、ミントの植栽もしくはメントール誘導体の散布を利用するかの選択が可能。
- 毒性のある薬剤の投与ではないため、安全性が担保。
- サプリメントとしての商業的価値。

### 企業へ期待すること

- ment-Valの工業レベルでの化学合成の実施（合成レシピは理科大で確立、改良中）
- 温室や植物工場における実施試験の共同研究（小スケールでの実施試験は理科大で実施）
- ment-Valサプリメント、医薬部外品の開発

## 今後の展開

- 合成システムの改良　・水耕栽培における応用
- 植物工場栽培種の害虫であるアザミウマに対する活性の評価

■知的財産権：特開2019-083736、特願2019-135612、特願2019-135613

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

創 薬

# 海馬反応性に着目した抗うつ治療に対する評価法の開発

Development of Evaluation for Antidepressant Treatment Focusing on Hippocampal Responsiveness

瀬木（西田）恵里　Eri SEGI-NISHIDA （東京理科大学 先進工学部 生命システム工学科 准教授）

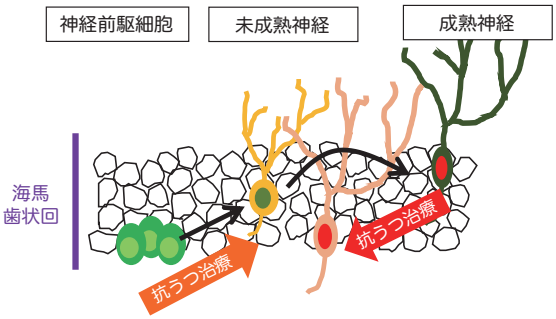
## 研究の目的

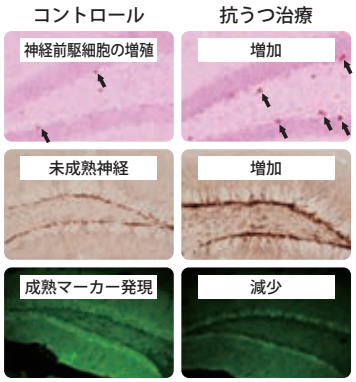
抗うつ薬開発では、モノアミン上昇系以外の新規治療薬が強く望まれていますが、非臨床試験において、急性の強制水泳試験など旧来からある試験だけで薬理機序を明確に示すのは困難です。そこで、本研究では、抗うつ治療候補化合物による脳内変化を適切に評価することを目的として、海馬での機能変化に着目しました。

## 研究の概要

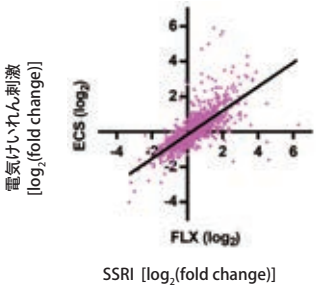
私たちは、これまでに治療機序が異なる複数の慢性抗うつ治療モデルで、海馬で誘導される共通の変化を見出しています。例として、遺伝子発現パターン、神経の生存・分化・成熟、刺激に対する反応性などが挙げられます。これらの変化は、抗うつ効果を誘導・持続させるために必要な海馬で共通する下流シグナルであると考えられます。したがって、これまで抗うつ薬としての実証が困難であった候補化合物について、これら評価を組み合わせることで、様々な時間軸で、うつ治療につながる脳内変化を捉えることが可能と期待されます。

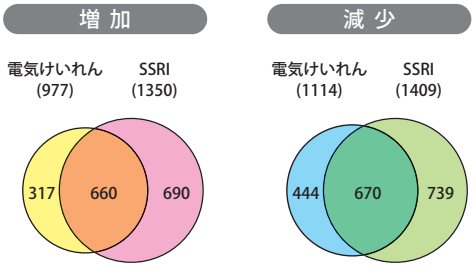
1）抗うつ治療による神経分化・成熟の変化パターン




2）抗うつ治療による遺伝子発現変化




### 従来・競合との比較

・安定した抗うつ効果発現に即した脳内（特に海馬）の変化を組織・遺伝子変化として同定（モノアミン亢進系以外を含む）

### 想定される用途

・非臨床試験での候補化合物の特徴付け
・下流シグナルを標的とする新規化合物の探索

### 実用化に向けた課題

・新規評価マトリックス作成による候補化合物評価の迅速化・簡便化が可能

### 企業へ期待すること

本評価法を利用した新薬候補化合物の作用機序の解明、コンセプト妥当性の検証に興味を持つ企業を求めています。

POINT

・慢性抗うつ治療により、海馬では共通の変化が誘導される。
・海馬の応答性評価は、治療機序が不明な抗うつ治療候補化合物の治療コンセプト妥当性の形成に有用である。

## 今後の展開

・うつ病モデルと組み合わせた病態形成と治療機序の解明
・海馬での下流シグナル変化を標的とした新規抗うつ治療標的の同定
・海馬下流シグナル変化と抗うつ様行動との因果関係の同定

■参考文献 ： Imoto et al. Mol Brain, 10:8, 2017
Ueno et al. J Neurochem. 149(4):488-498. 2019

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

土木・建築

# 最適化・AI手法による建築構造の設計支援システム

Power converter that have the function of failure prognosis and diagnosis for solar cells

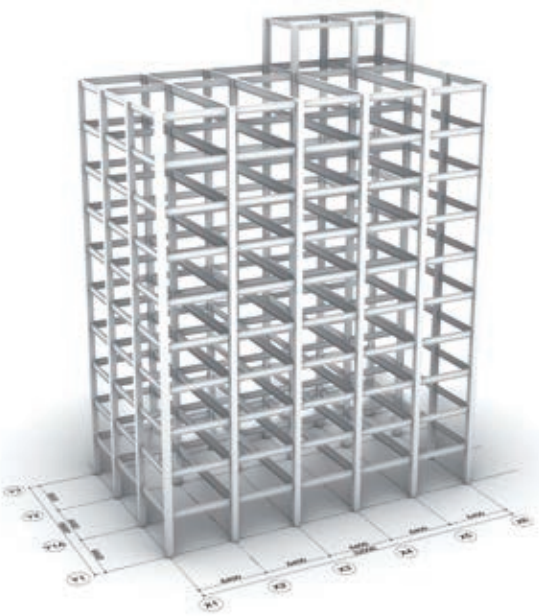
東京理科大学
工学部 建築学科　教授
山川　誠
Makoto YAMAKAWA

## 研究概要

強震動に対する人命保護に加えて、建物の機能維持や早期回復性の重要性が認識され、応答制御機構に代表される建築構造の高性能化、高機能化がより求められています。一方、近年の人工知能や機械学習の発展に加え、デジタル製造技術の普及により、設計プロセスに数理的ツールを採り入れる機運が高まっています。このような先端的な要素技術の統合と建物の構造設計に特化したアルゴリズムの開発・実装により、建築構造の合理的な概算（仮定断面）を設計条件に応じて短時間で提示します。

## 研究成果

独自の最適化・AI 手法に基づき、構造計算での与条件をすべて満足する躯体断面を、躯体コストが最小となる条件のもとで算出できます。例えば、鋼構造建物の場合、指標として必要鋼材量や建設費などを選ぶと、それらを最小とする H 形鋼・角形鋼管の寸法を提示することができます。実用規模のオフィスビルや体育館施設での試設計を行い、その実用性を確認しています。



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 寸法上下限制約 | 梁 | 梁せいの制約<br>$100 \le H_i \le 900$<br>$H_{i+1} \le H_i$ $(i=1,\ldots,n_s)$（上下階制約）<br>梁幅の制約<br>$100 \le B_i \le 400$ $(i=1,\ldots,n_s)$<br>板厚の制約<br>$6 \le tw_{ij}, tf_{ij} \le 36$ $(j=1,\ldots,n_{ij})$ | | |
| | 柱 | 箱型断面幅、板厚の制約<br>$300 \le D_i \le 800,\ 13 \le t_i \le 36$<br>$D_i^{k+1} \le D_i^k$ $(i=1,\ldots,n_s, k=1,\ldots,n_c)$（上下階制約） | | |
| 部材端応力 | 柱・梁 | 一次設計時（長期、短期）<br>$\left\lvert \frac{M_i}{Z_{ni} f_i} \right\rvert + \left\lvert \frac{N}{A_i} \right\rvert \le 1$ | | |
| 層間変形角 | 各層 | 一次設計時<br>$\delta / h \le 1/200$ | たわみ制約 | 梁 | 一次設計時<br>$d / l_i \le 1/300$ |
| 幅厚比 | 柱 | $D_i / t_i \le 33\sqrt{235/F}$ | 梁 | $H_i / t_w \le 60\sqrt{235/F}$<br>$B_i / 2 / t_f \le 9\sqrt{235/F}$ |

### 従来・競合との比較

- 従来技術の問題点であった、計算時間の削減と精度の向上に成功
- 従来は単純な構造への応用に限られていたが、実用的な規模の建物の構造設計（仮定断面の算出）を数分から 1 時間程度で可能

### 想定される用途

- 本技術の特徴を生かして、建物の基本設計段階に用いることで、設計作業の省力化、省時間化でのメリットが大きくなります。
- 限られた時間で多くの構造計画案を検討できるので、構造計画の質の向上が期待されます。

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

現在、鋼構造の一次設計（弾性設計）については開発済みです。RC 造や二次設計（保有水平耐力設計）についても理論的な検討を行っています。設計への応用に興味を持つ企業との共同研究を希望します。構造計算ソフトを開発中の企業、特定の構造形式に特化した構造設計の合理化を考えている企業にも、本技術の導入が有効です。

## POINT

- **構造計算での与条件をすべて満足する躯体断面を、躯体コストが最小となる条件のもとで算出**
- **実用的な規模の建物の構造設計（仮定断面の提示）を数分から 1 時間程度で可能**
- **限られた時間で多くの構造計画案を検討**

## 今後の展開

2021.03　鋼構造の二次設計（保有水平設計）
2022.03　RC 構造の一次設計（弾性設計）
2023.03　RC 構造の二次設計（保有水平設計）

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
構造最適化　構造設計　耐震設計　数値シミュレーション

2022.04

機　械

# マルチフィジックスCFDシミュレーションの産業・医療応用に関する研究

Research on Industrial and Medical applications of Multiphysics CFD Simulation

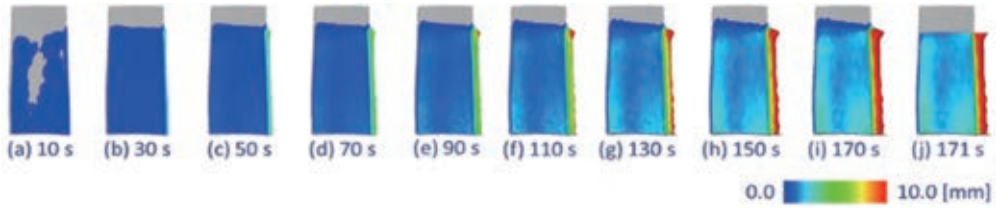
山本　誠　Makoto YAMAMOTO　（東京理科大学　工学部　機械工学科　教授）

## 研究の目的

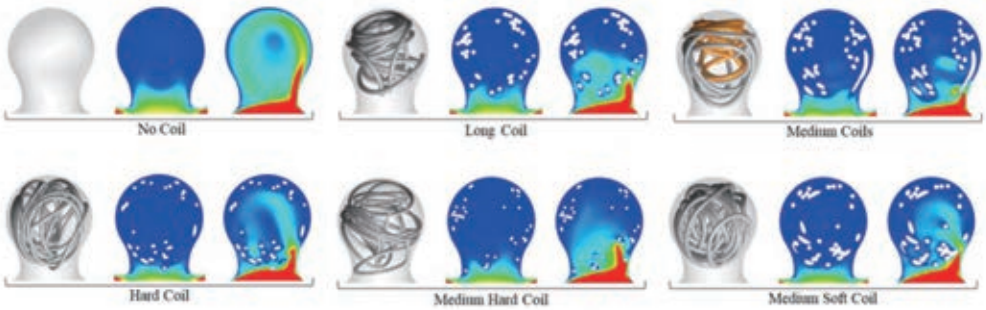
産業界や医療分野においては、熱流体現象とその他の物理現象が相互干渉する様々なマルチフィジックス現象が発生し、機械の設計開発や医療行為の技術課題となっています。本研究は、CFD（Computational Fluid Dynamics、数値流体力学）に基づくシミュレーション技術を駆使してマルチフィジックス現象を再現し、機械の設計開発や医療行為に対する指針を提供することを目的としています。

## 研究の概要

これまでの研究により、ジェットエンジンの着氷現象、サンドエロージョン現象、熱交換器の粒子付着現象、脳動脈瘤のコイル塞栓術、ステント留置術などに対して、格子法を用いたシミュレーション技術を開発し、これらのマルチフィジックス現象の再現に成功しています。現在は、格子法と粒子法をカップリングした格子・粒子ハイブリッド法という革新的なシミュレーション技術の研究開発に注力しています。




ファン動翼における氷の成長と離脱




脳動脈瘤へのコイル塞栓効果

（左：コイル塞栓状態／中：分岐部の脳動脈瘤／右：血管側壁の脳動脈瘤）

### 従来・競合との比較

マルチフィジックス現象は、その複雑な特性のため、市販のCFDソフトを用いても十分な精度で再現できません。

### 想定される用途

- マルチフィジックスCFDシミュレーションの結果に基づく各種機械の設計開発に利用できます。
- コイル塞栓術やステント留置術に対する手術方針の検討・提案ができるようになります。

### 実用化に向けた課題

マルチフィジックス現象は実験により計測することが困難な場合が多く、シミュレーション結果の妥当性や精度の検証をどのように行うかが課題です。

### 企業へ期待すること

産業界や医療分野で遭遇する様々なマルチフィジックス現象を一緒に解明し、開発したシミュレーション技術を活用していただける企業・医療機関を募集しています。

**POINT**

- マルチフィジックス現象の解明
- マルチフィジックス現象に対するシミュレーション技術の確立
- シミュレーション結果に基づく、より高性能で安全な機械の開発、より望ましい手術方針の提案

## 今後の展開

- これまで研究されたことがないマルチフィジックス現象に対するシミュレーション技術の確立
- 研究開発したシミュレーション技術を各種機械や手術プロセスの問題に適用、実用化
- マルチフィジックスCFDシミュレーションに関するプラットフォームの構築

■研究体制：本研究は基本的に東京理科大学において実施しますが、JAXA、東京慈恵会医科大学、企業などとの共同研究の実績もあります。

■受賞歴：

- 日本機械学会流体工学部門（部門賞）　2020年11月
- 日本機械学会関東支部（功績賞）　2020年3月
- JACM(Computational Mechanics Award) 2019年12月
- 東京都功労者表彰(技術振興功労賞) 2019年10月 他

■マルチフィジックス現象解析スキル：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

機　械

# バイオメカニクスによる医理工連携

Medical - Science - Engineering cooperation by Biomechanics

竹村　裕　Hiroshi TAKEMURA　（東京理科大学　理工学部　機械工学科　教授）

## 研究の目的

RoboticsやBiomechanicsを軸とした、ヒトの動作の計測・モデリング・コントロールに関する研究を展開しています。ヒトの機能解明・基礎研究から応用研究まで幅広く実施するとともに、動物の行動解析や医療デバイス開発にも取り組んでいます。

## 研究の概要

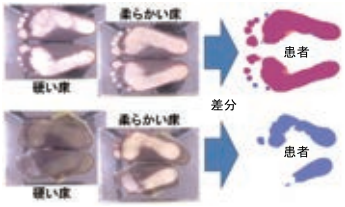
研究テーマは多岐に亘っていますが、大きく以下のように分類し、その一部の概要をご説明します。

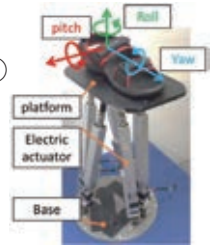
■足関係の研究

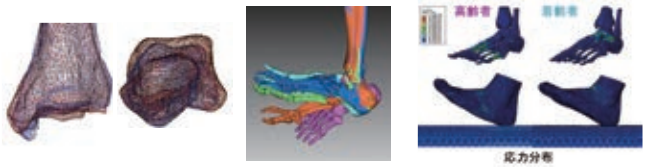
①足裏画像に着目した糖尿病神経障害早期スクリーニング
②距腿関節回転軸を考慮したリハビリテーション装置
③変形性足関節症患者の足部骨形状と関節アライメント評価
④時間差分画像を用いたマウスの引っ掻き回数の計測
⑤深層学習を用いた乳牛のBCSの自動計測システム

■医療デバイス関連の研究

⑥歯科矯正力計測デバイス
⑦近赤外分光カメラによる消化管間質腫瘍識別
⑧臓器内腫瘍の穿刺光焼灼デバイス
⑨近赤外光を用いた内視鏡デバイス

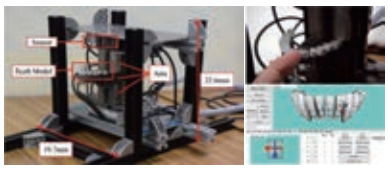
①


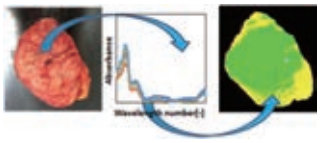

②


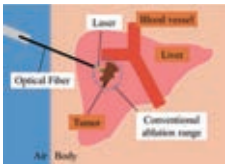

③



④

⑤

⑥


⑦


⑧



⑨
硬性内視鏡

### 従来・競合との比較

“足関係の研究”においては、医学的・実験的動作計測→デジタルヒューマンモデリング→シミュレーション数値解析、といったサイクルを回すことにより、足の構造・機能・動作メカニズムの解明を行っています。実物に則したモデルで解析を行い、開発システムにフィードバックが可能となりました。

### 想定される用途

・医療系デバイスの開発
・医療福祉機器の開発
・深層学習を用いた自動計測システムの開発、他

### 企業へ期待すること

研究開発に取り組んでいるテーマの実現・具現化に向けて、ご協力頂ける企業との連携を期待しています。

POINT
・RoboticsやBiomechanicsの研究を軸に、人の動作計測／モデリング／コントロールの研究を展開しています。
・医療系デバイスや医療福祉機器の開発にも積極的に取り組んでいます。

## これまでの取り組みと今後の展開

外部研究機関との連携も盛んに行っております。また、外部医療機関等と共同で医療福祉機器の研究開発も行っております。

■共同研究先：公的機関（産業技術研究所、理化学研究所、国立がん研究センター東病院、農研機構、医学系大学）及び民間機関との共同研究実績多数
■知的財産権：特許第5995215号『癌細胞領域抽出装置、方法、およびプログラム』、特許第6666010号『アプローチ装置』、PCT/JP2020/032439『異常状態推定装置、足裏状態推定装置、システム、及びプログラム』、他

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

土木・建築

# グローブ風速放射気温センサ

Globe Radio--anemo Thermometer(GRaT)

東京理科大学
理工学部 土木工学科　准教授
仲吉　信人
Makoto Nakayoshi

## 研究概要

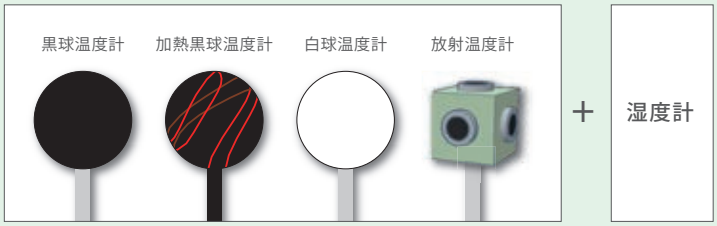
人の熱さの感じ方には、気温だけでなく、湿度、風速、日射や輻射熱が関係しています。これらの気象５因子より、人体の熱収支を計算し、人の熱中症リスクを正確に算定することができます。グローブ風速放射気温センサは、上記気象因子のうち、湿度以外の４因子を測定する可搬性に優れたセンサです。小型・携帯性に優れる本センサの特徴を活かし、街区内の熱環境の詳細な評価や個人個人の曝される熱中症リスクを正しく評価することを目的とします。

## 研究成果

本センサーは、黒球温度計、加熱黒球温度計、白球温度計の３種類の小型グローブ温度計と、多面放射温度計から構成されます。これら４種類の温度計測から、風速、気温、そして日射・輻射熱の人体への入力熱量が算出可能です。非常にコンパクトで低消費電力ながら、正確な熱中症リスク評価に必要な環境因子のほぼすべてが測定できます。

**本センサ応用例 ～熱中症リスク評価のフロー～**

**環境測定**




**人体熱収支の計算**

with 個人属性（身長、体重、年齢、性別）、着衣、活動状態

**パーソナル熱中症リスクの計算**

### 従来・競合との比較

市販気象センサは、定点観測用に設計開発されており、可搬性が悪く、また、旧式のグローブ風速放射センサは、気温測定用の強制通風筒が必須であり、電力消費、携帯性に問題がありました。加えて、輻射熱の算出精度に改善が必要でした。
本センサは、超小型な赤外放射温度計から輻射熱を正確に評価でき、また、気温測定自体が不要となり、省エネ、更なる小型化の実現を可能としました。

### 想定される用途

- 市民や屋外作業者・アスリートの正確な熱中症リスク評価
- 高密度な環境・気象モニタリングの実現
- ガジェット化によるパーソナルウェザーステーション

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

センサ製品化に向け、気象観測装置の開発・販売を行っている企業、及びセンサの高精度化に向けて、次の技術を持つ企業との共同研究を希望します。

- 超高反射、超低反射塗料技術を持つ企業
- 高精度な球形の温度センサの製造技術を持つ企業

## POINT

- **熱中症リスクの正確な評価が可能**
- **小型・低消費電力で、設置・撤去が容易**
- **定点観測のみならず、車両等への設置に より、広範囲での熱環境情報取得が可能**

## 今後の展開

- 個人個人が暑さ寒さを自己監視できるよう、センサをガジェット化する。
- 都市内の気象ビックデータ取得

■知的財産権：
特願2019－225376「測定機器」

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
熱中症　ウェラブル気象センサ　スマートガジェット
モバイルウェザーステーション　熱環境のオールインワンセンサ

2022.04

土木・建築

# 小型かつ安価な降水粒子観測システム

Compact&low-cost rain drop monitoring system：Image disdrometer

東京理科大学
理工学部 土木工学科　助教
小野村　史穂
Shiho Onomura

東京理科大学
理工学部 土木工学科　准教授
仲吉　信人
Makoto Nakayoshi

## 研究概要

毎年、全国各地で水害が発生しており、降水量を精密に観測することが求められています。地上雨量計は離散的に設置されているため、局地的大雨などを捉える上で十分密な降水量データを取得できていません。一方で、上空を密に観測する気象レーダーの利活用が進んでいますが、地上で計測される降水量や降水粒径で補正しており、グランドトゥルースとしての地上観測データの充実が望まれています。それらの課題に対し、本研究は小型かつ安価に降水強度・降水粒径を観測する装置及びその解析プログラムを提案します。

## 研究成果

本研究は、落下してくる降水を受け止める透明な平板と定期的に雨滴を除去するワイパー、そして平板を動画で撮影するカメラで構成されます。降水強度と降水粒径分布は、動画で連続する２枚の画像から、画像処理で降水粒子を検出し、その粒子体積と総数を算出することにより求められます。

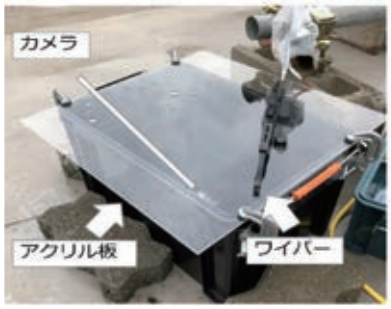



図-1　観測装置

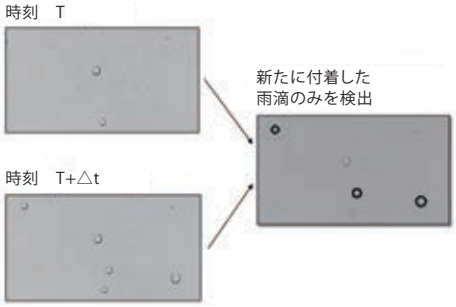



図-2　連続画像を用いた雨滴の検出

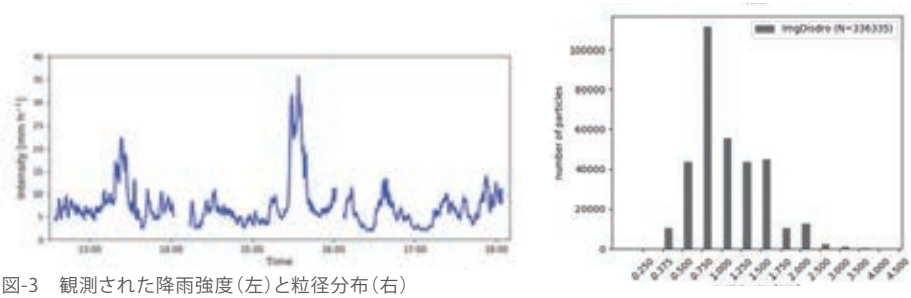


図-3　観測された降雨強度（左）と粒径分布（右）

### 従来・競合との比較

**転倒升雨量計**
従来の降水量観測装置であり、地上数十km間隔に設置されています。

**レーザー式降水測定装置**
降水量に加え、降水粒径の測定が可能です。ただし、高価、高重量、消費電力大を理由に、研究等の限られた利用に留まり、多点展開されていません。

**気象レーダ**
電波の反射強度から降水強度を推定し、降雨分布の測定が可能です。ただし、上空での観測に限られており、地上降水量との差異が指摘されています。

### 想定される用途

- レーザー式降水測定装置の代替
- 既存の気象観測点における降水粒径の追加測定
- 市民科学推進のための安価な降水測定装置

### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

気象観測装置の開発、販売を行っている企業とのは、共同研究を希望。また、気象観測分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われます。

### POINT

- **観測装置は非常に安価であり、さらなる小型化可能。**
- **今後、車両やドローン搭載し、降水移動観測が可能。**

## 今後の展開

実用化に向けた共同研究の実施
- 夜間観測の検証
- 長期観測に向けたデータ通信システム
- 屋外長期観測のための装置の耐久性強化

■知的財産権：
特願2019−186398「降水情報処理システム、降水情報処理方法、降水情報処理プログラム、及び無人航空機」

東京理科大学　産学連携機構
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

検索キーワード
降水　降雨　雨滴粒径　気象センサ　小型軽量

2022.04

エネルギー・環境

# 太陽光発電システムの主力電源化に向けた翌日発電量予測技術

Day-ahead forecasting technologies for PV systems

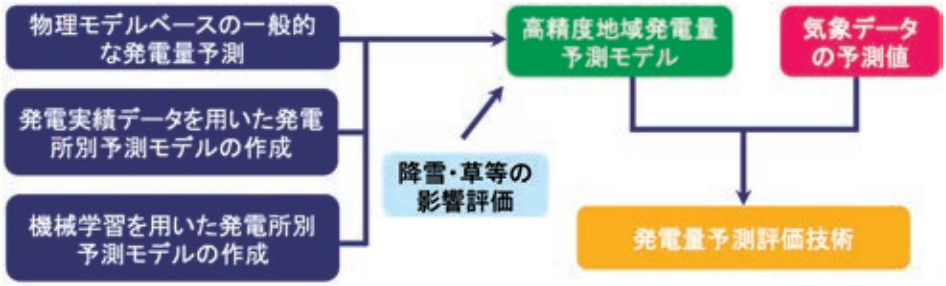
植田　譲　Yuzuru UEDA　（東京理科大学　工学部　電気工学科　教授）

## 研究の目的

再生可能エネルギーの大量導入に向け、今後も多くの太陽光発電システムの設置が見込まれています。想定運用期間が20年以上と長く、高い信頼性を持つ太陽光発電システムですが、日々変化する気象条件に発電電力量が左右されるため、ポストFITを見据えた翌日の発電量予測においては、その発電特性を理解し、発電所毎に異なる設備構成を考慮し、時間帯によってかかる日陰の影響や日々の気象条件の違いを考慮して翌日の発電量を高精度に予測することが重要になります。本研究は、住宅用からメガソーラまで様々な太陽光発電システムに適用可能な発電特性の解析技術と、翌日発電量の予測技術の開発を目的としております。

## 研究の概要

日射量予測技術の進展により、発電所単位や地域単位などの特定のエリアに対しての日射量予測が可能となってきています。本研究では、対象地域に設置されている太陽光発電システムの設備構成や特徴を考慮した高精度な発電量予測モデルの構築と、ポストFITを見据えた発電事業者、アグリゲータにとっての予測の有用性評価を組み合わせた発電量予測評価技術を開発しています。発電量予測評価技術では、過去の発電実績値や気象データおよび予測値等を入力データとし、物理モデル、実績値を用いたモデル、機械学習を用いたモデルなどを組み合わせて高精度な予測モデルを開発しています。



POINT　ポストFITを見据えた高精度な翌日発電量予測

### 従来・競合との比較

発電所毎の特徴を、物理モデル、実績値モデル、機械学習など複数の手法を組み合わせることにより考慮可能としています。学習に長期間のデータを必要とせず、システム規模や構成に依存しない予測手法の開発を行っています。

### 想定される用途

・住宅用PVの翌日発電量予測
・大規模PVシステムの翌日発電量予測
・発電所計画時の発電量推定や事業性評価

### 実用化に向けた課題

多くの発電所の詳細な時系列発電データを用いて予測と解析を行うことにより、さらなる高精度化を目指す。

### 企業へ期待すること

・発電データを提供してくれる発電事業者
・発電量予測データの活用としてエネルギーマネジメント等の電力需要データとも組み合わせた共同研究提案

## 今後の展開

衛星データからの日射推定と連携した、個別太陽光発電システムの発電量予測

■関連制度：
NEDO，太陽光発電主力電源化推進技術開発／先進的共通基盤技術開発／発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発／「発電量予測評価技術の研究開発」を実施（2020年7月から2023年2月まで）

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

デバイス

# 流れの可視化、解析、制御

Flow visualization, analysis and control

石川　仁　Hitoshi ISHIKAWA　（東京理科大学　工学部　機械工学科　教授）

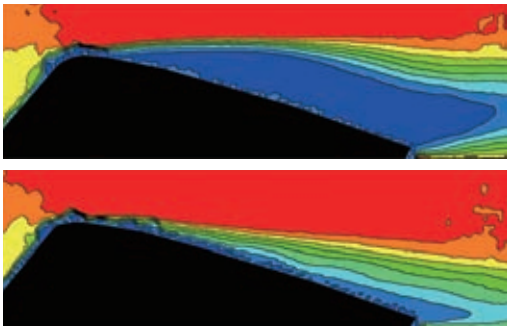
## 研究の目的

管路や翼、ポンプ、送風機などの流体機械が広く用いられていますが、空気や水、油など作動流体のほとんどは目に見えないため、その挙動を調べたり、解析を行うことは困難です。本研究室では、専用の計測機器やノウハウを生かして、流れの可視化や流速、流量の測定を効率よく行うことが可能です。また、流体機械の効率改善に役立つ、流れの制御技術の提案やデバイスの開発をしています。

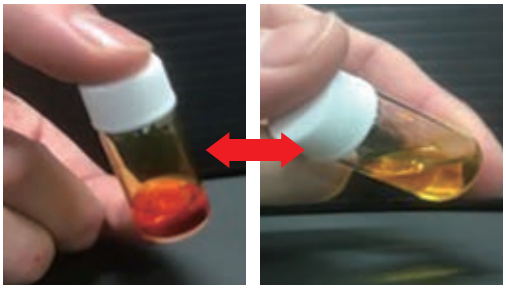
## 研究の概要

スモークワイヤー法、トレーサー法などの流れの可視化技術、流量計、熱線流速計やPIV計測などの流量・流速の測定が可能です。所有の風洞施設により、持ち込みされた対象物の測定も行うことができます。数値シミュレーションによる多条件の解析も可能です。

出口400×400mmの風洞施設



流れの可視化（翼からのはく離）



光による流体粘性の制御

### 従来・競合との比較

- 見えない流体の可視化が可能
- 流量、流速の専用の計測装置を保有
- 流体の制御についてのノウハウが豊富
- 実験、数値シミュレーション両方のアプローチが可能

### 想定される用途

- 機器の設計仕様の提案
- 機器の性能評価、改善
- 流れの遷移、剥離抑制のための制御法、デバイスの提案・開発
- 光による流体粘性の制御法

POINT

- 流れの可視化（ex.レーザ可視化装置）
- 熱線流速計やPIV（画像流速計測装置）による流れの流量測定、速度測定
- 出口400x400mmの風洞施設　など

## 今後の展開

新方式の流れ制御デバイス（プラズマアクチュエータ、光による流体の粘性の制御法など）の開発も行っていきます。

■研究体制：JAXA, 産総研
■受賞歴　：日本機械学会FED貢献表彰
■技術指導：実績多数

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

機械

# 金属3Dプリンタを活用した超軽量セル（マイクロラティス）構造

Ultra-Light Cellular(Micro Lattice) Structure manufactured by Metal 3D Printer

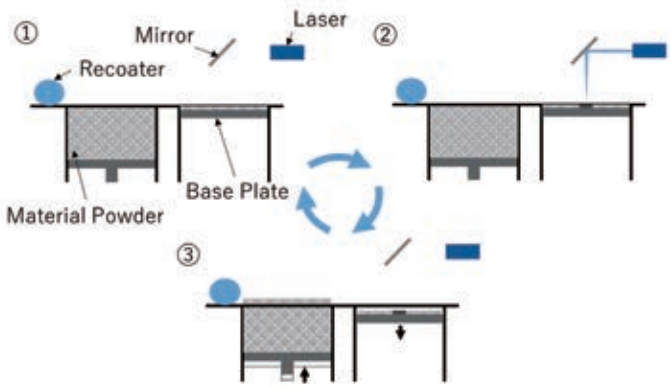
牛島　邦晴　Kuniharu USHIJIMA　（東京理科大学　工学部　機械工学科　教授）

## 研究の目的

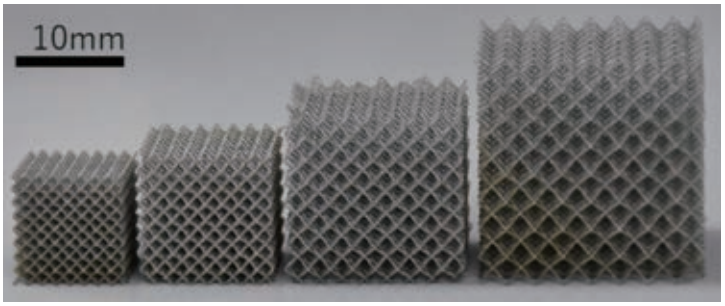
材料力学の主目的である「材料を無駄なく、安全に使う」ことを実現するため、金属3Dプリンタによる精細な構造の製造技術の開発と、数値シミュレーション解析を用いて造形物の機械的特性評価を行うことを目的としています。

## 研究の概要

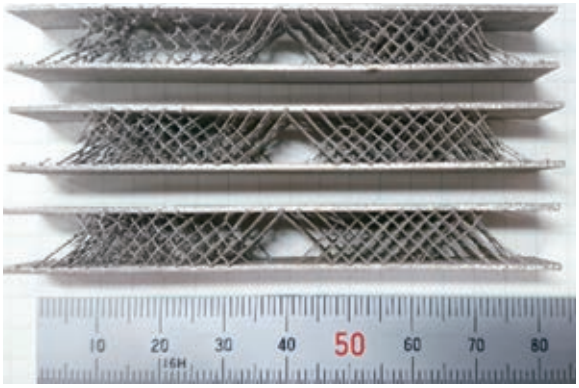
航空・宇宙分野から医療分野まで幅広い応用が期待される超軽量セル（マイクロラティス）構造体について、AM技術(Additive Manufacturing Technology)を活用した金属3Dプリンタを用いて製造し、造形物の機械的特性を数値シミュレーション技術を活用して評価しています。

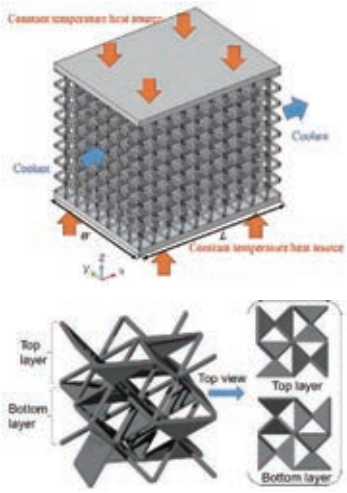



ラティス構造例




金属3Dプリンタの特徴を生かしたラティス構造の造形






### 従来・競合との比較

- ハニカム構造に匹敵する比強度を持ち、より軽量な構造
- 大きな表面積を持った従来以上の放熱構造
- 剛性と吸音性を兼ね備えた構造

### 想定される用途

- 自動車のボンネットにおける衝撃吸収部材
- 熱の移動を制御したヒートシンクや断熱板

### 企業へ期待すること

ラティス構造を使用して、新しい応用展開に取り組んでいただける共同研究先企業を募集しています。

POINT

- 数値シミュレーション解析技術を用いたラティス構造の最適化
- 東京理科大学トライボロジーセンターの金属3Dプリンタを用いた実構造の造形と評価試験

## 今後の展開

- 新しいセル構造体を用いた断熱構造、放熱構造の開発
- 織物構造による新しい金属製軽量構造の開発
- 折り紙を模倣した空間展開可能構造の開発

■試作品：あり
■サンプル：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

機　械

# 金属3Dプリンタを活用した超軽量セル（マイクロラティス）構造

Ultra-Light Cellular(Micro Lattice) Structure manufactured by Metal 3D Printer

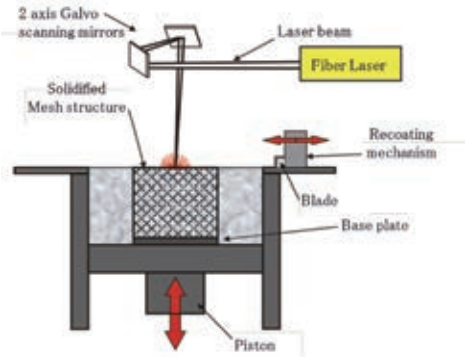
牛島　邦晴　Kuniharu USHIJIMA　（東京理科大学　工学部　機械工学科　教授）

## 研究の目的

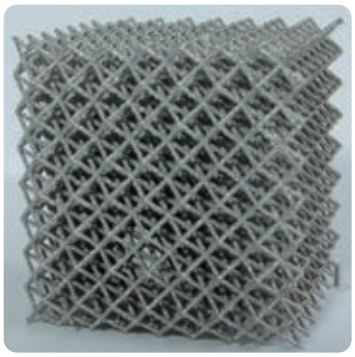
材料力学の主目的である「材料を無駄なく、安全に使う」ことを実現するため、金属3Dプリンタによる精細な構造の製造技術の開発と、数値シミュレーション解析を用いて造形物の機械的特性評価を行うことを目的としています。

## 研究の概要

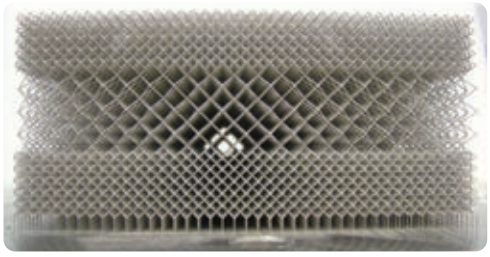
航空・宇宙分野から医療分野まで幅広い応用が期待される超軽量セル（マイクロラティス）構造体について、AM技術(Additive Manufacturing Technology)を活用した金属3Dプリンタを用いて製造し、造形物の機械的特性を数値シミュレーション技術を活用して評価しています。



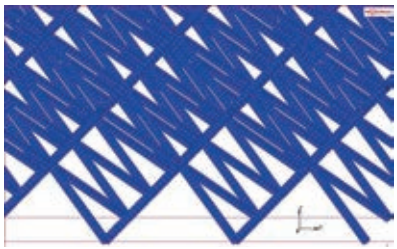

金属3Dプリンタの特徴を生かしたラティス構造の造形



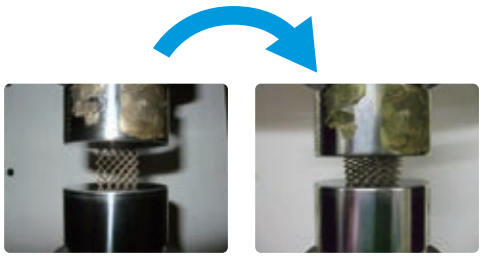
ラティス構造例1



ラティス構造例2



数値シミュレーション解析



強度評価試験

### 従来・競合との比較

- ハニカム構造に匹敵する比強度を持ち、より軽量な構造
- 大きな表面積を持った従来以上の放熱構造

### 想定される用途

- 自動車のボンネットにおける衝撃吸収部材
- 熱伝導率を制御した内部構造を設計できるため、効率の良い放熱板を作製できる

### 企業へ期待すること

ラティス構造を使用して、新しい応用展開に取り組んでいただける共同研究先企業を募集しています。

POINT

- 数値シミュレーション解析技術を用いたラティス構造の最適化
- 東京理科大学トライボロジーセンターの金属3Dプリンタを用いた実構造の造形と評価試験

## 今後の展開

- 新しいセル構造体を用いた断熱構造、放熱構造の開発
- 織物構造による新しい金属製軽量構造の開発
- 折り紙を模倣した空間展開可能構造の開発

■試作品：あり
■サンプル：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

医療・福祉

# 市場を開拓するアシスト技術

Human assist technology cultivating a new market

小林　宏　Hiroshi KOBAYASHI（東京理科大学　工学部　機械工学科　教授）

## 研究の目的

「生きている限り自立した生活を実現する」ことを可能とする技術シーズの研究開発

## 研究の概要

●人間の筋力を補助するアシストスーツ：マッスルスーツ® の開発
●歩行困難者でも転倒の心配なく正しい姿勢で歩けるアクティブ歩行器
●超リアルな表情と音声でコミュニケーションする受付ロボットの開発
●新機構トイレの開発　●筋疲労計測　●鋼材の自動成分識別、他

BACK　SIDE

<腰補助モデル>

POINT

企業と積極的に連携・リードし、実際に人に役立つ人間中心で人間をアシストするロボット・機械システムを中心に、製品化を視野に入れた世界的にもユニークなOnly ONEの研究開発を進めています。

## 今後の展開

「マッスルスーツ®」の事業化・販売のために学内発ベンチャー「(株)イノフィス」を創業しました。
「(株)イノフィス」では、研究室での開発成果物を順次、製品化しています。「マッスルスーツ®」は累計出荷台数13,000台を突破しました（2020/7月）

■知的財産権：特許05505740号「腰部補助装置」他多数
■株式会社イノフィス（代表者：折原 大吾）
所在地：〒101-0035 東京都千代田区神田紺屋町15番地
グランファースト神田紺屋町6階　　電話：03-6260-7970
事業内容：人間の動作を支援する機器の開発、計画、販売　他

デバイス

# 東京理科大学のトライボロジー技術

Tribology Research Activities in TUS

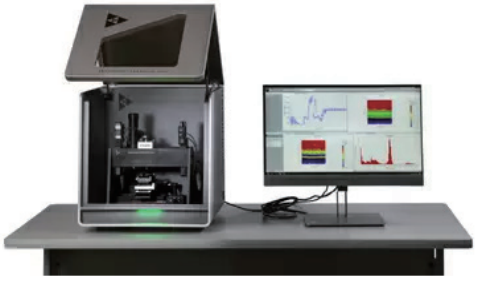
佐々木　信也　Shinya SASAKI（東京理科大学　工学部　機械工学科　教授）　他

## 研究の目的

地球環境問題を背景に、機械システムにおけるエネルギー利用効率化が強く求められています。中でも摩擦によるエネルギー損失は大きな割合を占めるため、その対策は喫緊の課題となっています。トライボロジーは、摩擦・摩耗・潤滑を扱う学際領域の科学・技術で、関連する分野は機械工学を中心として、基礎的な物理・化学分野から、表面科学、材料工学、医工学などと広範に渡ります。そのため、幅広い知識と知見の蓄積が必要とされます。本学では、2015年に設立したトライボロジーセンターを中心として、評価・分析装置等の充実と学内の専門家との連携強化を図り、ものづくり現場での様々なトライボロジーに係る技術的課題に対応すべく活動しています。

## 研究の概要

- ●表面のナノ物性評価（ナノインデンテーション, AFM, Lawave）
- ●トライボロジー特性評価（国際標準機, 評価装置試作開発）
- ●特殊環境用潤滑システムの開発（高温、高真空、イオン液体潤滑）
- ●金属用3Dプリンターによる機能性表面創製技術の開発
- ●表面改質（コーティング、表面テクスチャ、表面修飾）
- ●高性能軸受の開発と評価（すべり軸受、転がり軸受、特殊軸受）



干渉式顕微鏡による表面性状測定

**表面・材料創製**

金属3Dプリンター、
レーザ表面テクスチャ、コーティング

**トライボ特性評価**

国際標準試験機
用途別評価装置の開発

**表面分析・解析**

形状計測, ナノ物性評価（SPM）、
吸着特性（QCM）、濡れ性評価、各種表面分析

POINT

トライボロジー技術は、機械のみではなく、物理, 化学、材料等の広い学問領域に跨る学際的な科学・技術で、機械システムの性能向上（高エネルギー効率、高信頼性、長寿命、高精度、低コスト）を担うとともに、新たな製品群の創出を実現するための、重要な基盤技術です。また、製品のトラブルシューティングやメンテナンスにおいても、トライボロジー現象の解明と理解は必要不可欠なものとなっています。さらに、新しい製品開発に際し、機械システムで避けられない摺動部分がネックとなる場合が多々ありますが、これもトライボロジー技術を基盤とする設計技術が解決しなければならない問題です。トライボロジー技術に関するお困りの点、あるいはメカニズムの解明、評価等について御相談がありましたら、ご相談ください。

## 今後の展開

自動車用動力伝達技術研究組合（TRAMI）への参画や企業との共同研究等に積極的に取り組み、産学官連携によるニーズオリエンテッドな研究成果の発信を図るとともに、学内の知見等を融合した新たな研究シーズの発掘と醸成を図ります。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

機　械

# 複雑ネットワークを用いた不安定現象の検知手法

Detection Method of Unstable Phenomena based on Complex-Networks

後藤田 浩　Hiroshi GOTODA（東京理科大学　工学部　機械工学科　准教授）

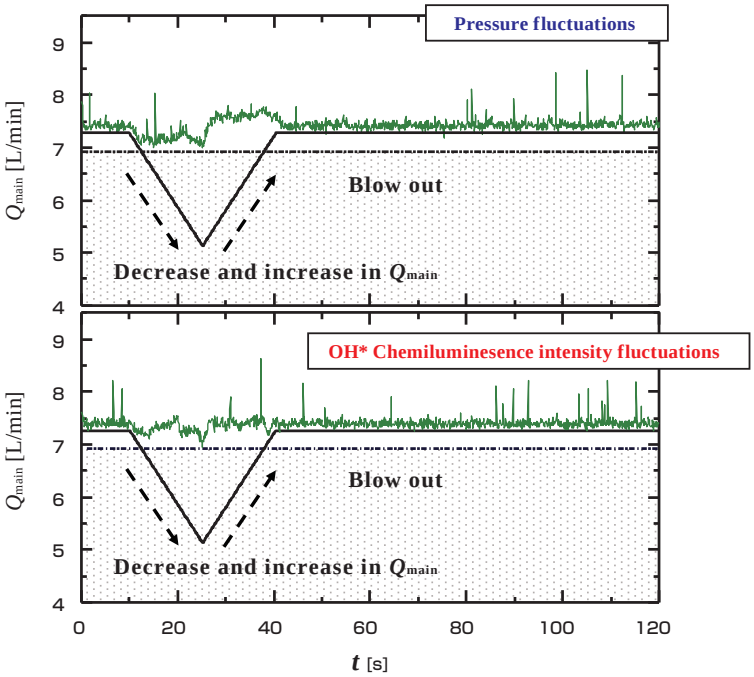
## 研究の目的

ガスタービン燃焼器において、燃焼振動及び吹き消え（失火）のような不安定な燃焼状態の発生は好ましくないと言われています。また、航空分野でも、フラッタやサージなど、流体の好ましくない不安定な流動状態が発生することがあります。本研究では上記のような不安定な物理現象の検知を、よりシンプルなアルゴリズムにより短時間で推定することを可能にすることを目的としております。

## 研究の概要

不安定な物理現象には、ガスタービン燃焼器内の吹き消え（失火）や燃焼振動のように突発的に発生するものがあります。このような突発的に発生する不安定現象は周波数スペクトルのような線形解析では正確な検知が困難な場合もあります。本技術は複雑ネットワークを取り入れた時系列解析であり、不安定現象の早期検知を可能にするものです。

平均次数を検知器として用いることで
吹き消えの発生を事前に回避することが可能




図：垂直可視グラフの平均次数を用いた吹き消えの回避
H. Gotoda et al., Physical Review Applied, vol. 7, 044027, 2017.

### 従来・競合との比較

不安定現象の早期検知には…

- 従来技術：測定される時系列データの二乗平均平方根や周波数スペクトルを利用
- 本技術：時系列を枝と頂点からなるグラフに構成したものであり、結びつきの程度を定量化する次数を利用

### 想定される用途

- ガスタービン
- ボイラー
- 燃焼器

### 実用化に向けた課題

- 用途に合わせた実機による性能試験

### 企業へ期待すること

- 燃焼機器開発の分野での共同研究を期待します。

POINT
・火力発電などの大型燃焼器における燃焼状態のモニタリング等

## 今後の展開

2015.03　出願
2015.04-　アルゴリズムの改良を適宜進めている。
（共同研究先に合わせての改良を含む）

■受賞歴　：平成26年度 文部科学大臣表彰　若手科学者賞，
平成28年度 日本伝熱学会学術賞
■知的財産権：特願2015-053624, 特開2016-173211
「観測装置及び観測方法」
■試作品　：なし
■サンプル　：なし

東京理科大学 産学連携機構
〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp
2022.04

機械

# 複雑ネットワークを用いた不安定現象の検知手法

Detection Method of Unstable Phenomena based on Complex-Networks

後藤田 浩　Hiroshi GOTODA（東京理科大学　工学部　機械工学科　教授）

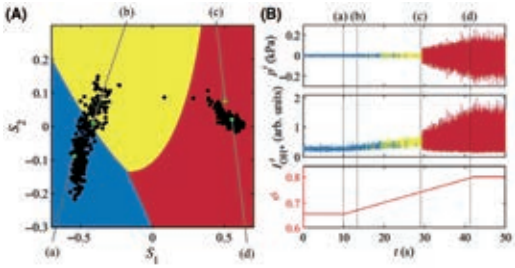
## 研究の目的

ガスタービン燃焼器において、燃焼振動及び吹き消え（失火）のような不安定な燃焼状態の発生は好ましくないと言われています。また、航空分野でも、フラッタやサージなど、流体の好ましくない不安定な流動状態が発生することがあります。本研究では上記のような不安定な物理現象の検知を、よりシンプルなアルゴリズムにより短時間で推定することを可能にすることを目的としております。

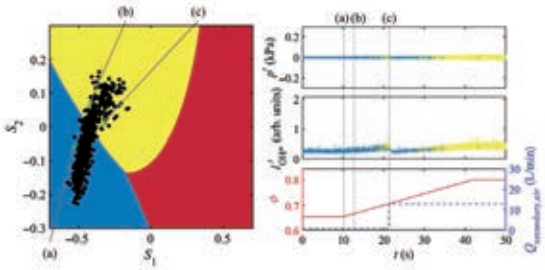
## 研究の概要

不安定な物理現象には、ガスタービン燃焼器内の吹き消え（失火）や燃焼振動のように突発的に発生するものがあります。このような突発的に発生する不安定現象は周波数スペクトルのような線形解析では正確な検知が困難な場合もあります。本技術は複雑ネットワークを取り入れた時系列解析であり、不安定現象の早期検知を可能にするものです。

複雑ネットワークの一つである遷移ネットワークと機械学習の一つであるサポートベクトルマシーンを用いることで、燃焼振動の予兆を検知することが可能



上図：Φの増加に伴い、黒色プロットが、青→黄→赤に移動。燃焼振動の予兆が見られる。
下図：予兆検知後、燃焼器内に二次空気を噴出させると赤領域に至らず、燃焼振動の発生が未然に防回避できたことがわかる。



図：当量比Φ※を増加させたときの燃焼状態の推移

T. Kobayashi, S. Murayama, T. Hachijo and H. Gotoda, Early detection of thermoacoustic combustion instability using a methodology combining complex networks and machine learning, Physical Review Applied, vol. 11, 064034 (7 pages) 2019.

青色：安定な燃焼状態の領域
黄色：安定な燃焼状態から燃焼振動への遷移領域
赤色：燃焼振動の領域

※当量比：燃焼器に供給される燃料と酸素の濃度比を完全燃焼における濃度比で正規化した物理量

### 従来・競合との比較

不安定現象の早期検知には…

- 従来技術：測定される時系列データの二乗平均平方根や周波数スペクトルを利用
- 本技術：時系列を枝と頂点からなるグラフに構成したものであり、結びつきの程度を定量化する次数を利用

### 想定される用途

- ガスタービン
- ボイラー
- 燃焼器

### 実用化に向けた課題

- 用途に合わせた実機による性能試験

### 企業へ期待すること

- 燃焼機器開発の分野での共同研究を期待します。

POINT
・火力発電などの大型燃焼器における燃焼状態のモニタリング等

## 今後の展開

2015.03　出願
2015.04-　アルゴリズムの改良を適宜進めている。
（共同研究先に合わせての改良を含む）

■受賞歴　：平成26年度 文部科学大臣表彰　若手科学者賞，
平成28年度 日本伝熱学会学術賞
■知的財産権：特願2015-053624，特開2016-173211
「観測装置及び観測方法」
■試作品　：なし
■サンプル　：なし

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

トライボロジー

# 漆に固体潤滑剤を添加した低摩擦・耐摩耗性 摺動材料

Low wear, low friction material; Urushi Lacquer Containing a Solid Lubricant

宮武　正明　Masaaki MIYATAKE　（東京理科大学　工学部　機械工学科　准教授）

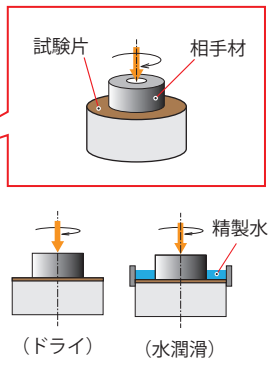
## 研究の目的

漆は天然の樹脂材料であり、日本では古くから食器類や甲冑等の硬質なコート材として用いられている。本研究では耐薬品性、耐摩耗性に優れる樹脂材料として、漆に着目し、漆に固体潤滑剤としてPTFEを添加してなる摺動材の摩擦・摩耗特性を調査することを目的とする。

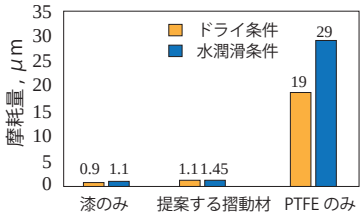
## 研究の概要

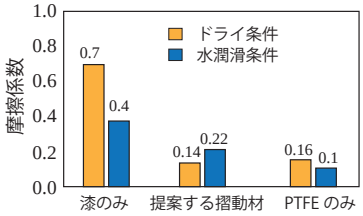
本研究では、漆に固体潤滑剤であるPTFEを30wt%配合して硬化させた摺動材料を製作し、ドライ条件および水潤滑条件においてリングオンプレート摩擦試験機を用いて摩擦試験を実施した。その結果，漆にPTFEを配合することにより、PTFE 100wt%と同程度の低い摩擦係数と、漆を硬化させたものと同等の高い耐摩耗性を示すことを確認した。

生漆




リングオンプレート摩擦試験




### 従来・競合との比較

- 食品加工機械の脂製摺動部材には、人体への健康影響が少ない材料が求められる。
- しかし、合成樹脂は製造工程で含まれる微小量の有害物質が使用中に溶出する可能性がある。また、各種洗浄剤に対する耐薬品性が求められる。

### 想定される用途

- 食品加工機械、水処理機械等の回転部や往復摺動部の軸受
- 原料を金属などのベース材に塗布し硬化させたもの（耐摩耗性コーティング）
- 織布、不織布（綿布など）に含浸させ、積層、硬化させたもの（繊維強化樹脂材）

### 実用化に向けた課題

- 漆とPTFEの硬化条件の最適化
- 幅広い試験条件（荷重、温度、各種環境条件）での性能測定
- PTFE以外の固体潤滑剤を配合した際の試験および競合材料との比較試験

### 企業へ期待すること

- 食品加工機械、水処理機械などの回転部や往復摺動部の軸受としての活用を目指し、それらの企業との共同研究を希望。

POINT

- 長年、食器用のコート材として使用され実績のある天然素材である漆を用いるため、摩耗粉による人体への健康影響が少ない。
- 漆にPTFEを混合することにより、低摩擦で耐摩耗性の高い摺動材を得ることが可能である。

## 今後の展開

- 漆に、グラファイトなどその他の固体潤滑剤を配合した場合の硬化条件の最適化を検討し、摺動試験により、その評価を行う。
- 高温環境等、これまで検討してきていない環境条件での性能評価を行う。

■知的財産権：特許第6765707(2020.9.18登録)
「摺動組成物、並びに、摺動部材及びその製造方法」
■試作品：あり
■サンプル：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

機械

# 金属3Dプリンタを用いた新しい多孔質静圧空気軸受

Newly Developed Aerostatic Porous Bearings Manufactured Using Direct Metal Printing Technology

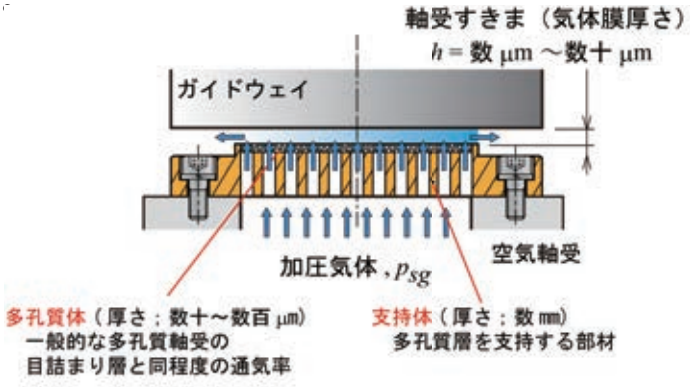
宮武　正明　Masaaki MIYATAKE　（東京理科大学　工学部　機械工学科　准教授）

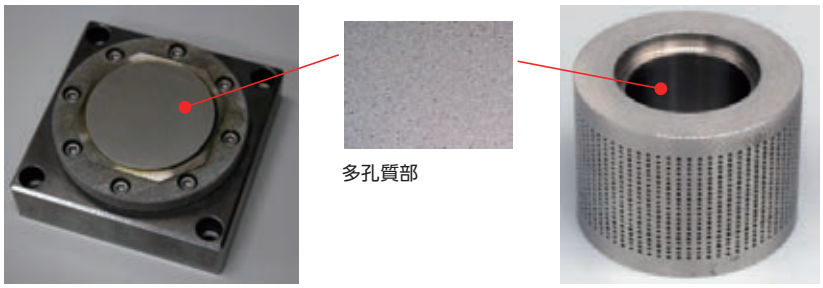
## 研究の背景

金属粉末焼結3Dプリンタは、強度の高い複雑形状を製作可能なことに加えて、金属粉末を焼結する際のレーザー強度を調節することで、加工部材の任意の場所に対して、通気性を与えることが可能です。本研究では、形状を付加製造することに加えて、製作した部材の任意の場所に通気性を与えるという“機能を付加する”ことが可能な金属粉末焼結3Dプリンタの特徴を利用して、多孔質静圧空気軸受という機械要素の性能向上を試みました。

## 研究の概要

多孔質静圧空気軸受は、加圧された空気膜により機械装置の可動部分を非接触で浮上させる機械要素で、精密加工機や精密測定装置に広く使用されています。金属３Dプリンタの利点を活用し、①多孔質材と支持構造体を一体製作することによる構造の簡略化、②造形時のレーザー強度の調節による多孔質材の任意の場所の通気性のコントロール を可能としました。




（スラスト軸受）　（ラジアル軸受）

図 金属粉末3Dプリンタを使用して、多孔質層と支持体を一体で製作した多孔質静圧気体軸受

POINT

- 多孔質材と支持構造体の一体製作による構造の簡略化
- 造形時のレーザー強度の調節による多孔質材の任意の場所の通気性のコントロール

### 従来・競合との比較

- 現在市販されている多孔質空気軸受数ｍｍ厚の多孔質材料を用いて製作し、ニューマティックハンマと称される不安定振動を防止する目的で表面目詰まり処理を行っている。これにより量産製造時に多孔質材の通気率および目詰まり度の管理が必要となり、コスト増となっている。
- 新技術
  金属3Dプリンタにより、1mm以下の多孔質層と支持体を一体で製作し、構造を簡略化している。製造時に、多孔質層の通気率を任意に調整でき、従来品より高性能な軸受の製造が可能である。

### 想定される用途

- 精密加工機の案内機構
- 精密測定器の案内機構
- 非接触浮上装置

### 実用化に向けた課題

- 多孔質層通気率の最適化

### 企業へ期待すること

- 精密加工機や測定機などの可動部の軸受として静圧空気軸受の利用を検討している企業や、静圧気体軸受の製造メーカーとの共同研究を希望。

## 今後の展開

- さらなる高性能化を実現するための、多孔質層通気率の最適化を検討している。

■知的財産権：特開2019-190591
「多孔質静圧空気軸受及びその製造方法」
■試作品　：あり
■サンプル　：あり

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

デバイス

# 民生用部品を活用した宇宙機搭載機器の開発

Low Cost High Performance On-orbit Equipment using Commercial-Off-the Shelf Devices

木村　真一　Shinichi KIMURA（東京理科大学　理工学部　電気電子情報工学科　教授）

## 研究の目的

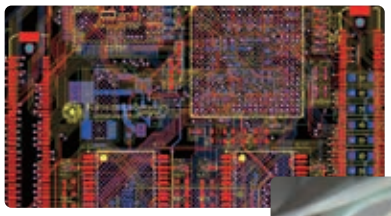
軌道上で人工衛星の修理・回収などを実現するためには、自律的に対象衛星を発見し接近する高度な自律性が必須になります。その一方で、宇宙用の機器はその能力が限られる上に非常に高価で、このような用途へ用いることが困難です。そこで、我々は、自動車や携帯電話などに活用されている民生部品について、宇宙環境への適応性を評価すると共に、ソフトウエア技術を活用して故障に対しても適応できるシステムを構築することで、低コストで高機能な衛星搭載機器を開発してきました。これらの技術は、IKAROSやはやぶさ２など様々なミッションで活用されています。

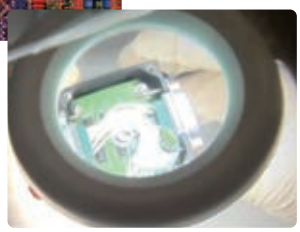
宇宙用計算機

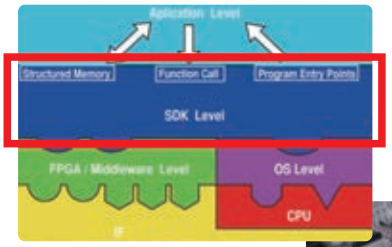
はやぶさ2搭載カメラ(左)とタッチダウン画像(右)

## 研究の概要

本研究では、数多くの軌道上ミッションに参画した経験と実績を踏まえ、次の3つの柱により低コストで高機能な衛星搭載機器の開発を実現しています。







### 民生用デバイスの軌道上環境適合性評価技術

軌道上で民生用デバイスを活用するためには、放射線や高真空など軌道上環境への適合性の評価が欠かせません。我々は、このような環境適合性の評価技術を確立すると共に、軌道上実績のある民生部品を多数保有しています。これらを活用する事で、様々なミッションに対応したカメラや計算機を開発することができます。

### 衛星搭載回路・基板設計技術

民生部品を活用して、非常に小さく高機能な搭載機器を実現するためには、回路・基板設計技術が必要になります。私たちは世界最小の宇宙用カメラを実現するなど、実績に裏打ちされた、搭載機器開発技術を保有しています。

### 高機能な組み込み知能を実現するソフトウエア技術

高機能化と高信頼性の実現にはハードウエア技術だけでなくソフトウエア技術が欠かせません。私たちは多くミッションで培ったソフトウエア資産を効果的に活用する事で、柔軟で信頼度の高いソフトウエアプラットフォームを実現しました。ハードウエアと接続したソフトウエアシミュレータにより衛星の挙動を様々な条件で再現することで、効果的なハードウエア検証を実現するシステムも併せて実現しています。

POINT

- 宇宙用計算機
- 世界最小の宇宙用カメラ

## 今後の展開

- 超小型宇宙用分離カメラモジュール
- 極限環境コントローラー・画像取得・処理ユニット

■ IKAROS・はやぶさ２など軌道上実績多数あり
■ 試作品：エンジニアリングモデル等あり

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

電子回路

# IoT時代を支えるアナログ回路技術の研究・開発 ～ディジタル回路の一歩先行くアナログ回路を目指して～

Research and development of analog circuit technology to support the IoT era ~ Aiming for analog circuits one step ahead of digital circuits ~


兵庫　明　Akira HYOGO　（東京理科大学　理工学部　電気電子情報工学科　教授）
松浦　達治　Tatsuji MATSUURA　（東京理科大学　理工学部　電気電子情報工学科　助教）

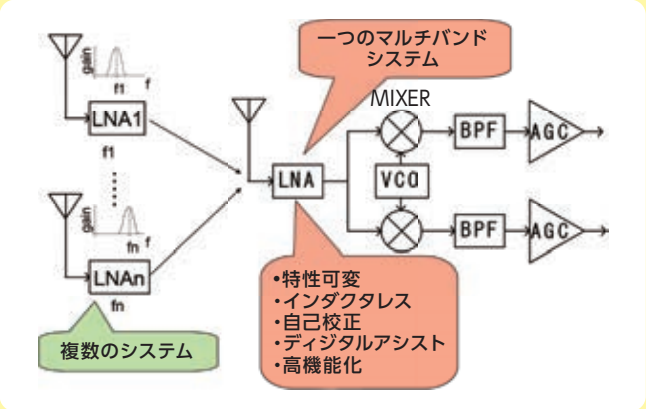

## 研究の目的

ディジタル技術が発達した現在でも、現実の世界はアナログ現象です。そのため、ディジタル回路とのインタフェースであるアナログ回路は、キーテクノロジーとなります。当研究室では、アナログ回路に可変特性を持たせてインテリジェント化を進め、IoT時代に必要なディジタル回路の一歩先を行くアナログ回路の研究を行っています。

## 研究の概要

CMOSアナログ回路を中心として、インテリジェント化、高性能化、低コスト化、低消費電力化を目指した電子回路、集積回路の研究を行っています。分野は高周波回路から電源回路までの広い範囲をカバーしています。また、計算機シミュレーションだけでなく、実回路の試作も行い、特性の測定を行うことで、実回路で見えてくる問題点も含めて研究を推進しています。

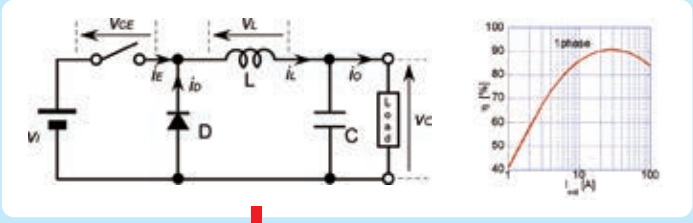
### ＜高周波回路での可変特性の実現＞




LNA:ローノイズアンプ

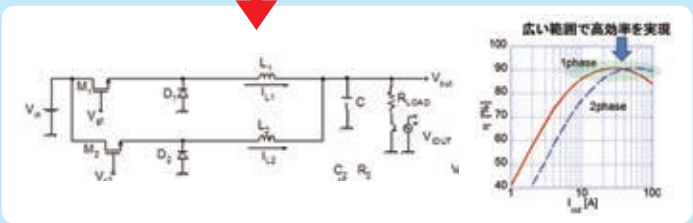
- 周波数、利得の特性可変機能を有するマルチモードな送受信回路を実現
- 開発した回路をレイアウト集積化し、測定により問題を明確化

### ＜電源回路での可変特性の実現＞



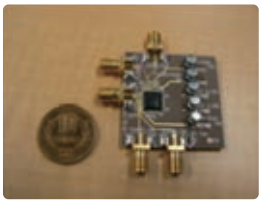
●1Phase電源回路

マルチフェーズ化して、可変特性を持たせる

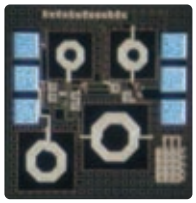


●2Phase電源回路

### ＜基板試作、半導体チップ試作例＞



●高周波回路
（基板＋半導体チップ）



●高周波回路
（半導体チップ）

●低消費電力演算増幅回路
（半導体チップ）

POINT

- アナログ回路について、微小電圧から電源回路まで、広範囲な研究範囲とチップ試作

### 従来・競合との比較

- 可変特性を持たせた高周波回路による、受信環境に適応できる装置の実現
- 電源回路のインテリジェント化により、高効率化を実現
- A/D変換器等の低消費電力、低コスト化の達成

### 想定される用途

- 高機能な高周波通信回路
- 低コスト、低消費電力化機器
- IoTシステムを支えるインテリジェントセンサー

### 企業へ期待すること

アナログ回路のインテリジェント化により製品の差別化を進めたい企業、また、低消費電力化、低コスト化、高機能化について一緒に取り組んで頂ける企業と共同研究を募集しています。

## 今後の展開

- 医療、宇宙分野への応用
- IoT分野へ向けたアナログ回路のインテリジェント化


東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp



2022.04

製造技術

# シリコン電極薄型燃料電池 -電気化学的原子層堆積による多層触媒-

Miniature Fuel Cell with Monolithically Fabricated Si Electrodes - Multi Layer Catalyst by Electrochemical Atomic Layer Deposition -

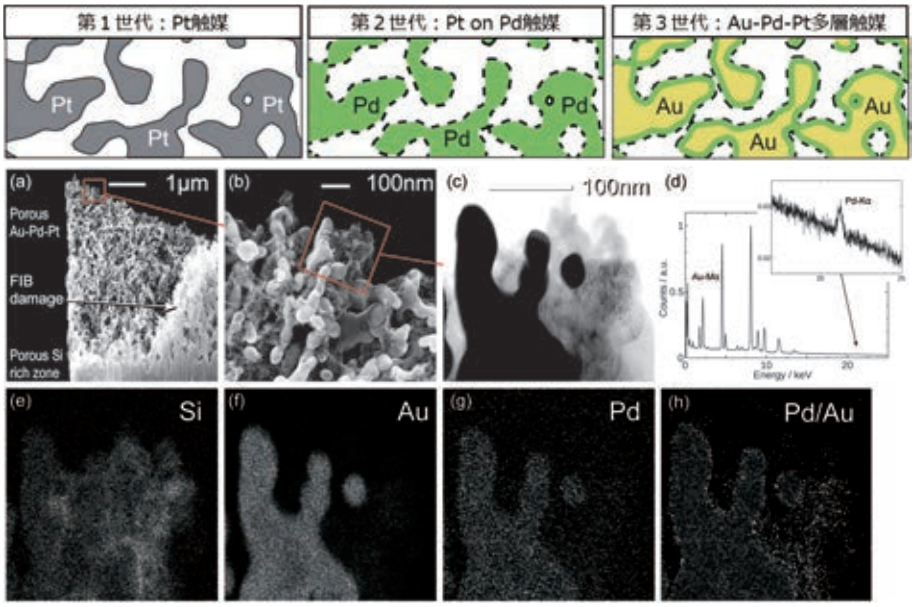
早瀬　仁則　Masanori HAYASE（東京理科大学　理工学部　機械工学科　教授）

## 研究の目的

ドローンの産業利用や様々なロボット活用に向けて、小型電源への期待は高まっています。一方、燃料電池はクリーンなイメージがあるものの、燃料の水素はほぼ化石燃料から製造しています。こうした中、私たちは、バイオマス由来の水素を使用できる小型燃料電池の開発を進めています。本研究では、バイオマス由来の水素に対応するために、高い一酸化炭素耐性を持ち、かつ、白金使用量の極めて少ない触媒開発を進めました。

## 研究の概要

MEMS技術を利用して燃料電池を小型化するうえで、従来はシリコン基板上に形成した多孔質白金を触媒層としていました。高出力密度を実現したものの、白金使用量の削減が課題でした。一方、バイオマス由来の水素に多く含まれる一酸化炭素耐性の高い触媒を模索していました。多孔質パラジウム上にわずかに白金を堆積することで優れた特性が得られましたが、パラジウムの水素吸放出により触媒層が崩壊することが分かりました。そこで、本研究では、コアの多孔質に金を用い、この金表層に電気化学的原子層堆積によりパラジウムおよび白金を精密に堆積することで触媒層を形成することにしました。




図：第三世代の Au-Pd-Pt 触媒

POINT
- 白金使用量の削減（5μg/㎠程度）
- 高い一酸化炭素耐性
- MEMS型燃料電池としては大出力

### 従来・競合との比較

- MEMS型燃料電池に適した多孔質金構造をベースに高性能触媒を形成するユニークな技術
- 先行研究では金属微粒子に電気化学的原子層堆積によりコア・シェル構造を形成
- ベースを多孔質金とした研究は希少
- 多孔質金ベースとすることで、精緻な電気化学的原子層堆積が実現可能

### 想定される用途

- 携帯型の電源
- ドローンやロボット等の中程度の静音電源
- バイオマス由来の水素利用の促進

### 実用化に向けた課題

- 汎用機器対象では、性能面、コスト面での競争力が現状やや不透明
- 触媒層構造の最適化（UPD-SLRRプロセス数、多孔質Au層）

### 企業へ期待すること

- バイオマス水素燃料電池利用のキラー製品の提示が望まれます。

## 今後の展開

～2018　Au-Pd-Pt触媒を実装したセルの試作に成功
～2019　燃料電池の大出力化(スマホ駆動)継続中
　　触媒高性能化に向け多孔質大口径化成功
2020～ 燃料タンク等の補器類との組合せ検討
2020～ パートナーの探索・ベンチャー企業模索中

■知的財産権：特願2016-159735
「触媒層付きシリコン基体、燃料電池及び触媒層付きシリコン基体の製造方法」
■試作品　：あり
■サンプル　：Au-Pd-Pt触媒を実装したセルのサンプル

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

機械

# 連続炭素繊維複合材料の3Dプリンター

Three-dimensional printing of continuous-fiber composites

松崎　亮介　Ryosuke MATSUZAKI　（東京理科大学　理工学部　機械工学科　教授）

## 研究の目的

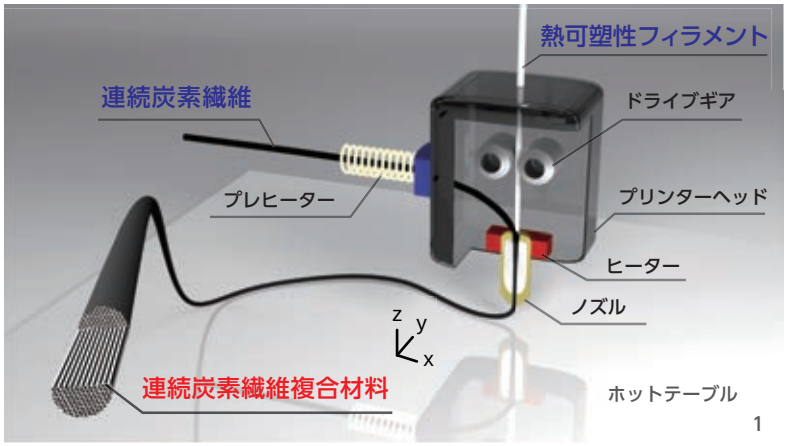
現在市場にある樹脂を使った3次元プリンターは、金型や治具などを必要とせず、手軽で複雑な3次元形状を容易に造形することが知られていますが、出来上がった製品は強度が低く、高い品質を求められる工業製品部材として利用するには向いていません。本研究では、連続炭素繊維で強化された樹脂系複合材料を用いて、自動車・航空宇宙用構造部材や、医療・福祉用具等、人々の生活を確かに支える高強度・高剛性な製品づくりを実現する3Dプリンターの開発を行っています。

## 研究の概要

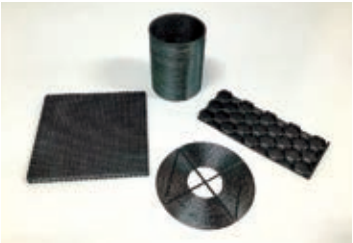
本技術は、単に連続炭素繊維複合材料の一筆書きを可能とするだけでなく、目的に合わせて部材各部分の繊維方向と繊維含有率を制御し、むしろその最適化を積極的に計算・提案することから、構造や製品の新しいあり方に繋げます。

### 連続炭素繊維 3D プリンターによる高強度立体造形

・連続炭素繊維をプリントノズルで熱可塑性樹脂と一体化




試作サンプル



実際の塗工の様子

### 従来・競合との比較

・連続炭素繊維を利用することで、市販の工業用3Dプリンター（粉末焼結方式・光造形方式・熱溶解積層方式）と比較しても、引張強度、剛性ともに飛躍的に向上
・熱可塑性樹脂を用いることで、従来の熱硬化性CFRPに比べ、製造コスト・時間を大幅に削減

### 想定される用途

・自動車・航空宇宙用等、構造部材
・医療・リハビリ等福祉機器
・スポーツ用品、遊具

### 実用化に向けた課題

現在、連続炭素繊維3Dプリント、繊維切断、繊維配向最適化、等の要素技術は開発済みです。今後実用化に向けて、繊維体積含有率を従来CFRP製品と同等レベルまで引き上げる事を目指します。

### 企業へ期待すること

小ロット多品種の強度部品（の製造）が必要な企業には、本技術の導入が有効と思われます。完成された装置製品として製造できる技術を持つ企業や3Dプリンター分野への新規事業展開を考えている企業との共同研究、また、ベンチャー企業設立への支援等を希望します。

POINT

・軽量・高強度・高剛性
・強化繊維の配向と含有率を制御
・熱可塑性樹脂に対する繊維のその場含浸を実現し、製造コストを大幅削減

## 今後の展開

2014　小型プロトタイプ機試作
2017　大型プロトタイプ機試作
2017　サンプル試作・提供開始
2018　成形物性能評価方法の検討
2019　金属とのマルチマテリアル化技術の検討
　　繊維配向最適化技術の検討

■関連制度：戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）
　　：NEDO事業『次世代構造部材創製・加工技術開発』
■連携機関：東京工業大学、日本大学、JAXA　その他
■知的財産権：PCT/JP2015/65300　他
■本プロジェクトのHP：http://www.rs.tus.ac.jp/composites2/

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

防災

# コンクリート表面ひび割れ点検支援を目的とした錯視誘発画像特徴強調・判読支援システム

An image-feature enhancement and interpretation system for crack detection of concrete surface based on feature composite moving image inducing visual illusion

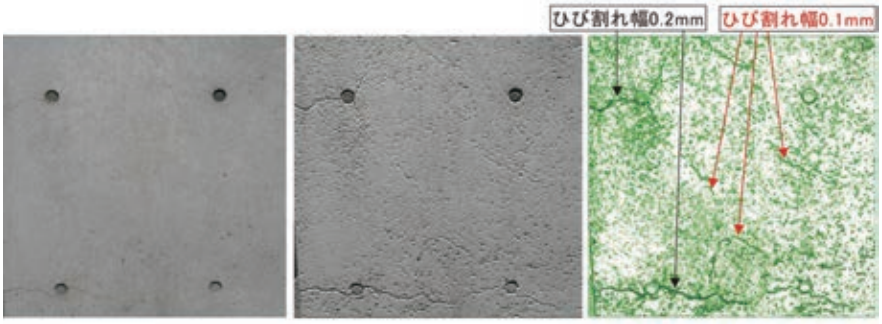

小島　尚人　Hirohito KOJIMA　（東京理科大学　理工学部　土木工学科　教授）
大和田　勇人　Hayato OHWADA　（東京理科大学　理工学部　経営工学科　教授）


## 研究の目的

コンクリート構造物の維持管理の基礎資料として、ひび割れ調査に現場で撮影された画像が用いられています。そうした画像には画像特徴の判読が難しいものが多く、画像の特徴部分を強調することが一般に行われます。しかし、従来の処理方法では判読支援効果が弱く、画像が劣化するのが通例です。そこで、コンクリート表面ひび割れ点検支援を目的とした錯視誘発画像特徴強調・判読支援システムを設計・開発しました。点検時に取得する動画に対してリアルタイムで画像特徴強調・判読支援を実施できます。

## 研究の概要

残像錯視効果により画像全体が鮮鋭化されることによってコンクリート表面のひび割れのような特徴が強調され、視認性が高く画質が維持される画像特徴合成手法を開発しました。さらに、各フレーム毎の画像特徴合成動画の画像濃度値の変化に応じた空間周波数成分を算出し、空間周波数成分毎のパワー（振幅）を求めることによって視認性を客観的に評価することが可能となりました。現場でのコンクリート表面ひび割れ点検をとおして、ビデオカメラ、パソコンといった汎用機器を用いて十分な性能が発揮されることが確認されました。




元動画　錯視誘発画像特徴合成画像（合成画像特徴：分散）　視認性評価動画

動画取り込み&リアルタイム処理

＜システム構成＞

- PC（ノート、タブレット型）
- ビデオカメラ（紫外、可視、近赤外）
- ハイパースペクトルカメラ

POINT

- トンネル内、橋梁下など光量の不足する環境でも迅速な検査が可能
- 検査現場でのリアルタイム検査及び持ち帰った画像の分析・図化を支援
- 各種観測画像（静止画＆動画）の画質鮮鋭化、各種画像特徴強調（錯視応用）（紫外域、可視域、近赤外域、マイクロ波域で観測される各種画像に適用可能）
- 画面に表示される動画・静止画を取り込みリアルタイム処理（既存システムによる表示動画・静止画をリアルタイム処理）
- アイデア創出支援型、既存システム併用稼働型システム

### 従来・競合との比較

開発されたシステムでは、エンボス処理画像（光の擬似照射方向8方位）を連続的に切り替えて表示し、疑似回転錯視を誘発する画像特徴合成動画を提供します。従来、画像特徴強調処理によって画質が低下する問題がありましたが、錯視誘発処理による元画像の画質維持と画像特徴の強調・鮮鋭化を実現しています。さらに、離散フーリエ変換をとおして空間周波数成分を算出し、点検者の主観に大きく依存していた動画視認性評価を定量的客観的に評価できるようになりました。

### 想定される用途

- コンクリート構造物のひび割れ調査
- ひび割れ伸展状況の判読・検出・図化支援（RC梁の曲げ・せん断試験動画等）
- 暗所（トンネル内等）での点検支援（赤外線画像取り込み処理可能）
- ドローン動画に対するリアルタイム画像特徴強調

### 実用化に向けた取り組み

- UAVへの搭載等、可搬性の高いシステムの開発
- 紫外線カメラ、ハイパースペクトルカメラの導入
- 超高分解能カメラの導入、各種3D動画への適用

### 企業へ期待すること

アイデア創出、既存システム併用稼働・拡張検討、実用性評価に取り組んでくれる共同研究企業、地方自治体、維持管理主体を募集しています。

## これまでの取り組みと今後の展開

2017.04～　VISシステム販売開始
2017.06～　コンクリート表面点検ＶＩＳシステムの適用（UAV動画含む）
2019.09～　VISシステムの機能拡張検討
2020.12～　VISバージョンアップ
2020.01～　VISシステムの適用分野の拡張、産学連携活動（各種動画・静止画）

■知的財産権：特許第4868509号、特許第5046119号、特許第5246770号、特許第5769295号、特許第6021053号、特許第6742036号
■上記の特許許諾実績：企業４社
■技術指導契約：可


東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp


2022.04

ライフサイエンス

# 天然食用色素による 低コスト・非侵襲な細胞の生死判定法

Low cost and noninvasive cell viability assay using natural food pigment

徳永　英司　Eiji TOKUNAGA　（東京理科大学 理学部第一部 物理学科 教授）
山下　恭平　Kyohei YAMASHITA（東京理科大学 理学部第一部 物理学科 研究員）

## 研究の目的

非侵襲な生死判定法は、再生医療、遺伝子工学、単一細胞分析、微生物培養など細胞への負荷が懸念される研究、産業分野で必要とされています。安価かつ取扱いが容易で、ヒトや環境にやさしい判定法は、食品分野や一般家庭の衛生管理のような、高い安全性が求められる環境でも利用が期待されます。

## 研究の概要

細胞の生死判定は、死細胞のみが試薬（色素）によって染色される原理を用いた色素排除法により行われます(図1)。一般に使われる合成色素に代わり、天然食用色素のベニコウジ色素とムラサキイモ色素を単細胞緑藻ユーグレナ・グラシリス（ミドリムシ）に適用した結果、従来の侵襲的な合成色素に比べ、同程度の高感度で短時間な染色と、より高い耐薬品性が確認されました(図2)。長期モニタリングの結果、生育抑制や死細胞の増加が起こらないことも確認できました（ムラサキイモ色素は要グルコース添加）。

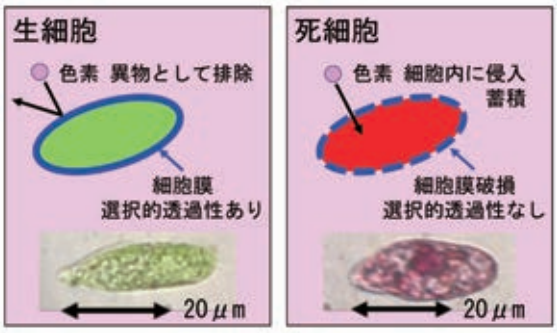



図1　色素排除法の概念図(ユーグレナ)

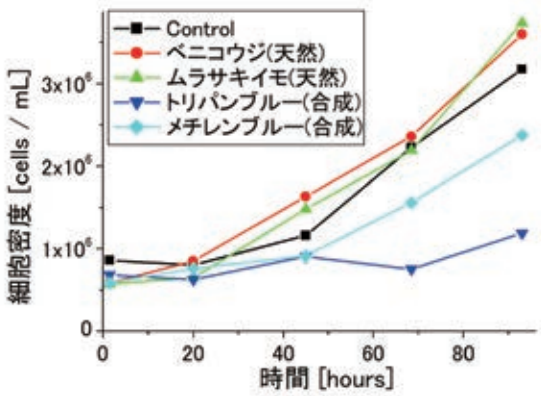



図2　ユーグレナ生育曲線（グルコース添加）

### 従来・競合との比較

- **非侵襲な生死判定法**：生育抑制や死細胞の増加なし
- **低コスト**：合成色素トリパンブルーの1/10 価格（1円/1mL）
- **高感度検出**：合成色素トリパンブルー、メチレンブルーと同等（明視野顕微鏡判別可能：倍率100倍）
- **短時間検出**：3分以内
- **耐薬品性**：0.2%塩化ベンザルコニウム溶液中で従来色素よりも安定した染着性
- **長期の生死判定モニタリング**：3日間
- **高汎用性**：ユーグレナ、ヒト乳がん細胞、原生動物ゾウリムシ 単細胞緑藻クラミドモナスで確認
- **選択的染色**：ベニコウジ色素はタンパク質への染着性が特に高く、含有率の高い細胞を選択的に染色可能

### 想定される用途

- **色素排除法に基づく生死判定試験全般**
- **非侵襲な生死判定**：再生医療、遺伝子工学など
- **長期の生死判定**：密閉、嫌気環境での培養
- **微生物検出**：衛生管理（高い安全性を要する食品加工現場、食堂、一般家庭など）
- **細胞標識**：セルカウンター

### 実用化に向けた課題

- **生物種ごとの最適条件の探索**：色素濃度、pH調整、添加剤
- **単離した各色素ごとの染着性評価**

POINT

- 生死判定試薬として天然食用色素を使用（ベニコウジ色素、ムラサキイモ色素）
- 安全で安価（生育抑制なし、トリパンブルーの1/10 価格）
- 長期の生死判定可能、耐薬品性、高汎用性（ユーグレナ、ヒト乳がん細胞、ゾウリムシ、ヒト赤血球で確認）

■知的財産権：特願2018-241789「細胞の生死判定方法及び細胞の生死判別用キット」
■参考文献　：K. Yamashita, et al. “Noninvasive and safe cell viability assay for Euglena gracilis using natural food pigment,” PeerJ, vol. 7, p. e6636, Apr. 2019.
■その他　　：薬学部樋上賀一教授・田川亮真助教との学内共同研究（天然食用色素を用いた乳がん細胞の生死判定法）に基づく成果。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

計　測

# 界面ポッケルス効果を用いた新たな光変調法と界面物性探索法

New Light Modulator and Optical Probe of Interfacial Properties using the Interfacial Pockels Effect

徳永 英司　Eiji TOKUNAGA（東京理科大学 理学部第一部 物理学科 教授）

## 研究の目的

徳永研究室では、水やアルコールが巨大なポッケルス効果(電場に比例する屈折率変化)を示すことを発見し研究してきたところ、ポッケルス効果から巨大な光変調信号を取り出す方法を発見し、新たな方式の光変調素子を得ました。この方法を活用して、界面ポッケルス効果をさらに広く探索し、遍在する界面を利用するユニークな電気光学素子や界面物性を探る新しい光プローブを実現することを目的としています。

## 研究の概要

ポッケルス効果の発生には巨視的反転対称性が破れていることが発生の必要条件です。電気光学結晶$LiNbO_3$よりも一桁大きいポッケルス係数を有する液体界面のポッケルス効果を従来は利用できなかったのですが、本研究により利用可能となりました。この光変調素子は、実用化されている手法である振動分光法、X線回折、原子間力顕微鏡、数値計算に続く第5の界面物性探索手段にもなります。

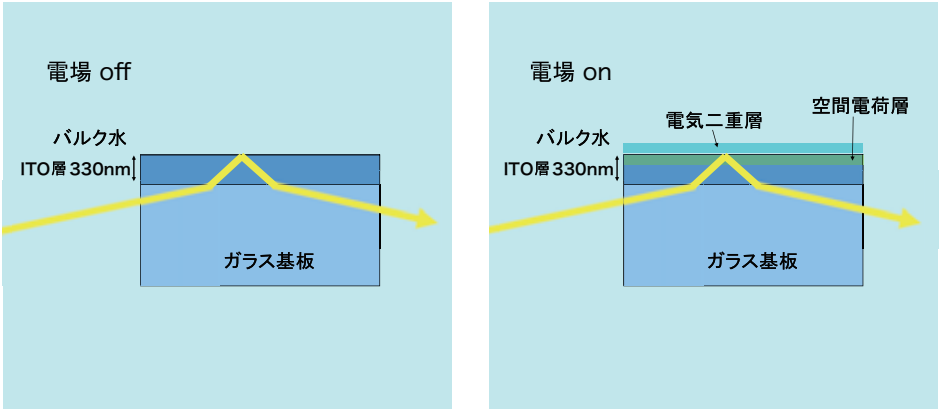



図 電場印加による電解質水溶液-透明電極界面に形成された2nm電気二重層内のΔn=-0.1、30nm空間電荷層内のΔn=-0.0031の屈折率変化で、複数の特定波長範囲で100%近い深い変調が起こる

**POINT**

- 水（あるいはアルコール）とガラス基板上の酸化物透明電極薄膜だけで光変調器が構成できる。
- 変調される波長は酸化物透明電極の膜厚で制御でき、変調方向選択性がある。
- 水が透明な170nmの深紫外光まで変調でき、きわめて安価。

### 企業へ期待すること

- 信号増強や高速化、微細化での共同研究希望。
- 透明電極、光ファイバー、微細加工、薄膜、電気光学結晶、電気化学の技術を持つ企業との共同研究を希望。

### 従来・競合との比較

- 光通信で実用化されている固体ポッケルス結晶$LiNbO_3$：
  10GHzの高速応答性を持つが、数Vの電圧で深い光強度変調を起こすには数μmの断面と数㎝の長さの単結晶が必要であり、高価(数十万円)
- 本変調素子：界面効果を用いていてナノスケールで動作し、波長選択性があり、1㎝角で30円程度と極めて安価

### 想定される用途

- マイクロ流路上のミクロ光変調器
- 水と透明電極による指向性ディスプレイ
- 液中の固液界面の屈折率、電場、電解質濃度の高感度センサー

### 実用化に向けた課題

- (電極の種類と液体の種類を与えたときに信号の大きさが予測できるような)液体のポッケルス効果のメカニズムは未解明。
- 透明電極の種類によっては信号がもっと大きくなる可能性。
- 高速応答化(*)　水分子の応答は高速のはず
- 円形導波路（ファイバー構造）の作製と信号取得。
- 実際にマイクロスケールの変調素子構造の作製と信号実証。

(*)電気二重層の形成時間で律速　～200Hz

## 今後の展開

2019年 企業等との共同基礎研究
2020年 企業との共同研究開発
2021年 応用デバイス試作
2023年 応用製品上市

■関連制度　：科研費基盤C，民間研究助成金
■知的財産権：特願2019-116939
■試作品　　：あり

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

環　境

# 光による$CO_2$回収・貯蔵・供給技術

Controllable $CO_2$ Capture, Stock, and Release by Photo-irradiation

今堀 龍志　Tatsushi IMAHORI（東京理科大学 工学部 工業化学科 准教授）

## 研究の背景

地球の炭素循環は、現在大きく大気中$CO_2$に偏った状態にあります。適切な改善策が講じられなければ、さらに大気中$CO_2$が増加し、地球温暖化の深刻化や、化石炭素資源の枯渇を招いてしまう恐れがあります。この炭素循環の不均衡を解消するために、総合的に$CO_2$を排出せずに、$CO_2$を回収し、資源として利用可能な物質に変換する技術の開発が求められています。本研究では、その部分技術としての利用が期待できる、光によって$CO_2$を回収・貯蔵・供給する化学吸収法の開発を行いました。

## 研究の概要

光によって構造を変化させ、$CO_2$吸収能が優れた状態と劣る状態を可逆的に切り替える分子を開発しました。その特性を活かし、$CO_2$の吸収・貯蔵・放出を任意に且つ繰り返し光で制御して効率的に行うことに成功しました。

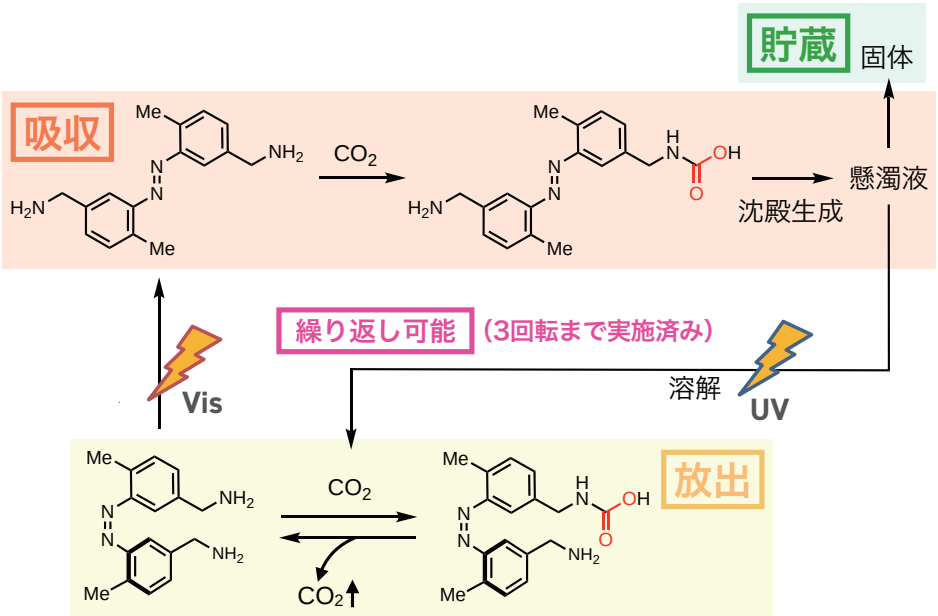



図 光による$CO_2$吸収・貯蔵・放出

### 従来・競合技術との比較

- 【従来】$CO_2$放出に加熱・減圧条件等が必要であり、エネルギー消費による間接的$CO_2$放出、高コスト、利用可能施設の制限等が問題である。
- 【本技術】枯渇性エネルギーを使用せずに、無尽蔵に利用可能な光を用い、総合的に$CO_2$を削減し得る技術である。

### 想定される用途

- 火力発電所等の排煙および大気からの$CO_2$の回収・貯蔵
- 捕集$CO_2$による植物栽培促進（植物工場・ビニールハウス・植物培養）
- 居住空間の$CO_2$循環（閉鎖環境・地下・潜水中・宇宙基地）

### 実用化に向けた課題

- より効率的な$CO_2$吸収・放出、安定貯蔵を実現する分子の探索（特に$CO_2$放出効率の改良）
- 再生可能エネルギーである太陽光を実際に利用したシステムの開発
- スケールの拡大
- 試作装置の開発（機器開発）
- 分析精度の向上（装置開発）

### 企業へ期待すること

- 太陽光由来UV光・可視光の利用に向けた集光・分光技術の協力
- 試作装置の共同開発
- 分析精度の向上（装置共同開発）
- 実用化に向けた分子の大量供給

POINT

- 加熱・減圧条件を必要としない$CO_2$回収・放出を実現
  →$CO_2$循環の低コスト化、$CO_2$回収・利用技術の適用拡大
- 枯渇性エネルギーを使用しない$CO_2$循環技術
- 総合的に大気中$CO_2$を削減し得る → 気候変動の改善

## 今後の展開

2020.03　構造最適化による吸収・放出効率向上
2020.09　耐久性向上
2021.03　太陽光利用システムの開発
2021.09　試作装置完成

■関連制度　：JST 未来社会創造事業
「ゲームチェンジングテクノロジーによる低炭素社会の実現」
■知的財産権：特願2019-036824
■サンプル　：あり

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

ライフサイエンス

# カチオン性人工オリゴ糖による二重鎖RNAの安定化

Stabilization of RNA/RNA Duplexes Using Artificial Cationic Oligosaccharides

和田　　猛　Takeshi WADA（東京理科大学　薬学部　生命創薬科学科　教授）
佐藤　一樹　Kazuki SATO　（東京理科大学　薬学部　生命創薬科学科　助教）

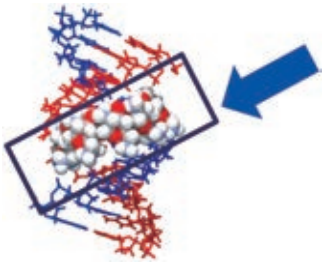
## 研究の目的

近年、RNA干渉（RNAi）を用いた核酸医薬の開発がなされていますが、広く用いられているsiRNAの生体内での安定性向上が大きな課題となっています。RNAに化学修飾を加えることが一般的ですが、過度な修飾により有効性が低下することが報告されており、安定性と有効性の両立が重要となっています。

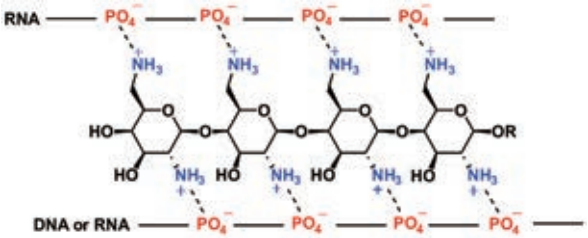
## 研究の概要

本研究では、RNA/RNA 2本鎖が形成するらせん構造の主溝に特異的に結合し、2本鎖の安定性を向上（図1）するカチオン性人工オリゴ糖（図2）、oligodiaminogalactose 4mer（ODAGal4）（図3）を開発しました。ODAGal4はsiRNAに対して4当量加えるだけで、siRNAの血清中の安定性を顕著に向上（図4）させ、さらにODAGal4の添加によってRNAi活性は阻害されないことが明らかとなりました。従来の核酸医薬を安定化する分子は、一般に核酸に対して大過剰使用することが求められ、毒性を示すことが報告されています。ODAGal4はアミノ基とリン酸基の比率N/P比が0.6程度でも有効性を示しており、毒性が低いことが期待されます。

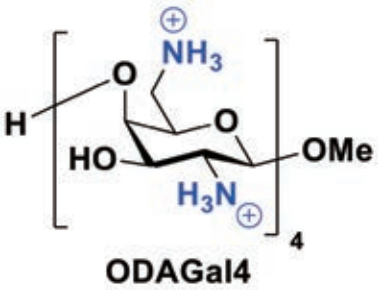
（図1）



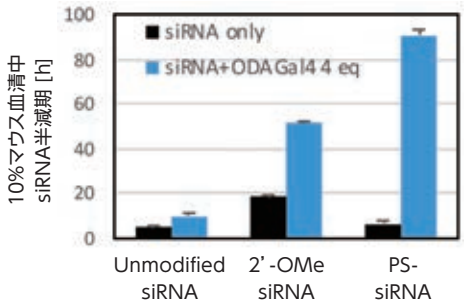
（図3）




（図2）




（図4）




### 従来・競合との比較

- 通常核酸に対して過剰量の投与が必要であるが、4当量程度で効果的に核酸医薬の安定化が可能
- 核酸医薬と混合するだけの簡便な操作で効果を発揮

### 想定される用途

- siRNAとの共投与によるRNAi医薬としての応用
- ODAGal4にさらなる化学修飾を加え、安定化とDDSの機能を付与

### 実用化に向けた課題

- 大量合成手法の確立
- in vivoでの有効性、安全性の検証

### 企業へ期待すること

ODAGal4によるRNA/RNA 2本鎖の安定化効果は様々な配列に対して確認されており、汎用的な技術であるといえます。本研究に興味をお持ちいただければ、サンプルの提供なども致しますので、ご相談ください。

**POINT**

- ODAGal4により、RNAi医薬の安定化と薬効発現の両立が可能
- 化学量論量の添加により、簡便に効果を発揮

## 今後の展開

In vivoでの有効性、安全性の早期検証を目指します。並行して、ODAGal4の大量合成法を確立し、ODAGal4にリガンドを結合させることで、siRNAの安定化と臓器選択的デリバリーの両立を目指した研究を進めていく予定です。

■知的財産権：PCT/JP2019/034105「カチオン性人工オリゴ糖による二重鎖RNAの安定化」
■サンプル　：ODAGal4
■受賞歴　　：2018年　日本核酸医薬学会学会賞（日本核酸医薬学会）

本研究は、東京都医学総合研究所の芝崎先生との共同研究で行われています。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

ライフサイエンス

# カチオン性オリゴペプチドによる核酸医薬の副作用軽減

Artificial Cationic Peptides that Reduce the Side Effects of Nucleic Acid-Based Drugs

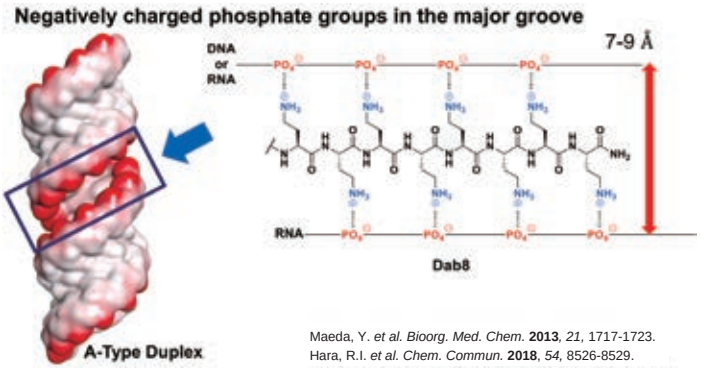
和田　猛　Takeshi Wada　（東京理科大学　薬学部　生命創薬科学科　教授）
佐藤　一樹　SATO Kazuki　（東京理科大学　薬学部　生命創薬科学科　助教）

## 研究の目的

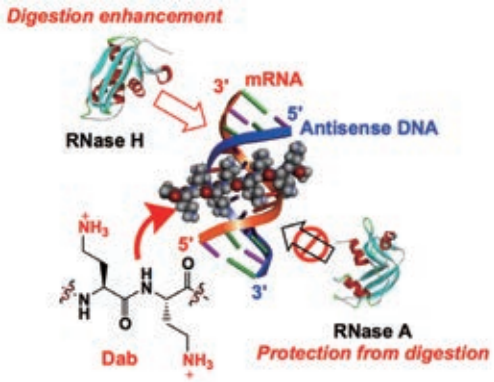
アンチセンス医薬はこれまで6品目（2019年9月時点）が上市され、実用化に向けた研究・開発が盛んに行われていますが、投与後にクラスエフェクトとして出血性の急性神経毒性が発現することが大きな課題となっています。本研究は薬効は落とさずに、副作用を軽減できる手法の開発を目的としています。

## 研究の概要

当研究室ではこれまでに、DNA/RNAやRNA/RNA 2本鎖が形成するらせん構造に特異的に結合し、これを安定化するカチオン性ペプチド、Dabオリゴマーを開発しました。そこで、アンチセンス核酸の新たなモダリティーとして注目される、ギャップマー型アンチセンス核酸と相補的RNAの2本鎖からなるヘテロ2本鎖核酸（HDO）とカチオン性ペプチドを共投与したところ、ノックダウン効果を発現すること、出血傾向を示すAPTTの延長を抑制できることをin vivoで確認しました。




Maeda, Y. *et al. Bioorg. Med. Chem.* **2013**, *21*, 1717-1723.
Hara, R.I. *et al. Chem. Commun.* **2018**, *54*, 8526-8529.




### 従来・競合との比較

- 通常核酸に対して過剰量の投与が必要であるが、1-2当量程度で効果的に核酸医薬の安定化が可能
- 核酸医薬と混合するだけの簡便な操作で効果を発揮

### 想定される用途

- HDOとDabオリゴマーの共投与によるアンチセンス医薬としての応用
- Dabオリゴマーにリガンドを導入し、臓器選択的な核酸医薬のデリバリーの実現

### 実用化に向けた課題

- 有効性と安全性に関するデータの蓄積
- 副作用軽減メカニズムの解明

### 企業へ期待すること

DabオリゴマーはHDOに限らず、siRNAなど広く核酸医薬に適用可能です。フィージビリティースタディーを通じた、有効性に関する検証・共同研究・開発を期待します。

**POINT**

- Dabオリゴマーにより、HDOの薬効を低減することなく、副作用を軽減可能
- 二本鎖核酸の熱力学的、ヌクレアーゼに対する安定性の向上が可能

## 今後の展開

HDOやsiRNAなどの種々のモダリティーに対するin vivoでの活性評価を進めていきます。Dabオリゴマーは大量合成が可能で、容易に小分子を連結させることが可能ですので、リガンドを導入することによる臓器特異的デリバリーに関する検証も進めていきます。

■関連制度　：JST-CREST「新機能創出を目指した分子技術の構築」
■知的財産権：特願2019-120908「核酸医薬副作用軽減剤、該核酸医薬副作用軽減剤を含む医薬組成物、並びに核酸医薬の副作用惹起性を軽減する方法」他

本研究は、東京医科歯科大学の横田先生との共同研究で行われています。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

材　料

# 柔軟なポリマー基材に積層した二酸化チタン光触媒材料

Titanium Oxide Photocatalysis Material Laminated in a Flexible Polymer Substrate

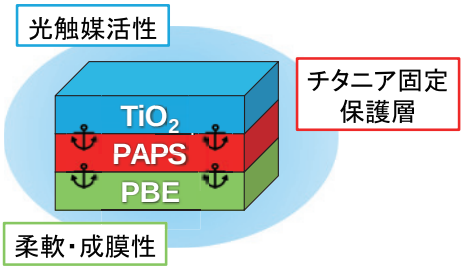
郡司 天博　Takahiro GUNJI（東京理科大学 理工学部 先端化学科 教授）

## 研究の目的

二酸化チタンと有機高分子を複合化した光触媒材料は、多量のシランカップリング剤を必要とする、有機高分子とチタニアナノ粒子が混和しない、基材表面をチタニアナノ粒子で被覆できない、等の課題があり、柔軟な有機高分子表面にチタニアナノ粒子を担持するのは困難です。本研究では、ホスホン酸による二酸化チタンの担持を応用した二酸化チタン光触媒材料を調製を目標としました。

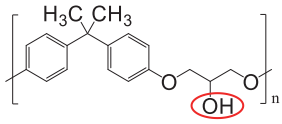
## 研究の概要

ポリマー基材に光触媒を担持させた光触媒材料において、ポリマー基材と光触媒層との間にホスホン酸を持つ中間層を設けることで、光触媒の強力な酸化分解力によるポリマー基材の劣化を抑制するため、高耐久性を得ることができました。さらに、中間層は柔軟性を損なわないため、本光触媒材料は様々な物への適用を可能にします。




各層間が結合する三層構造

- 高密着性
- 高耐久性
- 高柔軟性




ポリ（ビスフェノールA-co-エピクロロヒドリン）
（PBE）　SIGMA-ALDRICH, Mw ~40,000

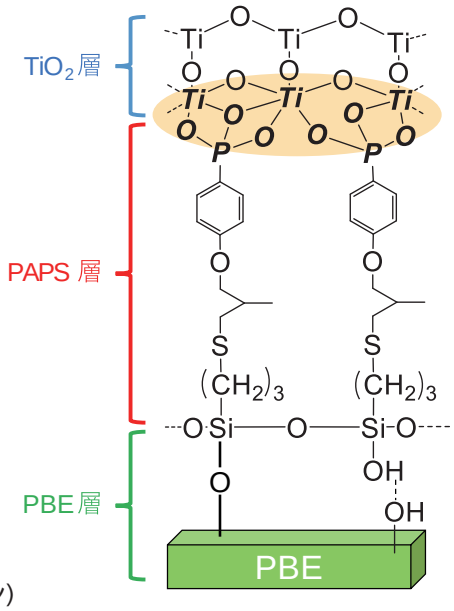



図 高柔軟・親水性セルフクリーニング膜の調製

### 従来・競合との比較

- ポリマー基材と光触媒層との間にホスホン酸を持つ中間層を介在させることで、ポリマー基材の劣化抑制のみならず、層間の密着性を高め、光触媒表面をもつポリマーシート等の製品寿命の延伸が可能
- 中間層を設けることで従来法より低温、かつカップリング材の使用量が低減され製造コスト削減が可能。

### 想定される用途

- 屋根材、雨戸、外壁材などの建築資材
- キッチン、厨房、浴室等に使用される内装壁材
- 農業用資材等

### 実用化に向けた課題

- 現在、柔軟な有機高分子表面をチタニアナノ粒子で被覆し、光触媒能を持たせるところまで開発済みだが、耐久性と長波長化の点が未解決。
- 今後、耐候性試験および金属ドーピングについて実験データを取得し、高耐久性で高効率化する場合の条件設定を行っていく。

### 企業へ期待すること

- 未解決の長波長化については、チタニアナノ粒子の高効率化の技術により克服できると考えている。
- 光触媒開発の技術を持つ企業、高分子合成技術を持つ企業との共同研究を希望。
- 光触媒を利用した高分子材料を開発中、または、この分野への展開を考えている企業へ導入を希望。

POINT

- 高耐久性の光触媒担持ポリマーが作成できる
- 低温で光触媒を担持できる
- 柔軟性に優れ曲面に貼っても使用できる

## 今後の展開

2020.4　耐久性試験の評価
2020.10　製品化
2021.4　長波長化の達成

■知的財産権 ： 特願2019-126288
■試作品　　 ： 有り
■サンプル　 ： 有り

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

材　料

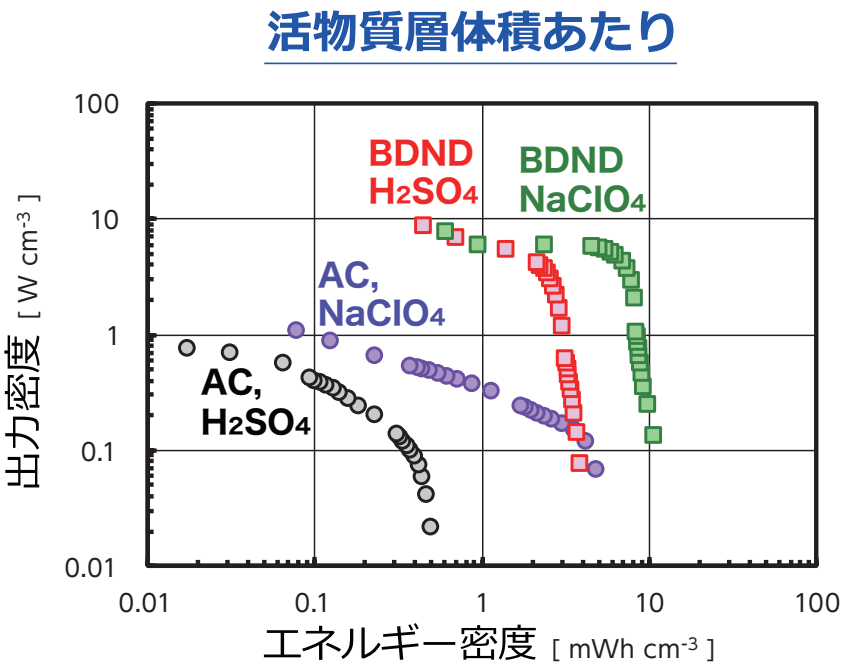
# 導電性ナノダイヤモンド作製と高性能水系EDLCへの応用

Conductive Nanodiamond Powder for Electrode Material of High Performance Aqueous EDLC

近藤　剛史　Takeshi KONDO　（東京理科大学　理工学部　先端化学科　准教授）

## 研究の概要

電気二重層キャパシタ（EDLC）は、出力密度・耐久性に優れた蓄電デバイスですが、エネルギー密度が小さいという課題があります。本研究室では、高比表面積かつ導電性を有するダイヤモンド材料として、ボロンドープナノダイヤモンド（BDND）を開発しました。BDNDは電極材料として利用でき、水系電解液中で3V程度の広い電位窓を示しました。BDNDを電極材料とする水系電気二重層キャパシタ（EDLC）は、1.8 Vのセル電圧を印加可能で、高エネルギー密度（10 mWh/cm$^3$）かつ高出力密度(10 W/cm$^3$)を示しました。




BDNDは活性炭よりかさ密度が大きいため、**コンパクトなデバイス**作製に適する。

図 活物質層体積あたり　EDLC性能の比較（Ragoneプロット）

POINT
- BDNDは高比表面積かつ導電性を有するダイヤモンド材料
- BDNDは、水系電解液中で広い電位窓を示す
- BDNDを用いた水系EDLCは、高エネルギー密度かつ高出力密度を示す

### 従来・競合との比較

- 【従来：活性炭電極】水系電解液を用いた場合、0.8 Vのセル電圧しか印加できない
- 【本技術：BDND】セル電圧が1.8 Vと大きく向上し、エネルギー密度が増大
- 【本技術：BDND】高速充放電における容量の低下が抑制され、出力密度にも優れる

### 想定される用途

- 高速充放電が可能なIoT用デバイス
- ウェアラブルエレクトロニクスデバイス
- エネルギーハーベスティングデバイス

### 実用化に向けた課題

- BDNDの量産化技術の開発
- 用途を想定したデバイスを試作し、耐久性を含めた検討
- さらなる高エネルギー密度化のための、BDNDの他材料との複合化・高機能化

### 企業へ期待すること

- BDNDの量産化技術の開発が可能な企業との共同研究を希望。
- BDNDを用いたデバイス作製に協力可能な企業との共同研究を希望。
- その他、BDNDを素材として応用可能な企業との共同研究等を希望

## 今後の展開

- 積層型セルや全固体フレキシブルデバイスなどを試作し、充放電特性の評価・最適化を行います。
- BDNDの表面制御や他材料との複合化により、更なる高エネルギー密度化を目指します

■関連制度　：JST A-STEP機能検証フェーズ　他
■知的財産権：PCT/JP2018/032517
■試作品　　：有り
■サンプル　：BDND
■受賞歴　　：電気化学会進歩賞・佐野賞　他

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

ライフサイエンス

# 無限に増幅する血液前駆細胞を用いた抗腫瘍薬の開発

Development of anti-tumor drugs using immortalized hematopoietic progenitors

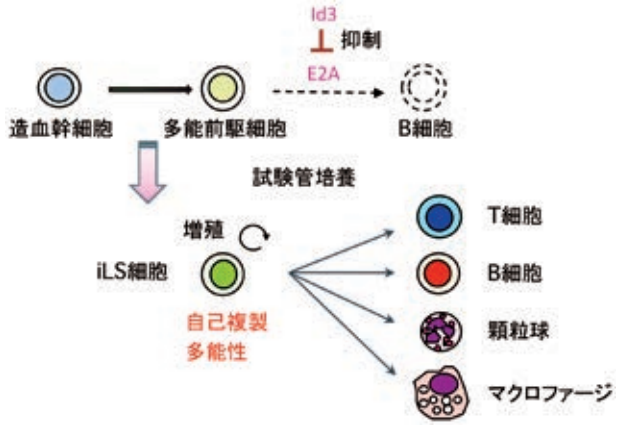
伊川 友活　Tomokatsu IKAWA（東京理科大学 生命医科学研究所 教授）

## 研究の目的

白血病や多発性骨髄腫などの造血器腫瘍は、造血幹細胞から血液細胞や免疫細胞が作られる過程でがん化することにより発症します。染色体の転座や遺伝子の変異・欠損など様々な要因により発症すると考えられています。本研究では、独自に開発した造血幹・前駆細胞を培養する技術を用いてこうした造血器腫瘍の発症メカニズムの解明、さらに早期診断マーカーや新規治療薬の開発を目指します。

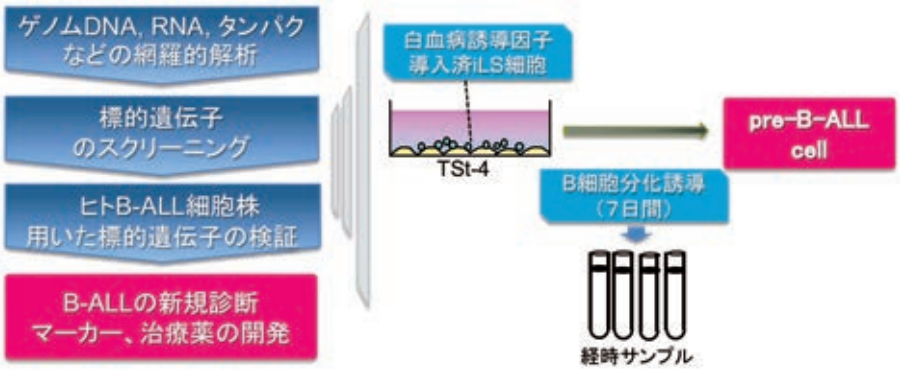
## 研究の概要

図1　自己複製能と多能性を兼ね備えたiLS細胞




人工白血球幹細胞（induced Leukocyte Stem：iLS細胞）は多能性を維持したまま生体外で無限に増幅することができます。また、リンパ球やマクロファージなど様々な免疫細胞を作り出す能力を維持しています（図１）。本研究では、iLS細胞へ白血病を引き起こす因子を導入することにより、白血病発症モデル系を構築し、これを用いて白血病の発症メカニズムを解明します（図２）。さらにこうして得られた知見をもとに、早期診断マーカーや新規治療薬の開発を目指します。

図2　iLS細胞を用いた新規白血病解析モデル系




### 従来・競合との比較

- iLS細胞は大量培養が可能
- iLS細胞の安定性および再現性
- 容易な白血病発症モデルの構築
- 薬剤スクリーニングに最適

### 想定される用途

- 白血病治療薬のスクリーニング
- 新規診断マーカーの開発
- 白血病発症メカニズムの解明

### 企業へ期待すること

- 白血病の新規診断マーカーや阻害薬の共同研究・開発
- 実験環境の整備、経済的支援

POINT
- iLS細胞を用いた白血病発症モデルの構築
- 新規白血病治療薬の開発
- T-ALLやB-ALLなど様々な造血器腫瘍に対応

## 今後の展開

- 白血病阻害薬の同定及びヒト化マウスを用いたその効果の検証
- 発明技術の知財化

■関連制度　：科研費
■知的財産権：関連特許あり
■研究体制　：本研究は、山梨大学医学部 小児科 犬飼岳史教授との共同研究が進行中。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

ライフサイエンス

# SCT(Single cell transcriptome, scRNA-seq)解析における新しい高感度cDNA増幅法TAS-Seqの開発

Development of a new high-sensitivity cDNA amplification method for SCT (Single cell transcriptome, scRNA-seq) analysis

松島　綱治　Kouji MATSUSHIMA（東京理科大学 生命医科学研究所 教授）
七野　成之　Shigeyuki SHICHINO（東京理科大学 生命医科学研究所 助教）

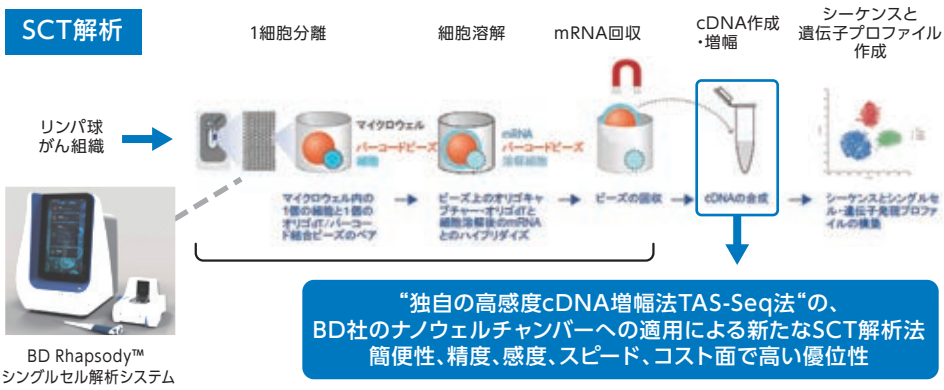
## 研究の目的

個々の細胞のトランスクリプトームを捉えるSCT(Single cell transcriptome, scRNA-seq)解析は、新たな細胞集団や細胞の性質変化の同定を可能とし、基礎・臨床研究者や製薬企業にとり必須の技術となりつつありますが、その遺伝子検出感度や技術安定性において多くの課題があり、研究者の高い要求を満たすクォリティーには至っていません。新しい高感度cDNA増幅法TAS-Seq法は、数千～数万個のSCT解析を従来技術を上回る高感度・高精度にて可能とし、従来にない正確性で細胞集団の多様性を捉えられます。本技術により、病変部位に存在するごく少数の疾患原因細胞を同定し、原因不明な多くの炎症・免疫難病の発症機序を高い解像度で解明することで、新たなる治療法の確立や新規バイオマーカーの探索による創薬につなげることを目的としています。

## 研究の概要

SCT解析において、新規高感度cDNA増幅法TAS-Seq法を用いることで、従来技術の課題であった多数の1細胞を高い遺伝子検出感度で安価に解析することが初めて可能になりました。更に、本技術で得られたSCTデータは、細胞数を定量するゴールドスタンダードであるフローサイトメトリー解析と、従来技術を大幅に上回る正の相関を示すことを見出し、高精度に細胞集団構成を捉えられることが分かりました。以上より、TAS-Seq法は従来法では発見できなかった新たな原因細胞や治療ターゲットの同定、新たな科学分野の開拓に繋がる可能性をもった最先端のSCT解析技術です。

### SCT解析




“独自の高感度cDNA増幅法TAS-Seq法“の、
BD社のナノウェルチャンバーへの適用による新たなSCT解析法
簡便性、精度、感度、スピード、コスト面で高い優位性

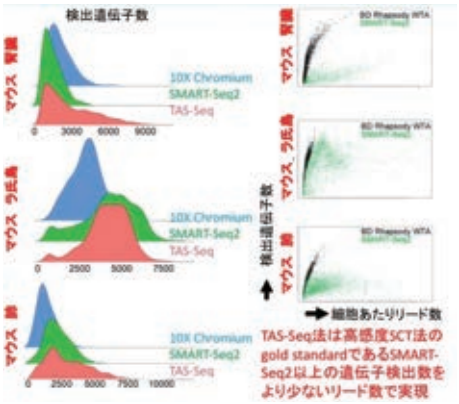
### 従来・競合との比較

- 独自の高感度cDNA増幅法TAS-Seq法のBD Rhapsodyシステムへの適用
- 従来・競合技術と比較し、精度、感度、解析可能細胞数等の評価において最高性能を有するSCT解析

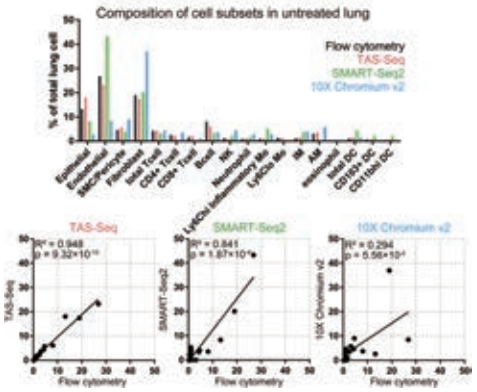
### 想定される用途

- 様々な疾患や生命現象の探索による新たなる科学分野への応用
- 生検検体の解析
- 新規原因細胞や治療ターゲットの探索
- ES細胞，iPS細胞やMSCなど細胞療法に用いる細胞のクオリティコントロール

### マウス臓器解析例




### マウス肺　細胞存在頻度解析例




国際的に頻用されている10x Chromium のデータはフローサイトメトリーでの細胞構成比率データと大きく乖離

TAS-Seqデータはフローサイトメトリーでの細胞構成比率データと非常に高い正の相関($R^2$=0.952)、ごく少数の個体数まで正確に補足

**POINT**
- 固相担体からの高感度cDNA増幅法TAS-Seq法
- 高感度・高精度1細胞遺伝子発現解析技術
- 生検検体からも解析可能

## 今後の展開

- 独自のSCT解析用ナノチャンバーの開発
- 高品質なデータを担保した独自のSCTデータベースの構築
- 新規開発データベースを用いてのES細胞，iPS細胞、MSCなどのクオリティコントロール法の開発

*BD Rhapsody™ is a trademark of Becton, Dickinson and Company

■知的財産権：特願2019-129017

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

ライフサイエンス

# ICE(Inosine Chemical Erasing)法による イノシノーム(Inosinome)解析技術

Technology to Identify 5th Nucleic Acids base INOSINE in Transcriptome

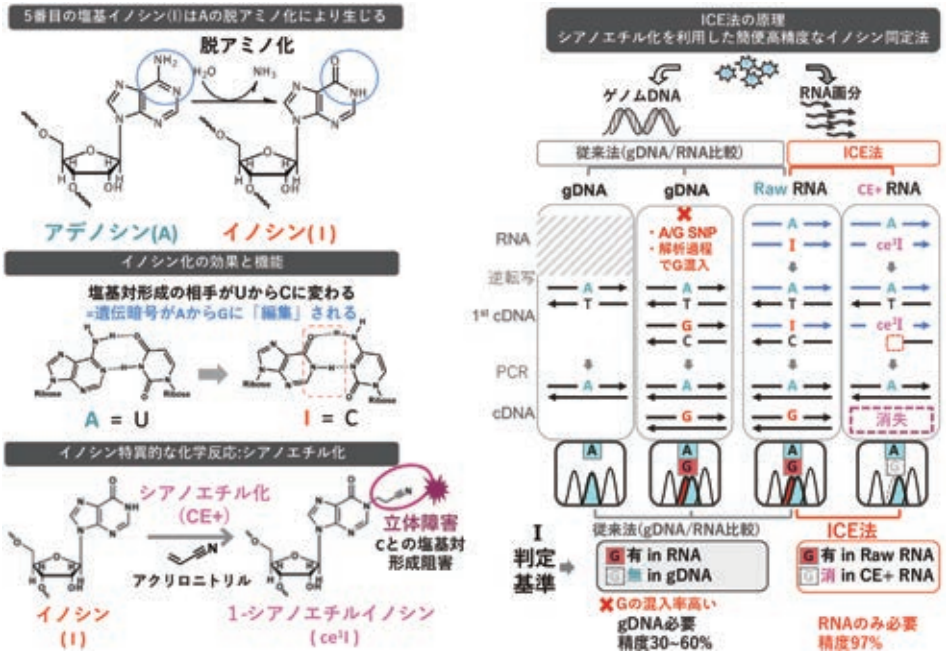
櫻井　雅之　Masayuki SAKURAI（東京理科大学 生命医科学研究所 准教授）

## 研究の目的

イノシン(I)は、ヒトのトランスクリプトームで最も部位数・存在量の多い内在性化学修飾による核酸塩基であり、A・G・U・Cにつぐ5番目の塩基です。イノシン(I)はアデノシン(A)塩基が酵素的に脱アミノ化されて生じ、A>Iの変化により塩基対形成能がA=UからI=Cへ変化します。そのため遺伝子配列をAからGへ「編集」する効果を持ち、組織・細胞種・時期・疾患に応じ遺伝子の発現量と活性を制御する役割を持ちます。しかし、従来の核酸配列解析技術ではIとGと判別が極めて不正確でありイノシン化の機能解明と疾患との関係の研究が遅れていました。本研究ではこの問題を解決する新技術を開発しました。

## 研究の概要

ゲノム解析を不要とし、RNAのみでイノシン部位の同定が可能な世界最高精度のICE(Inosine Chemical Erasing)法を開発しました。イノシン特異的化学反応を全RNA画分に施した後は、通常の核酸配列解析を行います。化学反応前に検出されるGが反応後に消失した場合、このGが真のイノシンとして同定できます。ICE法によるイノシン網羅的解析の結果、ヒトの脳トランスクリプトームで約3万カ所の同定を可能としました。そして、従来法では偽陽性率が高く精度が60%以下である一方、ICE法の精度は97%といった高い結果により、世界で最も信頼性のあるイノシン同定技術として評価されました*。




### 従来・競合との比較

| | 従来法 | ICE法 |
|---|---|---|
| 正確性 | 30～60% | 97% |
| 必要試料 | 同ソース由来<br>RNA&ゲノム | RNAのみ |
| 同定基準 | ゲノムでA<br>RNAでG混在 | 反応前G混在<br>反応後G消失 |

### 想定される用途

・新規RNA部位の探索
・疾患及び個人間の差異解析
・イノシン編集効率異常による疾患原因となる新規バイオマーカーの探索

### 実用化に向けた課題

・キット化による簡便性の向上
・データ解析ソフトウェアのパッケージ化
・一細胞解析系への対応

### 企業へ期待すること

・本技術のキット化及び実施検体の提供
・発展技術開発に用いる合成核酸供給の支援

**POINT**

・ヒトmRNAでA,G,U,Cにつぐ5番目の塩基 I(イノシン)
・世界最高精度の次世代シークエンスによるI同定技術
・ヒト脳mRNA約3万カ所のイノシノーム部位の同定

## 今後の展開

・最新次世代シークエンスキットへの更新
・ヒト細胞解析系への応用
・配列解析以外の用途拡大

■関連制度　：NEDO 機能性RNAプロジェクト（2005年～2009年）
■知的財産権：関連特許有り
■関連論文　：Nat Chem Biol 2010, Genome Res.2014
■受賞歴*　：NATURE METHODS METHOD OF THE YEAR 2016

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL:03-5228-7440　E-MAIL:ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

デバイス

# 空気浮上システムを活用した3次元免震装置の開発に関する研究

Research on the development of the three-dimension seismic isolation system floated by air

高橋 治　Osamu　TAKAHASHI（東京理科大学　工学部　建築学科　教授）

## 研究の目的

従来の免震構造は、ゴム等で地面と建物を隔てて、建物に地震が伝達するのを減少させる構造技術です。空気浮上免震は、空気の力で建物を空中に浮上させて地震伝達を零（ゼロ）にする最新構造技術です。建物倒壊、家具転倒などの被害を防ぎ、最愛の家庭や家族を守ることが可能です。

## 研究の概要

空気浮上免震の構造システム

### 構造システム

人工地盤と建物基礎の間の空気層にエアータンクを用いて瞬時（実験では0.04秒）に圧縮空気を送り込み、建物全体を浮かせ、地面と建物を絶縁する構図システムです。

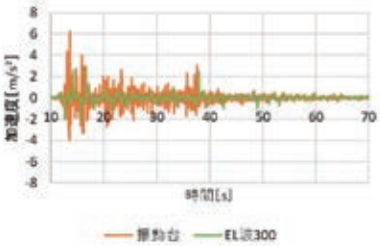
### 特徴

- 空気層は空気が漏れないように、各辺にステンレス製の羽根を取り付けて風船となるように構成している。
- 浮上時の復元力は、建物基礎と人工地盤を機械羽のスプリングで緊結して基の位置に戻るように復元確保している。
- 非浮上時は建物基礎と人工地盤の摩擦抵抗で安定している。

POINT
- 空気の力で地球とは絶縁する
- 建物はあらゆる工法に対応できる
- 従来の免震装置よりも安価である

### 加振試験

実際の建物を縮小したモデルの振動台加振試験を行い、入力加速度に対して応答加速度が極端に抑えられることを確認しました。




実験結果（加速度時刻歴）

国土交通大臣認定証

実建物の免震看板

## 今後の展開

国土交通大臣の認定証取得も実現し、実建物への更なる普及段階である。
今後も、より安全で安心かつコストパフォーマンスの良好な構造技術を開発していきます。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

ライフサイエンス

# 危険ドラッグ化合物ライブラリーがあなたを守る！

Toward the safe society: Development of designer's drug library

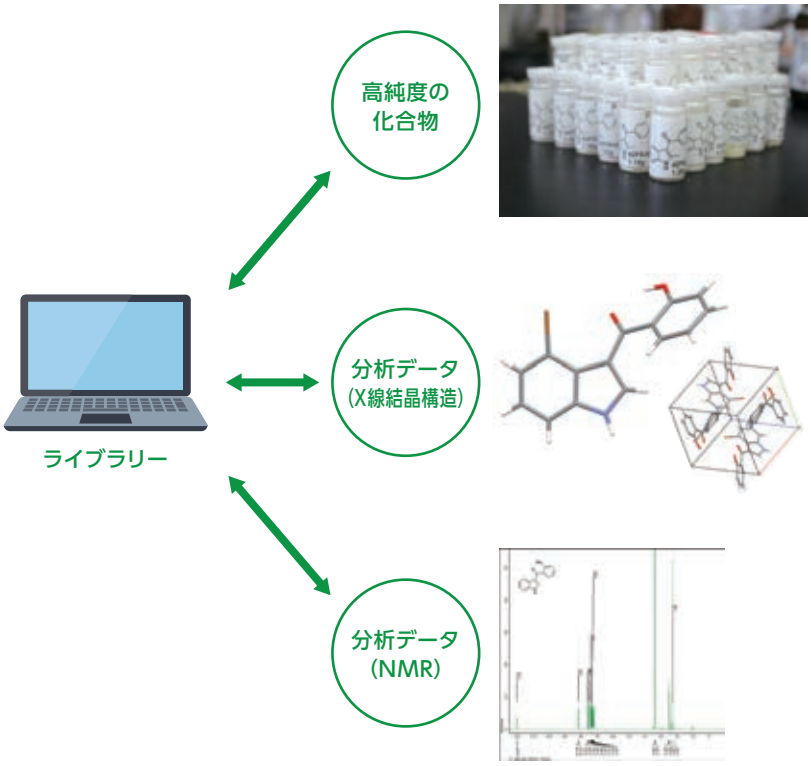
高橋 秀依　Hideyo TAKAHASHI（東京理科大学　薬学部　薬学科　教授）

## 研究の目的

危険ドラッグは、多様な化学構造を持っており、未規制品も含めると大変多くの危険な類似化合物が市中に出回っています。それらの化学構造を特定し、危険ドラッグによる被害を防ぐために、標準品のライブラリーが必要です。安全・安心な社会のため、危険ドラッグ化合物ライブラリーは役立ちます。

## 研究の概要

危険ドラッグは、覚せい剤等と同様、催眠・興奮・幻覚作用などを引起こす成分を含み、死亡事故、交通事故等を頻発させ大きな社会問題となっています。類似の構造を持ち、依存性や毒性の高い新たな薬物が未だに多く流通しており、薬物の根絶に向けた対策が求められます。当研究室では、危険な薬物を社会から撲滅するべく、危険ドラッグの標準品を合成し、化合物ライブラリーを構築し、データベース化しています。ライブラリーに含まれる化合物は標準品として捜査機関等に提供され、迅速かつ正確な分析に活用して頂いています。




### 従来・競合との比較

- 200種を超える化合物ライブラリーを高純度で各50 mg以上合成済み
- 全ての化合物についてNMR,IR,MSデータを取得済み
- 立体異性体（ジアステレオマー及びエナンチオマー）の分離・単離について対応可能
- 世界的に貴重なライブラリーであり、現在も合成継続中

### 想定される用途

- 捜査機関において乱用薬物同定のための標準品として活用
- 薬物の本来持っている中枢作用を転用し、医薬品として創薬に有効活用
- 日本から世界へ標準品を供給する体制の基盤構築
- 薬物の中毒性の機序解明

### 実用化に向けた課題

- 迅速かつ高精度な薬物検出を可能とする検査機器の開発
- 化合物ライブラリー及びデータベースを安全に保管管理するためのセキュリティ対策強化が必要

### 企業へ期待すること

化合物ライブラリーには様々な活用が期待されます。
多角的な視点からのご提案をいただきたいと思います。

POINT

- 世界的に貴重な高純度の化合物ライブラリー
- 化合物の分析データをデータベース化
- 活性化合物として創薬への応用が可能

## 今後の展開

より多様な化学構造のライブラリーを構築し、
創薬への応用をめざす

■関連制度　：JST A-STEP機能検証フェーズ
■知的財産権：なし
■試作品　　：なし
■サンプル　：化合物ライブラリー

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

創　薬

# リダイフェンを有効成分とする医薬開発 －G1からG5への展開－

Development of Molecular Targeted Medicines Using Ridaifens (RIDs) from G1 to G5 Synthesized in TUS

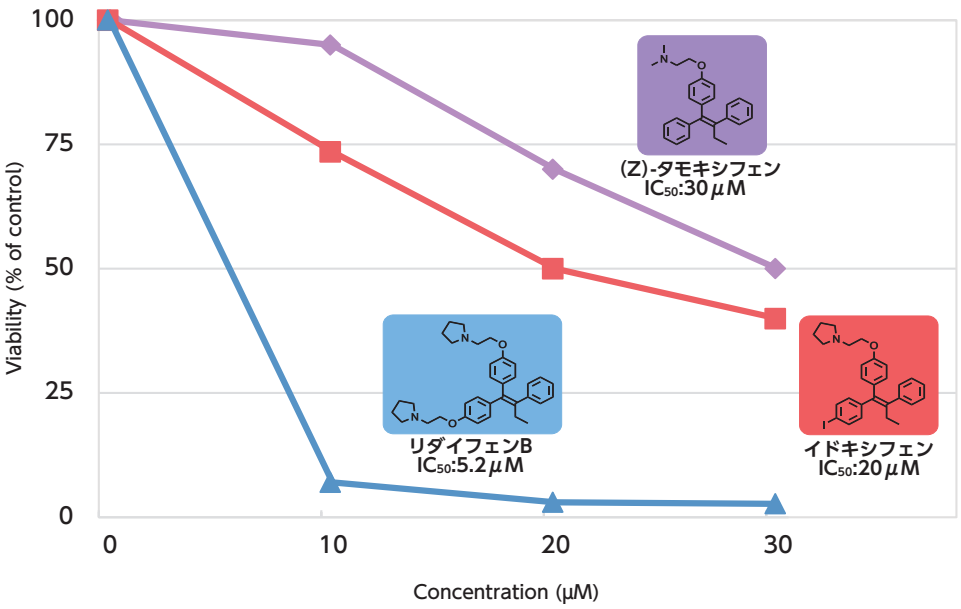
椎名　勇　Isamu SHIINA　（東京理科大学　理学部第一部　応用化学科　教授）

## 研究の背景

当研究室では簡便な手法で生産可能な有機分子のライブラリー構築を行って来ました。リダイフェン（Ridaifen; RID）は、当研究室で開発された三成分連結反応を鍵工程として、芳香族アルデヒドとアリル型第1求核剤、ならびに芳香族第2求核剤から容易に合成できます。本剤を用いた白血病治療薬、抗がん剤、骨粗鬆症治療薬、高脂血症治療薬、抗菌剤等の開発研究が進められており、例えば、多発性骨髄腫治療剤「ベルケイド」に耐性となったがん腫の抑制効果を示す化合物が発見されています。第一世代（G1）から第五世代（G5）まで構造展開が図られています。

## 研究の概要

これまで、当研究室の先駆的な有機合成技術を駆使して本学オリジナル化合物であるリダイフェン類を創出し、構造薬理活性相関の調査を通じて新薬のリード化合物を探索してきました。リダイフェンB（RID-B）は抗腫瘍活性を有し、ある種のがん細胞に対し顕著な細胞増殖抑制効果がみられています。




図：リダイフェンBの強力な抗腫瘍活性

POINT
- 大学発の三成分連結反応を用いたリダイフェンの高効率合成
- 低コスト合成
- 人工化合物ライブラリー構築

### 従来・競合との比較

○従来（例）
- 抗がん剤パクリタキセル（「タキソール」®）：51工程で合成
- 当研究室で開発中の抗がん剤M-COPA：20工程で合成

○本研究
- 「リダイフェン類」：4～10工程で合成

### 想定される用途

- 白血病治療薬
- 抗がん剤
- 骨粗鬆症治療薬
- 高脂血症治療薬

### 実用化に向けた課題

- メカニズム解析
- *in vitro* から *in vivo* への展開
- 前臨床試験におけるPOCの取得
- 化合物の構造最適化
- 大量合成法の確立

### 企業へ期待すること

- 用途開拓における協力
- *in vivo*試験の実施協力
- AMED大型研究費への共同申請
- GLPレベル合成、GMP合成の技術協力

## 今後の展開

| | |
|---|---|
| 2015.03 | 販売開始（RID-B：リード化合物） |
| 2019.03 | 全合成収率50%達成 |
| 2021.03 | 開発候補化合物GLPレベル合成 |
| 2022.03 | 開発候補化合物前臨床試験 |

■関連制度　：AMED 創薬基盤推進研究事業
■受賞歴　　：2015年 文部科学大臣表彰 科学技術賞
■知的財産権：特許第05234558号
「タモキシフェン類縁体有効成分として含有する抗ガン剤」
■サンプル　：契約後に提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

ナノテクノロジー

# 紙材料から新しい圧力センシングゴムの開発

New Mechanical Stress Sensing Rubbers from Paper Materials

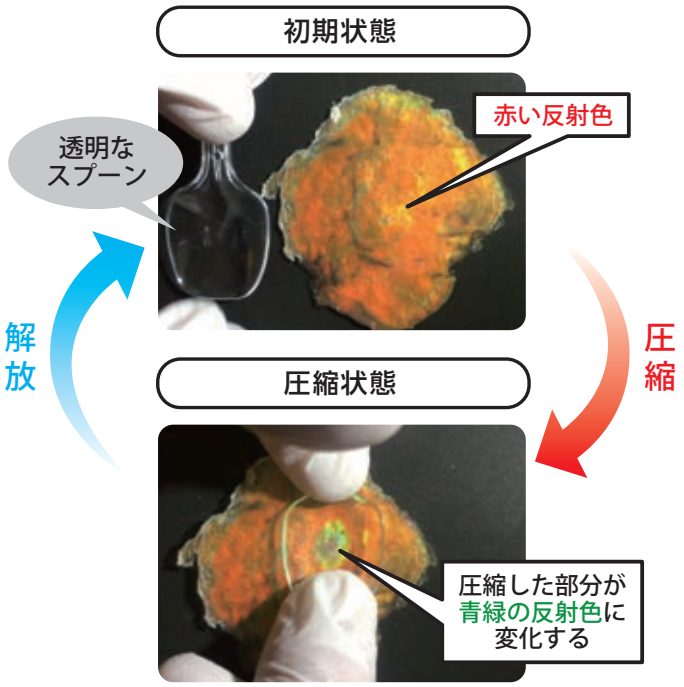
古海　誓一　Seiichi FURUMI　（東京理科大学　理学部第一部　応用化学科　教授）

## 研究の目的

紙、綿、木材の主成分であるセルロースはグルコースが直鎖状に重合した天然高分子であり、古くからわれわれの日常生活で身近な材料です。本研究では、側鎖に不飽和結合を有する官能基を導入した新しい架橋性セルロース誘導体を合成し、可視光の反射特性とゴム弾性を兼ね備えたセルロース液晶エラストマー膜の作製に成功しました。しかも、機械的圧力をリアルタイムでセンシングできる歪みセンサーへ応用できることも発見しました。

## 研究の概要

本研究では、紙の主成分であるセルロースを原料として、機械的圧力を反射色でセンシングできる新素材ゴム（エラストマー）を開発しました。環境や人体に優しく低コストなセルロースの特徴に着目して、独自の分子デザインにより全可視波長領域でブラッグ反射を示し、しかもゴム弾性も兼ね備えた新しいセルロース液晶エラストマー膜を創製しました。たとえば、このセルロース液晶エラストマー膜に機械的な圧縮力を加えると、圧縮した部分だけ、反射色が赤色から青緑色へ可逆的に変化する特性があり、応力センシングの可視化を実証することができました。




### 従来・競合との比較

- 従来：コレステリック結晶由来の反射特性を示していた
- 本研究：反射特性に加えてゴム弾性も兼ね備えることができた
- 従来の液晶エラストマー：主に石油由来の原料を化学合成して製造している
- 本研究の液晶エラストマー：天然高分子であるセルロースを原料として創製できる

### 想定される用途

- コンクリートなどの歪みを検知できる社会インフラセンサー
- 人体の皮膚に貼り付けることができるウェアラブルセンサー
- 低環境負荷で安価な反射型ディスプレイ

### 実用化に向けた課題

- セルロース液晶エラストマー膜のゴム弾性と反射特性との相関の定量的な評価
- 優れたゴム弾性を示すセルロース液晶エラストマー膜の条件の最適化

### 企業へ期待すること

化学、精密機器、建築、医療などを専門とする民間企業と共同研究の実施を希望しています。

POINT

- 地球上に豊富に存在し、人体や環境に優しいセルロースが原料
- 簡単な化学反応で、反射特性とゴム弾性を併せ持つセルロース液晶エラストマー膜を調製可能
- ディスプレイや色材としてだけでなく、歪みセンサーとして応用可能

## 今後の展開

さまざまな民間企業と連携して、新しい架橋性セルロース誘導体を研究開発するだけでなく、センサーやディスプレイへの応用を目指します。

■関連制度：科学研究費　基盤研究(B)、
JST 研究開発成果最適展開支援プログラム(A-STEP)
■知的財産権：特開2018-048289
特願2018-014066、特願2018-063259
■試作品：あり
■サンプル：あり
■受賞歴：第12回 舩井学術賞、第2回 イムラ・ジャパン賞、他10件

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

創　薬

# 自己ゲル化核酸技術を利用した薬物・抗原投与システムの開発

Development of Drug/Antigen Administration System using Self-Gelatinizable Nucleic Acid Technology

西川　元也　Makiya NISHIKAWA　（東京理科大学　薬学部　薬学科　教授）

## 研究の背景

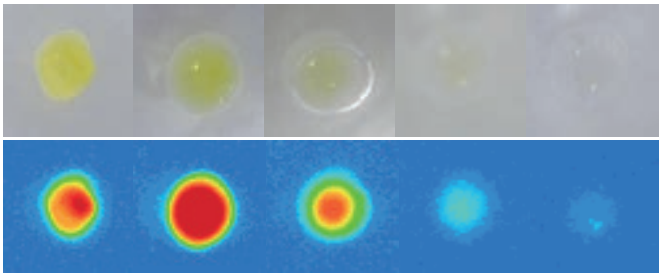
持続的な薬効を得る方法として、内包する生理活性物質を持続的に放出する徐放型ドラッグデリバリーシステムの利用が有用です。生体への適用の観点からは、生体適合性が高く、生分解性であり、注射投与可能であることが望ましいです。本研究では、これらすべての条件を満たす素材としてDNAを選択しました。また、DNAは塩基配列依存的に自然免疫を活性化することから、免疫活性型・免疫不活性型と性質の異なるシステムの開発も期待できます。

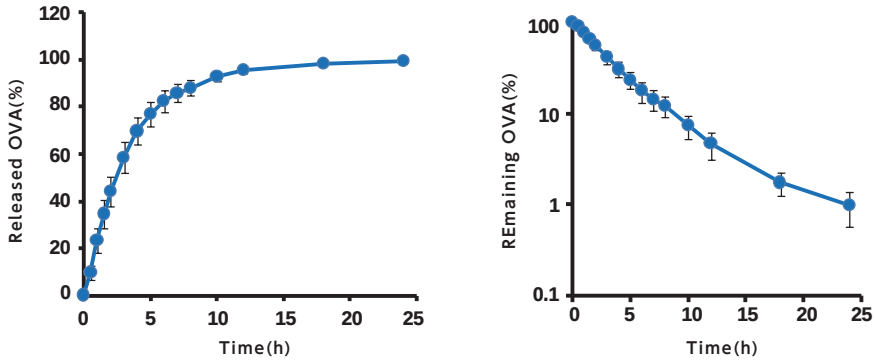
## 研究の概要

DNAの相補的な配列間での塩基対形成能を利用することで、自己組織化によりハイドロゲルを形成可能な多足型DNAナノ構造体が設計可能です。新技術は、自己組織化によりDNAと塩、水のみから成るハイドロゲルを作製するものであり、薬物や抗原等のタンパク質の内包および徐放が可能なデリバリーシステムの開発を可能にするものです。

### DNAハイドロゲルからのOVA放出

FITC標識OVA/DNAハイドロゲル




図：DNAハイドロゲルからのOVA放出（FITC標識OVA/DNAハイドロゲル）

### 従来・競合との比較

- DNAハイドロゲル：生体適合性かつ生分解性
- 塩基配列や立体構造の制御により、その生理的な活性の制御が可能
- 免疫アジュバント活性を持つDNAハイドロゲルも設計可能

### 想定される用途

- 徐放型ドラッグデリバリーシステム
- 免疫アジュバント
- 細胞投与補助剤

### 実用化に向けた課題

- 個々の核酸に関する安全性評価の必要性
- 用途、内包物、投与方法・経路ごとのユニット構造の最適化検討
- 臨床試験における有効性の評価

### 企業へ期待すること

- がんや感染症を対象とするワクチンへの導入
- 創薬・創剤研究の助成
- 本技術応用製品の臨床開発の共同実施

POINT

- ゲル化に加熱や化学反応が不要
- 加圧により容易にゾルーゲル転移するため注射投与が可能
- 生分解性を保有

■知的財産権 ： WO2012/144560「自己ゲル化核酸」
■試作品　　 ： あり

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

デバイス

# 太陽電池で動作可能な人工知能LSI（mW級動作のスマートIoT端末に向けて）

Artificial Intelligence LSI Operable with Solar Cells (towards Smart IoT Devices with mW Class Power)

河原　尊之　Takayuki KAWAHARA　（東京理科大学　工学部　電気工学科　教授）

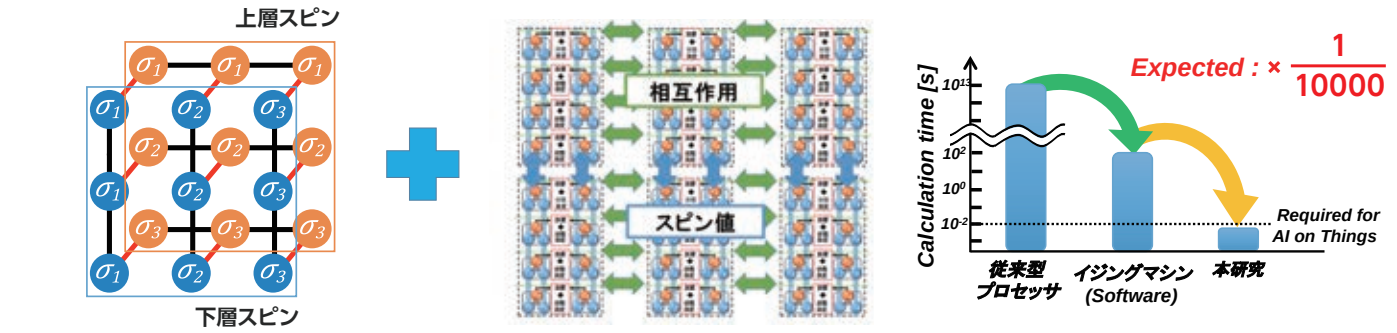
## 研究の目的

次世代IoT (Internet of Things:モノのインターネット)では、高感度・多機能センサにより物理世界から極めて膨大なデータが得られます。このデータを電力制限が厳しい“モノ”側においてAIを活用してリアルタイムにて処理し、有意な情報のみを限りある通信トラフィックに乗せる必要があり、本研究ではその実現を目指しています。

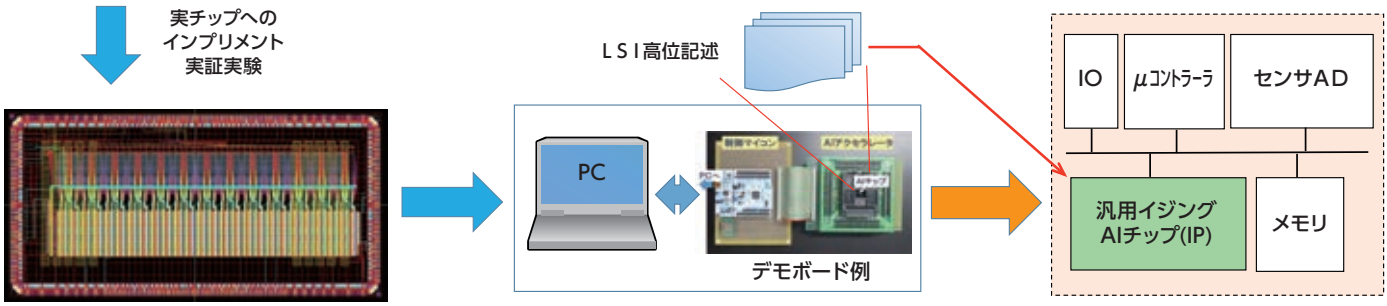
## 研究の概要

AI on Things

“モノ”側に高度な処理能力を与えIoTシステム全体の情報処理能力を格段に向上させることを提唱しています。この実現のため3Dイジングモデル、LSIアーキテクチャを提案し、また、実デバイスでの実証を行います。




3Dイジングモデル（新提案）　新チップアーキテクチャ　本研究の効果




LSI試作　研究成果の展開

POINT
- 汎用的かつ超低消費電力イジングマシン
- 全結合型でのLSI化を実現する3Dイジングアーキテクチャ

### 想定される用途

・高性能、低消費電力、かつ知能を有するセンサ装置

### 企業へ期待すること

IoTシステムにおいて、“モノ”側に高度な情報処理を実装する機器メーカーとの共同研究を希望します。

■関連制度：NEDO「高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発／【研究開発項目〔1〕】革新的AIエッジコンピューティング技術の開発」
■知的財産権：特願2018-51033「半導体装置」　特願2018-184043「半導体装置」

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

バイオ

# 病原体に対する植物の免疫力を亢進する新規化合物のハイスループットスクリーニング

High-Throughput Screening and Identification of Novel Chemicals Enhancing Plant Defense against Pathogens/Pests

朽津　和幸　Kazuyuki KUCHITSU　（東京理科大学　理工学部　応用生物科学科　教授）
北畑　信隆　Nobutaka KITAHATA　（東京理科大学　理工学部　応用生物科学科　助教）

## 研究の背景

生物的要因によって失われる農産物の経済的損失は全世界で年間2,200億ドルにのぼり、農産物生産において病虫害の防除と制御は喫緊の課題です。従来使われて来た殺菌剤、殺虫剤は、薬剤耐性菌の出現や、有益な共生微生物・益虫に対する毒性による環境攪乱が懸念され、抜本的な対策が求められています。植物本来の防御能である免疫応答を増強する植物免疫活性化剤は毒性が低く、耐性菌の出現を回避できる利点を持つ新しいタイプの農薬です。植物免疫系には、サリチル酸(SA)経路とジャスモン酸(JA)・エチレン(ET)経路の二つの主要経路が知られていますが、現在市場には、適用がイネのいもち病防除に限られたSA経路のみを活性化する数種の抵抗性誘導剤が上市されているのみです。JA/ET経路、あるいは SA・JA/ET両経路を活性化するより広範な病原体に適応可能な新規植物免疫活性化剤を探索しています。そのためのハイスループットなスクリーニング法を開発しました。

## 研究の概要

### 植物免疫活性化剤の有効性

**殺菌剤 殺虫剤**

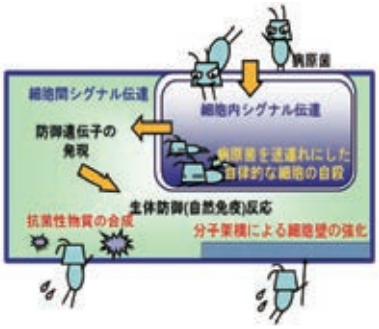
病原菌または害虫に直接作用し殺す薬剤

↕

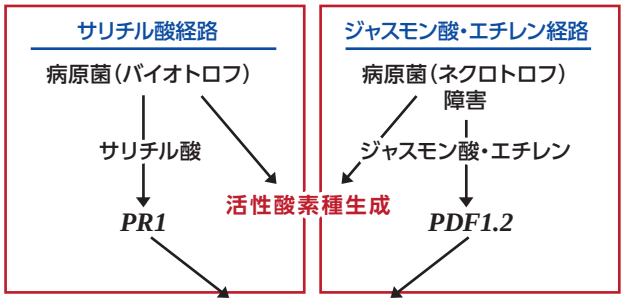
**植物免疫活性化剤**

植物自身の持つ免疫システムを活性化させる薬剤

### 植物における免疫応答の概略




### ジャスモン酸・エチレン経路に作用する新規植物免疫活性化剤




これまでの植物免疫活性化剤のターゲット

この経路に働く新しいタイプの植物免疫活性化剤

植物免疫活性化剤のハイスループットなスクリーニング系を新たに開発し(PCT国際出願)、JA/ET経路の、あるいは、両方の経路の活性化によると推定される、ネクロトロフィックな(壊死組織を糧にする)病原体に対する防御反応を増強する新規の植物免疫活性化剤を見い出しました。

### 従来・競合との比較

既存の化学農薬の欠点は有益な共生微生物や益虫にも毒性を示すことによる環境攪乱ですが、植物本来の防御能を増強する植物免疫活性化剤は毒性が低く環境に優しい、更に耐性菌の出現も回避できる優れた新タイプの農薬です。従来の植物免疫活性化剤探索にはないハイスループットで高効率のスクリーニング法を開発しました。

### 想定される用途

・有機農法など無農薬農業における新たな防除法
・既存農薬との併用による農薬使用量の低減

### 実用化に向けた課題

・より広範な化合物ライブラリーからリード化合物の探索と最適化
・圃場等におけるフィールド評価

### 企業へ期待すること

共同研究パートナーを募集しています。

**POINT**

・圃場生物相を保存し環境に優しく耐性菌出現も回避する新タイプの農薬「植物免疫活性化剤」
・ハイスループットな植物免疫活性化剤スクリーニング法
・主な二つの植物免疫系を活性化する新規植物免疫活性化剤

## 今後の展開

2015年～　候補物質絞り込み
2016年～　*in vivo* 植物体2次評価
2018年～　フィールド評価開始

■知的財産権：特許第5885268号「植物防御活性化物質のための方法、植物防御活性化物質及び免疫応答亢進方法」

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

AI

# 哺乳子牛と搾乳牛のトレーサビリティの高度化

東京理科大学、鹿児島大学、㈱電通国際情報サービス
研究代表：西山　裕之　Hiroyuki NISHIYAMA（東京理科大学　理工学部　経営工学科　教授）

日本中央競馬会畜産振興事業の支援により実施中

## 研究の概要

研究実施期間:平成30～32年度（3年間）

**背景**

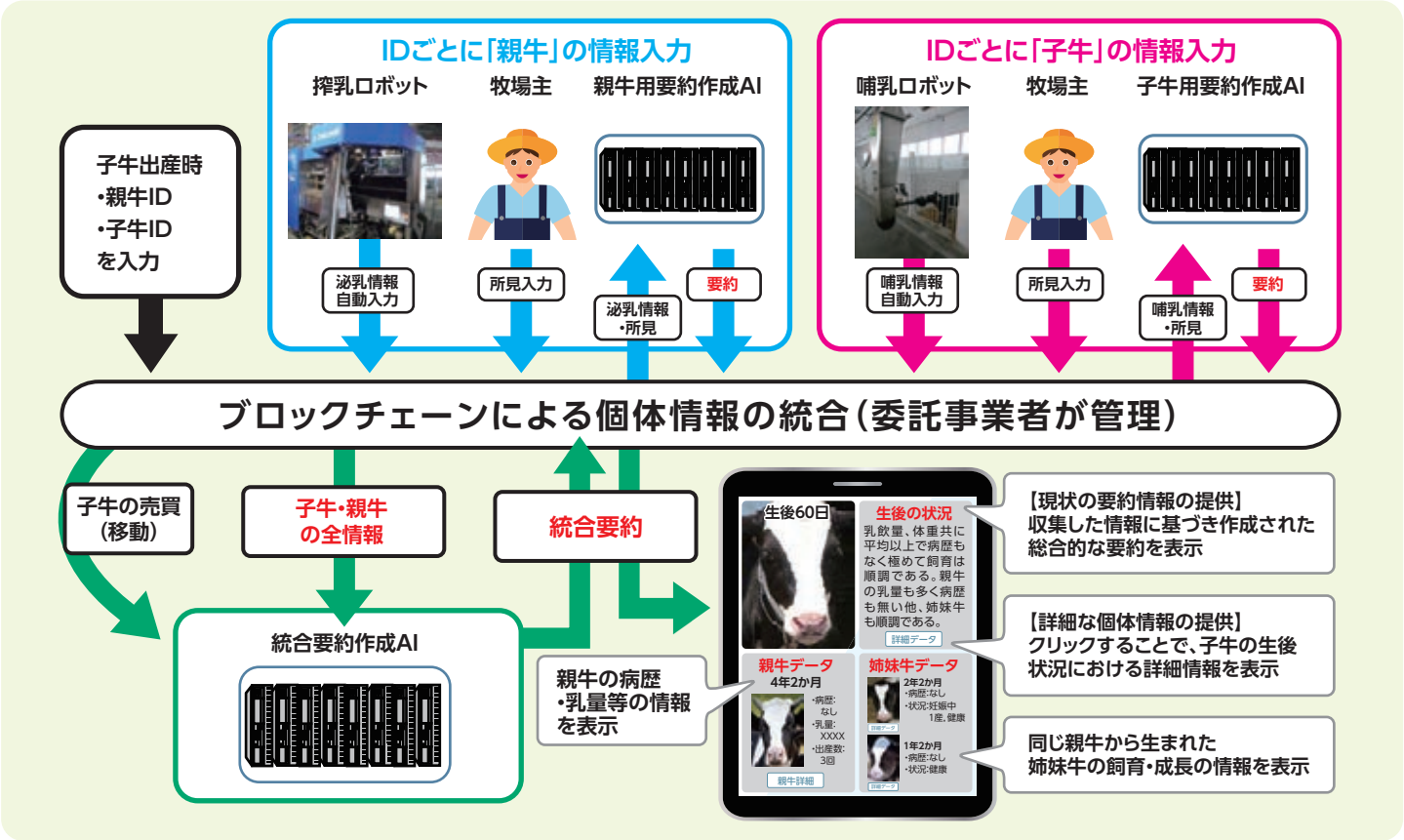
- ■ 酪農家戸数、飼養頭数の減少
- ■ 平均産次数も低下傾向
  - ➡生産性が高く健康な牛の導入が望まれている

**現状**

- ■ 購入時点の発育状況や血統の情報で購入決定
  - •哺乳時期の履歴情報の把握は困難
  - •仮に情報があっても信頼性は担保されず

ユーザーによる情報の共有と相互監視によりデータの改ざんができない分散型ネットワーク
「ブロックチェーン」技術を使い、信頼性ある個体情報を提供!

### 運用イメージ




| 改ざん不可能な乳牛の情報管理 | •乳牛の履歴の明確化<br>•将来の生産性の予見 | 生産性の高い乳用牛の流通 |
|---|---|---|

東京理科大学 産学連携機構
〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL:03-5228-7440　E-MAIL:ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

ライフサイエンス

# 新しい概念に基づいた経鼻投与による ペプチドの中枢デリバリー技術の開発

Development of Central Delivery Technology of Peptides by Intranasal Administration based on New Concept

山下　親正　Chikamasa YAMASHITA（東京理科大学　薬学部　薬学科　教授）

## 研究の目的

これまで中枢移行性を目指した経鼻製剤は殆ど実用化されていません。その主な理由はヒトの鼻粘膜の解剖的特徴を考慮しなかったことが原因です。鼻粘膜は、げっ歯類では嗅上皮と呼吸上皮が夫々約５０％であり、一方、ヒトでは嗅上皮２％，呼吸上皮９８％であります。そこで、我々は、神経ペプチドに各種機能配列を付加した神経ペプチドを創製し、呼吸上皮の三叉神経を介して中枢へデリバリーする技術の開発を目指しました。

## 研究の概要

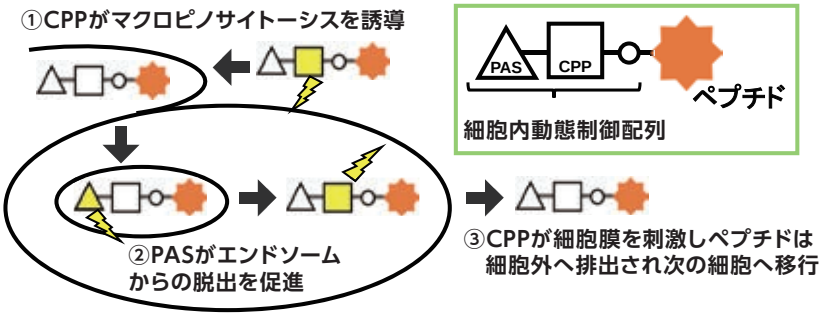



図1　誘導体化のコンセプト

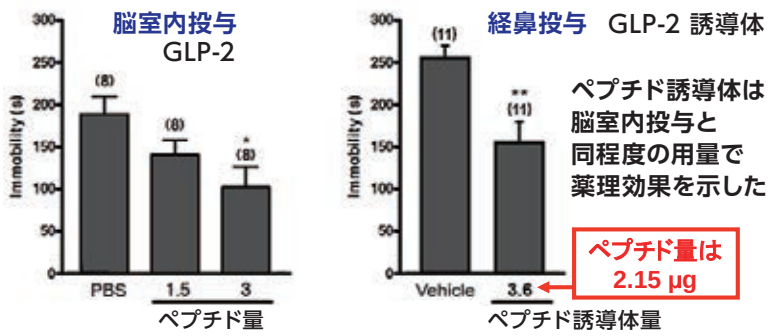



図2　投与方法と薬理効果

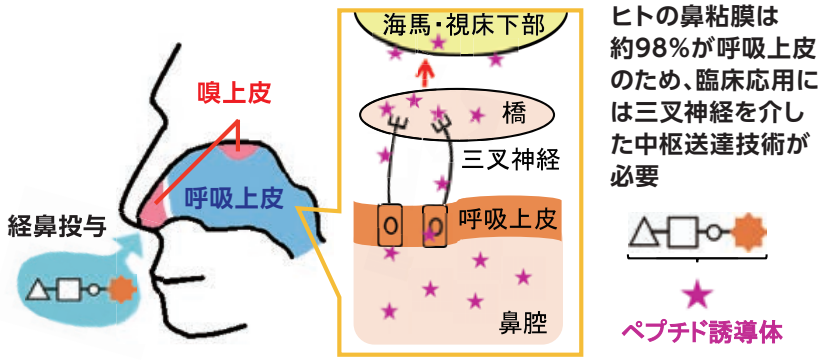



図3　誘導体の中枢移行経路

### 結果

- ペプチド誘導体はマクロピノサイトーシスにより細胞へ取り込まれ、効率良くエンドソームを脱出
- ペプチド誘導体は脳室内投与と同用量の経鼻投与により中枢作用を示した
- 新規の中枢デリバリー技術は経鼻投与により呼吸上皮の三叉神経を介して中枢作用を発現させた
- 今回と同様な結果は他のペプチドでも実証済み

### POINT

- 1μmの粒子を取り込むことのできるマクロピノサイトーシスでは、ペプチド、タンパク質だけでなく、核酸や抗体医薬への適用も期待できる
- ヒト鼻粘膜に適した呼吸上皮の三叉神経を介した神経ペプチドの中枢へのデリバリー技術は、世界で初めて成功した技術

■特許：
C.Yamashita et al, US2017/0253643
C.Yamashita et al., EP 3 190 129, 2017
■出願人：
学校法人東京理科大学

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

材　料

# IGZOバルク単結晶の育成方法

Growth of Large-size $InGaZnO_4$ Single Crystals by Floating Zone Method

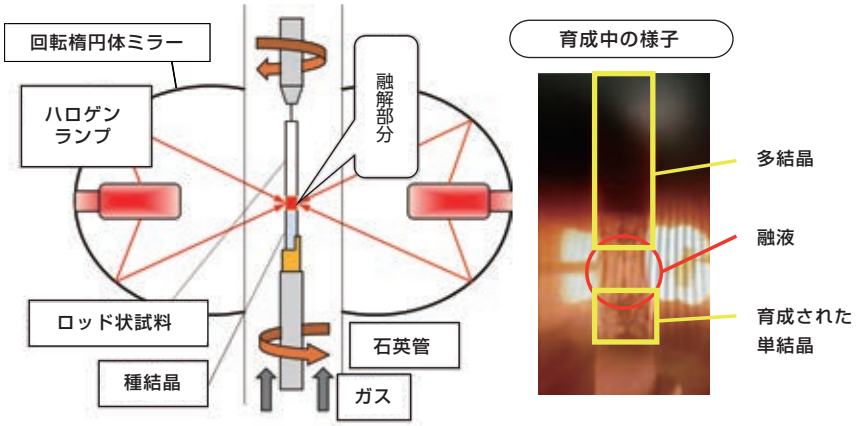
宮川　宣明　Nobuaki MIYAKAWA（東京理科大学　理学部第一部　応用物理学科　教授）

## 研究の目的

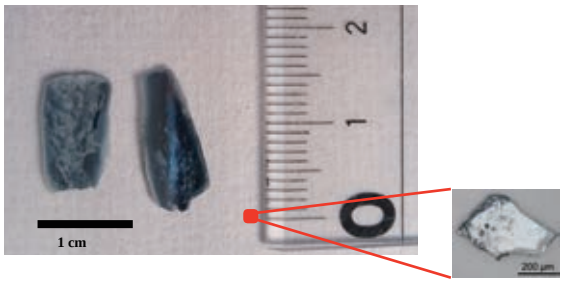
アモルファスIGZOは、高精細フラットパネルやフレキシブル基板のTFT 材料として実用化されています。しかし、これまで単結晶としては微細なものしか作成されていなかったため、その構造や特性は十分解析されておらず、ワイドギャップ半導体としてのIGZOの真の実力が発揮されていません。本研究では、高いガス圧で結晶を育成すること、出発物質の配合量を調整することにより世界で初めてIGZOバルク単結晶を得ることができました。これによって今後、構造、特性が解析され、高周波デバイス、超高耐圧・高出力電子デバイス等の開発が期待されます。

## 研究の概要

高圧FZ法により IGZOバルク単結晶育成及び物性評価が可能になりました。従来のミクロンオーダーサイズの単結晶に比べて大サイズであり、1：1：1：4相の結晶（$InGaZnO_4$）の占有率の高い酸化物半導体単結晶及びその製造方法、透明導電性材料並びに透明導電性基板を提供します。




図：FZ 法（フローティングゾーン法）




図：本技術による大型の単結晶面（左）と従来のサイズ（右）

POINT
- 高精度の薄膜結晶が作製可能
- 熱処理（アニール）により光透過率が制御可能
- 同様に電気伝導度が制御可能

### 従来・競合との比較

- 過去の単結晶：非常に小さく、結晶精度の信頼性が低く、物性測定の種類が制限
- 本発明：IGZO結晶構造に由来するIGZO本来の基礎物性の解明及びIGZO単結晶基板を用いた薄膜結晶育成が可能
- 薄膜結晶の精度の向上、特性の安定性の向上及びIGZO結晶の新たな用途開発を期待

### 想定される用途

- 高速作動透明電極
- 高性能ディスプレイ材料
- 新規電子デバイス材料

### 実用化に向けた課題

- キャリア生成メカニズムの解明
- 構造パラメーターの決定
- ホモロガス系$(InGaO_3)m(ZnO)n$の単結晶育成
- 単結晶軸の選択的成長を可能に
- 工業的に単結晶を育成する製造装置の開発
- 特性を生かした用途の探索

### 企業へ期待すること

次のような具体的課題にともに取り組んでくれる企業との共同研究を希望します。

- バルク材製造装置の開発
- 所望する特性（結晶サイズ、電子移動度等）の特定
- 高周波デバイス、超高耐圧・高出力電子デバイス等、a-IGZOでは発揮できないワイドギャップ半導体としてのIGZO単結晶の用途開発

## 今後の展開

2017　構造・特性の本格的解析開始
2018　工業的結晶育成装置の開発、電子デバイス等への応用研究開始
2020　応用製品プロトタイプ作製

■知的財産権：特願2017-084553
「酸化物半導体単結晶及びその製造方法、透明導電性材料、並びに透明導電性基盤」
■サンプル　：あり（単結晶試料）

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

エネルギー

# マグネシウム二次電池用新規正極材料の開発

Development of New Cathode Materials for Magnesium Secondary Battery

井手本　康　Yasushi IDEMOTO（東京理科大学　理工学部　先端化学科　教授）

## 研究の目的

近年、安全性の問題や蓄電容量の限界により、高性能な次世代二次電池の研究が行われています。特にその一つとして、国内外を問わずに、マグネシウムイオンを可動イオンとしたマグネシウム二次電池が研究されています。マグネシウム二次電池は高エネルギー密度の蓄電池を実現できる可能性を秘めておりますが、未だに正極材料で有望な物質が発見されておりません。そこで本研究は、既存のリチウムイオン電池で用いられる正極材料よりも優れた特性を有するマグネシウム二次電池正極材料を探索することを目的としています。

## 研究の概要

リチウムイオン電池を超える次々世代高容量二次電池の実現に向け、マグネシウム二次電池の正極部材の作製に成功しました。MgはLiに比べて、理論的には正極の容量で1.5倍を実現しうるポテンシャルがあるとされ、その正極活物質として、スピネル型(初期放電実例439mAh/g)、及び岩塩型(初期放電実例160mAh/g)の二種類を開発しました。

Mg 二次電池正極材料と Li イオン電池正極材料の性能比較

| 電池 | 正極材料 | 用途 | 理論容量 (mAh/g) | 出力 | エネルギー密度 (Wh/kg) | 安全性 | コスト | 原料安定供給 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mg | 岩塩型 $MgNi_{0.8}Co_{0.2}O_2$ | 定置 | 470 | 開発中 | 1175 | ◎ | ◎ | ◎ |
| Mg | スピネル型 $MgCo_2O_4$ | 定置 | 260* | 開発中 | 650 | ◎ | ◎ | ◎ |
| Li | 層状岩塩型 $LiCoO_2$ | 定置，携帯 | 274 (140*) | ◎ | 530 | △ | × | △ |
| Li | スピネル型 $LiMn_2O_4$ | 定置，携帯 | 148 (110*) | ◎ | 440 | △ | ○ | ○ |
| Li | 層状岩塩型 $Li(Ni_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3})O_2$ | 定置，携帯 | 280 (200*) | ○ | 700 | △ | △ | △ |

* スピネル型は岩塩型への相転移を考慮した場合 520 mAh/g の理論容量

POINT
- 高容量・高エネルギー密度
- 低価格(レアメタルフリー)
- 高い安全性

### 従来・競合との比較

- 従来技術であるリチウムイオン電池の 正極特性は、正極活物質重量あたり最大で250mAh/g
- 本技術の正極部材は、現在、それに組み合わせる電解質や負極材の開発が待たれるものの、既に将来の二次電池の正極材として十分なポテンシャルを保持

### 想定される用途

- 安全性の高い定置用蓄電池
- 低価格(レアメタルフリー)な携帯機器用蓄電池

### 実用化に向けた課題

- 岩塩型のMgを脱離させるための高い耐電位を示す電解液の開発
- 実用化に向けて、高容量と高サイクル特性を組み合わせて作動できるスピネル型構造の新規組成の探索と作動方法の確立

### 企業へ期待すること

理論容量を達成するために材料の組成を検討することで、実現できると考えています。
酸化物セラミックスの合成技術を持つ企業との共同研究を希望します。
電解液を開発中の企業や高度な電池セルの作製技術を有する企業に本技術の導入が有効と思われます。

## 今後の展開

2013.04　研究開始
2014.12　スピネル型成功
2015.04　岩塩型成功
2018.04　試作電池の製作

■関連制度　：JST戦略的創造研究推進事業
先端的低炭素化技術開発（ALCA）
■知的財産権：特開2016-164103「マグネシウム 複合酸化物の製造方法」、
特開2017-004770「マグネシウム二次電池 用正極活物質、マグネシウム二次電池用　正極、及びマグネシウム二次電池」
■サンプル　：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

材　料

# 簡便な製造法による中空シリカ粒子とその多様な応用

Silica Hollow Particles Prepared with Facile Process and their Application

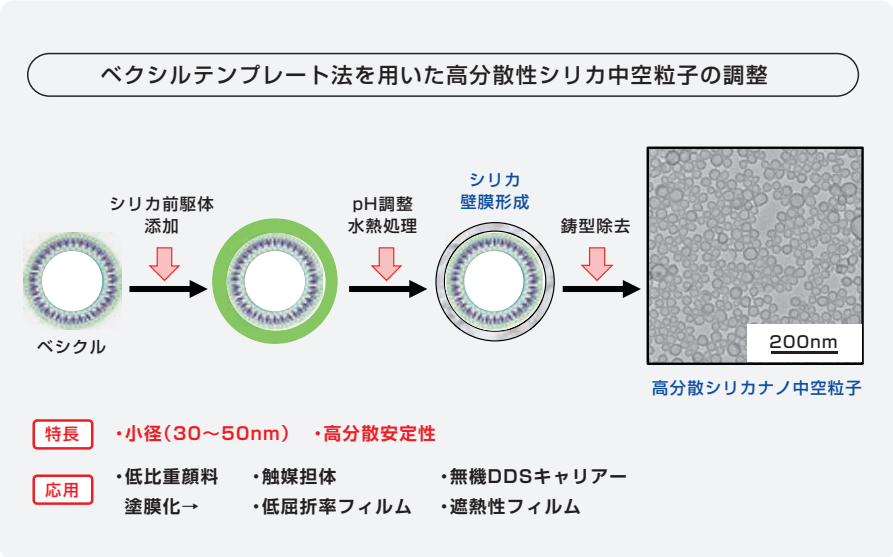
酒井　秀樹　Hideki SAKAI（東京理科大学　理工学部　先端化学科　教授）

## 研究の目的

シリカ中空粒子は低密度・低屈折率・物質内包能等の優れた特徴を有することから、軽量材や断熱材等に応用されており、更に粒子サイズを100nm以下で制御できれば、反射防止膜や薬剤送達システム(DDS)のキャリアへの応用も期待されます。シリカ中空粒子の合成方法の1つに界面活性剤が形成する分子集合体を鋳型とするソフトテンプレート法があり、合成プロセスが簡便、中空部への物質の内包が容易であることから近年盛んに研究が行われていますが、得られる中空粒子の分散安定性が低いことが課題となっていました。そこで本研究では、ソフトテンプレートとしてベシクルを用い、シリカ形成時のpHを段階的に変化させることにより、分散安定性に優れるシリカ中空ナノ粒子を合成することを目的としました。

## 研究の概要

本技術は、界面活性剤が形成するベシクルを鋳型とした「ソフトテンプレート法」による中空シリカ粒子の製造方法に関するものです。製造工程のpHを段階的に変化させることで、粒子径100nm以下でサイズの揃った中空シリカ粒子が得られます。本方法では、ベシクルを鋳型としているため、中空シリカ粒子の内部に種々の物質を保持させることができ、その保持と放出の制御により多様な用途に対応できます。




図：ベシクルをテンプレートとしたシリカナノ中空粒子の調製プロセス

### 従来・競合との比較

・従来：ハードテンプレート法による製造が多数
・従来法：シリカ粒子の内部に物質を保持させることが難しく、『中空』シリカ粒子としての特性に基づく用途に限定
・本技術：『中空』『内包物担持』シリカ粒子の双方について多様なニーズへの展開が可能

### 想定される用途

・低屈折率特性を活かした無機反射防止膜
・診断用の無機DDS材料
・遮熱・断熱塗料への展開
・担持型触媒

### 実用化に向けた課題

・界面活性剤が洗浄除去プロセス後も少量残
→完全除去法の確立

### 企業へ期待すること

低屈折率無機フィルム・透明遮熱フィルム・高分散性顔料などの応用分野に関して、また、シリカに限らず様々な材料の中空粒子化と応用について連携できればと考えています。
また、シリカ粒子に診断試薬を内包したDDS用粒子の開発でも連携できればと考えています。

POINT

・簡便なプロセスでナノサイズの中空粒子が調製可能
・中空シリカ粒子内部に物質を担持可能
・水系で優れた分散安定性を保有（1年以上安定分散）
・塗布プロセス等にも好適で環境親和性にも優位

## 今後の展開

2017.11　企業との連携開始
2018.10　シリカ以外の中空粒子の調製方法の確立完了
2019.01　シリカ中空粒子販売開始

■受賞歴　：色材研究発表会,優秀ポスター発表賞
■知的財産権：特願2014-166604, 特開2016-041643
「中空シリカ粒子の製造方法及び中空シリカ粒子」
■試作品　：なし
■サンプル　：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

防　災

# 都市の防災・避災・減災のための建築IoTシステム

IoT System for Disaster Prevention, Evacuation, and Mitigation on Urban Buildings

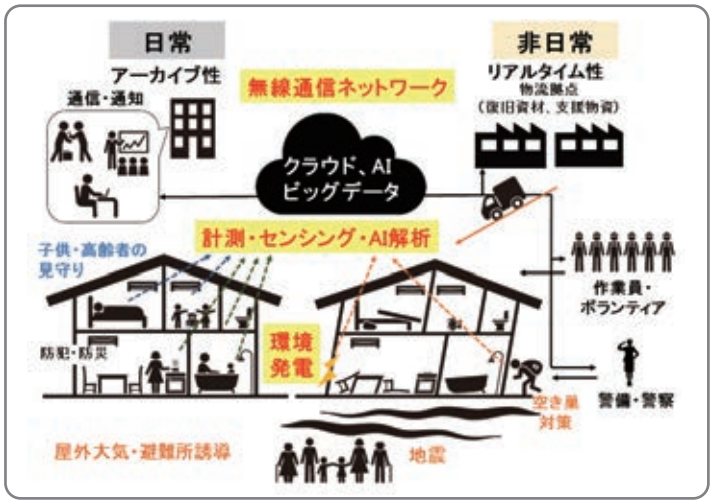

伊藤　拓海※　Takumi ITO　(東京理科大学　工学部　建築学科　准教授)※研究代表
山本　貴博　Takahiro YAMAMOTO (東京理科大学　理学部第一部　物理学科　教授)
河原　尊之　Takayuki KAWAHARA (東京理科大学　工学部　電気工学科　教授)
長谷川　幹雄　Mikio HASEGAWA　(東京理科大学　工学部　電気工学科　教授)
中嶋　宇史　Takashi NAKAJIMA　(東京理科大学　理学部第一部　応用物理学科　准教授)
崔　彰訓　ChangHoon CHOI　(東京理科大学　工学部　建築学科　助教)
橋爪　洋一郎　Yoichiro HASHIZUME　(東京理科大学　教養教育研究院　北海道・長万部キャンパス教養部　准教授)


## 研究の目的

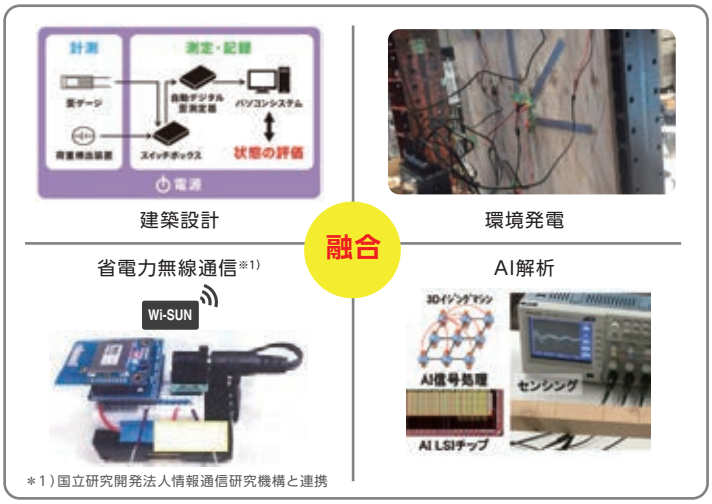
我が国の耐震技術は世界最高水準にあります。しかし、昨今の地震被害を受け、壊れないことを前提にした耐震だけでなく、壊れた都市・建物の中で、安全・安心を確保する具体的な方策が求められています。本研究は、IoTコンセプトに基づき、建物が痛みや違和感を感じて訴える知能住宅を開発しています。

## 研究の概要

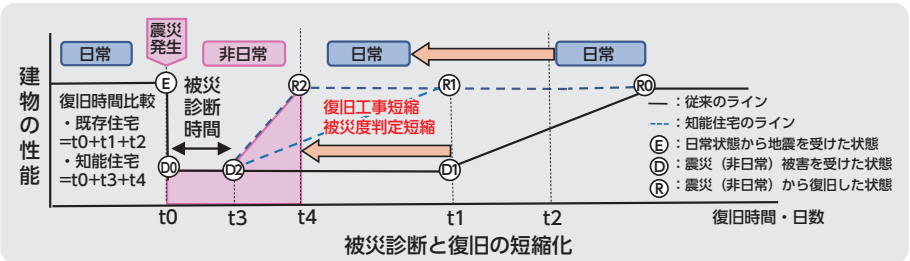
IoTによる人・生活や震災度を検知・解析・診断・通知する新建物システムを提案します。すなわち、1）センサ素子・無線の電源として機能する環境発電、2）省電力無線通信ネットワーク、3）AI解析診断システムにより、防災（建物の耐震化）、避災（災害時の震災診断と人命保護・生活支援）、減災（建物と被災者の救助・復旧に資するレジリエント）に優れた建物（知能住宅）を実現します。




IoTコンセプトによる知能住宅イメージ図




知能住宅を実現する各要素技術




被災診断と復旧の短縮化

POINT

- IoTコンセプトを体現する知能住宅
- 環境発電、省電力無線通信、AI解析
- 震災後の被災度診断と復旧の短縮化

### 知能住宅の特徴

- センサ素子・無線の電源として機能する環境発電
- 省電力無線通信ネットワーク技術
- AIによるビッグデータ解析技術

### 知能住宅の効果

- 災害状況、復旧情報の早期発信
- 被災建物の復旧高速化
- 子供・高齢者の見守、防犯・防災・空き巣対策

### 企業へ期待すること

- 各要素技術の共同研究企業を募集
- 新たな研究フィールドの募集

## 今後の展開

- 性能目標検討と実地研究による要素技術の確立
- IoTシステムの搭載に対する建築設計手法の確立

■関連制度：JST・戦略的創造研究推進事業（さきがけ）
■知的財産権：特願PCT/JP2016/080628
■試作品：デモ機あり
■サンプル：実地研究用の試験建屋見学可能


東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp


2022.04

エネルギー
環境

# 物理教育における生徒が体感するエネルギー学習の実験教材の開発研究

Research and development of experimental teaching materials for physics education, to provide students the feeling of being involved in approaching energy issues

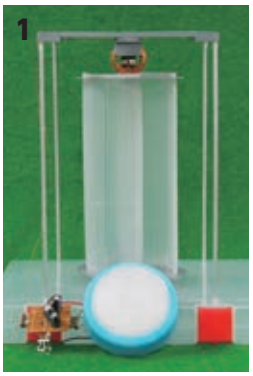
川村　康文　Yasufumi KAWAMURA　（東京理科大学　理学部第一部　物理学科　教授）

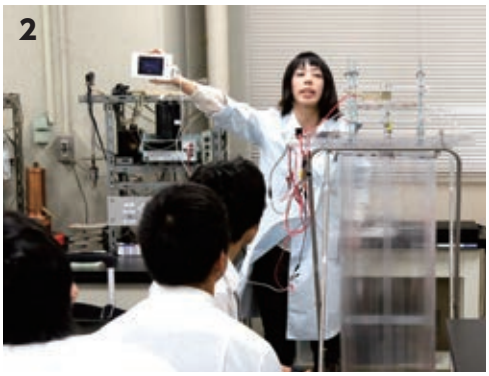
## 研究の目的

効果的なエネルギー学習に貢献する教材の開発を通して、小・中学校理科および高等学校物理基礎・物理における効果的な授業の推進を目的として研究を進めています。特に高い教育効果を期待できるサボニウス型風車風力発電機および色素増感太陽電池について、発電効率と教育効果、双方の改善を目指した開発を継続的に行っており、これらを用いた出前授業や公開講座などの実践を通してその性能評価を行うとともに、エネルギー環境分野において良識ある市民の育成に貢献しています。

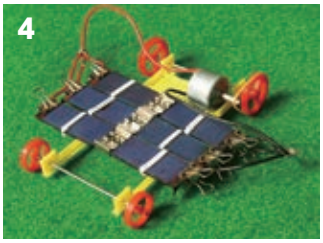
## 研究の概要

本研究では、エネルギー環境教育教材として、中学・高等学校の生徒が製作可能なサボニウス型風車風力発電機の開発を行ってきました。本研究で開発したサボニウス型風車風力発電機(写真1・2)は、例えば500mLペットボトルを利用した卓上型のもので市販のLEDライトを点灯でき、130Lポリバケツを利用した大型のものは3台接続で液晶テレビをつけることが可能であるなど、教育効果および実用性に優れたものです。


1


2

3


4

5

6

また、色素増感太陽電池は度重なる改良により、教材として十分実用的な出力を獲得しました。これを3Dプリンタで作成した軽量フレーム(写真3)に搭載した色素増感太陽電池搭載自動車(写真4)は、授業時間内に生徒が自ら作成して走らせることのできるもので、サボニウス型風車風力発電機とともに授業実践を通してその教育効果の高さが実証されています。

その他、自転車発電機(写真5)、スターリングエンジンカー(写真6)、温暖化デモンストレーション実験機などの独創的かつ教育効果の高い実験教材の開発と実践を重ねています。またIoTを導入した研究体験企画など新しい技術を利用した科学教育にも挑戦しています。

## 今後の展開

より教育効果の高いエネルギー環境教育実験教材の開発および教育実践を継続し、次世代の科学技術・エネルギーを担う人材育成にさらなる貢献をしていきます。

■関連制度：科学研究費助成事業　基盤研究(C)　2014～2016年度
「高校物理基礎における生徒が体感するエネルギー学習の実験教材の開発研究」
■受賞歴　：第46回全日本教職員発明展特別賞(弁理士会長賞)
「地球温暖化実験器」
第47回全日本教職員発明展特別賞(内閣総理大臣賞)
「慣性力実験器Ⅱ」　他
■試作品　：あり
■サンプル：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL:03-5228-7440　E-MAIL:ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

防　災

# 斜張橋のケーブルの風による振動メカニズムに関する研究

Study on vibration mechanism caused by the wind of the cable of cable-suspended bridge

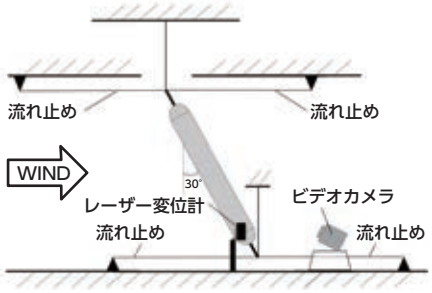
木村　吉郎　Kichiro KIMURA　（東京理科大学　理工学部　土木工学科　教授）

## 研究の目的

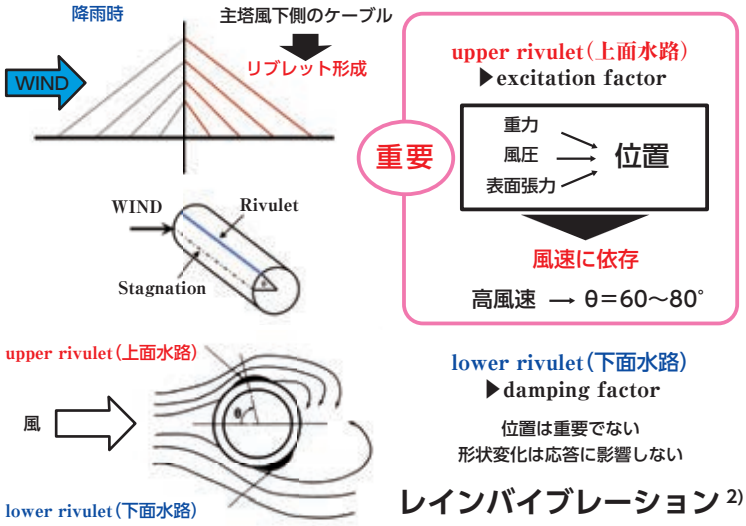
我が国は国土を海に囲まれており、本州と四国や九州、瀬戸内海の島々を結ぶ大規模橋梁が交通・物流の要となっています。特に長い中央径間を必要とする場合は、吊橋や斜張橋が多く採用されています。なかでも斜張橋は、その合理的な構造や景観的理由等から、近年ますます採用されることが多くなっています。長大橋では風荷重が設計荷重を支配しますが、特に斜張橋ではケーブルの振動が問題となります。風による同様の振動は、他の斜円柱部材に生じる可能性があり、本研究では、そうした空気振動メカニズムの解明と、その抑制を目的としています。

## 研究の概要

斜張橋ケーブルに生じる振動現象には、①渦励振：ケーブル後流に生じるカルマン渦に起因し、渦の発生周期とケーブルの固有振動数が一致することにより生じる現象、②レインバイブレーション：降雨によって風向に対して下り勾配を持つケーブル表面（上面側）に形成される水路周りの流れやケーブル後流域に生じる軸方向流が複雑に影響して生じる現象、③雨なし振動：無降雨時や、風速が高く水路が吹き飛ばされてしまうような場合に生じる振動で、その一部はDry Inclined Cable Gallopingの定式化で説明されていますが、すべての振動の発現メカニズムが明らかになっているわけではありません。本研究では、特に雨なし振動に着目し、風洞実験や解析等で斜円柱に生じる振動の特性や振動メカニズム解明を試みています。




風洞実験模型の一例 [1)]




レインバイブレーション [2)]

### 従来・競合との比較

- 従来の風洞実験では異なる試行間での再現性が不十分であったが、本実験では試行間における応答再現性は概ね良好
- 臨界レイノルズ数以下の応答は、減衰付加やヘリカルワイヤーにより、抑制が比較的容易
- ヘリカル4本のケースでは、高風速域の dry inclined cable gallopingに対しても有効

### 想定される用途

- 長大橋（斜張橋）の設計検討
- パイプトラス等、斜円柱部材の風振動の評価
- クレーン部材の風による振動抑制

### 実用化に向けた課題

- 空気力の測定等に基づく、応答の計算及びメカニズムの検討
- 臨界レイノルズ数と振動発現の関係の解明

### 企業へ期待すること

細長部材等の風による振動問題に対して、メカニズム解明に基づく効率的な対策を提案することができます。相談をお待ちしています。

**POINT**　気流を乱さないように留意した風洞実験により、応答再現性を確保することで、斜円柱の風振動特性の把握が可能に

## 今後の展開

2017.04　振動抑制に用いる部材設計法の高度化
模型偏角（β）の違いによる振動応答特性のとりまとめ

1）斜円柱に発生する大振幅空力振動の再現の試み，第24回風工学シンポジウム，2016
2）小川祐介，九州工業大学修論発表資料，2011

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

バイオ

# 核酸医薬の安定化と高活性化に向けた新規分子技術の開発

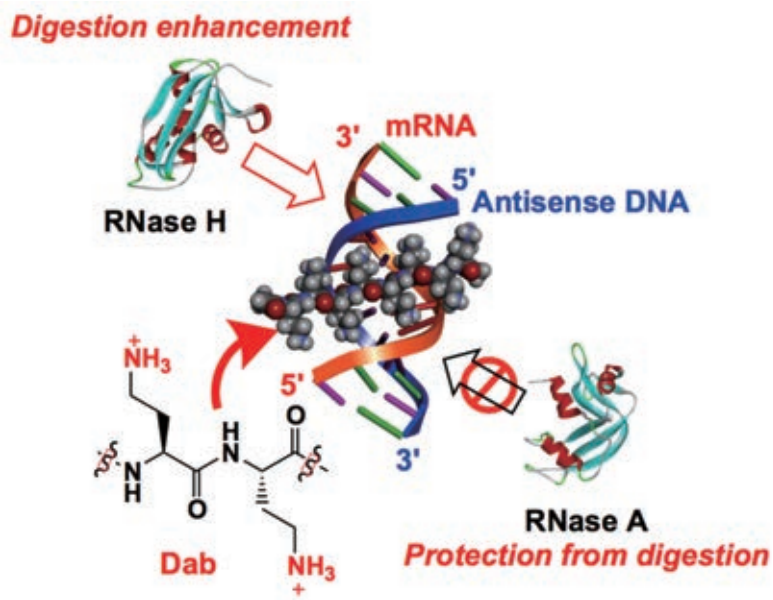
New molecular technologies for stabilization and activation of nucleic acid drugs

和田　猛　Takeshi Wada（東京理科大学　薬学部　生命創薬科学科　教授）

## 研究の目的

近年、アンチセンス核酸やRNAi医薬、アプタマーなど、核酸医薬の開発研究が盛んに行われています。核酸医薬の実用化において解決すべき課題は、核酸分子の生体内における安定性の向上とデリバリー技術の確立です。本研究は、これらの問題を克服するための手法の一つとして、siRNAやDNA/RNAヘテロ二本鎖核酸などの二本鎖核酸型の核酸医薬に特異的に結合し、それらを生体内の分解酵素から保護するだけでなく、生理活性そのものも向上させる機能を有するカチオン性人工分子の開発を行っています。

## 研究の概要




新規なカチオン性人工オリゴ糖とカチオン性人工ペプチド

POINT
- 二本鎖型の核酸医薬に結合し、二本鎖の熱力学的安定性、ヌクレアーゼ耐性を顕著に向上
- 標的mRNAを分解するRNase Hの活性を向上

従来、核酸医薬のDDSに用いられるカチオン性キャリア分子は、過剰量の投与が必要とされます。複合体のカチオン性官能基数とアニオン性官能基数の比は、N/P比で表記されますが、通常、生体内で十分な核酸の安定性を確保するためには、2以上のN/P比が必要です。本研究では、特定の高次構造を有する核酸分子を特異的に認識し、かつ強固に結合する分子の開発を行っています。特に、siRNA（short interfering RNA）やDNA/RNAヘテロ二本鎖核酸（HDO）といった、二本鎖型核酸医薬への適用を展望し、このような二本鎖核酸に特有な高次構造を認識して特異的に結合するカチオン性人工分子（カチオン性人工オリゴ糖とカチオン性人工ペプチド）の開発を行いました。

核酸二重鎖の特定の構造を認識し、選択的に結合するカチオン性ペプチドは、RNase Aのような核酸分解酵素の活性を選択的に阻害し、RNase Hのような特定のヌクレアーゼの活性を逆に向上させる機能を有することが分かりました。本研究で開発したカチオン性ペプチドを用いれば、核酸医薬の安定化と高活性化を実現する有用な手法が開発できると期待されます。

## 今後の展開

これまでに、人工カチオン性分子・二本鎖核酸医薬複合体のin vitroでのヌクレアーゼ耐性、Rnase H活性、細胞内導入効率、遺伝子発現抑制効果を評価してきました。
今後は、in vivoでの性能評価、リガンド分子とのコンジュゲートを合成し、臓器特異的なデリバリーと遺伝子発現抑制効果の評価を行います。

■関連制度：JST-CREST
「新機能創出を目指した分子技術の構築」領域

※本研究は、東京医科歯科大学　横田 隆徳 教授との共同研究です。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

建築
デバイス

# 建築制振用新型バネ付オイルダンパーの開発と構造特性に関する実験的研究

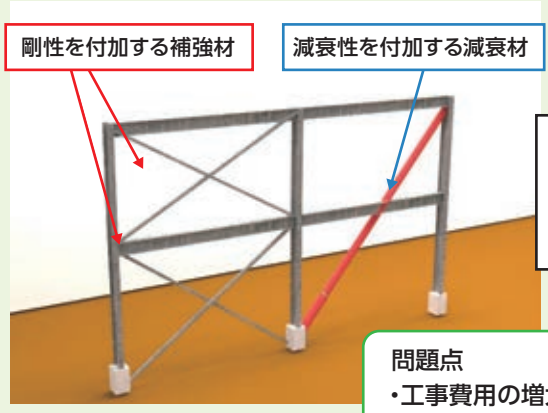
Development of new oil damper for architectural vibration control and experimental research on structural characterization

高橋　治　Osamu TAKAHASHI　（東京理科大学　工学部　建築学科　教授）

## 研究の目的

耐震基準などの古い建物の補強に際して、従来使用されていた方法の問題点を解消した新しい制振装置の開発を行っています。

**従来の方法**




問題点
・工事費用の増大
・開口部の減少

**研究の目的**
問題点の解消に向けた
新しい制振装置の提案

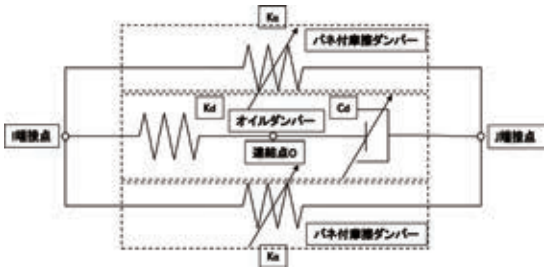
**新しい方法**

剛性と減衰性を持った
新しい制振装置
バネ付オイルダンパー

## 研究の概要

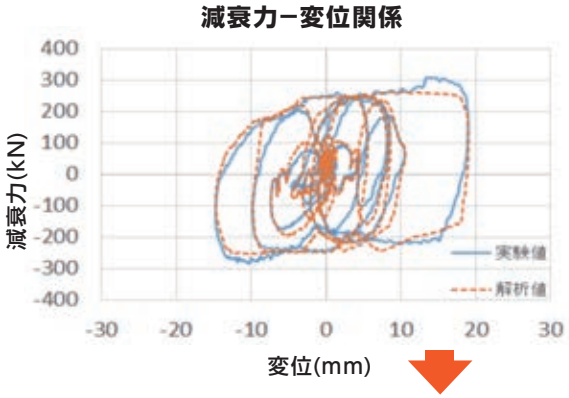
バネ付オイルダンパーは、建築制振用オイルダンパーと粘弾性・高減衰材をアセンブルした新型制振ダンパー

バネ付オイルダンパーの試験体




バネ付オイルダンパーの解析モデル

実験結果と
解析結果の比較




・ランダム入力波に対して、解析結果は実験結果を十分な精度で追跡することが可能
・提案したバネ付オイルダンパーの解析モデルを用いて、実建物の構造設計における振動解析が可能

POINT
・従来型の建築用オイルダンパーに比べて、バネ付オイルダンパーは高い剛性と減衰性を有する
・使用が想定される温度範囲内(室温～+50℃)において、設計時に温度依存性を考慮する必要がない

## 今後の展開

実建物への実用化を目指し、振動特性や構造安全性を検証

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

建築
デバイス

# 新素材の建築構造用部材への活用に関する研究

Structural design and engineering for future buildings by unknown materials

高橋　治　Osamu TAKAHASHI　（東京理科大学　工学部　建築学科　教授）

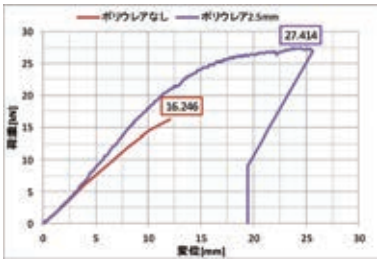
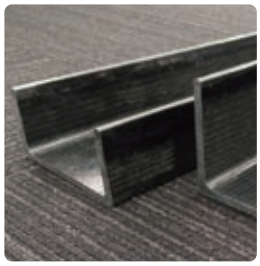
## 研究の目的

本研究室では、工業製品としては扱われているものの、建築構造部材としては普及していない新素材について、建築構造用部材に活用することを目的とした研究を行っています。

建築構造用部材への利用

**①高強度アラミド繊維を縒り合わせて作る高性能ロープ**
**②ポリウレア樹脂（合成樹脂塗料）**
**③炭素繊維強化プラスチック(Carbon Fiber Reinforced Plastic,=CFRP)**

## 研究の概要

| 素材 | 概要 | Point | 用途、利点、課題 |
|---|---|---|---|
| <br>**高強度アラミド繊維（パラ型アラミド繊維）** | <br>木造フレームの<br>ブレース部材として利用 | ・鉄骨等の一般的な構造部材と比較して軽量かつ高強度<br>・柔軟性に富み、酸やアルカリ反応に強い | **用途**<br>・耐震補強、補修<br>**利点**<br>・軽量<br>・屋外使用が可能<br>**課題**<br>・接合部金物の軽量化<br>・接合部方法の検討 |
| <br>**ポリウレア樹脂（合成樹脂塗料）** |  <br><br>**荷重ー変位関係（木材）**<br>ポリウレア塗膜厚さによる比較 | ・ポリウレア樹脂は高強度高伸縮性を有する<br>・ポリウレア樹脂を塗布した試験体は、塗布していない試験体に比べて、最大で1.7倍の耐力増加 | **利点**<br>・曲げ耐力上昇および変形追随性<br>**課題**<br>・木材やコンクリートブロック壁の補強 |
|  <br>**CFRP** | **CFRPと鋼材の物性値の比較**<br>※NSF:疑似等方向材 | ・引張強度は鋼材の1.5倍<br>・比重はおよそ1/5<br>・鋼材と比較して、高強度かつ軽量 | **利点**<br>・部材耐力の増加<br>・固定荷重の軽減<br>・地震荷重の軽減<br>・運搬、施工コストの削減<br>**課題**<br>・部材の接合方法の検討<br>・実設計への展開 |

**CFRPと鋼材の物性値の比較**

| | CFRP (NCF) | 鋼材 (SS400) |
|---|---|---|
| 引張強度 [kN/mm2] | 0.60 | 0.40 |
| 比重 [kg/m3] | 1550 | 7850 |

## 今後の展開

実用化に向けた研究の継続

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL:03-5228-7440　E-MAIL:ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

建築
デバイス

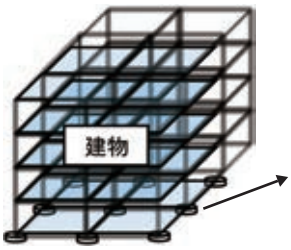
# 免震装置の開発および積層ゴムの取り換え時における構造的安全性に関する研究

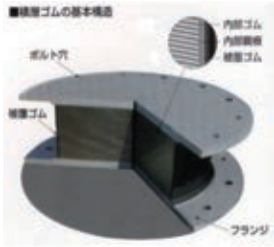
Structural design and consulting about aseismic isolation buildings

高橋　治　Osamu TAKAHASHI　（東京理科大学　工学部　建築学科　教授）

## 研究の目的

地震リスクへの対策として有効である免震構造における研究を行っています。




**現存する免震装置の問題点**

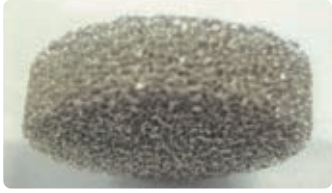
・金属プラグ入り積層ゴム：鉛の人体への影響や環境問題
・高減衰ゴム：偽装事件の発生による取り換えの必要性

**本研究室の研究**

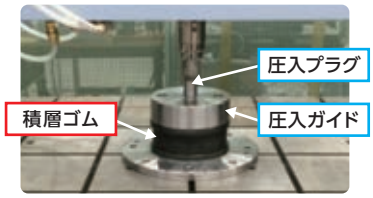
**①人体や環境に無害かつ低コストで製造・廃棄が可能な材料をプラグに用いた積層ゴムの開発**
**②積層ゴムの取り換え時における構造的安全性に関する研究**

## 研究の概要

### ①プラグに発泡金属を用いた積層ゴムの開発

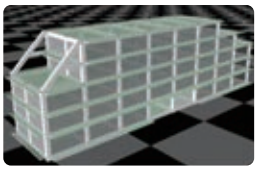


発泡金属サンプル

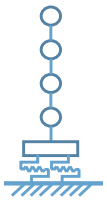



発泡金属プラグの圧入

積層ゴムの圧縮せん断試験



解析建物の3Dモデル



解析モデル

**固有値解析による1次固有周期(秒)**

| 積層ゴム | 長手方向 |
|---|---|
| eRB | 2.71 |
| LRB | 3.21 |
| HDR | 4.36 |
| SnRB | 2.91 |
| **発泡金属+シリコーンゴム** | **3.15** |
| **発泡金属のみ** | **3.42** |

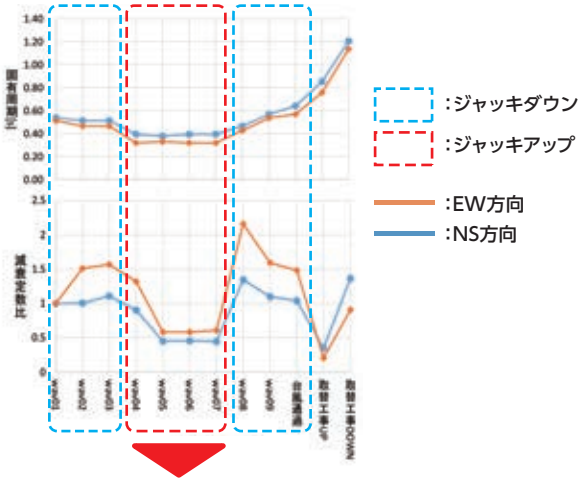
（白色：既製品、黄色：開発品）

・開発品の免震効果を確認。
・開発品では減衰機能が不足。
・ニッケルクロムとシリコーンゴムを用いた再検討が必要。

### ②積層ゴムの取り換え時の構造特性

積層ゴム取り換え時のジャッキアップ中とジャッキダウン中の各工程において、**常時微動計測**を実施

計測記録の周波数解析による**固有周期と減衰定数**の評価




ジャッキアップ中では、
・固有周期が短い→剛性が大きくなる。
・減衰定数が小さくなる。

## 今後の展開

実用化に向けたプラグの性能向上

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

機能性材料

# 静電式振動発電用セラミックエレクトレット

Ceramic electret for electrostatic vibration power generation

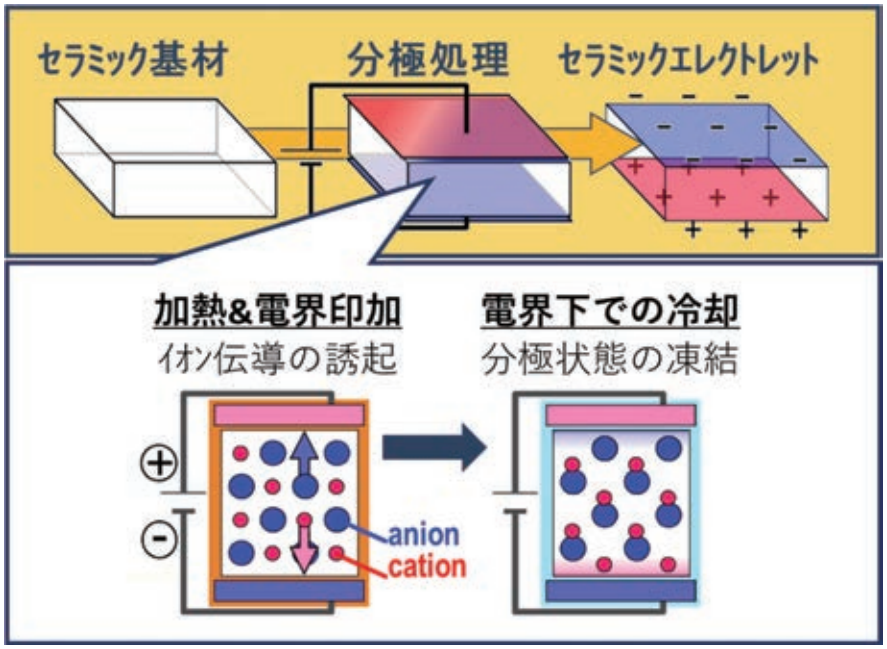
田中　優実　Yumi TANAKA　（東京理科大学　工学部　工業化学科　准教授）

## 研究の目的

最近、人や乗物の移動、あるいは機械の駆動時などに発生する「環境振動」を動力源とする小型振動発電機を実用化しようとする動きが活発化しています。本研究では、静電気を安定に保持し続ける材料であるエレクトレットを利用した振動／電力変換方式である「静電式振動発電」用のセラミック製エレクトレットの開発を目指しています。

## 研究の概要

振動発電用のエレクトレットの多くはポリマーを基材としていますが、本技術では、温度に依存して誘電体とイオン伝導体の中間的な性質を示すセラミックを基材に用いています。エレクトレット化に際しては、加熱下における直流電界の印可によりイオン分極を誘起した後、電界下で室温まで冷却することで分極状態を凍結させます。この手法により、現在までに、±4000 V超の表面電位を保持するエレクトレットの開発に成功しました。




### 従来・競合との比較

・表面電荷の密度が飛躍的に向上（2桁以上）
・表面電荷の安定性が飛躍的に向上（半永久的）

### 想定される用途

・消費電力がμW～mWオーダーであるようなデバイスのための振動発電機
（無線センサネットワーク用のセンサノードなど）
・局所電場を利用した特異なイオン/分子選択吸着性を具備する特殊基板

### 実用化に向けた課題

現在、厚み1 mm程度のバルクセラミックス製の高性能エレクトレットを開発済みです。実用化に向けた課題は薄膜化であり、数十μm程度の薄膜に高い表面電位を付与する技術を確立していく必要があります。

### 企業へ期待すること

セラミック薄膜の製造技術をお持ちの企業、振動発電機を開発中でIoT分野への展開をご検討中の企業との共同研究を希望します。

POINT

・平板状素子1つあたり、±4000 V超の表面電位を発現
・ポリマーと比較して優れた耐熱性を発揮（80℃程度まで加熱しても表面電位を保持）
・素子を重ね合わせることにより、表面電位が増大

■関連制度：JST CREST事業、科学研究費助成事業
■知的財産権：特願2014-141797「エレクトレット材及びその製造方法」他
■試作品：あり

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

低炭素・エネルギー

# 様々な二次電池や燃料電池を超高速・低コストで診断するシステム

Ultrahigh-speed and low-cost diagnosis system for various batteries and fuel cells

片山　昇　Noboru KATAYAMA　（東京理科大学　理工学部　電気電子情報工学科　准教授）

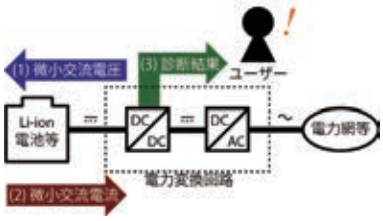
## 研究の目的

二次電池や燃料電池は経年劣化し数年で性能が低下します。また動作条件によっては最悪の場合は故障や事故につながります。本研究では二次電池や燃料電池に接続された電力変換回路を内蔵することで、電池を動作中に超高速で診断するシステムを開発しました。

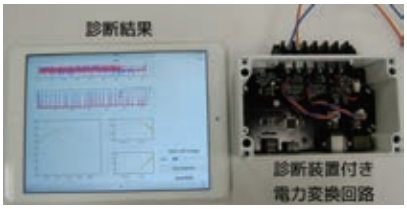
## 研究の概要

リチウムイオン電池等の二次電池や燃料電池などの電気化学デバイスの劣化や故障などの診断を実動作中に数秒で行う技術を開発しました。診断内容としては、劣化、故障の判定に加え、二次電池であれば充電残量の推定、燃料電池に対しては電解質膜の状態など種々の情報を得ることができます。本技術は交流インピーダンス法と呼ばれる電気化学分野で電池の評価に利用されている方法を、電力変換回路に内蔵することにより実現しました。実装は、主に制御ソフトウェアの変更で対応できるため、ハードウェアの変更は最小限となり、低コスト化にもつながります。

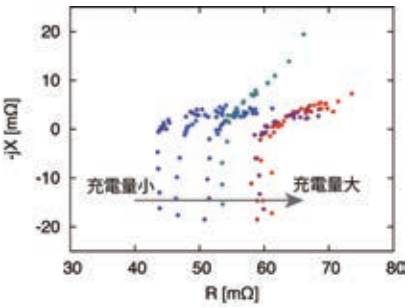
### 本研究の概念図



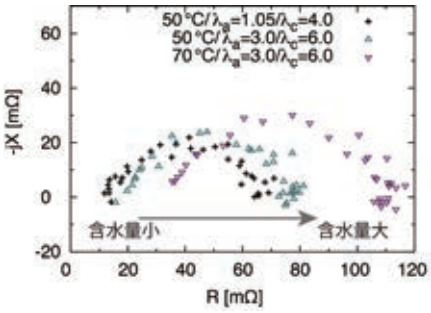

### 試作機




### 診断例




リチウムイオン二次電池の
充電量を推定




固体高分子形燃料電池の電解質の
含水量の変化を検出

### 従来・競合との比較

- 実稼働中に短時間で診断が完了
- 従来のDC電圧を測定する方法よりもより詳しい診断情報を取得可能
- 電力変換回路にファームウェアとして内蔵可能であるため開発・導入コストが最小限

### 想定される用途

- リチウムイオン二次電池の劣化診断、充電量推定
- 燃料電池の内部状態の推定
- 電力変換回路内蔵型または外付け回路どちらも対応可能

### 実用化に向けた課題

- エネルギーデバイスの劣化や故障に対するインピーダンス変化のデータ蓄積
- より信頼性が高く、高精度なインピーダンス測定可能な回路の開発
- 本技術を搭載した大容量(kW級)の電力変換回路の製作

### 企業へ期待すること

- 本研究で提案する診断機能を内蔵した電力変換回路または電源システムの実用化に向けた共同研究

**POINT**

- 主に電力変換回路の制御ファームウェアの変更で対応でき、開発導入コストが最小限
- 機器の動作中にリアルタイムな診断が可能

## 今後の展開

- 各種電池のインピーダンスのデータ蓄積
- 既に製品化されている電力変換回路部への内蔵
- 大容量の電力変換回路への適用・実証

■関連制度：科学研究費助成事業 若手研究(B)
■知的財産権：特願2014-064326「欠陥診断装置」
■試作品：あり
■助成金：国際科学技術財団研究助成

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

AI

# 次世代型ロボットによる視覚・体内から捉える飼養管理高度化システムの開発

Development of an advanced feeding system with next-generation milking robots integrating visual and endocrine data

酪農ビッグデータコンソーシアム：東京理科大学，(独)家畜改良センター，鹿児島大学，根釧農業試験場，デラバル㈱，㈱トプコン

研究代表：大和田　勇人　Hayato OHWADA　（東京理科大学　理工学部　経営工学科　教授）

**農林水産省「革新的技術開発・緊急展開事業」（先導プロ）に採択！**

## 研究の概要

研究実施期間：平成28～32年度（5年間）

**【背景】**
- 搾乳ロボットやセンシング等の新技術の普及
- 先進的システムにより得られる豊富な情報
- 乳用牛の健全性や生産性向上・経営改善のためには新技術の高度活用が必要

**ビックデータ活用技術（AIやIoT等）により『埋もれている「宝」』（個体情報）を高度利用**

**【次世代の革新的酪農の実現】**
- 各個体別に搾乳ロボット等を最適運用
- リアルタイムで情報把握、適時適切な飼養管理
- 乳用牛の健全性向上・産次数増加
- 生産性と生乳品質の大幅な改善
- 経営改善・軽労化等の新たな酪農モデル実現

## 搾乳ロボット及びセンシング技術による個体情報を高度に活用する新たなトータルシステムの開発

### 体内データ取得システム

**内分泌系・生化学系データを搾乳ロボット等により効率よくリアルタイムに収集**

搾乳ロボットからのデータ取得（自動・リアルタイム）

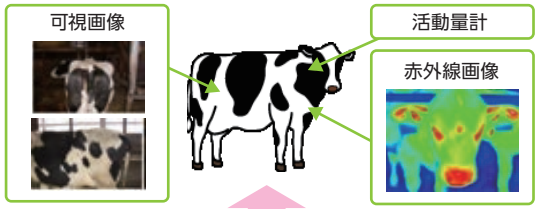
- ●乳汁中成分（自動分析器による計測）
  - -黄体ホルモン　⇒　繁殖系情報（発情時期・周産期病）
  - -LDH　⇒　炎症情報（乳房炎・蹄病）
  - -BHB　⇒　ルーメン内情報（アシドーシス等）
- ●飼養管理データ（搾乳量、電気伝導度、体細胞数等）

### 視覚データ取得システム

**視覚系データ（画像・活動量・体温データ）を各種センサー等により効率よくリアルタイムに収集**

各種センサーデバイスによるデータ取得（自動・リアルタイム）

- ●画像データ　：3D・2Dカメラ画像　⇒　BCS
- ●活動量データ：歩数・行動パターン　⇒　繁殖・疾病情報
- ●体温データ　：赤外線画像　⇒　体温・炎症情報




**補完・補正による最適データ（必要最小限かつ十分なデータをビッグデータ解析を通じて適切に設定）**

### 個体情報データベース　～　「酪農ビッグデータ」の構築

データ収集をIT化、個体情報をリアルタイム・自動で経時・網羅的に効率よくリアルタイムに蓄積

データベースを学習により自動更新・最適化

### 酪農ビックデータの高度活用技術～AI（人工知能）の活用

- ◆ 機械学習　～　データベースからルールを生成、データベース・エンジンを最適化
- ◆ 解析エンジン　～　酪農ビッグデータから個体管理支援アドバイスをリアルタイムで演算・導出
- ◆ アドバイス表示システム　～　エンジンからの出力をわかりやすく表現（携帯・PC上にリアルタイムで表示）

解析エンジンを学習により自動更新・最適化（各酪農家毎）

### 個体情報の高度活用による飼養管理支援システム（アドバイスシステム）

- ・必要な情報をリアルタイムで確認
- ・管理作業等のアドバイス通知

適時適切な飼養管理の実施

疾病予防や軽減、乳用牛の健全性・生産性向上経営改善に活用できる！

**個体情報を高度に活用する新たな酪農経営モデルの実現！**

**乳用牛の健全性向上、生涯産次数増加（4.5産）、経営改善等の次世代型モデルの構築**

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目3番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

防　災

# 鋼杭による防波堤補強工法

The breakwater reinforcing method by steel piles

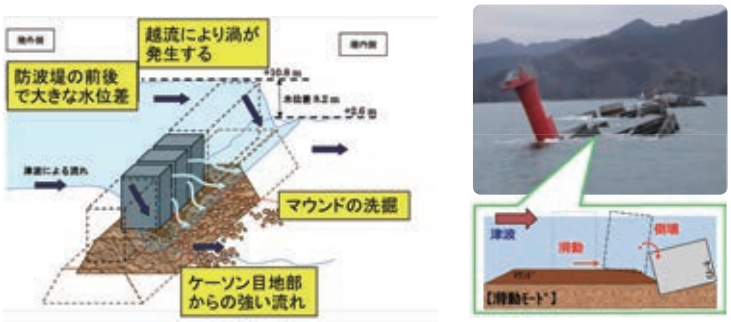
菊池　喜昭　Yoshiaki KIKUCHI　（東京理科大学　理工学部　土木工学科　教授）

## 研究の目的

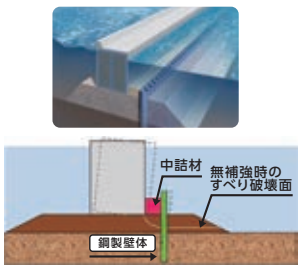
我が国は国土を海に囲まれており、異常気象や台風による高波、波浪、また地震による津波などにより海岸や港湾施設が多くの被害を受けてきました。なかでもまだ記憶に新しい２０１１年３月１１日の東日本大震災では、津波による沿岸部の被害は甚大で、これまでの築堤技術やその構造、規格の見直しが図られています。本研究はこれらの一助になるような、鋼杭を用いた防波堤の補強工法に関するもので、粘り強さを有する新防波堤工法です。

## 研究の概要

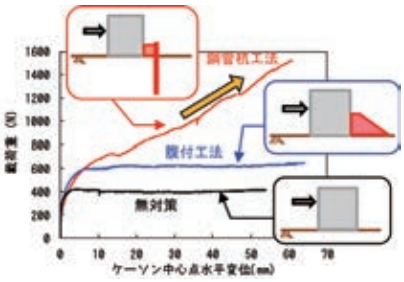
従来、防波堤の構造は海底地盤を掘削し、割栗石等により基礎マウンドを造作してその上にケーソン躯体を直接設置して構築する工法が主流です。しかし、津波のような大きな水圧や越流による洗掘により、ケーソンの滑動や傾斜、転倒破壊、支持力破壊といった被害が多く見られました。本研究は、これらの被害事例を基に、防波堤の基礎マウンド地盤中に壁状の鋼杭を採用することで、越流時の引き波にも耐えられる「粘り強い」防波堤の構造を可能としました。




従来防波堤の被災パタン 1)




鋼杭で補強した防波堤構造




新防波堤の模型実験一例　2)

### 従来・競合との比較

基礎マウンドから支持地盤中まで鋼杭を壁状に打設することで地盤の受働抵抗を生かすことにより、ケーソン本体の滑動や転倒抵抗性の強化に成功

⇒・大きな津波力に対する抵抗力が不足している場合でも、本工法によって粘り強く耐えることが可能

・多少の変形を許容しても防波堤の機能を失わない安定性を確保

### 想定される用途

大きな波浪を受ける地域や津波の恐れがある港湾及び海岸の防災事業に適用すべき高規格防波堤

### 実用化に向けた課題

・より大きな模型を用いた実験検討
・実地盤の条件を考慮した試設計計算
・実現場での実物堤体による検証

### 企業へ期待すること

本工法は公共工事向けの土木技術であり、国や自治体の実物大試験施工を募集しています。

POINT　模型実験による防波堤破壊形態の検証を行い、杭による変形・破壊防止効果の定性的な検証が完了

## 今後の展開

2016.04～　補強に用いる杭の設計法の高度化のため、より一般的な条件下での受働杭の挙動に関する研究を実施中

■関連制度：新日鐵住金株式会社との共同研究

1）東日本大震災の津波でほぼ全壊した釜石港湾口防波堤の北堤
（写真出展：東北地方整備局釜石港湾事務所ホームページ）
参考）鋼管杭による防波堤補強工法の津波越流時の安定性に関する研究：
港湾空港技術研究所資料

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

解析理論

# インバージョンの数理理論の展開とその実用化の提案

Deployment of the of mathematical inversion theory, and proposal of practical application

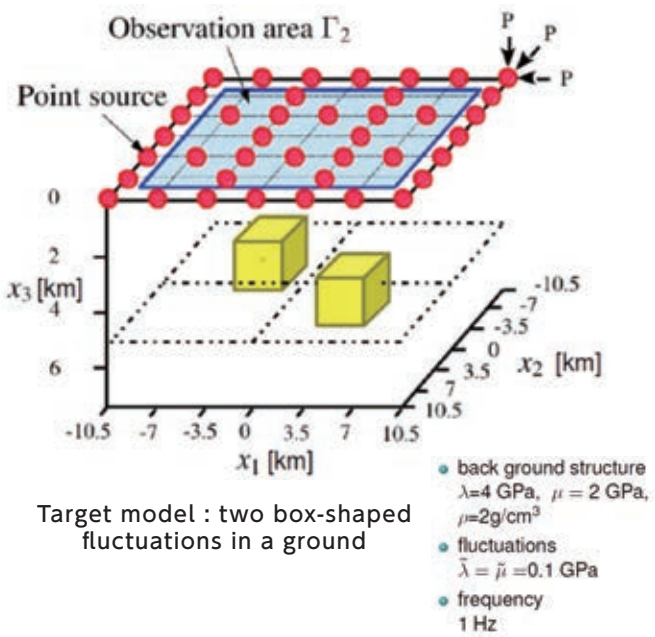
東平　光生　Terumi TOHEI　（東京理科大学　理工学部　土木工学科　教授）

## 研究の目的

弾性波を媒質の変動領域に照射し、生じた散乱波動の計測結果から媒質の変動領域や変動性状を再構成することは、資源探査や震源探査から非破壊検査に至るまで、重要な課題です。この重要性から、散乱逆問題に対する数理理論の構築とその実用化の研究の歴史は長く、優れた成果も蓄積されています。

その一方で、扱う解析対象や空間スケールは多岐に渡り、解析結果に決め手を欠くケースも見られます。こうした背景の下で、本研究は弾性波媒質の変動が散乱波の生成とどのように結びつくかの新たな数理の探求と実用化を目指しています。研究成果は、地震時の地盤振動解析や音の伝播解析に適用できます。

## 研究の概要




Target model : two box-shaped fluctuations in a ground

研究の出発点は積分方程式で波動場を表現することです。積分方程式は、波動場の数学的表現を簡潔にし、散乱逆問題の数理の探求に有用なツールとなります。

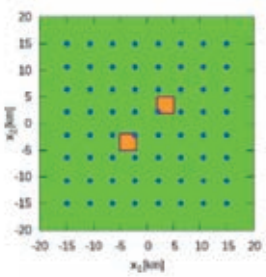
本研究では、特性数「$\phi(z)$」の空間分布が媒質の変動領域に対応していることを見出しました。

$$\phi(z) = \inf_{\tau_j \in L_2} \left\| \int_{\Gamma_1} G_{ij}^{(s)}(x,y)\tau_j(y)d\Gamma_1(y) - G_{ij}(x,z)d_j \right\|_{L_2(\Gamma_2)}$$

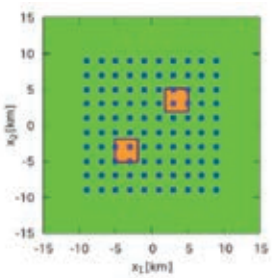
数理理論は積分方程式に基づく一方で、数値計算では差分法などを援用しながら具体的なデータを基に検証を行うことが、今後の課題となっています。

左の図は、特性関数の空間分布媒質の変動を捉えていることを実証する例題です。

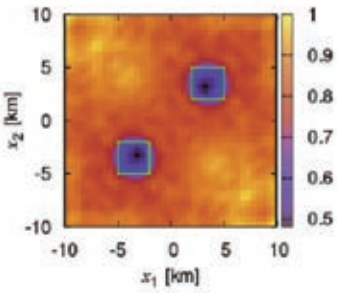
本研究では、現在、実用化に向けた積分方程式を用いた逆問題の数理構築を行っており、媒質のゆらぎの検出の可能性が実証できつつあります。



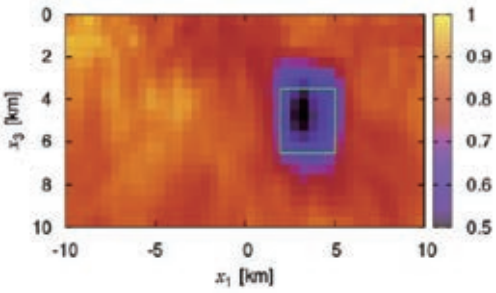
(a)source grids



(b)observation grids




(c)horizontal plane




(d)vertical plane

## 今後の展開

数学理論の構築では積分方程式が有力な解決ツールとなるものの、実際のインバージョンでは差分法などの数値解法が有力です。今後は、実データの収集と共に、他の数値解法を用いて媒質の変動領域のみならずP波やS波の速度構造の変化を捉えることを実証していくことが課題です。なお、研究パートナーも募集しています。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

火災防災

# テラヘルツ電磁波の火災防災分野への応用

Application to the fire disaster prevention field of terahertz electromagnetic wave

松山　賢　Ken MATSUYAMA　（東京理科大学　理工学研究科　国際火災科学専攻　教授）

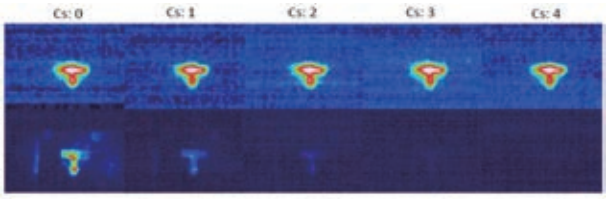
## 研究の目的

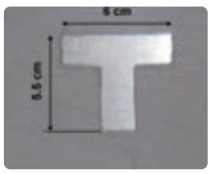
これまで、煙霧環境下で視界を確保する技術は無く、見通しが利かない状態で火災現場の状況を把握することは非常に困難でした。本研究では、このような火災現場での視界を確保するために、テラヘルツ波で被写体を照らすアレイ型照明器の開発をすることで、火災時の建物内の逃げ遅れ者の救助・検索活動の支援を目指します。

## 研究の概要

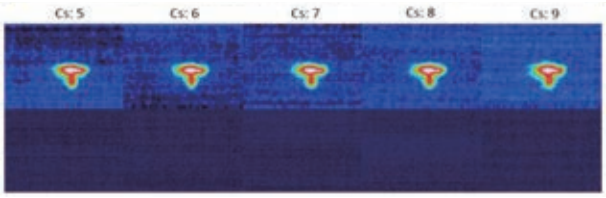
サブテラヘルツ領域の照明光源をもつカメラでは、火災現場の煙霧や熱など様々な干渉を受けずに明瞭な被写体を写すことができます。テラヘルツ波は周波数軸上で電波と光の間に位置し、赤外線や可視光に比べると波長が長いため、塵や煙、炎の中を伝播しても、散乱されて減衰することが殆どないためです。本研究では、煙霧により全く見通しが利かない状態で、1.4m先にある被写体のテラヘルツ像の取得に成功しました。

テラヘルツ光源の照明




実験で用いた被写体




各煙濃度（Cs）時のテラヘルツイメージ（上段）と赤外線イメージ（下段）

※実験における被写体までの距離は８５cm
※Csは光学的煙濃度（Cs：大→煙濃度：濃）
※赤外線（波長1.5μm）はCs>2でほぼ視界ゼロ

### 従来・競合との比較

従来、この周波数帯はパッシブイメージングが主流であり、火災現場では高温物質や煙が熱輻射源として支配的であるため、明瞭な被写体の像を得ることが困難
アクティブイメージングを実現すべく、テラヘルツ波アレイ型照明器を開発
・火災現場での被災者や障害物の確認ができない
・救助活動・消火活動の作戦がたてられない

### 想定される用途

・既存の建築物内セキュリティ用監視カメラに併設することで、火災発生時の的確な消火・救助活動が可能
・煙以外の微粒子による視界不良でも適用可能

### 実用化に向けた課題

・試作したテラヘルツ照明の実用化に向け、実験的研究により課題抽出中
・システムの小型化、見通し距離の延伸ができれば、多用途に使用可能

### 企業へ期待すること

実現場での効果検証に向け、協力いただけるパートナーを募集しています。

POINT

**従来の可視光によるカメラ技術では見ることができなかった火災現場の煙の中でも、被災者の存在を発見・確認することが可能**

## 今後の展開

・2016年度　フォトミキサアレイの改良
・2017年度　可視化・判別精度の向上

■関連制度：JST 研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）
「サブテラヘルツ帯アクティブイメージング用照明系の開発」
※日本電信電話株式会社との共同研究

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

火災防災

# テラヘルツ電磁波の火災防災分野への応用

Application to the fire disaster prevention field of terahertz electromagnetic wave

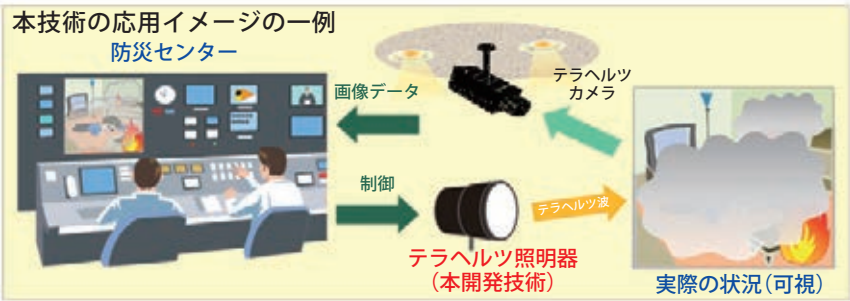
松山　賢　Ken MATSUYAMA　（東京理科大学　理工学研究科　国際火災科学専攻　教授）

## 研究の目的

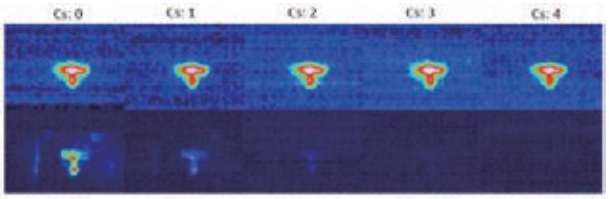
これまで、煙霧環境下で視界を確保する技術は無く、見通しが利かない状態で火災現場の状況を把握することは非常に困難でした。本研究では、このような火災現場での視界を確保するために、テラヘルツ波で被写体を照らすアレイ型照明器の開発をすることで、火災時の建物内の逃げ遅れ者の救助・検索活動の支援を目指します。

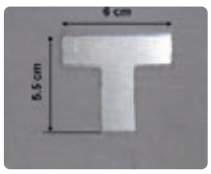
## 研究の概要

サブテラヘルツ領域の照明光源をもつカメラでは、火災現場の煙霧や熱など様々な干渉を受けずに明瞭な被写体を写すことができます。テラヘルツ波は周波数軸上で電波と光の間に位置し、赤外線や可視光に比べると波長が長いため、塵や煙、炎の中を伝播しても、散乱されて減衰することが殆どないためです。本研究では、煙霧により全く見通しが利かない状態で、1.4m先にある被写体のテラヘルツ像の取得に成功しました。

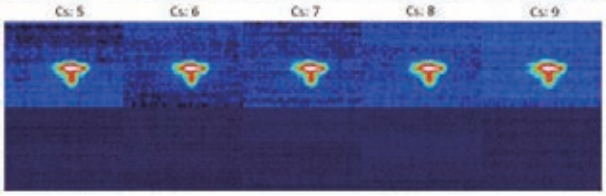


テラヘルツ光源の照明




実験で用いた被写体




各煙濃度(Cs=0～9)でのテラヘルツイメージ(上段)と赤外線イメージ(下段)

※実験における被写体までの距離は８５cm
※Csは光学的煙濃度（Cs：大→煙濃度：濃）
※赤外線（波長1.5μm）はCs>2でほぼ視界ゼロ

### 従来・競合との比較

従来、この周波数帯はパッシブイメージングが主流であり、火災現場では高温物質や煙が熱輻射源として支配的であるため、明瞭な被写体の像を得ることが困難
・火災現場での被災者や障害物の確認ができない
・迅速な救助・検索活動、消火活動が極めて難しい
こうした背景からアクティブイメージングを実現すべく、テラヘルツ波アレイ型照明器を開発

### 想定される用途

・既存の建築物内セキュリティ用監視カメラに併設することで、火災発生時の的確な消火・救助活動が可能
・煙以外の微粒子による視界不良でも適用可能

### 実用化に向けた課題

・試作したテラヘルツ照明の実用化に向け、実験的研究により課題抽出中
・システムの小型化、見通し距離の延伸ができれば、多用途に使用可能

### 企業へ期待すること

実現場での効果検証に向け、協力いただけるパートナーを募集しています。

POINT

**従来の可視光によるカメラ技術では見ることができなかった火災現場の煙の中でも、被災者の存在を発見・確認することが可能**

## 今後の展開

・2016年度　フォトミキサアレイの改良
・2017年度　可視化・判別精度の向上

■関連制度：JST 研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）
「サブテラヘルツ帯アクティブイメージング用照明系の開発」
※日本電信電話株式会社との共同研究

※本資料は，2016年3月17日付にて報道機関向けに公表した　「煙霧により見通しの利かなくなる火災現場でテラヘルツ波により視界を確保」の一部抜粋です。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

デバイス

# プリンタブルエレクトロケミストリーによるウェアラブルヘルスケアデバイスの開発

Wearable Healthcare Devices based on Printable Electrochemistry

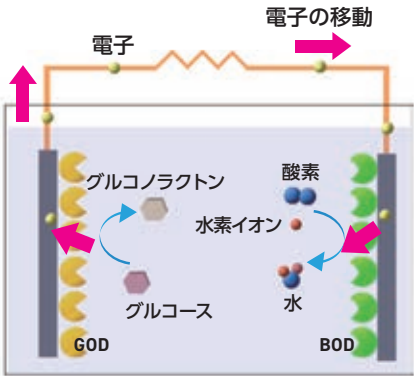
四反田　功　Isao SHITANDA　（東京理科大学　理工学部　先端化学科　准教授）

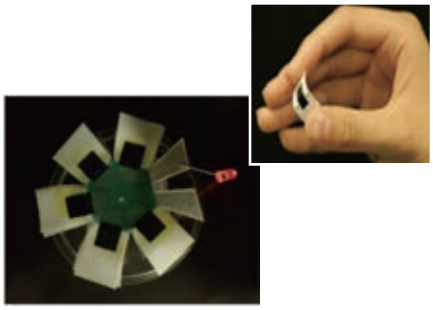
## 研究の目的

汗や尿などに含まれる生体成分を利用し、センシングしながら発電を行う、自己駆動型バイオ燃料電池を搭載した薄型生体情報モニター機器（ウェアラブルヘルスケアデバイス）の開発を目指します。印刷技術によって、これまでに市販されているウェアラブル・デバイスに比べ超薄型・軽量、及び高生産性・低コスト化を実現しつつ、種々のバイタルサイン（活動量、脈拍（心拍）、発汗量など）の計測を行い、病気の予兆や日々の健康管理、生活習慣病予防等に繋げます。

## 研究の概要

本技術は、例えば体液に含まれるグルコース（ブドウ糖）等を、酵素と反応させて電力を取り出し、その電力を使って発信器から信号を送る仕組みで、電源とセンサの両方の役割を備えています。また、紙をはじめとする安価な材料で構成され、印刷のシンプルなプロセスで製造可能です。



おむつ電池

5 cells in series(0.34mW)

絆創膏型電池

4x4 cells are arrayed(1mW)

### 従来・競合との比較

生体適合性の高い人体に優しい電源を提供するとともに、環境にも十分に配慮された、手軽で安価な新しいタイプの自己駆動型ウェアラブルデバイスの提案です。

### 想定される用途

- 日々の健康管理、生活習慣病予防等
- スポーツや登山中の日射病予防や疲労度測定
- 特殊環境現場における作業員の見守り
- おむつ等への組込による介護現場の負担軽減

### 実用化に向けた課題

現在、尿糖電池について人工尿で発電かつ無線データ転送可能であることを確認しています。今後、おむつへの実装・評価を行う必要があります。

### 企業へ期待すること

バイオセンサを開発中の企業、ヘルスケア分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われます。
ウェアラブルデバイスへとの通信技術を持つ企業、またIoTシステムへの組み込みを得意とする企業との共同研究を希望します。

POINT

- 生体成分の濃度測定が可能
- 他の環境発電に比べて低コストで高容量を実現
- シンプルな構造で安全性も高く、ペーパーデバイスとして使い捨ても可能

## 今後の展開

2016.1～2021.3
材料開発⇒製造・評価技術開発⇒実装技術開発
（A-STEP事業最終年となる2020年東京オリンピック・パラリンピックの年には、デモも予定しております。）
なお、新規用途提案、共同研究のご相談は、随時受け付けております。
ぜひお気軽にご相談下さい。

■関連制度：JST研究成果最適展開支援プログラム
A-STEP 戦略テーマ重点タイプ
（実施期間：平成２８年1月～平成３３年３月）
■連携機関：筑波大学、理化学研究所　その他
■試作品：あり

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

バイオ

# 多剤耐性をもたらす酵素を阻害する抗菌剤の開発

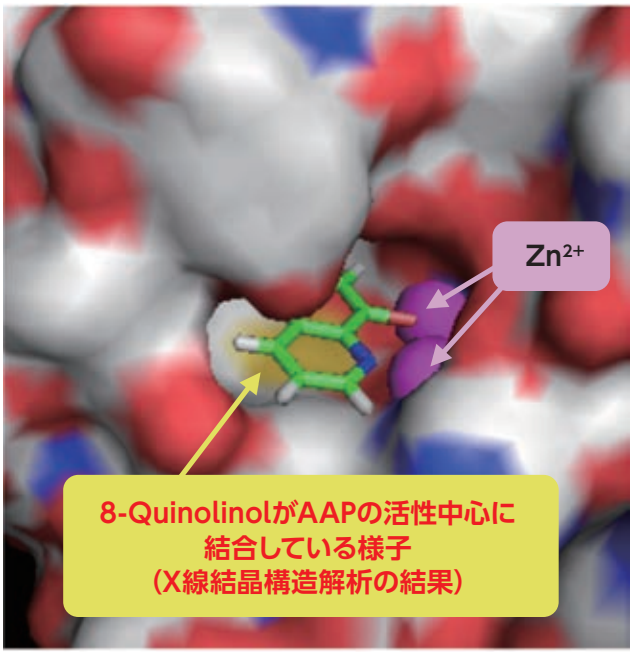
Solution for Mullti-drug-resistance bacteria

青木　伸　Shin AOKI　（東京理科大学　薬学部　生命創薬科学科　教授）

## 研究の目的

抗生物質の登場により、感染症との闘いは終わったと思われました。しかし抗菌薬が効かない微生物（耐性菌）が現れ、これに対しては有効な治療法がないことから、今や世界的な問題となっています。また、複数の抗菌薬が効かない多剤耐性菌が出現して新しい脅威となっており、有効な対策が求められています。こういった中最近注目されているのは、病原菌に多剤耐性をもたらす酵素「メタロβラクタマーゼ」を阻害する方法です。当研究室は、金属亜鉛錯体の研究を通じて、含亜鉛酵素を選択的に阻害する酵素に注目し、メタロβラクタマーゼなど亜鉛酵素の活性を阻害する薬剤を開発しています。同時に、より毒性の低い分子設計と再活性化法の開発を行っています。

## 研究の概要




メタロβラクタマーゼは、ペニシリン系、セフェム系、カルバペネム系に属するほとんど全ての抗生物質を分解する、最も危険と考えられるβラクタマーゼです。この酵素の遺伝子を伝達性のプラスミド上に保有する病原菌（緑膿菌、アシネトバクター菌、大腸菌、肺炎桿菌）などは病原性の強い細菌でもあり、病院内のみならず市中でも感染を引き起こす可能性があります。

メタロβラクタマーゼの中には、その活性中心に2個の亜鉛原子をもつ二核亜鉛酵素もありますが(Class B)、その酵素に対する薬（阻害剤）は殆どないのが現状です。

当研究室は、金属亜鉛錯体の基礎～応用研究を、二核亜鉛酵素阻害剤へ展開しています。具体的には、この酵素の活性中心の構造を詳細に解析し、亜鉛イオンへ配位する阻害剤を探索しています。ただし、金属酵素の阻害剤には、金属配位子という機能が故の毒性が伴います。そこで我々は、配位子部を保護して毒性を下げ、必要な時と場所で脱保護して再活性化するプロドラッグの開発も同時に検討しています。

このような取り組みを通じて、多剤耐性を避けて、βラクタマーゼのような二核亜鉛酵素に対する新しい抗菌剤の開発を目指しています。

POINT

- 二核亜鉛酵素の活性中心に結合する化合物を見出し、X線結晶解析により詳細に結合様式を分析
- 当該化合物が二核亜鉛酵素であるAAP（Amino-peptidase from *Aeromonas Proteolytica*）を阻害することを見出した
- これらの化合物の毒性を低下させるための保護基を導入し、生理条件下で除去する方法を開発した
- 水中錯体化学の知識と技術

## 今後の展開

- 既に活性中心に結合する化合物の中から最適のものを選抜する
- 選抜した化合物の細胞実験による酵素活性阻害能の評価
- 毒性低下の為の分子設計と合成(プロドラッグ)
- 動物実験による安全性、薬効評価
- 国内外との共同研究（過去に経験あり）

■研究体制：本研究は、慶應義塾大学薬学部花屋賢悟先生との共同研究により進められました。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

防　災

# 原位置サウンディング試験に基づく砂地盤の液状化の統合的評価法の構築

Building up integrated procedures to evaluate soil liquefaction triggering and associated phenomena based on insitu sounding tests

塚本　良道　Yoshimichi TSUKAMOTO　（東京理科大学　理工学部　土木工学科　教授）

## 研究の目的

我が国は、国土を海に囲まれており河川も比較的多く、海岸地帯、埋立て地、扇状地、旧河道に位置する土地など、都市部においても砂質地盤が多く存在します。特に、地下水位の高い低地に位置する砂地盤では、地震時の液状化による構造物の傾斜や沈下、埋設配管類の機能不全といった、被害が多くみられます。本研究の目的は、砂地盤の液状化発生と、それに伴う地盤変状の予測を合理的に評価する方法を、原位置サウンディング試験に基づいて構築することにあります。

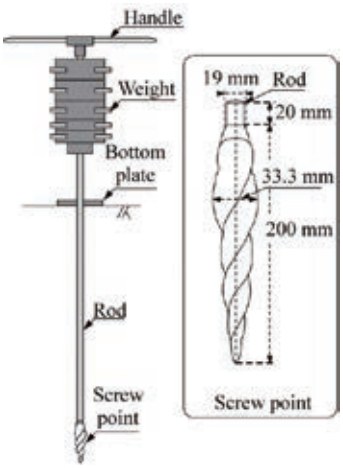
## 研究の概要

液状化の危険度を総合的に評価することを目的に、過去の液状化発生地盤において、数多くのスウェーデン式サウンディング（SWS）試験を実施し、既往の試験データとの相関関係を明らかにしました。本評価法は、現場で比較的容易に実施できるSWS試験から、砂地盤の相対密度、液状化抵抗、地表面沈下量、側方流動量、非排水せん断強度など、液状化評価の指標となる各数値の推定を可能にすることを目指したものです。

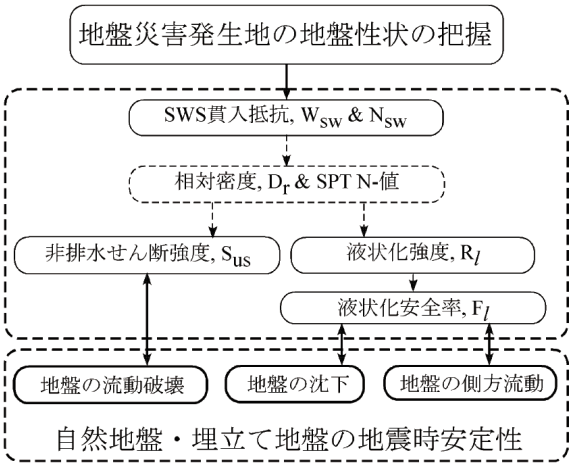
地盤の沈下による被害

地盤の流動破壊

道路盛土のすべり破壊




SWS試験機の概要




SWS試験による砂地盤の液状化の総合的評価方法

### 従来・競合との比較

従来、地盤の液状化判定には、1)直接ボーリングによる地盤物性の推定、2)原位置サンプリングによる地盤物性の評価、3)不攪乱試料の採取と室内せん断試験による液状化抵抗の推定、4)静的コーン貫入試験などを用いた液状化抵抗の推定、などがあります。しかし、いずれもコストや手間を要し、戸建て住宅を始めとする小規模構造物への適用に難がありました。

本調査法（SWS）は、比較的容易に調査が可能で、安価であることから、適切な地盤試料サンプリング法の導入や、既往の調査方法と組み合わせることで、より合理的な液状化判定が可能となります。

### 想定される用途

本評価法は、液状化の発生が懸念される砂地盤上の小規模構造物をはじめ、道路盛土、河川堤防、その他建設事業への採用が期待されます。

### 実用化に向けた課題

適切な地盤試料サンプリング法の導入や、既往の調査方法とどのように組合わせ、関連付けできるかが、より合理的な液状化判定に重要となります。

### 企業へ期待すること

本評価法をSWS試験以外の調査法と合わせた実施と、そのデータベースの公開を期待します。

POINT

- 過去の代表的な液状化被害地でのSWS試験データを入手し、他の試験結果との関係を整理済み
- 地盤の液状化危険度の判定、液状化の発生予測など、地震防災分野に適用可能

## 今後の展開

2014.6　液状化に及ぼす年代効果や液状化履歴の影響、浸透固化による液状化対策工法の技術開発に着手

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

デバイス

# 圧電体を用いたイベント駆動型インテリジェントシステム

Event-driven intelligent system using piezoelectric materials

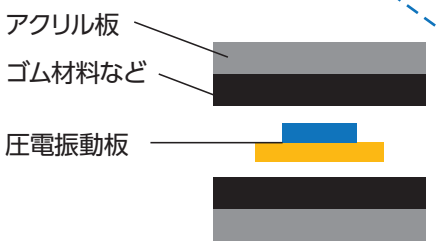
岡村　総一郎　Soichiro OKAMURA（東京理科大学　理学部第一部　応用物理学科　教授）
中嶋　宇史　Takashi NAKAJIMA（東京理科大学　理学部第一部　応用物理学科　准教授）
橋爪　洋一郎　Yoichiro HASHIZUME（東京理科大学　教養教育研究院　北海道・長万部キャンパス教養部　准教授）

## 研究の目的

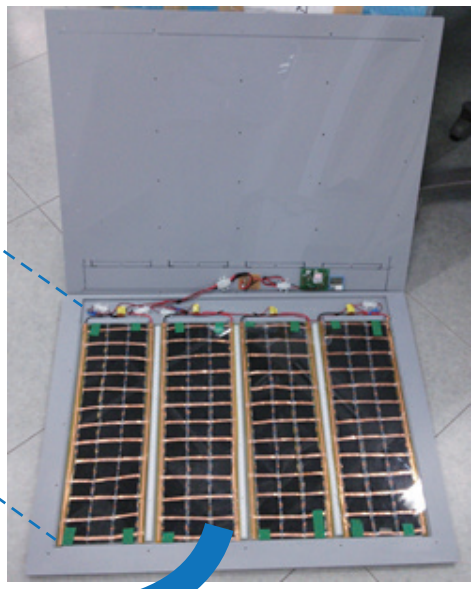
高齢化社会や社会不安の課題解決のための見守りシステムの開発や、老朽化したインフラにおける簡便な診断システムの実現が求められています。

## 研究の概要

人間や車両の通過時に加わる力を用いて発電するマットを開発しました。さらに発電によって得られた電力を用いて、歩行や交通に関連した様々な情報を“電池レス、配線レス”で、無線送信できる技術です。




マット型の発電・通信装置



POINT

- 電池の充電・交換が困難な場所で、センサー情報を半永久的に発信
- 災害や緊急時にも独立して稼働可能な無線通信システム
- 電池の使用が困難な極低温、高温、真空環境下でも利用可能（圧電体は、極低温～数百度の高温域で発電可能）

### 従来・競合との比較

従来技術では、ワイヤレスでセンサー情報を発信する場合には主として電池が用いられています。本技術により、電池の充電や交換をすることなく、無線通信素子に半永久的に電力を供給することが可能です。

### 想定される用途

- 自宅要介護者、病院患者の見守りを目的とした歩行センサーマット（赤外線人感センサーが搭載できない箇所にも利用可）
- 自動ドア
- 路上、駅ホーム、工場内などにおける警報・警備システム

### 実用化に向けた課題

無線送信をより安定化させるための、印加方式の工夫と無線通信デバイス・方式の改良。

### 企業へ期待すること

無線通信デバイス・方式の改良のための共同研究。
ユースケース創出に向けた実証のための共同研究。

## 今後の展開

特性改善による無線送信距離・通信量の向上 ならびに小型・軽量化に向けた研究の継続。

■知的財産権：特願2014-238235「発電装置」

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

医療・バイオ

# 細胞膜特異性の高いコアシェルナノロッドの合成と効果的温熱治療

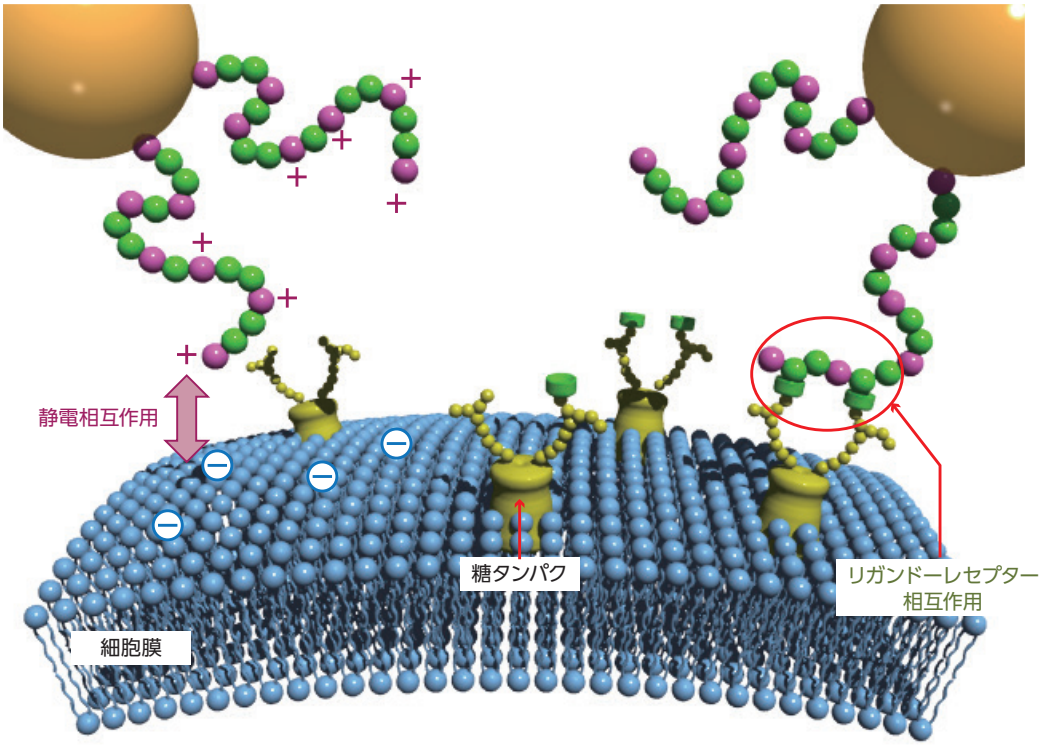
Nanoparticle for highly cell targeting technology

大塚　英典　Hidenori OTSUKA（東京理科大学　理学部第一部　応用化学科　教授）

## 研究の目的

光温熱治療(photothermal therapy)は、外部からの光刺激を駆動力とした癌治療であり、外科的治療を必要としないため、低侵襲性の治療法として注目されています。温熱治療を効果的に達成するには、体内での生体適合性(肝臓や脾臓を中心とする細網内皮系組織(RES)からの捕捉回避)・腫瘍集積性・発熱効率に優れたナノ粒子の設計が必要です。本研究では、以上の機能を合わせ持つナノロッド粒子を合成し、より効果的な温熱治療の実現を目指しました。高い熱変換効率を付与した金ナノロッド表面に、静電的かつレセプター特異的に腫瘍集積可能な表面修飾を施し、従来技術より、3ケタ特異性の高い細胞内取り込みを促進し、より安全な温熱療法を提供します。

## 研究の概要




### 光温熱治療における All-in-one粒子

#### 静電相互作用

細胞表面はカルボキシル基やリン酸基の解離によって負に帯電するため、カチオンユニットは静電的引力によって癌細胞表面に非特異的に集積。

#### 糖鎖ー受容体相互作用

細胞表面のタンパク質には糖鎖が結合しており、様々な受容体分子と特異的に結合し、選択的に細胞内に移行。

#### フォトサーマル効果

吸収した光エネルギーを熱エネルギーに変化させることが可能。効率的な温熱効果により、癌細胞の治療可能。

POINT

- カチオンユニットによる静電的相互作用による細胞表面集積
- リガンドユニットによる選択的な結合、細胞移入
- 効果的な温熱療法

## 今後の展開

- 薬物動態試験実施中。動態確認後、モデル動物を用いたin vivo薬効薬理試験を実施予定。
- 細胞膜特異性の高い本表面設計は、さらに細胞障害性抗がん剤のデリバリーにも有効であることを確認しました。
- 創薬企業、DDS研究開発企業等との共同研究、公的研究費獲得を目指します。

■関連制度：NEDO次世代機能代替技術の研究開発
■受賞歴：日本MRS学術シンポジウム奨励賞(2011,2010,2001)、日本バイオマテリアル科学奨励賞(2005)、 STAM Highlights 2013(the most popular articles 2013)
■知的財産権：特願2014-045240「細胞内送達用高分子担体」
■試作品：あり ■サンプル：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

医療・バイオ

# ラセミ体のアミノ酸を光学活性なアミノ酸エステルへと変換する新規手法の発明

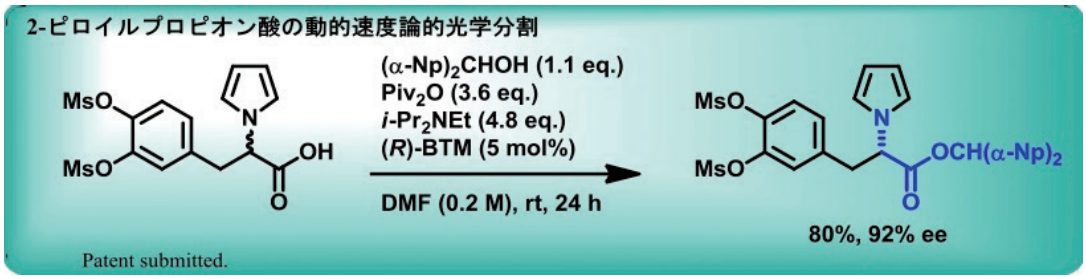
Nonenzymatic, Enantioconvergent Dynamic Kinetic Resolution (DKR) of Racemic 2-(1*H*-Pyrrol-1-yl)alkanoic Acids as α-Amino Acid Equivalents

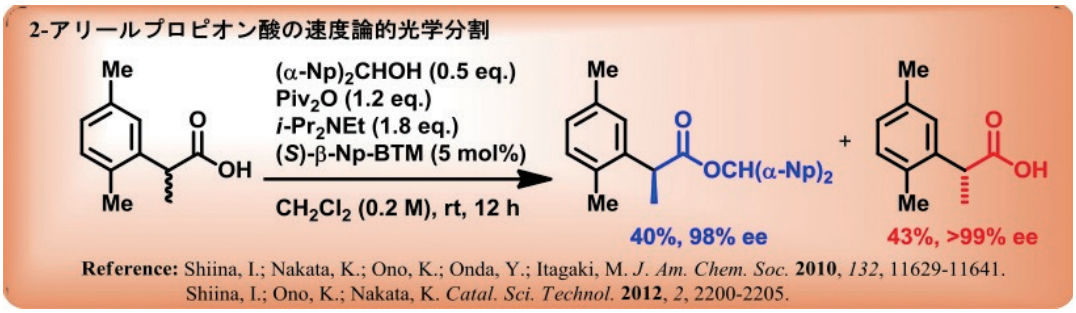
椎名　勇　Isamu SHIINA　（東京理科大学　理学部第一部　応用化学科　教授）

## 研究の目的

不斉エステル化反応とラセミ化反応を組み合わせることで光学活性エステルを100%に近い収率で与える“動的速度論的光学分割反応（DKR）”を開発しました。(I. SHIINA, K. ONO, K. NAKATA, Catalysis – Science & Technology, 2, 2200-2205 (2012). [Cover Feature Article] [Hot Article] [Most Accessed Article])
さらに今回、ラセミα-アミノカルボン酸等価体を本反応に適用することでDKRを実施し、良好な選択性で光学活性アミノ酸保護体を与える新規合成法を発明しました。

## 研究の概要




- ラセミ体のカルボン酸を光学活性なカルボン酸エステルへと変換する技術
- 光学活性2-アリールプロピオン酸エステルを100%に近い収率で合成
- 光学活性α-アミノ酸エステルを100%に近い収率で合成
- ラセミ医薬品や医薬中間体の合成後のラセミ体分離工程なしで、直接、一方のエナンチオマーを選択的に合成可能

**POINT**

- ラセミα-アミノ酸の選択的合成
- ラセミ体の合成後の分離、分割不要
- 100%に近い収率

## 今後の展開

- 更なる合成方法、合成時間短縮等の検討
- 基質適用範囲の拡大
- 新規触媒の創製
- 創薬企業、医薬中間体企業、食品開発企業等との共同研究、公的研究費獲得を目指します。

■関連制度：JST A-STEPハイリスク挑戦タイプ（平成26-29年度）
■受賞歴：日本化学会学術賞（平成24年度）、井上学術賞（平成26年度）、市村学術賞・功績賞（平成26年度）
■知的財産権：特願2014-018887「光学活性カルボン酸エステルの製造方法」
■試作品：あり　■サンプル：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

エネルギー・環境

# 電力自由化を見据えた発電所運転と電力小売事業の付加価値創造のための技術評価

Technology Assessment of Value Added by Electric Power Procurement and Retail Business in the Japanese Electricity Systems Reform

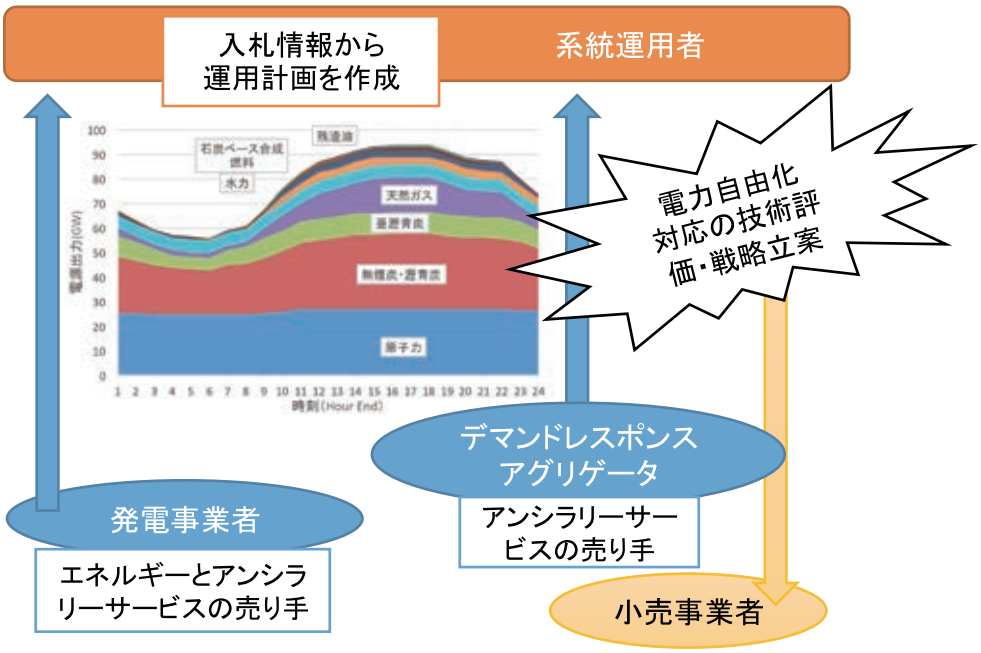
山口　順之　Nobuyuki YAMAGUCHI　（東京理科大学　工学部　電気工学科　准教授）

## 研究の目的

わが国では、2020年に向けて段階的な電力自由化（電力システム改革）が進められています。その結果、発電事業、送配電事業、電力小売事業がライセンス制となり、各事業への参入が可能となります。これに伴い、7.5兆円規模の電力市場が登場すると言われています（経済産業省）。電力自由化の先行する欧米では、電気エネルギー（kWh）ばかりでなく、アンシラリーサービスと呼ばれる電力システム制御が、オープンな調達・取引の対象となりつつあり、将来のわが国の電力ビジネスや技術評価の在り方を示唆するものとして注目されています。

## 研究の概要

本研究では、数理計画法を駆使し、発電所の複雑な技術制約を考慮したコスト最小化運転計画を策定したり、卸電力価格に応じて電力需要家の電力使用量を調整するデマンドレスポンスを用いた最適契約を行います。また、出力変動の大きい太陽光発電や風力発電の連系を支えるための、電力システム制御に関するアンシラリーサービスの価値評価を実施します。




### 従来・競合との比較

発電所や送配電網などの技術的な制約と、国内・海外の電気事業政策と整合した問題設定を行います。工学と政策の境界を乗り越えた戦略立案が可能となります。

### 想定される用途

- アンシラリーサービスを考慮した卸電力取引戦略の策定
- 将来の政策リスクを考慮した電源投資戦略の検討
- デマンドレスポンスの活用による卸電力調達の低コスト化など

### 実用化に向けた課題

例題データだけでなく、実データによるモデルの検証と、モデルの精緻化。

### 企業へ期待すること

フィールドデータを用いた実証的な共同研究を検討しています。

**POINT**

- 分析者が注目する技術制約や政策・市場リスクにフォーカスした検討が可能
- 発電・送配電・電力小売の各事業を統合的に分析
- 海外電気事業の調査・分析による我が国への示唆を考察

## 今後の展開

- 電力システム改革の進展に応じた分析の高度化
- 電力広域的運用推進機関 設立
- 一時間前市場 創設、小売全面自由化
- リアルタイム市場 創設、料金規制撤廃

■ 関連制度

JST CREST EMS、研究課題名「太陽光発電予測に基づく調和型電力系統制御のためのシステム理論構築」へ主たる共同研究者として参加（平成27年4月1日から平成29年3月31日まで）。

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

通信・情報処理

# 非可換代数をもとにした安全、高速、軽量な暗号

Secure, fast, light encryption based on non-commutative algebra

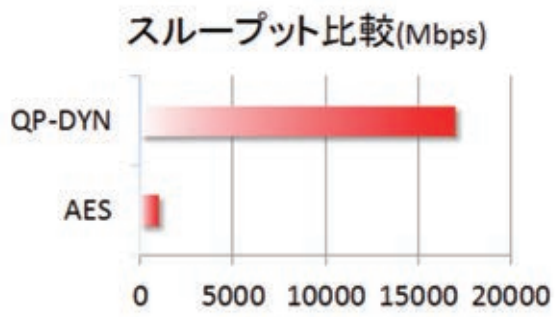
入山　聖史　Satoshi IRIYAMA　（東京理科大学　理工学部　情報科学科　准教授）

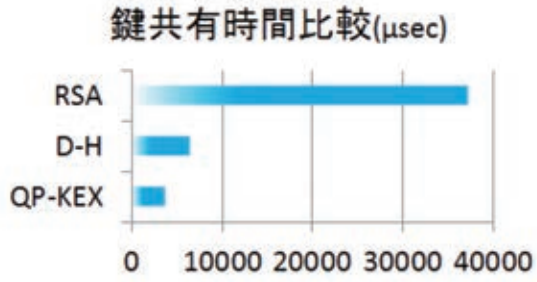
## 研究の目的

東京理科大学名誉教授大矢雅則とローマII大学教授アカルディらは、20年以上に渡る数学（非可換代数学、非可換確率論）などの研究をベースとして、新しい暗号方式を開発しました。我々は、非可換代数をもとにした暗号、新しい原理にもとづいた暗号理論の研究を行っています。

## 研究の概要

共通鍵ストリーム暗号(QP-DYN)では独自の数学理論がもとになっており、高品質な乱数を発生できます。鍵交換(QP-KEX)は行列型離散対数問題を内包する数学で構成されており、安全です。また、ベクトル型計算であり、並列処理が可能なので高速です。



クリプトボックス
(8cm x 8cm, 500g)

### 従来・競合との比較

AESと比較して10倍以上のスループットを達成しました。また、RSAと比較して鍵生成、鍵交換の速度が10倍程度の高速です。FPGAでの実装ではAESと比較して75%程度の回路サイズの縮小を達成しました。

### 想定される用途

・クラウドサーバーなどでの高速処理
・モバイル環境での安全性向上
・4K、8K環境の映像配信でのリアルタイム処理

### 実用化に向けた課題

・魅力的なサービスの開発
・暗号規格への申請
・仕様の標準化

### 企業へ期待すること

共同での製品・サービス開発、小型チップ化、新たな暗号利用への挑戦に取り組んでくれる共同研究企業を募集しています。

POINT

・安全なOne-Time-Pad暗号
・鍵生成、鍵交換、暗号化が高速
・回路サイズが小さく軽量

## 今後の展開

製品のパイロット版を多数開発中です。国内のみならず海外展開も視野に入れて周知して行く予定です。

■ 試作品
持ち運びできる暗号化装置「クリプトボックス」
電子メール暗号化（Outlook、Google対応）
モバイルアプリ

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

医　療

# 導電性ダイヤモンドインクを用いた歯科治療用電解器具の開発

Pinpoint electrolysis unit with conductive diamond ink electrode for dental treatment

近藤　剛史　Takeshi KONDO　（東京理科大学　理工学部　先端化学科　准教授）

## 研究の目的

導電性ダイヤモンド電極は、一般的にＣＶＤ法で作製されますが、基材の種類が限られ、製造コストがかかります。本研究では、導電性ボロンドープダイヤモンド粉末を含有したインクを開発し、様々な基板上に塗布することにより、多様な形態のダイヤモンドインク電極を簡便に作製することに成功しました。

## 研究の概要

導電性ボロンドープダイヤモンドは、化学的安定性や生体親和性に優れた機能性電極材料です。本技術では、導電性ダイヤモンド粉末と高分子材料を複合化して、様々な基材に塗布して電極を作製できる導電性ダイヤモンドインクを開発しました。導電性ダイヤモンドインクを金属ニードル先端に塗布し、イオン交換膜および白金リボン対極を巻きつけることで、電解ユニットを作製しました。水中で電解ユニットに電圧を印加することで、効率的に電解オゾンを生成することができ、局所的な殺菌が可能な歯科治療器具として応用できることが示されました。

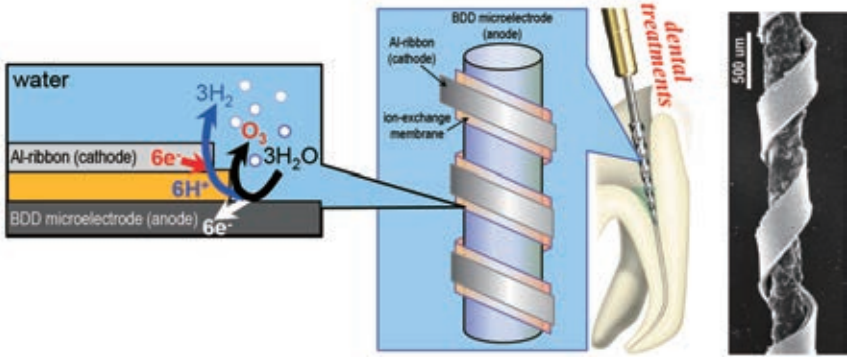



図1　電解ユニットの構造と電解オゾン生成の原理

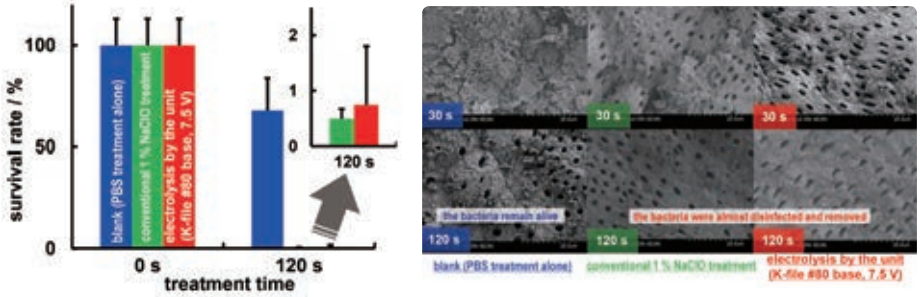



図2　各処理後の牛歯根管中の*P. gingivalis*の生存率とSEM像

POINT

- 局所的な電解オゾン生成による殺菌が可能
- 生体親和性に優れたダイヤモンドを利用
- 様々な形状・サイズ・素材の基材を利用可能

### 従来・競合との比較

- 様々な材質・形状の基材に導電性ダイヤモンドインクを塗布し、容易に電極を作製することができます
- 他材料と比較して、効率的に電解オゾンを生成し殺菌処理ができます

### 想定される用途

- 歯科治療器具（根管治療・歯周病治療）
- 医療用電気化学センサ（心電図・筋電図・血糖値・尿酸値測定）
- 電解式水処理（滅菌・飲料水生成・電解機能水生成）

### 実用化に向けた課題

歯科治療用器具の試作品をする企業等とのコラボレーション

### 企業へ期待すること

- 歯科治療用器具の試作(プロトタイピング)
- 導電性ダイヤモンドインクの歯科治療器具以外の新規応用展開

## 今後の展開

- 先端直径のより細い電極の作製
- ヒトの歯を用いた検証
- 製品化・薬事認承に向けた検討
- センサーや電解用電極への展開

■ 研究体制：神奈川科学技術アカデミー光触媒グループ、鶴見大学歯学部、㈱ヘルスケアー口腔器材研究所
■ 関連制度：科学研究費助成事業　若手研究（B）
■ 知的財産権：国際特許出願中
■ 試作品：あり
■ サンプル：導電性ダイヤモンド粉末サンプルの提供は応相談

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

デバイス

# 電池の健康診断用Multi-in-situインピーダンス測定システム

Multi-in-site Electrochemical Impedance Monitoring System for Healthcare of Lithium Battery

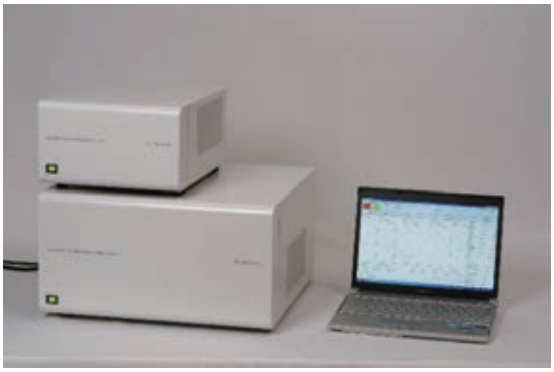
四反田　功　Isao SHITANDA　（東京理科大学　理工学部　先端化学科　准教授）

## 研究の目的

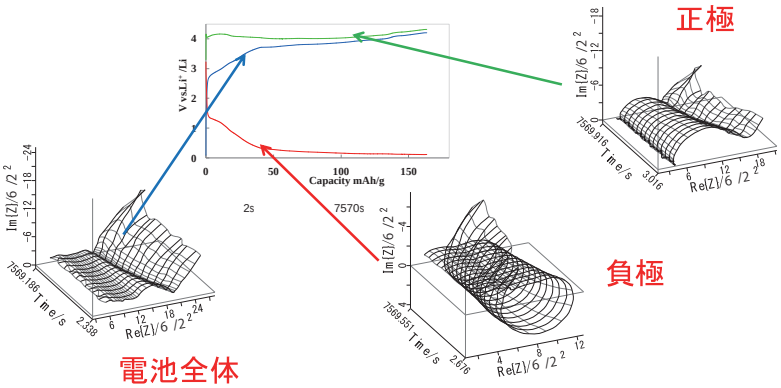
ハイブリッドカーの普及に伴い、搭載されている電池の交換時期や再利用性についての判定技術が求められています。本研究では、in-situで二次電池を破壊することなく劣化診断が実施可能な電気化学インピーダンス測定法を開発しました。

## 研究の概要

電池を解体することなく、電気化学インピーダンス測定法により、充放電サイクル時のリチウムイオン電池内部の劣化の定量化パラメータを測定できる測定システムを開発しました。本装置では、電池内部の劣化の評価をMulti-in-situ電気化学インピーダンス法により、リチウムイオン電池の正極・負極各電極の界面抵抗を分離して測定できます。



充放電しながら
正極・負極を個別に評価できる
画期的な方法を新開発




POINT

- ありのままの電池の状態を評価可能な技術
- 正極と負極の情報を電池を破壊することなく個別に評価
- 各種等価回路モデルを備えており、自動フィッティングにより電池の性能パラメーターを詳細に評価可能に！

### 従来・競合との比較

- 電池を充放電しながらリアルタイムに電池の状態を評価できます
- 電池を構成する正極・負極それぞれの状態を評価できます

### 想定される用途

- 電気自動車や航空機に搭載されるバッテリーの状態評価
- 大型のリチウム電池モジュールの劣化診断

### 実用化に向けた課題

開発した製品を用いて、in-situでの充放電サイクル時のリチウム電池の正極・負極の個別の特性把握及び劣化の定量的評価のデータを蓄積することが必要です。

### 企業へ期待すること

開発した製品による測定結果と二次電池の状態との相関関係を評価するための共同研究。

## 今後の展開

- ハイブリッドカー・電気自動車に搭載されている実電池の評価による劣化診断技術の確立
- 高速充放電可能な電池開発への応用

■知的財産権：特願2014-173644「電池の評価方法及び電池特性評価装置」

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

デバイス

# コンビナトリアルテクノロジー（静電噴霧型高速材料探索システム）による多元系機能性材料の高速スクリーニング

High-throughput screening of multicomponent functional materials using combinatorial technology based on the electrostatic spray deposition

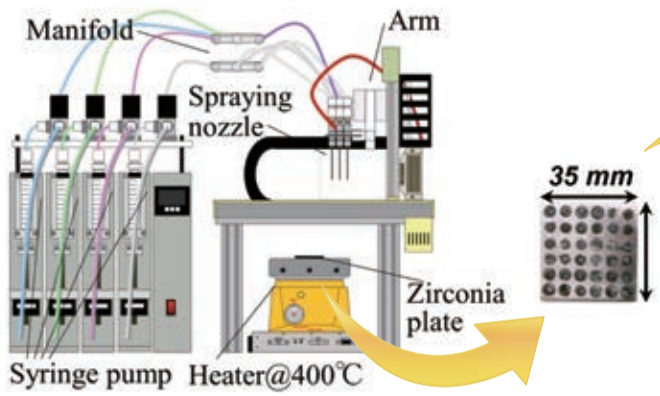
藤本　憲次郎　Kenjiro FUJIMOTO（東京理科大学　理工学部　先端化学科　教授）

## 研究の目的

様々な機能材料において多成分系の調査・研究が進められています。しかし、取り扱う成分が増えるほど材料探索に必要なパラメータ（合成の場合では成分比・温度・雰囲気・圧力などの組み合わせ）が指数関数的に増大してしまいます。1960年代にメリフィールド博士によるペプチド合成手法に端を発したコンビナトリアルテクノロジーは、1990年代後半になると多成分系無機・金属材料にも適用できるように自動合成装置の研究が進み、薄膜やバルク試料に対しての高速材料探索が可能になってきました。我々は、液体、薄膜およびバルクの試料形態で材料探索を可能とした静電噴霧型高速材料探索システム「M-ist Combi」を開発してきました。当該装置を用いて多元系機能材の探索を進め、次世代の材料設計指針のための知見を得ることを目的としております。

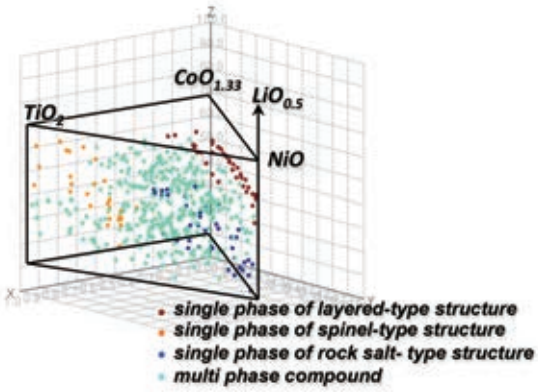
## 研究の概要

静電噴霧型コンビナトリアル材料探索システム
M-ist Combiシステム概念図




高速粉末X線回折装置
Combinatorial XRD

【実施例：リチウム二次電池正極材探索】
擬四成分系 Li-Ni-Co-Ti 酸化物反応図 (@ 700°C)




本技術の適用により、材料合成スピードは100倍程度、試薬コストは1/1000程度まで削減されることが期待されます。また、基盤技術となる静電噴霧技術は装置構成がシンプルであることから、材料探索後における候補材のスケールアップへの対応も容易です。

## 今後の展開

リチウム二次電池正極材や酸化物熱電変換材の探索だけでなく環境浄化材料の探索も視野に入れています。また、様々な試料形態（粉体・薄膜・液体）で探索可能であることから、塗料や建材（最適な漆喰素材など）、めっき液や導電ペーストなどの最適混合比、さらにはポリマー探索などへの展開も可能です。

- 受賞歴：固体の反応性国際会議ポスター賞ほか、学術会議や企業での依頼講演有
- 知的財産権：特許第5016960号「静電噴霧装置及び主剤からなる試料の作製方法」
- 試作品：プロトタイプあり
- 装置見学等：可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

安全

# 駅の構造・設備・利用状況からみた安全安心の評価手法

Safety Performance Measures for Railway Stations

寺部　慎太郎　Shintaro TERABE（東京理科大学　理工学部　土木工学科　教授）

## 研究の目的

我が国の鉄道システムは総じて安全です。しかしながら、利用者がプラットフォームから転落したり、列車に接触したりする事故は少なからず発生しており、安全対策を講じることが必要です。本研究では、駅の構造・設備・利用状況が安全・安心に与える影響を、定量的に評価する手法を構築することを目的とします。

## 研究の概要

我々は国土交通省と共に、平成16年に公共交通機関の快適性・安心性向上の取組みを促進するため、「快適性・安心性評価指標（ICE：Index of Comfortable and Easeful Public Transportation）」[1] を考案しました。本研究はこの指標に含まれていない、プラットフォーム上の安全性を構造・旅客流動・列車運行・旅客特性の4つの大項目に分けて、さらにその中を細かく定量化するものです。

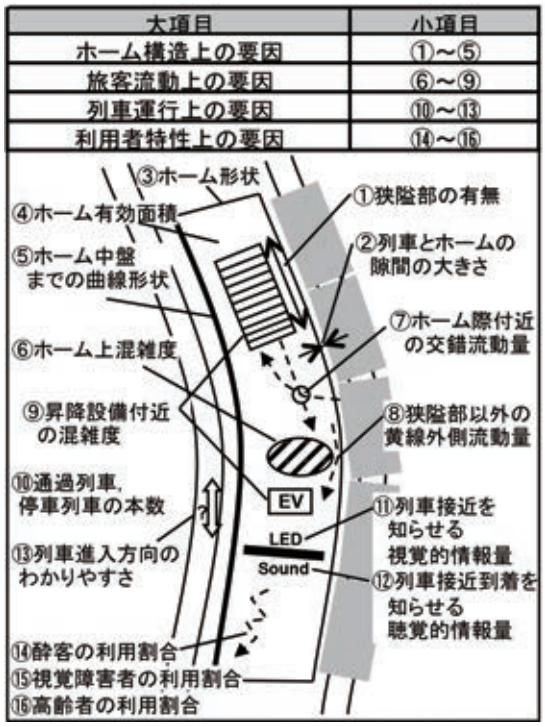



図1　プラットフォーム上の安全性評価項目

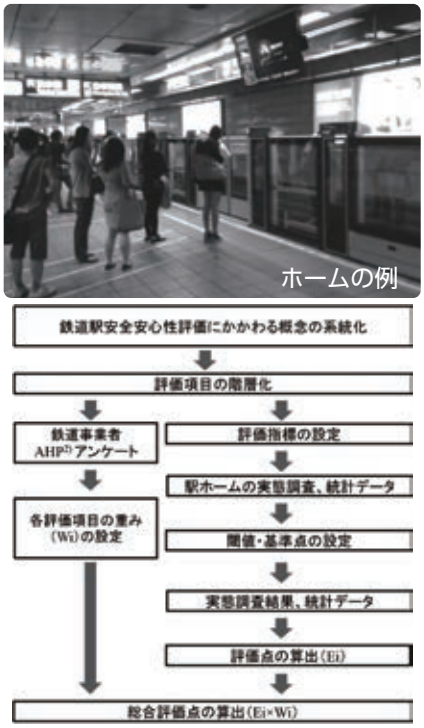



図2　総合評価点算出のフロー

### 従来・競合との比較

鉄道システムの安全性を評価した既往の研究として、事故統計データからその発生に関する確率分布を推定し、衝突や脱線といった重大事故の発生要因と防止策について論じたものがあります。しかし発生頻度の高い、駅における人身事故は扱われていません。また、新幹線駅における乗換の利便性、快適性、確実性を総合的に評価する手法を構築した例もありますが、これは本研究で採用したものと同じ計算手法を用いているものの、安全性の評価を扱ったものではありません。すなわち、利用者の立場から駅の安全性評価を定量的に行ったものは、本研究が初めてです。

### 想定される用途

本手法は、鉄道事業者が安全対策を講じる前後の安全性の変化に関する検討や、駅のホーム番線ごとの安全性の比較による対策導入の優先順位検討などに用いられることが期待されます。

### 実用化に向けた課題

実データに基づき、安全性を定量的に評価する手法を、より実用的に改善です。

### 企業へ期待すること

本評価を実際の現場で適用頂ける、共同研究鉄道事業者や安全管理主体を募集しています。

POINT

・実際のデータに基づく多変量解析から指標の重みづけを行っており、再現性に優れる

## 今後の展開

2015.6　実データに基づいた更なる実用性向上の研究に着手

[1] 国土交通省総合政策局交通消費者行政課「公共交通の『快適性・安心性』向上方策の検討」2004

[2] AHP：Analytic Hierarchy Process ＝ 階層分析法

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

防　災

# 粘り強く壊れない「河川堤防・防潮堤強化技術」の開発・実用化および「実際の水害状況に則した避難行動評価法」の構築

A new type of river levee and tsunami barrier with high resistance against various forces and evaluation of evacuation action under actual flood conditions

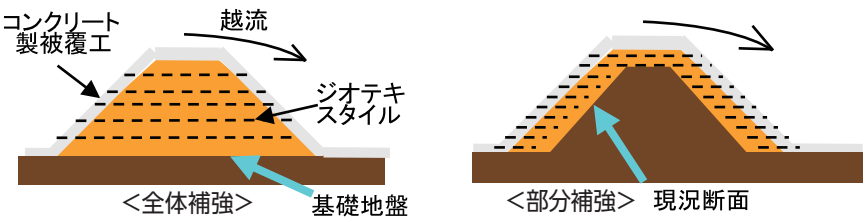
二瓶　泰雄　Yasuo NIHEI（東京理科大学　理工学部　土木工学科　教授）

## 研究の目的

近年、異常豪雨や大型台風の来襲、大地震の発生に起因して、洪水氾濫や土砂災害、高潮、津波に代表される水害の巨大化・激甚化及び、水害と地震の同時発生（複合災害）が懸念されています。そのため、これまでの水害を発生させない“防災”の発想から、水害による人的・物的被害を極力減らす”減災”の考え方に舵を切る必要性が出てきている反面、減災に資する基本技術が十分確立されていません。本研究では、これらの巨大水害かつ複合災害時にも対応でき、洪水・津波氾濫に伴う災害リスクを最小化するためのハード・ソフト減災対策技術を構築することを趣旨・目的とします。

## 研究の概要

国内外最大クラスの実物大スケール水路




新形式（GRS）堤防

### ハード対策

巨大水害発生時でも粘り強く壊れない
「河川堤防・防潮堤強化技術」の開発・実用化

新形式堤防は、盛土の補強材料に用いられるジオテキスタイルを堤体内に敷設し、それを堤体表面をカバーする被覆工と一体化することで、耐震性と耐越流侵食性を大幅に向上させます。
また、新形式では急勾配条件の施工も可能となり、新形式河川堤防・防潮堤は巨大水害にも粘り強い構造形式となり、かつ、省スペース化・低コスト化・複合災害対応化が実現可能になります。
本研究室では、津波実験用の大型造波水路に加え、国内外最大クラスの実物大スケール水路（左の写真）の導入により、新形式堤防の実物スケールの実験が可能となり、実用化に向けた検証を行っております。

### ソフト対策

過酷環境下の水害避難行動実験に基づく
「実現場に則した避難行動評価法」の構築

予測困難なゲリラ豪雨に伴う水害・土砂災害発生後の避難行動の可否を評価するために、実現場に多い過酷環境条件（大水深、高流速、大雨、夜間等）を再現した水害避難行動実験を実物大スケール水路を用いて実施します。
その結果に基づいて実現場に使える水害避難行動評価法を構築し、適切な避難誘導施策の確立に寄与します。

POINT

- 耐震性に優れた盛土工法ジオシンセティックス補強土（GRS）と堤防のり面のコンクリート製被覆工を一体化して、耐越流侵食性を大幅強化
- 「省スペース・低コスト・粘り強い」防潮堤、河川堤防強化技術
- 各現場に合わせた適切な堤防補強条件（部分補強等）の提案が可能

■実験装置
- 実物大スケール用開水路
（全長20m、幅10m、高さ1.8m）
- 中規模実験用開水路
（全長4.0m、幅0.2m、高さ0.4m）
（平成27年2月　平成26年度私立大学等教育研究活性化設　備整備費補助金により導入）
- 津波発生装置付二次元大型造波水路
（全長36m、幅1m 、高さ1.2m）

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

コロイド・界面化学

# 高機能性両親媒性物質の開発とそれに基づく界面物性の制御

Developments of Functionalized Amphiphilic Molecules and Active Control of Interfacial Properties

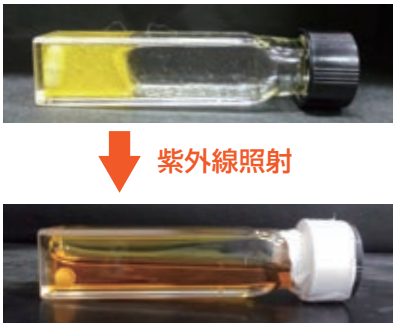
酒井　健一　Kenichi SAKAI　（東京理科大学　理工学部　先端化学科　准教授）

## 研究の目的

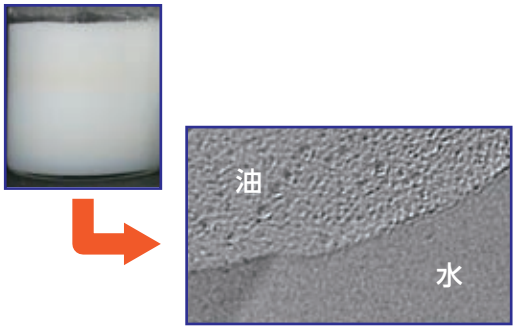
物質には必ず、「界面」が存在します。目的に適った両親媒性物質を選択利用（あるいは分子設計）し、界面の性質を自在に制御することが「界面化学」の醍醐味です。当研究室では、高機能な両親媒性物質（界面活性剤）を開発し、それら両親媒性物質が働きかける各種界面の物性制御をめざしています。

## 研究の概要

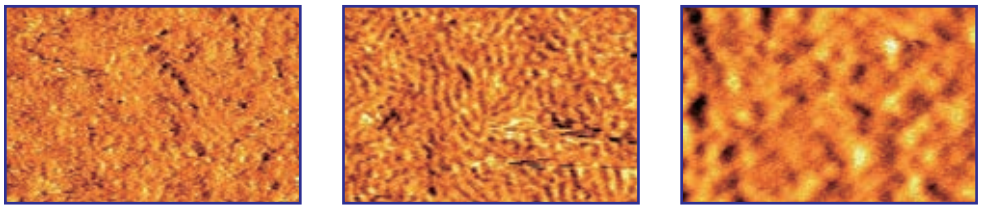
① 新規両親媒性物質の開発（ジェミニ型・アミノ酸系・刺激応答性・重合性界面活性剤等）
② 省資源・省エネルギーを意識した乳化物（エマルション）の調製
③ 固体／液体界面に対する両親媒性物質の吸着解析
（原子間力顕微鏡・水晶振動子マイクロバランス・摩擦力測定等による実験的解析）




刺激応答性界面活性剤
溶液の光粘性制御




乳化サンプルの
透過型電子顕微鏡画像



固体／液体界面に形成された界面活性剤吸着層の原子間力顕微鏡画像

### 従来・競合との比較

界面でおこる現象を理解し、それを「ものづくり」に生かすことを目標に、当研究室では日々研究を進めています。
基礎研究を重視しつつ、一般社会に対する成果の還元もねらい、民間企業との共同研究を積極的に受け入れています。

### 想定される用途

・界面活性剤の開発
（洗浄剤・乳化剤・分散剤・増粘剤・潤滑油添加剤　等）
・界面活性剤を利用した製剤処方の開発（化粧品・食品・医薬品・塗料・インク　等）
・微粒子分散系の開発
（エマルション・サスペンション）

POINT

・環境や生体にやさしい、あるいは特徴的な付加価値を有する両親媒性物質を創製しています。
・両親媒性物質の性質を理解することで、製品開発時の適切な処方につながります。
・界面現象を評価・解析することで、製品開発時におこる問題解決の一助になることが期待されます。

### 企業へ期待すること

共同研究パートナーを募集しています。また、界面化学に関する技術的なご相談も歓迎します。

## 今後の展開

複雑化する境界学問領域に対して、界面化学の立場からアプローチしていきたいと考えています。
（例：トライボロジー分野）

■ 受賞歴：日本油化学会進歩賞（2012年）・油脂技術優秀論文入賞（2010年）・色材協会CSIメダリオン（2007年）等
■ 知的財産権：特開2011-131137「カチオン界面活性剤、アニオン界面活性剤／カチオン界面活性剤混合組成物、及び毛髪用化粧料」

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

エネルギー・環境

# 安全・安心・安価な半導体材料を用いた次世代型太陽電池の作製

Material Design for Novel-Concept-Based Solar Cells -Sulfurization or Oxidization of “Cheap” Metals-

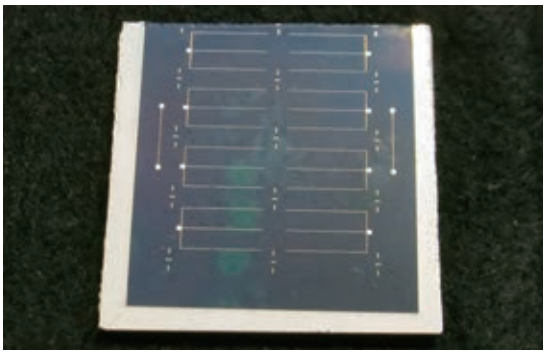
杉山　睦　Mutsumi SUGIYAMA（東京理科大学　理工学部　電気電子情報工学科　教授）

## 研究の目的

- 高価な材料や有害な材料を用いず、ホームセンターでも買える原料のみを用いた、使うときは勿論、作るときから捨てるときまで安全で安心な太陽電池を、安価に作製する新手法の開発を行っています。
- 酸化ニッケル(NiO)をはじめとする酸化物半導体からなる透明な太陽電池をベースに、太陽電池の新しい使い方の提案や、エネルギーハーベストデバイス、透明な新デバイスの提案を行っています。

## 研究の概要

- 銅(Cu)やスズ(Sn)の薄膜を硫黄(S)雰囲気で熱処理することで得られるSnS太陽電池や$Cu_2SnS_3$太陽電池など、半導体の材料探索から物性解明・デバイス作製までトータルに検討を行います。
- 酸化ニッケル(NiO)を用いた太陽電池は、人体に有害な紫外線のみを吸収し、発電する透明太陽電池であり、窓やビニールハウスなど、これまで太陽電池が使えなかった場所への設置や、透明なダイオードやトランジスタと組み合わせることで、見えないカメラやセンサを作製することも可能となります。



### 従来・競合との比較

現在生産されている太陽電池の90%近くを占めるシリコン半導体は、極めて高純度のシリコンが必要であり、その為に製造コストが高くなってしまいます。そこでコストが安く、且つ安全で安心で性能が高い次世代の太陽電池の開発を行っております。

### 想定される用途

- 透明で紫外線で発電する窓ガラス
- ブラインド型発電窓ガラス
- エネルギーハーベストデバイスへの応用（電源不要のセンサ、見えない防犯カメラ等）

### 実用化に向けた課題

- 発電効率の向上及び用途開発（提案）
- 材料の選定から初めて、「作るとき、使うとき、捨てる時」に、人と環境に優しい材料の探索及び安価且つ簡便な製造方法の開発（環境に配慮した太陽電池の開発）

### 企業へ期待すること

上記した用途分野のみならず、安全・安心・安価な次世代型太陽電池の開発にご興味を持たれ、取り組んでくださる共同研究企業を募集しています。

**POINT**

- 透明度が変化する太陽電池(NiO系太陽電池：写真左)や、透明なトランジスタ(p型TFT：写真右上)やセンサ等を組み合わせた、高付加価値の「透明インテリジェントガラス」を提案します。
- 安全安価な材料を用いた太陽電池開発(一例としてSnS系太陽電池：写真右下)など、材料開発からデバイスデザインまで一貫して行います。

## 今後の展開

現在市販されている太陽電池は、有害物質を使用していたり、危険な製造プロセスを伴っている事、及びそれに伴って製造・材料コストがかかる事など、「経済的」な面に課題を抱えています。本研究は、安全に作れ、安心して使える安価な『次世代型太陽電池』の実現を目指すものです。

■知的財産権：特開2013-109076「光発電可能な調光素子およびその製造方法」
■試作品：あり
■サンプル：提供可能

東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp

2022.04

デバイス

# 太陽電池を自律的に故障予知・診断するパワーコンディショナ

Power converter that has the function of failure prognosis and diagnosis for solar cells


片山　昇　Noboru KATAYAMA　（東京理科大学　理工学部 電気電子情報工学科　准教授）
杉山　睦　Mutsumi SUGIYAMA　（東京理科大学　理工学部 電気電子情報工学科　教授）

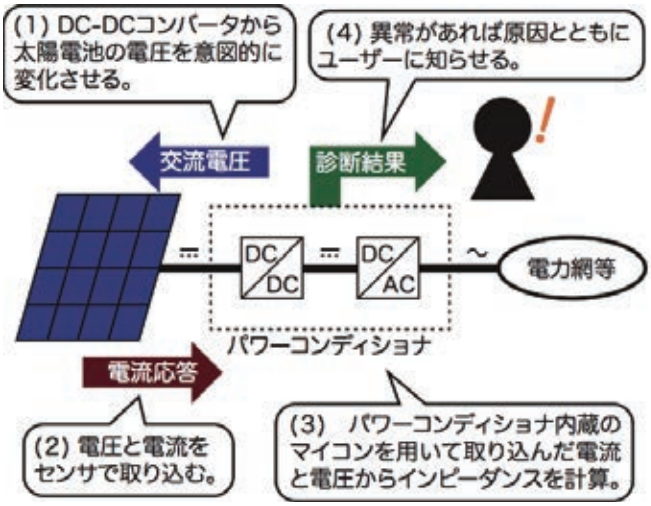

## 研究の目的

一見メンテナンスフリーな太陽電池パネルの故障や発電出力の低下が近年数多く報告されています。太陽電池は季節で出力が変動するため、出力低下に気づくまでに時間がかかることもあります。本技術では交流インピーダンス法という新たな手法を用いることで、太陽電池の不具合だけでなく、その種類まで特定することができます。現在我々は、より多くの故障や劣化とインピーダンス変化の関係の解明や、測定そのものの精度向上のための研究を行っています。

## 研究の概要

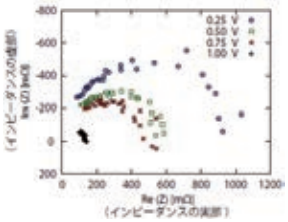
本技術は既存のパワーコンディショナの電力変換回路を利用して太陽電池に微小交流を能動的に印加し、インピーダンスを自動で測定します。モニタリングシステムと組み合わせ、インピーダンス変化を検出することで故障前兆の察知や故障原因の診断を実現します。

### パワーコンディショナによる交流インピーダンス診断の原理

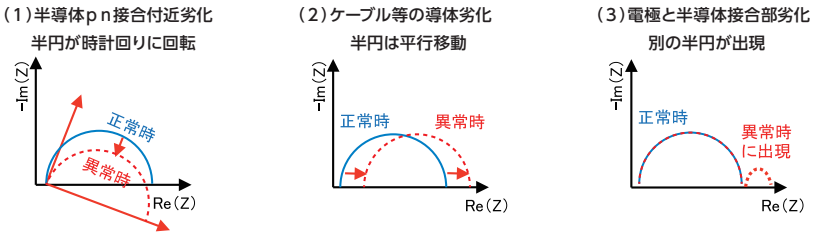



### 試作品（DC-DCコンバータ）

### 試作品（DC-DCコンバータ）



### 故障モードとナイキスト線図の変化




POINT　主にパワーコンディショナのファームウェア変更で対応でき、開発・導入コストが最小限！数秒で診断が完了！

### 従来・競合との比較

IVカーブトレーサやサーモカメラのような従来技術は、故障の有無、故障パネルの判定までしかできませんでした。本技術では測定器を新たに導入することなく、より詳細な太陽電池の状態を得ることができます。

### 想定される用途

- メガソーラの無人監視・無人診断
- 接続箱取り付けタイプの診断モジュール
- 同技術が適用可能な各種二次電池や燃料電池診断

### 実用化に向けた課題

基本的な技術（回路構成や信号処理アルゴリズム）は確立されているので、今後は故障モードとインピーダンス変化の関係の定量的な解析、評価基準の設定、精度の向上、実証試験を実施する予定です。

### 企業へ期待すること

信頼性が高い回路設計、製品化開発、実際の太陽光発電システムを利用した実証試験に取り組んでいただける共同研究企業を募集しています。

## 今後の展開

- 測定精度を向上させ故障モードとインピーダンス変化の解明
- 製品化されているパワーコンディショナへの実装
- 実証試験

■知的財産権：　特願2014-064326「欠陥診断装置」
■試作品：　DC-DCコンバータ デモ機あり


東京理科大学 産学連携機構

〒162-8601　東京都新宿区神楽坂一丁目３番地　TEL：03-5228-7440　E-MAIL：ura@admin.tus.ac.jp



2022.04