

加工  
・  
処理

計測  
・  
制御

情報  
・  
通信

環境  
・  
エネルギー

材料  
・  
ナノテク

バイオ  
・  
ライフ  
サイエンス

建築  
・  
社会  
インフラ



# 研究シーズ集 2025-2026

国立大学法人 豊橋技術科学大学



## センター長挨拶     ～刊行にあたり～

---

本学は1976年の開学時から多くの企業経験者を教員として迎えるとともに、積極的に企業との共同研究に取り組んできました。ここ数年の共同研究数は200件／年を超えています。最近では人的交流の含めた企業との組織対組織の大型共同研究を進めており、複数の共同研究講座を設置し活発な研究活動を行っています。

2013年に設置された研究推進アドミニストレーションセンター（RAC）では教員と企業との共同研究の橋渡しを主要業務の一つとしています。その一環として2021年に本学研究者の研究シーズ集を作成し、毎年更新しています。

最新の電子書籍版をホームページで公開しています。多くの皆様にご覧いただくとともに共同研究をご検討いただけることを祈念いたします。

特命理事・副学長  
研究推進アドミニストレーションセンター長  
滝川 浩史  
Hirofumi TAKIKAWA

# 産学官連携について

企業における技術の向上及び研究開発を推進するため、企業の現場で解決を求められている課題や疑問へのアドバイスをを行っています。お気軽にご相談ください。



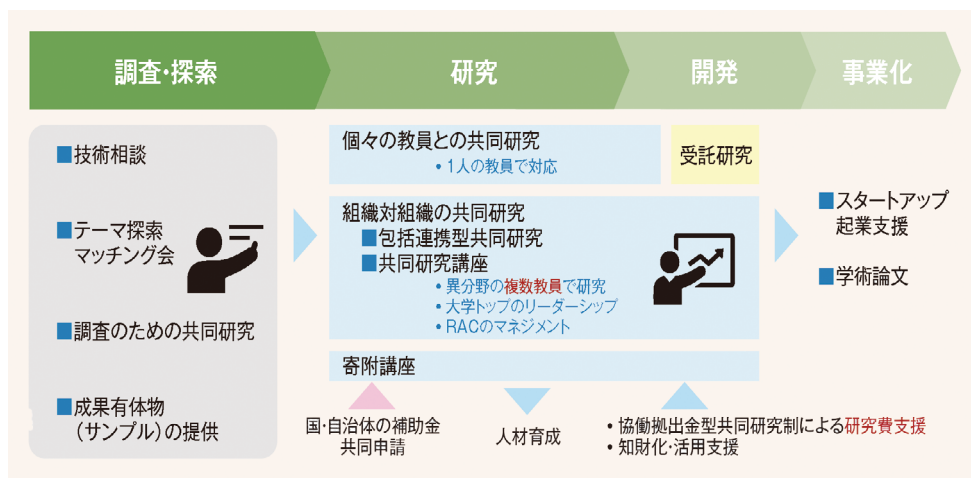
<https://www.tut.ac.jp/develop/collaboration/consultation.html>

TEL : 0532-44-6975

FAX : 0532-44-6980

E-mail : [tut-sangaku@rac.tut.ac.jp](mailto:tut-sangaku@rac.tut.ac.jp)

## 産学官連携での事業化までの流れ



- 産学官連携を核にした価値創造型異分野融合研究の更なる推進のための施策を提言します。
- インパクトの大きいプロジェクトに対して、競争的資金獲得のための支援を行います。

- 知的財産の創出から権利化・活用までの総合的な支援と、知的財産に関する産学連携活動の支援を行います。
- 国際特許・国際法務の専門職員を配置して、特許業務や契約業務のグローバル化に対応します。

# 持続可能な開発目標（SDGs）への取り組み

## SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標



本学は、「国連アカデミックインパクト（UN Academic Impact:UNAI）」への参加が認められ、国連や世界各国の大学等と連携し、持続可能性の推進などを含む「UNAI10の基本原則」に取り組む高等教育機関の一つとなりました。これを踏まえ、国連が平成27年9月に定めた国際目標である「持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals:SDGs）」に改めて注目し、SDGsの定める17のゴールの達成に貢献するように積極的に取り組んでいきます。

# 研究シーズ分野別一覧 -目次-

## 加工・処理

01	DRF法による高強度マグネシウム合金棒の開発	機械工学系	三浦 博己 教授	001
02	環境にやさしい高張力鋼板、超高張力鋼板の成形技術の開発	機械工学系	安部 洋平 准教授	002
03	マイクロ液滴輸送用の流路一体型多点マイクロノズルアレイ	次世代半導体・センサ科学研究所	永井 萌土 教授	003
04	微生物融合マイクロシステム	次世代半導体・センサ科学研究所	永井 萌土 教授	004
05	摩擦撈拌接合による異種材料間接合技術の開発	機械工学系	安井 利明 准教授	005
06	大気圧マイクロ波プラズマ生成法およびそれを用いた溶射法の開発	機械工学系	安井 利明 准教授	006
07	針の端点が分離できる電極プローブ	次世代半導体・センサ科学研究所	鯉田 孝和 准教授	007
08	金属表面層の集合組織制御による低摩擦化技術の開発	機械工学系	戸高 義一 教授	008
09	Si系光導波路	電気・電子情報工学系	石川 靖彦 教授	009
10	制御プログラムのハードウェア化の研究	電気・電子情報工学系	市川 周一 教授	010
11	無機有機ハイブリッド膜の微細パターンニングへの応用	電気・電子情報工学系	松田 厚範 教授	011
12	近接場光エッチングの産業応用	電気・電子情報工学系	八井 崇 教授	012
13	新規ナノ周期構造を持つBaTiO <sub>3</sub> 膜の作製	電気・電子情報工学系	河村 剛 准教授	013
14	耐熱性を付与した放熱性コンポジット絶縁板の開発	電気・電子情報工学系	村上 義信 教授	014
15	多視点映像からの3次元復元を行わないパレットタイム映像生成	情報・知能工学系	菅谷 保之 准教授	015
16	高密度格子欠陥制御による金属材料の力学的高機能化	機械工学系	石井 裕樹 助教	016

## 計測・制御

01	電磁誘導現象を利用した衝撃荷重および構造の変形の測定	機械工学系	足立 忠晴 教授	017
02	産業機械の高精度化と省エネルギー化を両立する制御と動作軌道生成	機械工学系	内山 直樹 教授	018
03	人工物の動特性同定(実験モード解析)に関する研究	機械工学系	河村 庄造 教授	019
04	ワイヤレスアクチュエータを利用したマイクロマニピュレータ	機械工学系	佐藤 海二 教授	020
05	高分子アクチュエータ・センサの基礎から応用まで	機械工学系	高木 賢太郎 教授	021
06	マイクロガラス電極を用いた局所電場、導電率およびpHの測定	機械工学系	土井 謙太郎 教授	022
07	燃焼計測・可視化技術の開発	機械工学系	松岡 常吉 准教授	023
08	高分解能X線CTによる材料微細構造評価	機械工学系	小林 正和 教授	024
09	放射光による高空間分解能フォトルミネッセンスマッピング法の開発	機械工学系	小林 正和 教授	025
10	吊下げ型外壁昇降ロボット	機械工学系	佐野 滋則 准教授	026
11	セルフセンシング機能を有するIPMCアクチュエータの開発	機械工学系	佐野 滋則 准教授	027
12	液体微粒化過程の観察と噴霧特性の測定	機械工学系	鈴木 孝司 准教授	028
13	斜め方向加振による液体噴流の規則分裂と均一液滴の生成	機械工学系	鈴木 孝司 准教授	029
14	固体の燃焼不安定性の解明	機械工学系	松岡 常吉 准教授	030
15	高効率・低騒音なファンを目指した研究	機械工学系	横山 博史 教授	031
16	高速輸送機関や流体機器の流れや音場の解明	機械工学系	横山 博史 教授	032
17	マルチモーダルセンシング技術の創出	次世代半導体・センサ科学研究所	澤田 和明 教授	033
18	実環境で使用可能な福祉ロボットの実現	機械工学系	武田 光晶 助教	034
19	無機ナノ材料の液相合成と光学・光電気・光触媒特性	電気・電子情報工学系	河村 剛 准教授	035

20	超微細で脳にやさしい神経電極デバイス「豊橋プローブ」 ..... 次世代半導体・センサ科学研究所 河野 剛士 教授	036
21	空間変調の研究..... 電気・電子情報工学系 竹内 啓悟 准教授	037
22	多項目バイオマーカー検出のためのMEMS光干渉型バイオセンサ ..... 電気・電子情報工学系 高橋 一浩 教授	038
23	フィジカルケアロボットによるからだの状態推定と制御..... 情報・知能工学系 北崎 充晃 教授	039
24	フィルタフリー蛍光イメージセンサ..... 電気・電子情報工学系 崔 容俊 准教授	040
25	環境認識と行動計画によるロボットの知能化..... 情報・知能工学系 三浦 純 教授	041
26	分光情報を用いた不可視情報の可視化..... 情報・知能工学系 中内 茂樹 教授	042
27	地表面などに対する形状の変化箇所を特定するための研究..... 情報・知能工学系 金澤 靖 准教授	043
28	交通弱者のための画像処理システムに関する研究..... 情報・知能工学系 金澤 靖 准教授	044
29	高度なロボットシステムの構築と動作制御技術..... 情報・知能工学系 垣内 洋平 教授	045
30	ヒト腕の随意運動の計算論的研究..... 情報・知能工学系 福村 直博 教授	046
31	河口・沿岸域における土砂動態と地形変化の把握..... 建築・都市システム学系 加藤 茂 教授	047
32	雑音環境下における音声の位相特性を考慮した雑音除去と音声強調 ..... 情報・知能工学系 若林 佑幸 助教	048
33	植物工場内環境予測・評価モデルの構築..... 建築・都市システム学系 東海林 孝幸 准教授	049
34	環境計測のためのマルチモーダルガスセンシング技術の創出 ..... 次世代半導体・センサ科学研究所 野田 俊彦 准教授	050
35	高減衰構造物への実験モード解析法の拡張「低減衰化モード解析法」..... 機械工学系 田尻 大樹 助教	051
36	真空吸引消火法の開発..... 機械工学系 中村 祐二 教授	052
37	安心安全な自律型モビリティ..... 情報・知能工学系 田村 秀希 助教	053
38	10cmオーダーで分かるクラウド型位置推定システム ..... 機械工学系 高橋 淳二 准教授	054

## 情報・通信

01	クラスタリングと耐干渉アクセスによる省電力高信頼通信..... 電気・電子情報工学系 上原 秀幸 教授	055
02	大規模MIMOのためのブラインド通信路推定法の構築 ..... 電気・電子情報工学系 竹内 啓悟 准教授	056
03	水中で通信と電力を同時に伝える無線伝送システム..... 電気・電子情報工学系 田村 昌也 教授	057
04	人とロボットが委ね合いながら何かを成し遂げる関係構築のための研究 ..... 情報・知能工学系 長谷川 孔明 助教	058
05	人工知能によるモーションデータの特徴解析と自動生成..... 情報・知能工学系 栗山 繁 教授	059
06	衣類上での柔軟な電力伝送のための無線電力伝送用コイルの検討 ..... 情報・知能工学系 大村 廉 准教授	060
07	メモリデータフローの最適化を中心としたプログラム高速化技術の研究 ..... 情報・知能工学系 佐藤 幸紀 准教授	061
08	システムレベルでの性能品質の科学的モデリングの研究..... 情報・知能工学系 佐藤 幸紀 准教授	062
09	模擬難聴システムWHISの共同研究・開発 ..... 次世代半導体・センサ科学研究所 松井 淑恵 教授	063
10	情報理論に基づく学習システム設計の基礎研究..... 情報・知能工学系 渡辺 一帆 教授	064
11	複雑な感情推定の研究..... 情報・知能工学系 浅川 徹也 特任助教	065
12	実環境におけるロボットの振る舞いの研究..... 情報・知能工学系 林 宏太郎 助教	066
13	認知バイアス特性の個人差研究..... 情報・知能工学系 日根 恭子 助教	067
14	数値電磁界解析技術に基づく回路モデリング手法..... 電気・電子情報工学系 羽賀 望 准教授	068
15	自然に楽しく会話できる音声対話システム..... 情報・知能工学系 西村 良太 准教授	069

## 環境・エネルギー

01	酸化物系全固体電池の研究開発	電気・電子情報工学系	稲田 亮史 教授	070
02	多価イオン電池の研究開発	電気・電子情報工学系	稲田 亮史 教授	071
03	ワイヤレスハーネスの研究開発	電気・電子情報工学系	田村 昌也 教授	072
04	反応機構の解明と制御による環境負荷低減・気相材料合成法の研究	応用化学・生命工学系	小口 達夫 准教授	073
05	キャベツ栽培における火力発電所石炭灰の適用性研究	先端農業・バイオリサーチセンター	山内 高弘 特命教授	074
06	異種電池を組合せた電力・エネルギーの運用技術・システムの研究開発	電気・電子工学系	東城 友都 准教授	075

## 材料・ナノテク

01	PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)のトライボロジー	機械工学系	竹市 嘉紀 准教授	076
02	複合金属酸化物による高温潤滑メカニズムの解明と高温固体潤滑剤の開発	機械工学系	竹市 嘉紀 准教授	077
03	磁気ホログラフィックメモリの開発	電気・電子情報工学系	中村 雄一 准教授	078
04	光制御用マルチフェロイック複合膜の開発	電気・電子情報工学系	中村 雄一 准教授	079
05	液相法による電極・固体電解質材料合成と複合化、反応メカニズムの解明	電気・電子情報工学系	引間 和浩 助教	080
06	無転位・単結晶希薄窒化物半導体の成長技術の探求	電気・電子情報工学系	山根 啓輔 准教授	081
07	高分子固定化不斉触媒の開発と不斉反応への応用	応用化学・生命工学系	原口 直樹 教授	082
08	光精密ラジカル重合を用いる高分子の設計と合成	応用化学・生命工学系	吉田 絵里 准教授	083
09	位相差材料等への応用を指向した新しい高複屈折性液晶分子	応用化学・生命工学系	荒川 優樹 准教授	084
10	セラミックス新物質の合成	応用化学・生命工学系	佐藤 裕久 助教	085
11	粒子集積による革新的粉末冶金技術	総合教育院	武藤 浩行 教授	086
12	精密ナノ複合技術による負極活性物質の開発	総合教育院	TAN WAI KIAN 准教授	087
13	ハイブリッド集積による投射型マイクロLEDアレイの開発	豊橋技術科学大学	若原 昭浩 学長	088

## バイオ・ライフサイエンス

01	植物生育診断のための高精度生体情報計測ロボット(システム)の開発	機械工学系	高山 弘太郎 教授	089
02	分子シミュレーションによるタンパク質と化合物間の相互作用の解明	情報・知能工学系	栗田 典之 准教授	090
03	FMODDコンソーシアムでの核内受容体の機能解明、新規阻害剤の提案	情報・知能工学系	栗田 典之 准教授	091
04	合成生物学に基づくレポーター酵母の創出	応用化学・生命工学系	浴 俊彦 教授	092
05	バイオマス生産および利活用の展開	学生支援統括センター	大門 裕之 教授	093
06	プラズマ照射による生体分子損傷と細胞応答機構の解明	応用化学・生命工学系	栗田 弘史 准教授	094
07	脂質二重膜内のドメイン形成と膜タンパク質再構成	応用化学・生命工学系	手老 龍吾 教授	095
08	オンチップiPS細胞量産ファクトリーの開発	次世代半導体・センサ科学研究所	沼野 利佳 教授	096
09	次世代シークエンサーを用いた菌叢解析	応用化学・生命工学系	広瀬 侑 准助教	097

10	昆虫・細菌融合共生系の成り立ちの解明とその応用 ..... 先端農業・バイオリサーチセンター 中鉢 淳 准教授	098
11	水素結合を利用するアニオン認識試薬の開発 ..... 教育研究基盤センター 加藤 亮 准教授	099
12	DNAバーコードを用いた高精度な土壌線虫の分析法の開発 ..... 応用化学・生命工学系 浴 俊彦 教授	100

## 建築・社会インフラ

01	火災の相似則導出による実践的な対策検討支援 ..... 機械工学系 中村 祐二 教授	101
02	IoT技術を活用した社会インフラ安全モニタリング技術の研究 ..... 情報・知能工学系 大村 廉 准教授	102
03	超高層建築物に代表される都市重要構造物の耐震対策 ..... 建築・都市システム学系 齊藤 大樹 教授	103
04	土地利用制度・都市構造構築研究 ..... 建築・都市システム学系 浅野 純一郎 教授	104
05	大規模災害時の広域避難における自治体間連携の必要性 ..... 建築・都市システム学系 杉木 直 教授	105
06	都市・地域・産業を対象とした経済システム分析に関する研究 ..... 建築・都市システム学系 渋澤 博幸 教授	106
07	多様なデータを活用した交通安全マネジメント手法 ..... 建築・都市システム学系 松尾 幸二郎 准教授	107
08	温熱的快適空間設計の研究 ..... 建築・都市システム学系 島崎 康弘 准教授	108
09	津波・高波を受ける海岸・港湾構造物の安定性とその対策に関する研究 ..... 建築・都市システム学系 松田 達也 准教授	109
10	鉄骨コンクリート合成構造システムの開発 ..... 建築・都市システム学系 松井 智哉 准教授	110
11	崩壊土石の到達距離評価技術の開発 ..... 建築・都市システム学系 内藤 直人 助教	111
12	台風襲来時の高潮・洪水の同時発生による河口域における複合氾濫発生のリスク評価 ..... 建築・都市システム学系 豊田 将也 助教	112
13	シェル空間構造の座屈解析と地震応答解析 ..... 建築・都市システム学系 瀧内 雄二 准教授	113
14	観光関連産業の実態と観光振興のあり方に関する研究 ..... 建築・都市システム学系 崔 明姫 助教	114
15	機械学習で建物の地震被害判定手法・技術の開発 ..... 建築・都市システム学系 齊藤 大樹 教授	115
16	環境行動の知見を活かした環境改善アドバイスとワークショップ ..... 建築・都市システム学系 藤田 大輔 教授	116

## 退職教員（退職時所属職位）

01	SQUIDを用いた金属異物検出技術の開発 ..... 次世代半導体・センサ科学研究所 田中 三郎 教授	117
02	電気化学イオンイメージセンサの開発 ..... 電気・電子情報工学系 服部 敏明 教授	118
03	イオン放出マイクロ電気化学デバイスの開発 ..... 電気・電子情報工学系 服部 敏明 教授	119
04	新酸化物質蛍光体の創製及び結晶構造と物性の機構解明 ..... 教育研究基盤センター 中野 裕美 教授	120

## DRF 法による高強度マグネシウム合金棒の開発

機械工学会

三浦 博己

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read000896>

## 概要

アルミニウム合金に代わる次世代軽量構造材料として期待されているマグネシウム合金ですが、実強度が低く、自動車等の構造部材としての適用は進んでいません。私たちは、全く新しい加工技術である変形拘束高負荷鍛造法(DRF: Deformation Restricted Forging)を開発し、これを市販マグネシウム合金に適用し、希土類添加型マグネシウム合金を超える強度を達成しました。

## 従来技術

- ・熱間押出マグネシウムの強度はアルミニウム合金と比べ低く、特に降伏強度は様々な部材への適用の障害でした。
- ・希土類添加型マグネシウムはコストが高く、希土類は供給に不安が残ります。

## 優位性

- ・降伏強度、引張強度が共に高く、他の加工方法との組み合わせで様々な形状に製造可能です。
- ・低コスト化が期待できます。

## 特徴

## 《変形拘束高負荷鍛造 (DRF) 法》

市販マグネシウム合金に破壊応力を大幅に超える高負荷を加えて、組織を微細化と高強度化を図る技術です。本技術により、高強度DRFマグネシウム合金丸棒20 mmφと49 mmφを開発しました。

1. 引張強度は450 MPa、降伏強度は400 MPa、塑性伸びは5%前後です(図1、図2)。
2. 希土類を含まない市販マグネシウム合金を出発材とするため非常に安価です。
3. 曲げ加工、異形材や平板への適用技術も同時に開発したことにより、様々な部材への適用と展開が可能です。

表1 DRF マグネシウムの特性比較表

項目	熱間押出 マグネシウム	希土類添加型 マグネシウム	DRF マグネシウム
強度	200 ~ 350 MPa	400 MPa 前後	450 MPa 前後 (棒の場合)
製造性	良: 熱間鍛造	良: 熱間押出	良: 冷間鍛造他
製品形状等	種々あり	熱間押出可能な形状のみ、切削加工	他の加工方法との組み合わせで様々な形状に製造可能
コスト等	◎ 安価 合金種、形状、 購入量による	× 高価 希土類が戦略物質	△ ・量産化により低減可

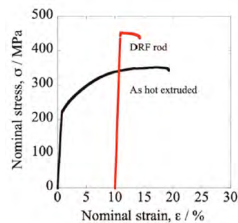


図1 引張試験結果

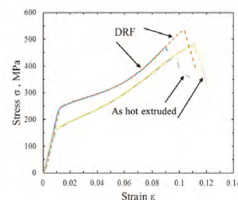


図2 圧縮試験結果

## 実用化イメージ、想定される用途

・高強度アルミ合金、樹脂材料からの置換え例: 自動車等の構造部材、車いす、携帯電話、航空機用部品、分割露光装置ヘッド、防刃、防弾具、ドローン等

## 実用化に向けた課題

・高強度化と低価格化のバランスを得るための技術開発

## 企業等への提案

高強度と低価格のバランスを保ち、さらに加工性も優れるこの技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

機械工学会

高強度マテリアル開発・評価研究室

<https://str.me.tut.ac.jp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 環境にやさしい高張力鋼板、超高張力鋼板の成形技術の開発

機械工学系

安部 洋平

准教授

研究者情報：[https://researchmap.jp/Yohei\\_Abe](https://researchmap.jp/Yohei_Abe)

## 極限を超える成形技術を

## 目指しています

### 概要

環境問題対策として自動車の軽量化が求められており、そのため高比強度な高張力鋼板、超高張力鋼板やアルミニウム合金板の利用が増加しています。超高張力鋼板のプレス成形、せん断加工などの変形特性などさまざまなプレス成形技術を研究しています。

### 従来技術

- ・超高張力鋼板はプレス成形中の破断、しわ、大きなスプリングバックが発生しやすい。

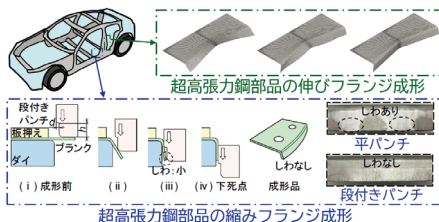
### 優位性

- ・超高張力鋼板プレス加工中の破断、しわの発生限界を向上させ、スプリングバックを低減させます。

### 特徴

自動車の車体部品には高張力鋼板や超高張力鋼板が使われてきています。これらは鋼板の強度を上げ、その分板厚を薄くして軽量化を実現しています。また、衝突安全性の向上のために高強度な補強部材が必要とされ、超高張力鋼板が使われてきています。高強度鋼板は低延性となり、プレス成形中に破断が起きやすく、せん断されて切口面においては破断面が多くなって後加工での変形能が十分でないことがあります。さらに、軽量化によって薄肉化して、しわも発生しやすくなっています。ほかにも、加工後も弾性変形が大きくなり、形状精度の低下が生じます。私たちは、こうした課題を解決するべく超高張力鋼板に対して以下のような研究を行っています。

- ・せん断加工された切口面性状の向上による伸びフランジ成形性の向上  
伸びフランジ成形の前段に位置するせん断加工において切口面の変形能を低下させない剪断条件の検討
- ・縮みフランジ成形におけるしわ抑制法の開発  
段付きパンチ形状によるしわの抑制
- ・せん断加工における板材と金型の挙動の観察  
鋼板のせん断加工条件と板材の分離挙動を観察して効率的な切断法の開発
- ・穴抜き加工特性と穴広げ限界の向上  
穴広げ成形の前段に位置する穴抜き加工において切口面の変形能を低下させない最適穴抜き条件の検討
- ・局部加熱による加工限界の向上  
最適な加熱法と加工にあった適切な局部加熱の検討



### 実用化イメージ、想定される用途

- ・超高張力鋼板、高張力鋼板のプレス成形
- ・自動車車体部品
- ・自動車用内装部品
- ・薄肉軽量化

### 実用化に向けた課題

- ・成形法の開発には、成形法の基本的な加工条件のほか、金型、潤滑、加熱法など様々な技術の組み合わせが必要になります。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# マイクロ液滴輸送用の 流路一体型多点マイクロノズルアレイ

次世代半導体・センサ科学研究所

永井 萌土 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/moeto>

ピコリットルの水溶液を  
並列的に配置できます

## 概要

細胞と生体高分子を工学的に活用し、健康と機械工学の分野に貢献することを目的にしています。マイクロ・ナノ加工技術で作製したノズルアレイを主に空圧での変形を用いて吐出操作を行います。機械ステージとも組み合わせ自動的に配置し、細胞や生体高分子のシステム応答を解析します。

## 従来技術

- インクジェットで吐出する溶液は、低粘度、低表面張力の液体が用いられる。水溶液には適していません。

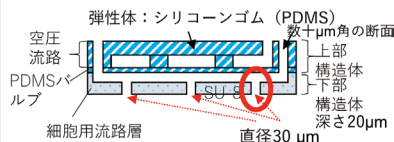
## 優位性

- ノズルアレイを基板に隣接した状態で、水溶液を吐出することで、液滴状に配置することができる。細胞や生体高分子の溶液を利用できます。

## 特徴

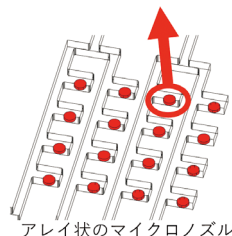
ほとんどの透明マイクロ流体デバイスは、閉鎖構造で開口がなく、デバイス外部への物質の輸送ができない。

- 直径30 $\mu\text{m}$ の貫通孔を複数個アレイ状に配置した感光性樹脂製の底面部を有する。
- さらに上面部は、シリコーンゴム製のバルブ膜を設けた流路からなり、100 $\mu\text{m}$ 角の断面形状となっている。
- これらを簡単に精度良く作る製造技術に加え、マイクロ流路を組合わせて流体輸送を実証している。



## 《詳細》

- アスペクト比0.67(孔部の直径を30 $\mu\text{m}$ 、層の高さを20 $\mu\text{m}$ )とした貫通穴の形成により、流路抵抗が低減可能である。さらに貫通孔内のデッドボリュームが削減できる。
- 貫通孔の層に加え、流路部の層に変形機能を持たせた多層の一体構造である。
- 多点のマイクロ局所空間での溶液サンプルの吐出と回収が可能である。



## 実用化イメージ、想定される用途

- ディスペンサアレイ、インクジェットヘッド
- ハイスループット3D細胞プリンティング
- マイクロ空間での局所溶液供給、溶液回収
- 物理現象・生体反応などの解明ツール

## 実用化に向けた課題

- 高粘度と高表面張力の安定した液滴吐出特性の解明
- 「細胞を含有した液滴吐出」を行うノズルアレイと条件の設計
- 機械ステージと組み合わせたシステム化

## 企業等への提案

このノズルアレイの作製技術と液滴配置技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 微生物融合マイクロシステム

次世代半導体・センサ科学研究所

永井 萌土

教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/moeto>



## ツリガネムシを用いた $\text{Ca}^{2+}$ 応答マイクロバルブ

### 概要

人工的にアクチュエータ・センサ・制御回路・エネルギー変換回路を統合すると、システムのサイズは大きくなります。その一方、微生物はこれらの機能を小さな体内に統合しています。本研究では、人工的に作製した機械と微生物細胞のセンサ、アクチュエータを組み合わせたマイクロシステムを開発します。複数の微生物が微小な時空間に対し自律的に応答することを利用して、微小環境を動的に制御可能なシステムの開発を目標にしています。

### 従来技術

・微細加工技術で構造物を作製し、アクチュエータと制御回路をマイクロサイズに集積化して、高次機能の実現が求められますが、現在の微細加工技術での達成は困難です。

### 優位性

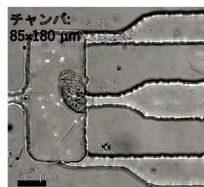
・ツリガネムシを人工物と融合させて、流量制御素子としての活用を図れます。  
・バイオアクチュエータを利用したマイクロシステムの発展につながると考えられます。

### 特徴

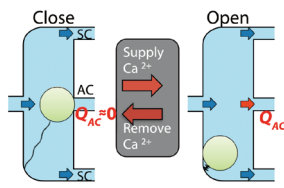
#### 【研究成果】

MEMS技術で作製した人工物を生物アクチュエータ(ツリガネムシ)と融合し、生物融合型MEMS デバイスを開発しました。

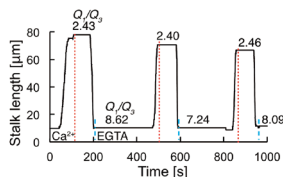
1. ツリガネムシの収縮・伸張運動を利用した、流量制御素子としての活用を図る基礎技術を開発しました。
2. 流路内に導入したツリガネムシに  $\text{Ca}^{2+}$  濃度を変化し、数十  $\mu\text{m}$  の動作範囲で収縮・伸長させ、伸長時には流路の流れが変化し、流量を制御しました。



PDMS マイクロチャンバ中に選択的に固定した1個体のツリガネムシ



ツリガネムシ駆動による流量制御原理



$\text{Ca}^{2+}$  と EGTA を与えたときのツリガネムシ柄長の変化と流量比の時系列変化

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・バイオアクチュエータを利用したマイクロマシン
- ・自律的なマイクロバルブ
- ・患者の体液の成分に応じた投薬
- ・システムの状態に応じた試薬の濃度制御

### 実用化に向けた課題

- ・凍結などによるデバイスの長期保存
- ・寿命を超えたツリガネムシの交換
- ・チャンバ内への確実なツリガネムシの捕獲と柄の成長

### 企業等への提案

走光性藻類やヒト細胞も同様に扱うことができます。ツリガネムシを用いた本技術以外にもご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 摩擦攪拌接合による異種材料間接合技術の開発

機械工学系

安井 利明

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0185108>

強さと軽さを両立できます

## 概要

従来、溶接では不可能とされていた鉄とアルミ、アルミと樹脂、アルミとセラミックの接合が摩擦攪拌接合により可能であることとその接合機構を明らかにしました。本接合技術では、摩擦攪拌による材料流動や接合界面の形成機構の明確化が重要であり、このために様々な可視化技術を用いた基礎研究を実施しています。

## 従来技術

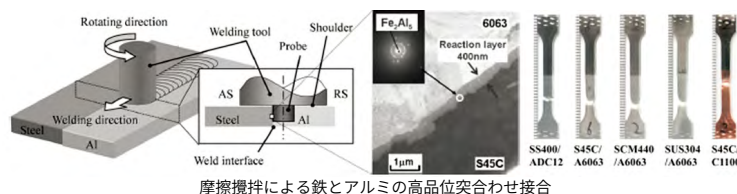
- 溶接では異種材料(鉄鋼材料とアルミ合金など)間接合部が厚くなり強度が得られにくい。

## 優位性

- 鉄鋼材料とアルミ合金の接合による強度と軽量化を実現できます。
- 金属とセラミックス等異種材料接合も可能です。

## 特徴

摩擦攪拌接合(FSW)は、アルミの接合に効果的な非溶融の固相接合です。私たちは、このFSWによりアルミ合金と鉄鋼材料の接合において接合界面に生成する反応層の生成を抑制し、高強度接合体を創製が可能なことを明らかにしました。FSWによる各種異材接合(異種金属、金属/樹脂、金属/セラミック)に取り組むと共に、その産業応用を目指した研究に取り組んでいます。



摩擦攪拌による鉄とアルミの高品位突合わせ接合



金属 / セラミックス、金属 / ポリマー異種材料接合体創製例

## 実用化イメージ、想定される用途

- 自動車などの輸送機器の構造体等の部材や部品をマルチマテリアル化することにより、強度と軽量を両立させる。

## 実用化に向けた課題

- 接合技術の確立
- 品質保証法の確立
- アプリケーションにおける課題解決

## 企業等への提案

異材接合の製品への適用にあたって本技術を候補として検討されておられる企業の方は、技術相談をお受けしますのでご連絡ください。

# 大気圧マイクロ波プラズマ生成法 およびそれを用いた溶射法の開発

機械工学系

安井 利明

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0185108>

## 次世代の成膜技術で 電気配線を直接印刷します

### 概要

従来のプラズマ溶射装置では困難であった1kW以下の低電力大気圧プラズマ溶射をマイクロ波プラズマにより可能とする技術を開発しました。この技術は、大気圧下で低融点基材への高融点材料の溶射や反応性溶射が可能です。今般、低出力のマイクロ波プラズマ溶射により、ポリアセタール(POM)上に低電気抵抗率のCuコーティング膜を中間膜なしで印刷する技術を開発しました。

### 従来技術

樹脂基板への電気配線の直接印刷は、電気めっきや無電解めっきでコーティングしていますが、成膜速度が遅く、大電流用途の太い導体を用意することができません。

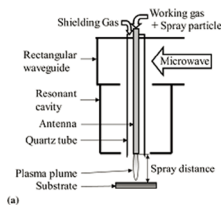
### 優位性

- ・樹脂基板上に中間膜なしでCuコーティング膜を作製することが可能です。
- ・低電気抵抗性コーティングでは酸化防止が可能であることを確認しました。

### 特徴

#### 【研究成果】

- (1)溶射時のPOM基板へのCuスプレー粒子の堆積挙動がリバウンドの場合は、溶融したCu液滴がPOM表面を気化させ、Cu液滴とPOM基板との間に低濡れ性と低熱伝導率を誘導し、逆ライデンプロスト現象によりPOM基板からリバウンドすることが分かりました。
- (2)溶融したCu粒子を表面を溶融させて基板上に埋め込んだ場合には、粒子と基板との間に機械的なアンカーが形成され、コーティングと基板との間に約3.0MPaの高い密着強度が得られました。
- (3)活性ガスやガスシールドに水素を導入することで、酸化を低減させることができ、析出した皮膜の更なる低減が期待されます。
- (4)プラズマ溶射の作動ガスとしてArとH<sub>2</sub>の混合ガスを用い、延長管を設置した場合、膜厚62.5μm、電気抵抗率0.049μΩmを達成しました。これは35% IACS(国際焼鈍銅規格)に相当するものです。



大気圧マイクロ波プラズマ溶射装置

	Cross section	Thickness	Electrical resistivity
Without extension tube		32.4 μm	0.465 μΩm
With H <sub>2</sub>		34.1 μm	0.197 μΩm
With extension tube		62.5 μm	0.049 μΩm

H<sub>2</sub>還元・延長管の影響例

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・低融点の樹脂材料に直接電気配線を生成する装置

### 実用化に向けた課題

- ・安定した成膜技術の確立
- ・銅の電気抵抗値(率)に近づける溶射条件の検討

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 針の端点が分離できる電極プローブ

次世代半導体・センサ科学研究所

鯉田 孝和

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/kowakoida>

## 高分解能で低侵襲性、

## 安価なマーキング手法

### 概要

神経生理学では脳に金属電極を刺し電位活動を測るとともに、記録部位を正確に特定するためにマーキングを行います。既存の手法は分解能が細胞サイズより10倍粗く、組織を破壊してしまうなどの問題がありました。本技術はめっきと電気分解を応用し高分解能と低侵襲性を兼ね備えた革新的なマーキング手法です。

### 従来技術

- 分解能が100μm程度と粗く、記録部位の細胞を特定できないので再現精度に問題がありました。

### 優位性

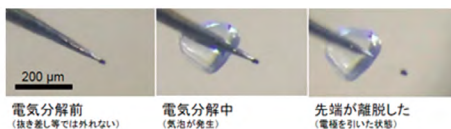
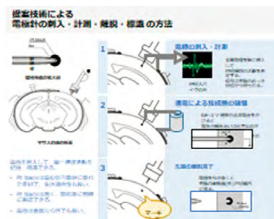
- 10μm以下の細かさでマーキングでき、視認できるため高い再現精度が確保できます。
- 材料は金属の二重めっきで安全安価です。

### 特徴

本技術はめっきと電気分解を応用することで高分解能と低侵襲性を兼ね備えた革新的なマーキング手法です。

あらかじめ先端に特殊な貴金属二重めっきを施した金属電極を生体内に刺入して電位を記録します。その後、微弱な電流を流すことで下層のめっきが選択的に電気分解し、上層の金属が電極本体から離脱します。その結果記録端点がマーキングとなります。離脱した点は後処理不要で視認でき、記録部位を高い精度で特定することができます。電流印加による生体や細胞へのダメージは生じません。利用する素材は安価で生体適合性もよく、加工も簡便です。

- 電極位置が10倍(100μm⇒10μm)の細かさで特定できます。
- 生体に安全、安価で、既存のどの金属電極にも適応可能です。
- 離脱部に薬剤投与やラベル物質によるIDの埋め込み可能です。



実証実験結果

### 実用化イメージ、想定される用途

- 神経科学、医学・生理学のマーキングツール
- めっき、電池などの電気化学
- 入れ墨やマイクロチップに代わる超微細なIDタグ

### 実用化に向けた課題

- 電圧による離脱制御の最適化
- 意図しない離脱の防止
- 生体へのダメージの評価

### 企業等への提案

メッキ、微細加工技術を持つ企業、神経電極の販売企業、この技術にご興味をお持ちの企業との技術相談や共同研究をお待ちしております。

# 金属表面層の集合組織制御による 低摩擦化技術の開発

機械工学系

戸高 義一 教授

研究者情報：[https://researchmap.jp/150508\\_read0061240](https://researchmap.jp/150508_read0061240)

## 潤滑環境下での低摩擦化に成功！

### 概要

私たちは潤滑油環境下における摺動による損失（フリクションロス）を低減する低摩擦化に、摺動部を構成する金属そのものの結晶の方向を揃えること（集合組織制御）で、金属と潤滑油・添加剤とのぬれ性を向上させ、低摩擦化できることを明らかにしました。

### 従来技術

- 潤滑油環境下における低摩擦化は、一般に潤滑油への添加剤配合や摺動部の表面形状を調整することなどで行われてきました。

### 優位性

- 鉄鋼材料の{110}面は加工や熱処理により揃え易い結晶面であることから、従来の低摩擦化の方法と組み合わせることで、さらなる低摩擦化が期待できます。

### 特徴

- 私たちは、金属の結晶粒の大きさをナノメートルレベルにまで小さくすることにより、潤滑油・添加剤とのぬれ性を向上させ、低摩擦化できることを報告しました。（2016年4月）
- 今回、摺動部となる鉄鋼材料表面層の結晶を特定の方向に揃えること、つまり、集合組織制御することで、結晶粒の大きさをナノメートルレベルにまで小さくした場合と同等以上に摩擦を低くできることを明らかにしました。
- 従来材に比べて集合組織化材では10%以上の低い摩擦係数 $\mu$ を示しました。（図1）
  - 低摩擦化の理由は、集合組織制御で揃えた{110}面において、結晶粒全体に潤滑油の膜がぬれ広がって形成するためです。（図2）
  - 鉄鋼材料における{110}面は加工や熱処理により揃え易い結晶面であることから、今回の成果は産業展開の観点から画期的なものと言えます。

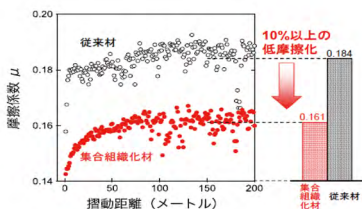


図1 集合組織化材と従来材の摺動性

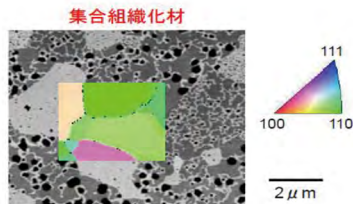


図2 集合組織化材の潤滑油膜（オイルン酸）SEM 画像

### 実用化イメージ、想定される用途

- 低摩擦化、潤滑性能向上のための摺動部用鉄鋼材料開発

### 実用化に向けた課題

- 非鉄金属等の他の金属への適用

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

## Si 系光導波路

電気・電子情報工学系

石川 靖彦

教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0055970>情報通信の低電力化・大容量化に対応する  
集積光デバイスの実現を目指しています

## 概要

SiやSi窒化膜を用いた光導波路によって、Siチップ上で自在に光を伝搬でき、大容量の光通信チップ(波長1.3 - 1.6  $\mu\text{m}$ )やAIチップのような高性能LSI用の光配線が実現できます。従来のSOI(Si-on-insulator)ウエハを用いる方法に加え、標準的なSiウエハを利用する技術の開発を目指しています。

## 従来技術

- SOIウエハは、埋め込みSiO<sub>2</sub>層が数 $\mu\text{m}$ と厚いなどエレクトロニクス用と仕様が大きく異なり、かつ高価格です。

## 優位性

- 低価格で入手できる一般的なバルクSiウエハを利用したSiフォトンクス技術です。

## 特徴

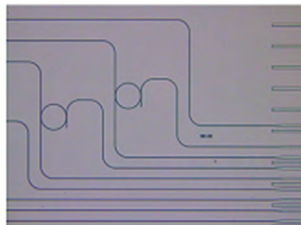
一般的なバルクSiウエハを利用したSiフォトンクスの実現の鍵は、下記の特性を実現する点にあります。

## 1. 低損失な光導波路

Si系誘電体堆積膜を加工して、低損失な光導波路を形成することが必要です。光導波路を多層化することを考えると、1  $\mu\text{m}$ 程度の薄いクラッド層を用いることも重要です。これまでに反応性スパッタ法によるSiNx堆積膜(独自手法)を用いて、低損失なSiNx光導波路(波長1.31 $\mu\text{m}$ および1.55 $\mu\text{m}$ とも1 dB/cm以下)、多モード干渉を利用した1×2分岐導波路、リング光共振器(合分波素子)を実現しています。波長1.31 $\mu\text{m}$ においては、1  $\mu\text{m}$ 程度の薄いクラッド層を利用できることも実証しています。

## 2. 光変調器や受光器との集積化

光変調器や受光器と集積することで、高性能・高機能な光通信チップが実現できます。これらの素子には半導体pn接合を用いる必要があり、さらに上記のSiNx光導波路と集積化することも要求されます。SiあるいはGe堆積膜を利用したデバイスの設計・試作を進めています。



作製したチップの光学顕微鏡像の例

## 実用化イメージ、想定される用途

- 情報通信での高性能な光デバイスを低価格化

## 実用化に向けた課題

- 光変調器や受光器との集積化
- 1.55 $\mu\text{m}$ 帯でのクラッド層の薄層化

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 制御プログラムのハードウェア化の研究

電気・電子情報工学系

市川 周一

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0184098>

高速化・  
小型化・  
高秘匿化を  
実現します

## 概要

FPGA(Field Programmable Gate Array)は、昨今では産業界で広く用いられています。FPGAを使うと専用LSIを極めて容易に単品生産することができ、これまでソフトウェアで行っていた計算処理を、専用ハードウェアで安価に高速化できるようになります。

## 従来技術

- ・ソフトウェアは修正や改良が容易
- ・低速で、実時間処理に限界がある
- ・解析が容易で、知財が流出しやすい

## 優位性

- ・FPGAの利用により、変更や改良が比較的容易です。
- ・回路の小型、高速化、セキュリティ向上が図れます。

## 特徴

学術的な計算応用から実用的な制御応用まで、幅広い応用分野について専用回路を設計・実装・評価してきました。ソフトウェア処理をハードウェア化するだけでなく、入力データの一部までハードウェアにして小型・高速化する「特殊化技術」についても研究しています。

## 【研究成果例】

PLCの命令列をC言語やハードウェア記述言語(VHDL)に変換するツールを作成しました。FPGAを用いてPLCプログラムを論理回路化することにより、PLCの利点である柔軟性を保ったまま、制御論理の速度と秘匿性の向上を図ることができます。三菱電機FX2N PLCの命令列をVHDLに変換し、Altera StratixII FPGA上に実装して評価しました。

整列巻取機のPLCプログラムについて幾つかの設計を比較評価した結果、Sequential DesignではPLCと比較して約1800倍、Flat DesignではSDの5.6倍(PLCの約10000倍)の高速化が得られました。

論理規模はSDが3554ALUT、FDが2643ALUTで、現行FPGAの容量と比較して充分小さい規模が実現できました。



FPGAによる専用回路評価ボード



専用回路技術の組込み制御への応用

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・小規模でスキャンタイムの小さい実時間制御
- ・専用回路化により、マイクロプロセッサよりコスト性能比の良好な制御論理を実現
- ・制御論理の難読化により知財やノウハウの流出防止

## 実用化に向けた課題

- ・現状では研究用(データ収集用)であるため、第三者による利用の配慮が必要である。
- ・FPGA用CADソフトウェアとの接続を容易にし、作業の自動化・容易化が必要である。

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 無機有機ハイブリッド膜の微細パターニングへの応用

電気・電子情報工学系

松田 厚範

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read-0212452>

## 未来の機能性素子を創ります

### 概要

物性や形状を制御した機能性薄膜・微粒子の作製とその集積化プロセスは、将来の光機能素子、化学センサなどを構築する上で重要な技術です。機能性薄膜・微粒子の作製方法には、機械的手法、気相法、液相法などがありますが、液相法の一つであるゾル-ゲル法によれば、ガラス、セラミックスに加えて、無機-有機複合体薄膜・微粒子を作製することができます。

### 従来技術

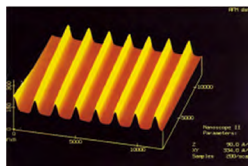
- ・真空成膜技術
- ・フォトリソグラフィー
- ・ダイレクトエッチング

### 優位性

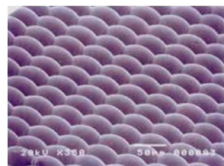
- ・大面積化が容易です。
- ・装置の低コスト化が図れます。
- ・複雑形状が作製できます。

### 特徴

- ・無機-有機ハイブリッドゲル膜に型プレスを行い、型形状を転写するエンボス式微細加工法を用いて、回折格子、マイクロレンズアレイなどを基板上に作製することに成功しています。
- ・ハイブリッドの有機官能基の種類と濃度を最適化することにより、フォトリソグラフィーを可能にしたり、微細パターンの収縮率を低減したり、光透過率や屈折率などの光学性能や硬度などの力学物性を制御することを検討しています。
- ・メモリーデバイス、表示デバイス、通信微小光学素子、センサなどへの応用が期待されます。



光ディスク案内溝



マイクロレンズアレイ



回折格子

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・光メモリー・ホログラム記録
- ・液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ
- ・波長多重光通信
- ・マイクロチップ
- ・化学センサ

### 実用化に向けた課題

- ・用途開発
- ・高精細化(ナノレベルピッチ制御)
- ・高精度化(焦点距離、回折角ばらつき低減)
- ・耐熱・耐薬品性

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 近接場光エッチングの産業応用

電気・電子情報工学系

八井 崇 教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/tyatsui>

## ナノの光で原子レベルの平滑化が実現します

### 概要

ナノの光(近接場光)を用いた表面平滑化の産業応用を展開しています。表面のナノ寸法の凹凸に発生する近接場光を利用することで、光を絞る必要がなく、大面積で表面を原子レベルで平滑化が可能です。また、光を使った非接触可能であるため、様々な材料・様々な形状に対して平滑化が可能です。

### 従来技術

- 機械化学研磨による接触加工を用いているため平滑化に限界があり、研磨傷を除去することが不可能です

### 優位性

- 非接触加工であるため、研磨傷フリーで加工が可能です。基板を吸収しない光を使うので、基板の内壁の加工が可能であるなど、従来の加工では不可能な加工が可能となります。

### 特徴

ナノ寸法の物質に局在する光(近接場光)は自由空間を伝搬する光(伝搬光)とは異なる性質を持つことがわかっています。この性質を用いて、本来分子に吸収されない長波長の光を照射すると、物質表面の突起に発生する近接場光によって、自由空間では分解されない分子が、突起近傍で選択的に分解されます。その結果、突起が選択的にエッチングされ平滑化されます。プロセスは、表面の突起がなくなり、原子オーダーで平滑化されると止まります。本プロセスは光化学反応であるため、様々な材料・形状に対して平滑化を実証しています。表面が平滑化されるだけでなく、得られた物質の特性の改善も可能です。

### 【実証例】

- ガラス、半導体、プラスチック基板のサブナノ平滑化
- 世界最高のレーザ耐性を持つミラー
- ダイヤモンド発光体の発光増強

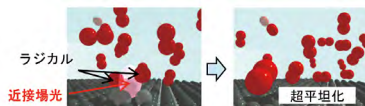
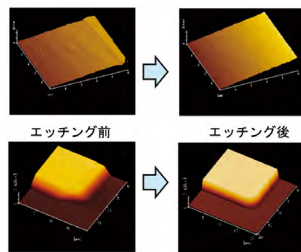


図1 近接場光エッチングの様子

図2 近接場光エッチングによる平滑化  
(上) ダイヤモンド平面基板  
(下) ダイヤモンドメサ基板

### 実用化イメージ、想定される用途

- 各種材料の原子レベル平滑化とそれを用いたデバイスの特性向上

### 実用化に向けた課題

- 基板材料に応じた光源の最適化
- 高速化

### 企業等への提案

本技術は汎用性が高いので、ご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

新規ナノ周期構造を持つ BaTiO<sub>3</sub> 膜の作製

電気・電子情報工学系

河村 剛

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read-0148888>

構造・特性を  
意図的に制御することが  
できます

## 概要

ゾル-ゲルテンプレート合成により、新規のナノ周期構造(周期的なナノメートルサイズの溝形状)を有するBaTiO<sub>3</sub>膜を作製しました。テンプレートにはスルーホール型の陽極酸化アルミニウム膜を用いました。このテンプレートをBaTiO<sub>3</sub>ゾルでスピコートする際にスプレー洗浄することにより、ナノ周期構造を大幅に変化させました。形成メカニズムについては、乾燥過程での液体ブリッジ力と表面張力の観点から検討しました。本研究で得られた新規構造は、ナノ周期性を利用して性能を向上させる様々な機能性デバイスへの応用が期待できます。

## 従来技術

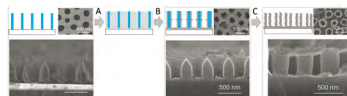
- 緻密膜や多孔膜を作製して、その結晶性や構造を制御することで、圧電挙動のチューニングを行っていました。

## 優位性

- 新たな手法を用いることで、これまでに得られていないナノ構造体の作製が可能となり、圧電特性のより積極的な制御や、新規特性の発現が期待できます。

## 特徴

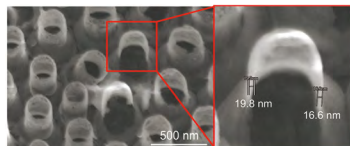
両面に貫通孔の開いた陽極酸化アルミニウム(AAO)テンプレートを用いて、ゾルゲル法によりナノ周期の多孔質構造を持つチタン酸バリウム(BaTiO<sub>3</sub>: BTO)膜を合成しました。AAOテンプレートをBTOゾルでスピコートする際にスプレー洗浄工程を組み込むことで、ナノ周期の多孔質構造を変化させました。



ナノチューブ構造を有する BTO 膜の  
作製プロセスの模式図

## 【研究成果】

- ナノ周期構造を持つBaTiO<sub>3</sub>膜を作製しました。
- ナノ周期構造を持つBaTiO<sub>3</sub>膜を完全に結晶化させるためには、平坦なBaTiO<sub>3</sub>膜と比較して高い温度(800°C)が必要であることを明らかにしました。



ナノチューブ構造を有する BTO 膜の傾斜 SEM 画像

## 実用化イメージ、想定される用途

- ユニークなナノ周期性を持つ BTO 多孔質膜
- 骨組織工学のためのナノコンポジットの構成要素
- 微小電気機械システム材料
- マルチフェロイクス材料
- ハイドロフォン

## 実用化に向けた課題

- 構造欠陥の低減
- 新たな機能の発見

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

静電吸着法、六方晶窒化ホウ素 (BN)、フィラー配向制御、遠心分離、高耐熱材料、高放熱材料、高絶縁耐力材料

# 耐熱性を付与した 放熱性コンポジット絶縁板の開発

電気・電子情報工学系

村上 義信 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0070956>



様々な特性を持つ  
コンポジット材料が作製可能です

## 概要

高分子絶縁材料(熱可塑性ポリイミド tpPI)にフィラーとして混合する六方晶窒化ホウ素(BN)粒子を配向制御することにより 耐熱性250℃程度、熱伝導率20W/m・K以上、絶縁破壊強度100kV/mm以上の特性を有する放熱性コンポジット絶縁材料を開発しました。

## 従来技術

- ・熱伝導性と絶縁耐力は相反する関係があり、基本的に両方の特性を高めることは困難です。
- ・六方晶窒化ホウ素を配向させるには、電解印加用の特殊・大型設備が必要です。
- ・熱硬化性高分子材料が主流です。

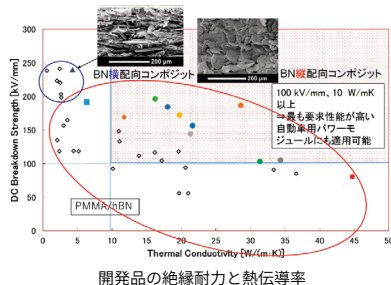
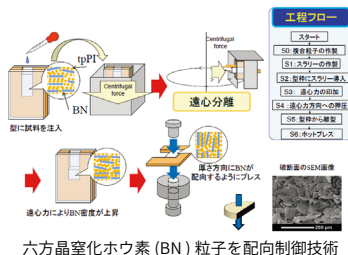
## 優位性

- ・熱伝導性と絶縁耐力を容易に制御できます。
- ・六方晶窒化ホウ素を配向させる特殊設備が不要です。
- ・種類の多い熱可塑性高分子材料コンポジット絶縁材料の作製(様々な特性を持つコンポジット材料が作製可能)ができます。

## 特徴

静電吸着法を用いて六方晶窒化ホウ素(BN)フィラーの接触・凝集を極力避ける(絶縁耐力の向上)とともに、BNフィラーを厚さ方向に配向させる(熱で伝導率の上昇)ことにより、高耐熱、高放熱、高絶縁耐力を有する材料を作製しました。

要求性能: 直流絶縁耐圧 100kV/mm以上、熱伝導率 10W/mK、耐熱温度: 200℃以上の最も過酷な要求性能である自動車用パワーモジュールにも適用可能と見込まれます。



## 実用化イメージ、想定される用途

- ・自動車パワーモジュール等の高熱伝導率、高絶縁性を要求される電力機器の放熱性絶縁板

## 実用化に向けた課題

- ・大面積化
- ・面内均一性の向上
- ・金属との密着性の向上
- ・機械的強度等の他特性の評価・把握

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。特にライセンス、共同研究、人材支援、情報交換などについて希望します。

# 多視点映像からの3次元復元を行わない バレットタイム映像生成

情報・知能工学系

菅谷 保之

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/sugaya-yasuyuki/>

## 多視点映像から簡単に 注視映像を生成します

### 概要

物体の周りに配置したたくさんのカメラで撮影した映像などからシーンの時間をとめて注目物体を見まわすことのできるバレットタイム映像を簡単に作成する技術を研究しています。

### 従来技術

・カメラの3次元位置、シーンの3次元復元を行い、それらの情報をもとに注視映像を生成します。

### 優位性

・3次元情報を推定することなく、画像の見た目の類似性から注視画像を生成できます。

### 特徴

本研究では、多視点からシーン中の注目点を画像中心に固定したまま見まわすことのできる注視映像（バレットタイム映像）を3次元情報を使わずに生成する技術を研究しています。

### ■従来技術の問題点

カメラの3次元位置とシーンの3次元情報をもとに、注視画像を生成するため、3次元情報を推定（取得）しにくいシーンに適用することが困難でした。

### ■本技術の利点

3次元情報を用いずに画像の見た目のみを比較することで注視画像を生成できるので、シーンに依存せず様々な応用に利用することができます。

例1)スマートフォンなどで撮影した動画から手軽に注視映像を生成

例2)テニスコートに配置したカメラから撮影した映像から注視映像を作成してスイングフォームのチェック



ユーザが指定した点が画像中心に映るように変換



同一時刻の多視点映像をバレットタイム表示

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・インターネットショッピングでの商品の疑似3次元表示
- ・スポーツシーンのハイライト再生
- ・スポーツのコーチングシステム

### 実用化に向けた課題

- ・精度、安定性の向上
- ・ユーザーインターフェースの開発

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 高密度格子欠陥制御による金属材料の力学的高機能化

機械工学系

石井 裕樹

助教

研究者情報: [https://researchmap.jp/yuki\\_ishii](https://researchmap.jp/yuki_ishii)

引き出します  
金属材料のポテンシャルを

## 概要

カーボンニュートラル社会の実現のため、金属材料のさらなる高強度・高延性化が求められています。本研究グループでは、巨大ひずみ加工の1つである高圧ねじり加工（High-Pressure Torsion, HPT）や、産業において広く普及している強冷間圧延、さらに熱処理を併用した加工熱処理等による高密度格子欠陥制御を行うことで、金属材料の力学的高機能化を目指しています。

## 従来技術

輸送用機器の軽量化において、鉄鋼材料と比べてアルミニウム合金は強度が低く、水素脆化の恐れもあり、適用に障害があります。

## 優位性

強加工により材料中へ高密度格子欠陥を導入し、形態・分布等を制御することで、アルミニウム合金に限らず、各種金属材料の高強度・高延性化、耐水素脆化特性の向上といった力学的高機能化が可能です。

## 特徴

合金組成、加工プロセス、熱処理といったパラメータを駆使し、強度・変形特性のミクロ・マクロの評価、従来の常識には則らない組織因子の積極的活用、特異な強化・変形機構の解明を行うことで、金属材料の力学的高機能化に取り組んでいます。

## ■本技術の利点

3次元情報を用いずに画像の見た目のみを比較することで注視画像を生成できるので、シーンに依存せず様々な応用に利用することができます。

例1)スマートフォンなどで撮影した動画から手軽に注視映像を生成

例2)テニスコートに配置したカメラから撮影した映像から注視映像を作成してスイングフォームのチェック

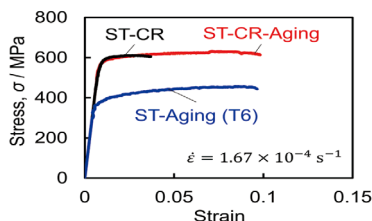


図1 溶体化処理後に強冷間圧延と時効したアルミニウム合金の公称応力・公称ひずみ曲線

アルミニウム合金に対し、溶体化処理後に強冷間圧延と時効処理を組み合わせた高密度格子欠陥制御を行うことで、従来材（図1：青線）よりも高強度・高延性化を達成しました。（図1：赤線）

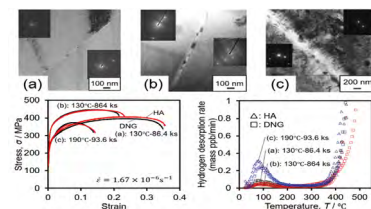


図2 時効条件により粒界近傍組織を変化させたアルミニウム合金の TEM 組織、低ひずみ速度法引張試験、昇温脱離分析

アルミニウム合金の水素脆化感受性に及ぼす粒界上析出相、結晶粒界、溶質原子等の各格子欠陥の影響を調査し（図2）、耐水素脆化特性に優れる材料設計指針を提案しました。

## 実用化イメージ、想定される用途

構造材料、材料加工・処理、組織制御、合金設計、プロセス開発、自動車・鉄道・航空機用部材

## 実用化に向けた課題

- 他の合金組成や合金系、鉄鋼材料、非鉄金属材料における強化・変形機構への適用
- 巨大ひずみ加工技術の実用規模への拡大
- 耐応力腐食割れ性や疲労寿命などの検討

## 企業等への提案

鉄鋼、非鉄、自動車、機械メーカーといった様々な企業の技術相談や、企業・大学・研究機関の共同研究をご検討の際はご連絡ください。

# 電磁誘導現象を利用した衝撃荷重 および構造の変形の測定

機械工学系

足立 忠晴 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0008229>

## 非接触で衝撃荷重を測定します

### 概要

物体が衝突するときの構造の衝撃破壊・損傷を評価するために、磁石が埋め込まれた物体が衝突する構造付近に置かれたコイルに生じる誘導起電力を測定し、これより衝撃荷重および構造の変形を測定することを可能にしました。

### 従来技術

衝突する物体あるいは構造が小型あるいは柔軟な場合にセンサーが設置できず、衝撃荷重を測定することができなかった。

### 優位性

これまで測定することができなかった場合の衝撃荷重の測定が可能となり、同時に衝突した箇所の構造の変形をも測定することができると。

### 特徴

#### 《測定原理》

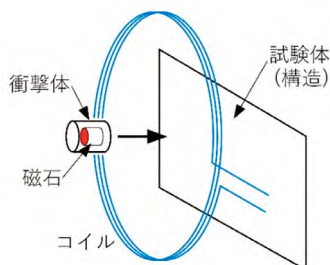
磁石が埋め込まれた物体(衝撃体)が衝突する際の構造(試験体)の近くに置かれたコイル内の誘起起電力を測定を行います。誘導起電力は衝撃体の速度に比例することから、衝撃体の運動を求め、運動方程式により衝撃荷重を求めます。さらに衝突している時間内の衝撃体の変位が試験体の変形となります。

#### 【特長】

1. 非接触の測定であるため、物体と構造の衝突に影響を及ぼさない
2. センサーを取り付ける必要がないため、小形衝撃体の場合も測定が可能である
3. ケーブルがないことから衝撃体の運動を拘束しない
4. 高価・特殊な測定装置を必要としない

#### 【測定実績】

- ・約70 m/sの速度で衝撃体がゴム平板を貫通するときの衝撃荷重および平板のたわみの測定
- ・質量1 g以下の衝撃体がガラス平板に落下したときの衝撃荷重および平板のたわみ測定
- ・繊維の動的引張試験において、作用する荷重および繊維の伸びの測定など



### 実用化イメージ、想定される用途

- ・今まで衝撃に対する定性的な評価(衝撃に対する破壊、破損の有無のみ)ではなく、定量的な評価(数値で示される強度)を行うことができます。

### 実用化に向けた課題

- ・個別の試験条件によって測定系を設計する必要があります。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 産業機械の高精度化と省エネルギー化を両立する 制御と動作軌道生成

機械工学系

内山 直樹

教授

研究者情報：[https://researchmap.jp/n\\_u](https://researchmap.jp/n_u)

制御による産業機械の  
省エネルギー化を図ります

## 概要

産業機械は世界中の生産工場で昼夜を問わず広く利用されており、高速・高精度化に加えて省エネルギー性を考慮するためのロバスト・適応制御法、動作軌道生成法の研究を進めています。工作機械、産業ロボット、XYテーブル等に応用し、実験により有効性を確認しています。

## 従来技術

高速・高精度化を目的とした制御

## 優位性

ハードウェアを変更することなく稼働中の産業機械に応用でき、高速・高精度化に加えて、省エネルギー性を向上させます

## 特徴

産業機械の基本的な動作である輪郭追従動作と位置決め動作を対象に、高速性・精度を維持しつつ、省エネルギー化を実現する制御法・動作軌道生成法を提案しました。研究室の工作機械装置等を用いて実験的に有効性を確認しました。

## 【成果】

1. ロバスト制御法の応用：代表的なロバスト制御法であるスライディングモード制御を用いて、X-Yテーブル装置において、制御性能を維持しつつ、消費電力量を平均で10%以上低減しました（図1）。
2. S字加減速動作軌道の最適化：消費エネルギーを最小化する加減速時間を求め、産業機械の初期設定に比較して、消費電力量を約30%低減しました（図2）。
3. 適応制御法の応用：制御対象モデルの不確かさを補償する適応制御法により、X-Yテーブル装置において、動作精度（最大位置誤差）を平均で約50%改善しつつ、制御入力（駆動力）の変動を抑制し、消費電力量を数%低減しました。

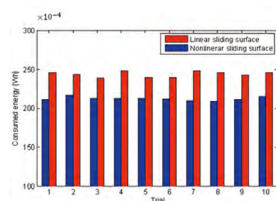


図1：非線形すり面を用いることで制御性能を維持しつつ消費電力量を低減

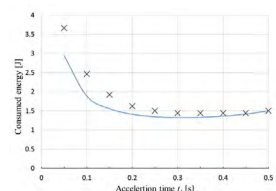


図2：S字加減速軌道において加減速時間（ $t_1$ ）の最適化により消費電力量を低減（実線：理論値、×：60回実験値の平均）

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・ハードウェアの変更に依らない、稼働中の産業機械の省エネルギー化

## 実用化に向けた課題

- ・産業機械の制御システムの変更が難しい場合のために、NCプログラムの修正により実装可能な方法を提案しており、実用性の検証が課題です。

## 企業等への提案

本技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 人工物の動特性同定（実験モード解析）に関する研究

機械工学系

河村 庄造

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/shozo-kawamura>

## 振動の動特性を解析して設計に活かす！

### 概要

高性能な機械・機器・構造物を作り出すためには、運転中あるいは外力が作用している際に発生する振動を、設計段階で高い精度で予測する必要があります。CAE技術の進歩によりCADデータからかなり精度良く振動現象を予測可能になりましたが、さらに予測精度向上が求められています。私たちは、固有振動数や減衰特性などのモード特性の高精度な推定を行っています。

### 従来技術

- ・従来の1自由度法では、減衰性能が非常に低い場合に適用が困難。
- ・自由支持状態の特性が求めたい場合でも実際には対象物を支持する必要がある。
- ・形状加工された部材のCAE解析時にも、無加工部材の特性を用いる。

### 優位性

- ・実験モード解析法と同じ測定データで低減衰特性を精度良く簡便に推定可能。
- ・対象物を支持状態でモード特性を推定後に、自由支持状態の特性を推定可能。
- ・形状加工後の部材のモード特性が、無加工状態のモード特性から推定可能。

### 特徴

#### 【直線フィット法】

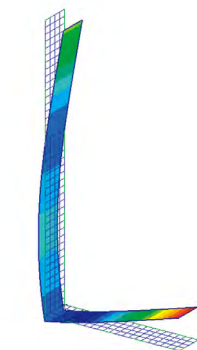
実験モード解析では、加振力と応答のデータから周波数応答関数を構築し、モード特性を推定します。減衰が存在するため加振力と応答の間には位相の遅れがあり、周波数応答関数が複素数になります。それを実部と虚部に分解して整理し、最小自乗法でモード特性が同定できます。簡便ですが、適用範囲は広く、同定精度も高いです。

#### 【支持条件の影響を考慮したモード解析】

支持条件を含めた対象物全体の支配方程式を構築し、それに基づくモード解析法を開発しています。支持部材は局所的に付加されるので、一般的なモード解析によってモード分離できません。適当な近似を導入してモード分離を実現し、支持部の影響を除去できます。

#### 【モード特性に及ぼす形状加工の影響】

単純形状の部材のモード特性を同定し、その後、その部材を形状加工してモード特性を同定します。固有振動数と減衰特性の関係は適当な関数で表現できますが、形状加工を施すと、低周波数領域で特徴が変わります。その影響を解明しています。



L型に形状加工されたはりの有限要素解析

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・従来より振動特性の予測精度が向上するため、設計段階での用途が想定されます。

### 実用化に向けた課題

- ・実際の機械・構造物を対象にした検証が必要であり、提案手法の改良をしていく必要があります。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# ワイヤレスアクチュエータを利用した マイクロマニピュレータ

機械工学系

佐藤 海二

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0008406>

## 極小の駆動源を実現しました

### 概要

感温磁性体と永久磁石とレーザを組み合わせたアクチュエータは、配線が不要で、簡単な構造をもち、遠隔駆動・エネルギー供給が可能です。このアクチュエータを用いた独創的なマイクロマニピュレータを実現を目指しています。

### 従来技術

- ・汎用だが、複雑、大型で有線の機械式
- ・ワイヤレスだが、発生力の小さいレーザマニピュレータ、など

### 優位性

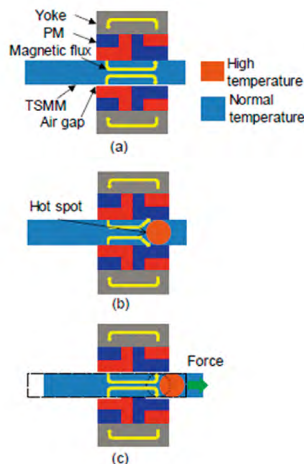
- ・簡単な構造で小型化に適し、発生力が比較的大きく、配線不要で、遠隔駆動・エネルギー供給が可能です。

### 特徴

#### 【ワイヤレス微小アクチュエータの構成と原理】

感温磁性体は、温度上昇とともに飽和磁束密度や透磁率が低下する材料で、100℃以下の比較的低温でも、その変化が現れます。その感温磁性体と永久磁石、レーザを組み合わせワイヤレス駆動を可能とした、微小アクチュエータを図に示します。

- ・(a)はアクチュエータの初期状態です。2組の永久磁石グループから生じる磁束は、感温磁性体を介して元の永久磁石グループに流れ、磁路を形成しています。
- ・この感温磁性体を通過する磁路に、(b)のようにレーザを照射して加熱すると、磁気抵抗が増加し、そのため磁気抵抗が小さくなるように、加熱部分が磁路の外に出るように感温磁性体に推力が作用し、(c)に示されるように移動します。
- ・レーザの照射位置を固定すれば、同一方向へ移動する推力が連続的に発生し、照射位置をずらすことで、推力方向を変更することができます。すなわちレーザ光照射により、配線なしで感温磁性体の運動を制御することができます。
- ・図は、並進運動の例を示していますが、回転運動も同様に実現されます。



これまでに、把持アクチュエータ、回転アクチュエータ、平面モータを試作しています。

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・細胞や人工微小物の特性評価、生体を含めたマイクロ部品の組み立てなどに利用するマイクロマニピュレータ
- ・省エネルギーを重視する調整装置

### 実用化に向けた課題

- ・適した冷却システムの実現
- ・温度環境を考慮した制御系の実現
- ・温度管理に適した構造
- ・システム統合化 など

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 高分子アクチュエータ・センサの 基礎から応用まで

機械工学系

高木 賢太郎 教授

研究者情報: [https://researchmap.jp/kentaro\\_takagi](https://researchmap.jp/kentaro_takagi)

## 電気や熱で動く人工筋肉

### 概要

イオン導電性高分子や誘電エラストマーに代表される電場応答性高分子(Electroactive polymer, EAP)や、釣糸人工筋アクチュエータに代表される熱応答性高分子繊維など中心とした、高分子アクチュエータとセンサに関する基礎から応用まで幅広く研究しています。

### 従来技術

- ・ 電磁モータは高精度、高効率な駆動に適していますが、柔軟性、軽量性には欠けます。

### 優位性

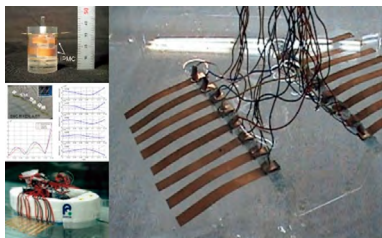
- ・ 高分子アクチュエータは、柔軟、軽量、非磁性であり、筋肉のような動作が可能です。またディスプレイ的なアクチュエータにもできます。

### 特徴

近年、電気や熱で駆動できる高分子材料の開発が進んでいます。それらの材料を使い、ロボットの人工筋肉や運動補助をするパワーアシスト装具、音のしないモータなどへの応用が期待されています。

私たちの研究室では、水中で駆動でき低電圧で動作するIPMC (Ionic Polymer-Metal Composite)アクチュエータ・センサ、高電圧で駆動するが高速に応答する誘電エラストマー、釣糸から作ることができる極めて安価で発生力が大きい釣糸人工筋アクチュエータの3種類の材料に主に取り組んでいます。

研究室では、材料開発を行う材料科学者とも共同研究を行っています。市販材料や共同研究により提供された材料をもとにして、特性評価、動作原理の物理学、シミュレーション、制御方法の開発、実デバイスの開発までを、一貫して行っています。



水中動作する IPMC アクチュエータの応用例：有限回転モータ、エイ型ロボットの開発、四足歩行ロボット



熱で駆動される釣糸人工筋アクチュエータ：釣糸人工筋は熱で可逆的に大きく収縮 (10%-20%) し、ロボットや運動補助装具への応用が期待されます

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・ ロボット用人工筋肉
- ・ パワーアシスト装具
- ・ 水中ロボット
- ・ 超軽量アクチュエータデバイス
- ・ 音のしないモータ

### 実用化に向けた課題

- ・ (電磁モータと競合しない) アプリケーションの探索

### 企業等への提案

複数の高分子アクチュエータに関して、材料開発から、現象論モデルと物理モデル、シミュレーション、実際に動くデバイスの制御まで、一貫して研究する大学研究拠点は現状ではほとんど無く、国内随一の研究室です。ご興味をお持ちの企業の技術相談、共同研究等をお受けします。複数の共同研究実績がありますのでご検討の際にはご連絡ください。

# マイクロガラス電極を用いた局所電場、導電率および pH の測定

機械工学系

土井 謙太郎 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/doiken>

## 極小流路の物理・化学特性計測に使えます

### 概要

微視的スケール( $\mu\text{m}$ ,  $\text{nm}$ )の熱流体現象に関連して微細加工および計測技術に興味を持って研究しています。特に、マイクロ・ナノスケールの微小空間における電子やイオンの輸送現象が発現する機能に関して、応用展開を視野に入れた基礎研究を行っています。

### 従来技術

- 液体の導電率や pH について、平衡状態における巨視的平均量の測定が主流

### 優位性

- マイクロガラス電極を用いることで、 $1\mu\text{m}$ 程度の局所的な導電率や pH を従来よりも短時間で測定することが可能

### 特徴

電解質溶液で満たされたマイクロ流路に、外部より電場を印加すると微弱的なイオン電流が生じます。流路の構造によって電場の強弱が変化し、帯電した微粒子や生体高分子は電場による静電気力を受けて輸送されることが確かめられています。粒子を効率よく輸送し、また検知するためには、流路内部の電場分布を理解することが重要になります。

### 【成果】

ガラス管を伸長してその先端径を $1\mu\text{m}$ 以下とし、そこに電解質液と銀塩化銀(Ag-AgCl)線を挿入したマイクロガラス電極を用いて流路内部の局所的な電場を計測し、さらに導電率を導出して塩濃度の特定に成功しました。

### <詳細>

ガラス管の2連管(2本のガラス管を束ねたもの)を伸長し、一方に緩衝液を他方に電解質溶液を充填することでイオンダイオードを形成し、試料液の pH を測定することに成功しました(図1)。マイクロガラス電極を用いて pH の異なる試料液の電流電圧特性を測定した結果、1.68 から 9.18 の pH 値を識別可能であることから、酸からアルカリまで広範囲の測定が可能です。

従来より、ガラス表面にはプロトン選択性があることが知られており、pH 測定にはガラス電極が用いられてきましたが、微小な針状の電極とすることで、その先端径(約 $1\mu\text{m}$ )程度の局所的な測定が可能です。また、微小電流条件下での測定であることから、従来の平衡状態での測定に比べて安定で短時間での測定が可能です(図2)。

《出典》図1、2: K. Doi, N. Asano and S. Kawano, *Scientific Reports* **10**, 4110 (2020)

### 実用化イメージ、想定される用途

- マイクロチャネルデバイスおよびナノチャネルデバイス内部の電場、導電率、pH 測定
- イオン濃度測定
- イオンダイオードによるイオン電流の整流
- 生理学的測定システム

### 実用化に向けた課題

- 微小電流計測技術の向上
- ノイズ低減
- 測定精度と再現性の改善
- 適用例

### 企業等への提案

まだまだ発展途上ですが、可能性のある技術ですので、さまざまな対象に応用したいと考えています。マイクロガラス電極だけでなく、マイクロ流路などの微細構造にも埋め込み可能と考えていますので、ご興味があればご相談ください。

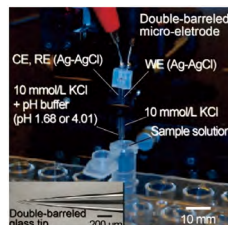


図1 2連管のマイクロガラス電極を用いた pH 測定

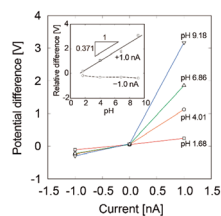


図2 試料液の電流電圧特性による pH の評価

# 燃焼計測・可視化技術の開発

機械工学会

松岡 常吉

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/tm018>

## 固体の燃焼による変形過程の可視化・計測技術

### 概要

火災安全の観点から、可燃物の燃焼特性について理解しておくことは重要です。私たちは燃焼中に変形する熱可塑性材料の外表面形状をその場で抽出する方法を開発しました。バックライト光源として紫外LEDを選択し、予備試験を行った結果、火災からの化学発光よりも比較的大きな強度が得られることを確認しました。またバックライトとカメラを固定した状態で対象物を回転させる光学系を開発しました。

### 従来技術

固体の非定常に変化する変形量の計測方法例

- 超音波パルス反射法：固体内部の温度変化により音速が変化する。
- X線撮影法：放射線装置が必要、その安全管理が必要で導入・運用コストが高い。

### 優位性

光学的に非接触で計測できるため

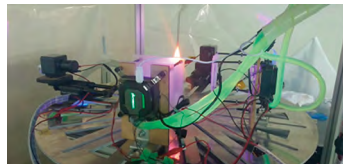
- 燃焼中の試料の形状変化を可視化可能。
- 導入は比較的容易で運用コストが低廉。
- 計測精度は今後の検討で向上が期待できます。

### 特徴

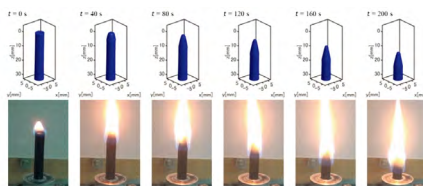
#### 【研究成果】

燃焼の進展とともに変形する固体の外表面形状の抽出手法として、バックライト撮影とフィルタ補正逆投影法を組み合わせた画像再構成方法を考案し、計測システムの構築および手法の検証を行いました。

- 再構成画像から燃焼中の試料の形状変化の可視化ができました。
- 再構成画像から計測した試料の形状を評価した結果、本計測システムの計測精度は数%程度に収まることが分かりました。



開発中の可視化システムの外観



可視化した燃焼中の試料の形状変化過程。  
上が提案手法により得られた3次元画像、  
下が比較のためビデオカメラにより撮影された画像。

### 実用化イメージ、想定される用途

- JISに規定されている材料可燃性法と併用可能な観察ツール
- 微小重力下での物体質量計測方法

### 実用化に向けた課題

- 光学システムの改良
- 画像再構成アルゴリズムの改良
- 撮影条件の最適化

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 高分解能X線CTによる材料微細構造評価

機械工学系

小林 正和

教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/mkob>

ミクロの視点で解決します

## 概要

近年、高輝度なX線源である放射光を利用したコンピュータ・トモグラフィー(CT)や研究用のCT装置の高分解能が進み、各種材料の複雑なミクロ組織を三次元的に評価することが可能となりました。高分解能CTで得られた材料ミクロ組織の構造を効率的に定量評価する手法を研究しています。

## 従来技術

- 顕微鏡法: 切断面表面のみの情報収集となり、要因の特定に時間がかかることがあります。

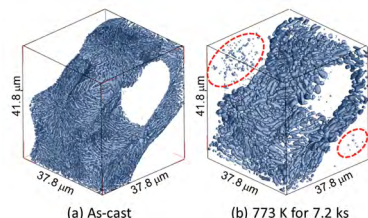
## 優位性

- 材料内部の気孔(ポア)などの製造欠陥や分散・析出粒子の体積率、分布、形態を非破壊観察、評価可能です。

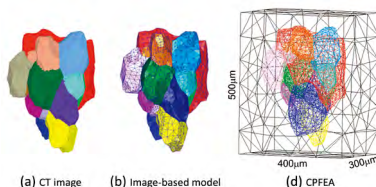
## 特徴

高分解能コンピュータ・トモグラフィー(CT)を活用した各種材料のミクロ組織の三次元構造可視化技術及び応用技術の研究を行っています。高輝度放射光を用いれば、 $1\mu\text{m}\sim 160\text{nm}$ 程度の分解能で材料内部を非破壊観察することができ、それを応用し、例えば、金属材料の延性破壊過程、熱処理による組織変化などの調査が可能です。

また得られた三次元画像からイメージベースのFEシミュレーションを構築し、組織構造に起因するメカニズム等を検討することもできます。



熱処理による Al-Si 鋳造合金中の Si 粒子の形態変化



結晶粒のイメージベースモデリング

## 実用化イメージ、想定される用途

- 各種材料特性決定因子の特定や各種材料特性改良、新規開発

## 実用化に向けた課題

- 解析技術の高度化
- 解析手法やモデリング手法の確立
- 解析時間の短縮、実験と解析間の詳細検証等

## 企業等への提案

各種材料の特性解析、新規開発には微細組織の評価が必要不可欠と考えております。このようなニーズをお持ちの企業の技術相談や共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 放射光による高空間分解能 フォトルミネッセンスマッピング法の開発

機械工学系

小林 正和

教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/mkob>

## ミクロの視点で解決します

### 概要

半導体材料素子の性能は、その組成、ナノ組織、そして欠陥の種類と分布に大きく影響されます。本マッピング法は放射光を活用して、ナノ組織、ナノスケール組成分布、欠陥準位や不純物準位をナノスケール可視化する統合解析システムを構築することで、太陽電池などの素子高性能化に貢献するものです。

### 従来技術

- ・フォトルミネッセンス法: 広範囲の材料表面のみの平均情報のため、ミクロ組織と特性の関係究明が困難です。

### 優位性

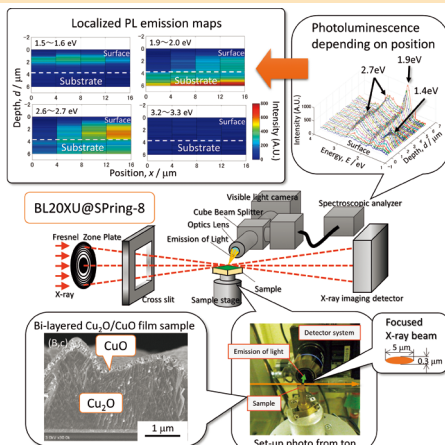
- ・材料内部の3次元の構造に加えて、その局所的特性を視覚化でき、それらの関係の究明と高性能化への材料設計情報の提供が可能となります。

### 特徴

半導体材料・素子の性能は欠陥の種類とその存在位置に大きく関係します。欠陥による発光エネルギーは欠陥の種類と関係し、発光強度は欠陥量に対応します。さらに、欠陥がバルク界面に存在するか、ヘテロ界面に存在するか、で大きく素子性能が異なってきます。

本研究の計測対象は、半導体材料・素子内部のミクロあるいはナノ構造による光材料特性の空間分布、ならびにその時間変化です。

放射光ナノCTに加え、シンクロトロン放射光からの強力なX線を照射することによって、半導体から放出される可視光・紫外光をエネルギーごとに検出し、その局所特性を明らかにしています。



放射光による発光可視光マッピング

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・半導体素子内のナノ組織、組成、欠陥の学理構築
- ・材料特性の最適化、高度化
- ・開発の時間短縮

### 実用化に向けた課題

- ・放射光プローブの小型化
- ・高効率なフォトルミネッセンス検出手法および検出器の開発
- ・三次元再構成等のデータ処理法の確立など

### 企業等への提案

各種材料の特性解析、新規開発には微細組織の評価が必要不可欠と考えております。このようなニーズをお持ちの企業の技術相談や共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 吊下げ型外壁昇降ロボット

機械工学会

佐野 滋則

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/SanoShigenori>

## 建築物の外壁調査はお任せください

### 概要

建造物外壁調査は10年に1度行うことが義務化されましたが、現状コストのかかる足場建設や危険を伴うブランチ作業が必須であり、人手不足や多大な検査費用のため調査が進んでいないのが実情です。それらを安全かつ手軽で安価に行うためのプラットフォームとしてのロボットの開発を目指しています。

### 従来技術

- 足場建設から検査実施、診断と報告書作成まですべて人手のため、費用、期間が多大な負担を伴います。

### 優位性

- 短期間で安価に検査・診断でき高所作業等の危険も除去できます。報告書作成も省人化可能です。他用途(清掃・塗装・補修)展開可能です。

### 特徴

2008年建築基準法改正により、竣工後10年経過した建築物外壁の全面調査報告が義務付けされましたが、これを「安全」「手軽」「安価」に行うためのプラットフォームロボットの開発を行いました。自動操縦・遠隔操縦、調査画像の記録・打音異常検知機能を有し調査報告書の自動作成まで可能になります。

#### 【プラットフォームロボットの特徴】

1. 小型軽量、2本のベルト上を自律走行するロボット
2. 建築物壁面の調査から診断、報告書作成まで自動化可能
  - ・計画：ロボットの移動経路、画像や打音データ取得箇所を事前に計画
  - ・診断：自動走行や遠隔操作による画像や音声データ取得し解析
  - ・報告書：調査結果と壁面等の図面と統合し自動作成
3. 外壁調査の安全性向上、要員削減、費用低減が可能
4. 他の用途に展開可能
  - ・壁面、高所等の危険箇所の清掃、塗装、補修ロボット
  - ・窓ガラスの清掃ロボット



ロボット外観

#### 画像の貼り合わせ



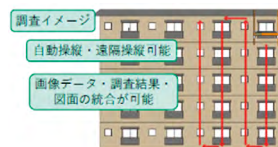
実測 : 477 mm  
画像検出 : 477.0mm

#### 打音検査



音声データにより異常箇所を検知

調査結果解析イメージ



調査イメージ

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・壁面を自動または遠隔操縦で走行するロボット
- 用途：外壁外観検査、打音検査、塗装、清掃、壁面補修などの高所、危険作業等の置換え

### 実用化に向けた課題

- ・音声による欠陥認識率の向上
- ・1列調査後のロボットの横移動方法(自動化)
- ・実用化に向けた安全対策
- ・他用途への展開

### 企業等への提案

ニーズに合った特定の作業を行うロボットの設計立案から制御まで対応します。本技術の実用化に向けて研究をさらに進めており、企業との共同研究を希望します。

機械工学会

ロボティクス・メカトロニクス研究室

<http://www.rm.me.tut.ac.jp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# セルフセンシング機能を有する IPMC アクチュエータの開発

機械工学系

佐野 滋則

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/SanoShigenori>

## 制御 高分子アクチュエータのモデル化と

### 概要

高分子アクチュエータの一つであるイオン導電性高分子・貴金属接合体(IPMC: Ionic polymer metal composite)は、パワーがないものの安価に作成でき、外力に対して柔軟に変形する特徴があります。この特徴を活かした小型グリッパ機構を開発することを最終目標として、アクチュエータ自身がセンサとしても機能するセルフセンシング機能を有するために必要な制御技術を見出すことができました。

### 従来技術

- セルフセンシングの先行事例では、分解能が低く、実用には耐えられません。

### 優位性

- 限られた範囲ではありますが、入力電圧、信号に比例した変位が得られます。
- 変位に応じたセンサ信号出力が認められます。

### 特徴

ブリッジ回路を製作し、変形量に対応する信号を取得し、その信号とIPMCへの印加電圧やIPMCの電気的特性に基づく補正することで、精度よい観測量を得ることができ、セルフセンシングするために必要な相関があることを見出しました。

### 【実験結果】

#### 1. 静特性

IPMC先端に一定の変位を与えて固定した状態で一定電圧を加え測定しました。入力電圧の大小に関係なく、傾きがほぼ一定となることが分かりました。

#### 2. 入力電圧を固定し変位を変動

一定電圧を加えた状態で変位を与え、変位とセンサ信号の間には比例関係があることが確認できました。加える入力電圧を変えた場合でも、同様に良好な比例関係が得られました(図1)。

#### 3. 変位を固定し入力電圧を変動

変位を与えて固定した状態で正弦波交流電圧を加え、入力電圧のみが変動させたセンシング性能を調べた結果、出力電圧に位相差が生じていることが確認でき、これは、IPMCが有するコンデンサ成分が影響していると考えられます。

#### 4. 観測方程式の構築と適用

実験で得られたデータをもとにIPMCの変位を推定する観測方程式を構築し、実際の観測信号と観測方程式による推定結果はかなりの精度で一致が見られました(図2)。

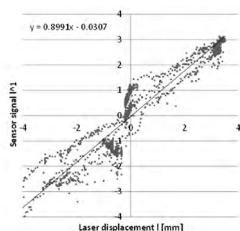


図1 センサ信号と変位の相関

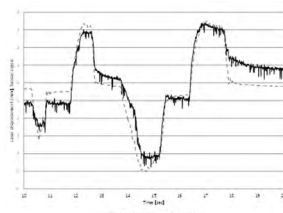


図2 変位推定結果

### 実用化イメージ、想定される用途

- 小型グリッパ機構
- マイクロ、ナノ単位小型アクチュエータ
- 人工筋肉

### 実用化に向けた課題

- 更なるセンシング精度向上が必要です。
- アクチュエータ電圧が小さい時の零割対策が必要です。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 液体微粒化過程の観察と噴霧特性の測定

機械工学会

鈴木 孝司

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0019028>

百聞は一見に如かず

## 概要

内燃機関における燃料液体の噴霧や塗料や薬剤の噴霧などでは、噴射された個々の液滴が周囲気流との相対運動により分裂して微細化しています。この噴霧流動を数値シミュレーションするには気流の作用による液滴や液噴流の分裂モデル構築が必要であり、実験と数値解析の両面から研究しています。

## 従来技術

- ・噴霧状態の評価は吹付状態の目視評価や現象面での評価となり、不具合の原因究明が難しい

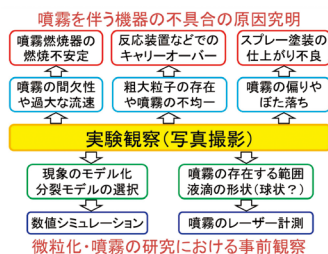
## 優位性

- ・写真撮影による現象把握、モデル化、分裂モデルの選定により数値シミュレーションができ、原因の究明、対策検討、検証が可能

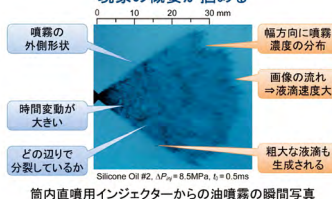
## 特徴

液体の微粒化技術は、自動車用エンジンにおける燃料噴霧の生成、噴霧塗装、粉末製剤・食品の製造、液剤散布など幅広い分野で利用されています。微粒化特性を改善すれば、例えばエンジンでは排気ガス中の有害物質が低減されるほか熱効率の向上も期待でき、これには微粒化装置における噴霧生成過程の解明と、微粒化特性の計測が必要です。

私たちは、液滴分裂・液柱分裂などの液体微粒化の素過程並びに圧力微粒化装置や二流体式微粒化装置、回転微粒化装置、静電微粒化装置などにおける噴霧生成過程について瞬間写真・ハイスピードビデオにより詳細に観察するとともに微粒化特性を測定しており、各種微粒化装置の有効な利用方法や特性改善策の提案が可能です。



鮮明な写真を撮れば、  
現象の概要が掴める



## 実用化イメージ、想定される用途

- ・噴霧を伴う機器の不具合等の原因究明、対策検討
- ・噴霧機構の改善検討
- ・内燃機関用の燃料噴射装置

## 実用化に向けた課題

- ・噴霧に関わる課題は、用途ごとに問題となる現象が異なり、また噴霧装置ごとに特性が異なりますので、一般的な解決方法はありません。すべて個別に対応します。

## 企業等への提案

課題をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

機械工学会

環境熱流体工学研究室

<https://tfelab.jp/><http://www.me.tut.ac.jp/~takashi/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 斜め方向加振による 液体噴流の規則分裂と均一液滴の生成

機械工学系

鈴木 孝司

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0019028>

## 微小な球状固体粒子生成ができます

### 概要

固体粒子は一般に原料を溶融して融液滴とし、これを凝固させて製造されています。大ききの揃った粒子の効率的製造のため均一な液滴を連続生成する簡単な技術が求められています。

本研究では、エタノールを供試液体とした微小振幅での加振実験の結果、斜め方向加振された液体噴流はノズル内径と同径の液柱に対する軸対称Rayleigh モードの周波数の約1倍から2倍程度までの周波数範囲において加振に同期して均一な液滴へと分裂することを確認しました。

### 従来技術

- 液体噴出ノズル孔を長円形にして規則的な分裂させ、連続生成も期待されますが、ノズル製作が煩雑で好適な液体噴出速度の範囲が必ずしも広くありません。

### 優位性

- ノズル軸対称Rayleigh モードの周波数の約1倍から2倍程度までの周波数範囲では、加振に同期して均一な液滴へと分裂し、大きな余滴の生成も少なく、生成液滴径のばらつきも小さくなります。

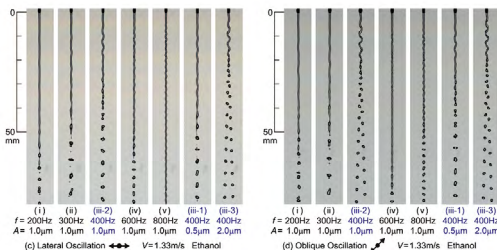
### 特徴

#### 【研究成果】

微小振幅で斜め方向に加振されたノズルから静止雰囲気中に鉛直下向きに噴出された円筒状の平滑液体噴流の分裂過程を、エタノールを供試液体として行った実験の結果、次のことを確認しました。

- 液体噴流はノズル内径と同径の液柱に対する軸対称Rayleigh モードの周波数の約1倍から2倍程度までの周波数範囲において加振に同期して均一な液滴へと分裂する。
- 液体噴流がより速やかに分裂し、大きな余滴の生成が少なく、かつ生成液滴の径のばらつきも小さかった。

更に、表面張力の大きな水や動粘度の大きなプロピレングリコール水溶液でも同様に実験観察を行い、ノズルの斜め方向加振が平滑液体噴流の分裂による均一液滴の生成に有利であることを確認しました。



横方向および斜め方向加振での破断時の液体ジェットの代表的なフラッシュ写真 (液体: エタノール)

### 実用化イメージ、想定される用途

- 溶融原料からの球状固体粒子の製造、標準粒子の生成、球状食品等の製造 (例: 半田ボール、粉末冶金の原料、ショットピーニング用粒子、インクジェット塗料)

### 実用化に向けた課題

- 噴出液体の特性に合わせたノズル径や噴出条件、加振条件などの最適条件を検討する必要があります。

### 企業等への提案

液体の噴出・噴霧に関心のある企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 固体の燃焼不安定性の解明

機械工学会

松岡 常吉

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/tm018>

## 燃焼を科学する

### 概要

バイオマス資源を燃料としての活用が期待されていますが、バイオマス資源は多様な成分を含む上に、概ね発熱量が小さく、極めて燃やしやすい資源です。この資源を活用するには様々な燃料に柔軟に対応する燃やし分け可能な燃焼技術の確立が必要です。その燃焼技術として、(純)酸素燃焼に注目しています。

### 従来技術

- ・ バイオマス資源は燃やしやすい

### 優位性

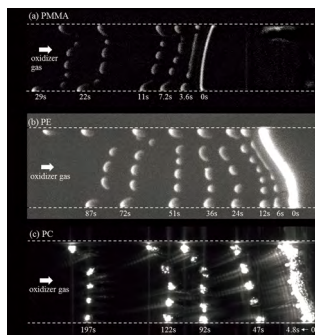
- ・ 酸素供給制御により、バイオマス資源のエネルギー活用が可能となります。

### 特徴

酸素燃焼技術を確立する課題の中で、燃焼限界近傍で生じる不安定挙動の解明に向けた研究を行っています。

これまでに燃焼領域の流れと反応を精密にコントロールすることで、世界で初めて有炎燃焼のフィンガリング不安定性の観察に成功しました。(指のように火炎が分裂する現象をフィンガリングと呼び、酸素の供給が不十分な環境で紙などを燃やした際に現れることが知られています)

最近では、分裂パターンを制御することを目指しメカニズムの全容解明に向けた研究にも取り組んでいます。



様々なプラスチックの燃焼時に現れるフィンガリングパターン

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・ 燃えにくい材料の燃焼技術

### 実用化に向けた課題

- ・ 様々な固体材料の燃焼解析と燃焼技術の探索

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 高効率・低騒音なファンを目指した研究

機械工学会

横山 博史

教授

研究者情報 : <https://researchmap.jp/h-yokoyama>

## 軸流ファンの騒音を

## 予測・検証できます

### 概要

高効率かつ低騒音な高機能な流体機械の開発を目的とした研究を行っています。近年、ファンにおいては性能とともに静粛性が求められており、設計段階において騒音を予測・低減することが望まれています。私たちは、比較的小型の軸流ファンを対象とし、発生する音の低減を目的に、ケーシング形状や設置環境がファン性能および騒音に及ぼす影響について分析しています。

### 従来技術

- ファンの騒音の評価は近似モデルを用いていたため、音の発生原因を十分に説明することが難しい場合があります。

### 優位性

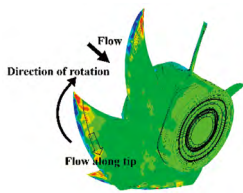
- ファンやケーシングの形状が性能および発生音に及ぼす影響を評価可能。
- ファン設置環境による性能の変化や騒音の変化についても予測可能。
- 圧縮性解析のため比較的高い回転数であっても予測可能。

### 特徴

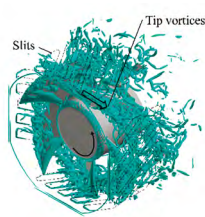
#### 【ケーシングスリットがファン性能・騒音に及ぼす影響についての圧縮性流れ解析】

ケーシングにスリットを有する小型軸流ファン周りの流れと発生音に関して数値解析を実験とともに、解析精度を実証するとともに、スリット開口率が変化した場合の流れと発生音の変化を明らかにしました。本解析手法は流れと発生音を同時に高精度に解く手法であり、回転流体関連機器の流れ場や発生音の予測への応用が期待されます。

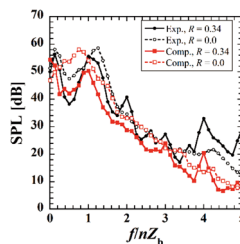
- ファンによる圧力上昇量および動翼後流とストラットの干渉などにより発生する音を精度よく予測できる。
- スリット形状が変化することで、翼端周囲の流れ場が変わり、性能や発生音に影響を及ぼす。
- 翼端部付近では翼端渦が形成され、翼端渦が隣接翼と干渉する際には広帯域騒音が強まる。



軸流ファン動翼上の圧力分布  
および限界流線の予測結果



軸流ファン周りの渦構造の  
予測結果



ファン騒音の実験値および解析による  
予測結果（Rはスリット開口率を表す）

### 実用化イメージ、想定される用途

- 小型軸流ファンの低騒音化
- ファン設置環境が性能・発生音に及ぼす影響に関する設計段階での評価

### 実用化に向けた課題

- 現状では、数値解析コストの問題より解析可能なファンの大きさや種類には制約がある。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また、協力しながら研究に取り組める共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

機械工学会

省エネルギー工学研究室

<http://ec.me.tut.ac.jp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 高速輸送機関や流体機器の流れや音場の解明

機械工学会

横山 博史

教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/h-yokoyama>

## 省エネ・低騒音化にお役に立てます

### 概要

飛行機・高速車両・自動車などの輸送機関やファンなどの流体機器からは渦の変形などの流れの非定常現象により空力騒音や振動が発生しています。省エネルギーかつ静粛な機器の設計指針構築を目的とし、周囲の流れや音場について風洞実験および流れと音の直接計算により明らかにし、研究を行っています。またプラズマアクチュエータなどを用いた能動的な流体制御、熱音響現象(熱エネルギーと音波の交換現象)を利用した音響エネルギーの有効利用にも取り組んでいます。

### 従来技術

- ・経験に基づく設計
- ・実機製作における試行錯誤
- ・機器の運用・設置後の問題発生

### 優位性

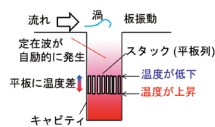
- ・流れ場や音場に基づく普遍的な設計指針の構築
- ・機器の周囲条件による影響を考慮した設計
- ・流れの能動的制御による周囲条件変化への対応

### 特徴

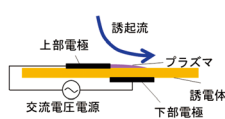
流体機器および自動車や高速車両の高機能化(省エネルギー化、低騒音化)を目的に、高速車両の車両間部や飛行機車両装置格納部などの溝部(キャビティ)周りの流れから発生するキャビティ音や空冷用ファンの性能および発生音などについて、研究を行っています。人工的に流れを発生させる風洞を用いた実験とともに、流体と音を直接的に予測するシミュレーションを用いて、機器周囲の流れ場や音場を明らかにしています。さらにプラズマアクチュエータ(薄い誘電体に隔てられた電極対に高周波交流高電圧を印加し生じるプラズマを利用して気流を発生する物)を用い、能動的な流体制御を実施しています。また、音響エネルギーを熱エネルギーに変換される現象である熱音響現象を利用し、音響エネルギーの有効利用を目指しています。

### 【空力騒音の例】

- ・流れの中の溝部(キャビティ)からの音
- ・自動車グリルなどの平板列、ボンネットなどの折れ線形状
- ・空冷用ファンなど回転流体機器からの音



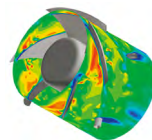
音から熱エネルギーへの変換



プラズマアクチュエータ



キャビティ音



ファン周囲の流れのシミュレーション

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・流体機器および自動車や高速車両の高機能化(省エネルギー化、低騒音化など)
- ・機器周囲の流れや音場に基づく設計指針の構築

### 実用化に向けた課題

- ・数値解析のコスト削減(時間のコストも含む)
- ・実用的機器における計算精度の検証

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# マルチモーダルセンシング技術の創出

次世代半導体・センサ科学研究所

澤田 和明

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0094796>

## 概要

「イオンイメージセンサ」技術をベースに様々な物理、化学現象をミクロンレベルの分解能でリアルタイムに可視化する「マルチモーダルセンサ」の創出と社会実装を目的としています。

## 従来技術

- ・ センサー出力の個別データをバッチ処理またはクラウドにアップする。
- ・ データ処理はローカルに実施する。

## 優位性

- ・ リアルタイムに画像等で出力可能です。
- ・ クラウドにてAIが解析、フィードバック可能となります。

## 特徴

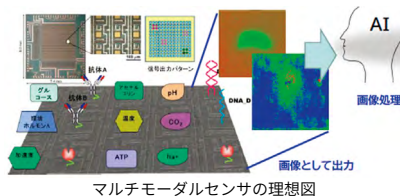
本学が世界で初めて開発した「イオンイメージセンサ」技術をベースに様々な物理現象や化学現象をミクロンレベルの分解能でリアルタイムに可視化する革新的な「マルチモーダルセンサ」の創出と社会実装を目的としています。これらはSociety 5.0 社会におけるセンサへの要件(多量、多品種、低コスト等)を満たすもので、市場展開が期待されています。

## 【Society 5.0 社会のセンサ要件】

- ・ 様々な物理量や化学量がセンシング可能
- ・ 高いセンシング分解能
- ・ リアルタイム出力可能
- ・ AI処理対応可能な出力情報
- ・ 多量、多品種、低コスト

## < 開発例 >

- ・ マルチモーダルイメージセンサ素子の高度化
- ・ マルチガスセンシング技術開発
- ・ 圧力センシング技術開発
- ・ バイオマーカーの高感度計測



## 実用化イメージ、想定される用途

- ・ 医療、バイオ、化学分野用等の複合機能センサ

## 実用化に向けた課題

- ・ 用途別マルチモーダルセンサの開発
- ・ 使用する事業体との実証研究
- ・ センサ量産化企業の開拓

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 実環境で使用可能な福祉ロボットの実現

機械工学系

武田 洸晶

助教

研究者情報: <https://researchmap.jp/mizukitakeda>

介護分野では、言葉による  
コミュニケーションが重要です

## 概要

人工知能 (AI) ベースのロボットはさまざまな分野で人気を博し、介護ロボットの需要が高まっています。このような介護ロボットは、人間の状態などを認識または推定し、その結果に応じた行動をとります。私たちは設置の上下運動により、人間の起立・着座もサポートできる歩行器型ロボットを開発しました。

## 従来技術

- ・環境やユーザを認識して自律的にロボットが動くため、動作の内容やタイミングを人間が理解できず、不安感を覚える。
- ・ロボットの動作がわからないため、人間がうまく動きを合わせられず、使いにくい。

## 優位性

- ・ロボットが人間に情報を適切に提示することによりアカウンタビリティを達成し、不安感を与えません。
- ・ロボットによる認識や推定が不完全であっても、お互いの協調により目的の動作を行うことができます。

## 特徴

### 【音声ガイダンスを用いた起立支援システム】

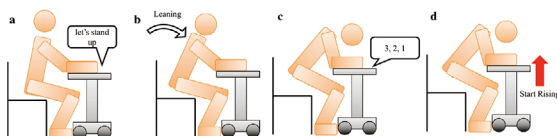
使用者が肘置きに寄りかかった状態で肘置きを上昇させることにより、起立動作を支援するロボットシステムを開発しました。言葉によるコミュニケーションは介護にとって重要であるため、起立を誘導するガイダンスとロボットの動作のタイミングの提示に、音声を採用しています。

提示する情報の内容とタイミングを分析し、推定に基づいて行動するロボットがアカウンタビリティを果たし、推定が厳密に正確でなくてもシステムを有用にすることができることを明らかにしました。

1. ロボットからの情報提示がないシステムは、人間に不安を与え、推定が正確であっても使いづらい。
2. 適切な情報提示により、推定が厳密に正確でなくても、うまく起立支援を行うことができる。



支援ロボットの側面図  
(a) 肘置きが低い状態  
(b) 肘置きが高い状態



音声誘導・支援の手順 (a) 座位時の音声誘導「立ち上がりましょう」(b) ユーザの前傾 (c) 前傾終了時の音声誘導「3、2、1」(d) 音声誘導後の肘置きの上昇

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・介護福祉ロボット
- ・医療用ロボット
- ・産業用作業支援ロボット
- ・パートナーロボット
- ・見守りシステム

## 実用化に向けた課題

- ・高齢者を対象とした実証

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

機械工学系

ロボティクス・メカトロニクス研究室

<https://www.rm.me.tut.ac.jp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

## 無機ナノ材料の液相合成と光学・光電気・光触媒特性

電気・電子情報工学系

河村 剛

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read-0148888>

## 形状や配列が高度に制御された金属および金属酸化物ナノ構造体を作っています

## 概要

金属やその化合物のナノ構造体はその新奇な特性から大きな注目を集めています。私たちはこれまでにないナノ構造体を安価な液相合成法で作製することにチャレンジしています。例えば、表面プラズモン共鳴を示す無機ナノ材料や、巨大なヘテロ界面を有するナノ複合材料を合成し、その特性を評価しています。

## 従来技術

- ・バルク材料が示す特性を利用できる。

## 優位性

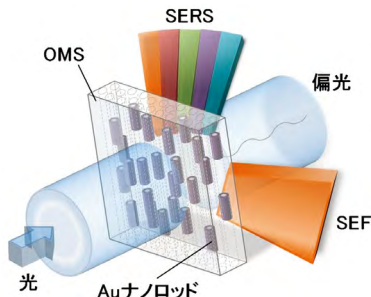
- ・高度に設計されたナノ材料を作製することで、表面プラズモン共鳴や量子サイズ効果により、大きく向上した特性を利用できる。

## 特徴

例えば、金属ナノ粒子を広範囲にわたって規則的に配置し、ナノ粒子特有の特性(表面プラズモン共鳴等)を集团的に誘起することで、新規光学・触媒デバイスへの応用が可能となります。メソ細孔構造を有した無機材料を用いて、金属をその細孔内へ化学的に析出させることで、金属ナノ粒子が規則的に三次元配置された、金属-無機ナノハイブリッド材料の作製を行います。

右図のように、形状や配列が高度に制御された貴金属ナノ粒子の作製に成功しました。これは特異的な光触媒作用を示すことや配列の周期性を高めることで、超薄膜偏光子への応用も可能であることを明らかとしました。

他にも合成に成功した金属および金属酸化物ナノ材料の種類は多岐にわたっており、その応用範囲は光触媒や光学素子に限らず、太陽電池やメモリ材料などに亘っています。近年は特に、太陽電池と光触媒を組み合わせた、プラズモンick水分解システムの研究に力を入れています。



## 実用化イメージ、想定される用途

- ・水分解用光電極触媒
- ・太陽電池の光電極
- ・光変調素子
- ・表面増強ラマン散乱 (SERS) 基板
- ・ナノ構造が有効な素子

## 実用化に向けた課題

- ・多様なナノ材料を作製する技術は既にあるため、具体的な応用先について、個別の課題をクリアできるナノ材料の選定が必要で
- ・その上で、性能の向上に向けた検討を行い、実用化の可能性を実証することが必要です。

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 超微細で脳にやさしい神経電極デバイス 「豊橋プローブ」

次世代半導体・センサ科学研究所

河野 剛士 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/takekawano>

## 超微細神経電極で切り開く脳科学

### 概要

脳内の神経細胞(ニューロン)の働きをより良く知るための電位記録デバイスの開発が必要です。生体に応用可能な、超微細で低侵襲・低負担なプローブ型(刺入型)電極デバイスの研究開発を行なっています。

### 従来技術

- 電極の先端径が40~100μm程度と太く刺入時の表面歪が極めて大きい。刺入後の組織損傷のため信号計測できない場合もある。

### 優位性

直径数μm程度の細くてしなやかな針のため刺入抵抗が低く、安定且つ長期計測ができます。

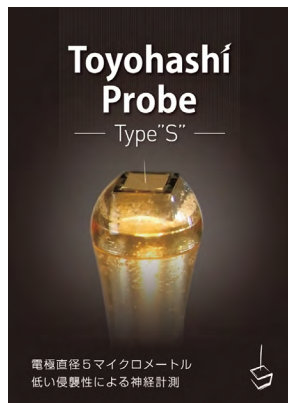
### 特徴

本学独自の直径数μm程度の微細プローブを用いて、脳組織内のニューロン活動の電気信号を低侵襲で計測可能となりました。刺入時の表面歪が20μm以下に低減され、かつ刺入による損傷なくニューロン信号が計測できます。被験対象生物へのダメージを低減し、脆弱な生体からの信号計測も可能となりました。

また、長期に亘る脳計測技術としての応用も可能です。

### 《豊橋プローブ》

- シリコン結晶成長技術で細くてしなやかな針、直径数μmの微細プローブです。
- ⇒電極刺入による組織へのダメージが低減できる
- 針は脳に刺入すると電極となり、ニューロン活動を計測可能です。
- ⇒長期安定計測で脳科学、ブレイン・マシン・インターフェース(BMI) 応用に期待
- 特に低侵襲性が求められる 疾患脳(モデル動物)への適用できます。
- ⇒細い生体にやさしい、刺入抵抗が低く安定計測
- シリコン基板上だけでなく、柔軟なフィルム上にも形成可能です。



### 実用化イメージ、想定される用途

- 脆弱な生体組織からの信号計測
- げっ歯類(マウス、ラット等)への刺入、および神経計測と脳・神経科学基礎研究への応用
- 微小生物(例えば、ハエ、蚊など)への刺入、および信号計測と農薬の効果検証(病虫害からの神経信号計測による)

### 実用化に向けた課題

- 多チャンネル化
- プローブ長を数mm単位まで伸ばし脳の深部への測定化
- 有線計測のための行動制約があるので無線化

### 企業等への提案

プローブの量産化の技術を持つ企業、脳の機能を変化させる薬剤を開発中の企業、神経再生医療分野への展開を考えている企業等との技術相談や共同研究をお待ちしております。

次世代半導体・センサ科学研究所

Kawano Research Group

<https://sites.google.com/view/kawanogroup>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

## 空間変調の研究

電気・電子情報工学会

竹内 啓悟

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0145865>

# エコな通信方式の創出を目指しています

## 概要

従来の変調方式では1か-1のどちらかを送信することで情報を伝送していたのに対して、空間変調では信号の取りうる状態に0(信号を送信しない)という状態を追加して情報伝送を行います。送信機が信号を送信していないということ自体に情報を載せるため、空間変調は送信機で優れた電力効率を実現することができます。私たちは、圧縮センシングと呼ばれる分野で扱われる問題と我々の問題との類似点に着目して、効率的な受信方式の創出を目指しています。

## 従来技術

- 従来のMIMO伝送方式では、送信アンテナと同数のRadio frequency(RF 高周波)系を用意する必要があります。RF系は、高性能なDA変換器を必要とするため、電力消費の大きいデバイスです。

## 優位性

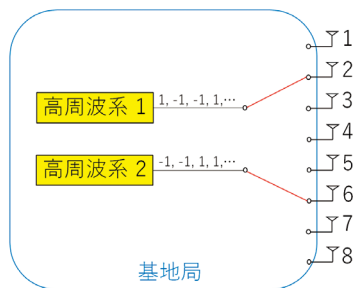
- 空間変調では、同時に1本の送信アンテナしか使用しないため、送信アンテナの数によらず、1つのRF系で送信器を構成できます。そのため、空間変調は、送信器の電力効率の観点で優れた伝送方式と言えます。

## 特徴

Generalized spatial modulation(GSM 一般化空間変調)では、伝送速度を向上させるために、同時に使用されるアンテナの数は1本に限定されません。私たちは、GSMが情報理論的な電力効率の限界を達成することを証明しました。

## 【研究成果】

1. 受信器でChannel state information(CSI 通信路状態情報)を利用できるi.i.d.レイリーブロックフェージングMIMO通信路では、同時に使用される送信アンテナの数に関係なく、Quadrature phase-shift keying (QPSK 直交位相移変調) GSMが、情報理論的な電力効率の観点で最適であることが分かりました。
2. CSIを利用できない場合にも、時間領域の電力割当を行えば、QPSK GSMが最適であることが分かりました。
3. QPSK GSMは、情報理論的な電力効率の観点から、高速・大容量よりも省エネが求められる通信システムにおいて、実質的に最良の選択肢と言えます。



一般化空間変調の送信器

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・光通信システム
- ・第6世代無線通信システム
- ・IoTネットワーク
- ・センサーネットワーク

## 実用化に向けた課題

- ・見通しの有無や空間相関の影響の調査
- ・マルチユーザMIMOへの拡張
- ・高性能かつ低計算量な復調方式の創出
- ・効率的な帯域制限の方法

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 多項目バイオマーカー検出のための MEMS 光干渉型バイオセンサ

電気・電子情報工学系

高橋 一浩 教授

研究者情報: [https://researchmap.jp/kazuhiro\\_takahashi](https://researchmap.jp/kazuhiro_takahashi)

## 超高感度 バイオセンサ 作れます

### 概要

身の回りでセンシングの対象となる、においや生体情報などの化学量を計測するセンサデバイスの開発は物理センサと比較して研究が遅れています。私たちは、化学物質や生体分子の吸着量を測るケミカルバイオセンサとして、吸着分子間の分子間相互作用や質量に着目し計測するMEMS技術を研究しています。

### 従来技術

- ・多項目診断が困難、抗体試薬使用量多い
- ・MEMS型バイオセンサは変換効率が低く感度が悪い

### 優位性

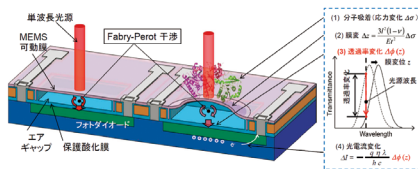
- ・ファブリペロー干渉計の光透過率は指数関数的に変化するので、ピエゾ抵抗素子を用いた方式より、最少検出限界が100倍以上改善できます

### 特徴

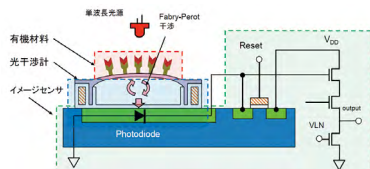
タンパク質などの生体分子同士の相互作用を電気信号に変換する技術として、半導体集積回路基板上にナノキャビティを有する薄膜を作製し、MEMSファブリペロー干渉計とバイオセンサ技術を融合し、ラベルフリー且つ超高感度に分子相互作用を測定できるセンサを開発しました。さらに、検出部分にCMOSイメージセンサ回路を設けることにより、多項目のバイオマーカーを同時に検出することが可能です。

#### 《特長》

- ・膜変位に対し、光透過率は指数関数的に増加・減少をするため超高感度
- ・シリコンよりも柔軟な材料を用いて、分子間力に対する変形量を増大可能
- ・アレイ化したセンサにより複数種類の抗体を短時間にスクリーニング可能



MEMS 光干渉型バイオセンサ



MEMS 光干渉型バイオセンサ模式図

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・家庭での病気(がん、心筋梗塞、アルツハイマー病など)マーカー検出、早期診断、治療の効果確認
- ・ウイルスのその場検出
- ・創薬における研究開発ツール
- ・細胞の代謝活性評価や神経伝達物質のイメージング

### 実用化に向けた課題

- ・安定した液中測定を行うための封止・実装技術の向上
- ・抗体分子とセンサ界面の処理技術
- ・異なるマーカー抗体・レセプタを素子毎に塗り分ける技術の開発

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

電気・電子情報工学系

集積化バイオセンサ・MEMS グループ

<http://int.ee.tut.ac.jp/bio/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# フィジカルケアロボットによる からだの状態推定と制御

情報・知能工学系

北崎 充晃

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/mich>

## 概要

私たちが世界をどのように知覚し、他者とのようなコミュニケーションをしているのかを科学的に解明しようとしています。人による手作業とそれが対象に及ぼす相互作用の理解と制御を目的とし、フィジカルケアロボットの新たな提唱と要素・統合技術の研究を行っています。

## 従来技術

- ・指圧やマッサージの施術方法や効果は施術者の知識と経験で判断している。

## 優位性

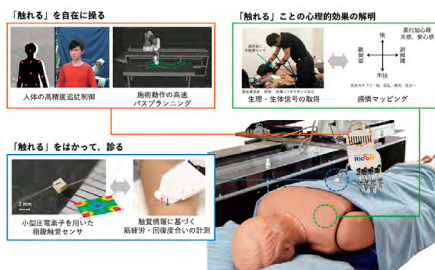
- ・ロボットによる施術が可能
- ・人的制限の排除(緊急対応や長時間施術)
- ・効果の数値化による客観的評価が可能

## 特徴

本研究でのフィジカルケアロボットは、指圧・マッサージ運動に特化した知能制御機械によって、身体に効果的な施術を行う方法とシステムを構築することを目指しています。また効果を数値化するために身体・感情の評価方法を検討しています。

## 《研究内容》

- ・「触れる」を自在に操る  
⇒多指ハンドと多関節アームとの協調動作制御系の確立
- ・「触れる」ことの心理的效果の解明  
⇒ロボットが人に「触れる」ことの心理的效果の解明
- ・「触れる」をはかって、診る  
⇒ヒト心身状態の計測のための指腹センシング技術の創成



「触れる」をきわめる研究内容

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・フィジカルケアロボット
- ・身体のか覚、心理状態の評価システム

## 実用化に向けた課題

- ・人の手に代わる機構の開発
- ・人に特化したセンサーの開発とセンシング技術の開発
- ・共同研究者、企業

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# フィルタフリー蛍光イメージセンサ

電気・電子情報工学系

崔 容俊

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/yonyuni>

## 人体細胞活動の解明を目指して

### 概要

体内・脳内の細胞活動を解明するためにさまざまな研究が行われており、蛍光検出法は得られる情報量が多く取扱いが容易であるため、最も有用な方法の1つとして注目されています。本研究では、CMOS技術により単画素で光学部品などを必要としない蛍光センサを実現し、波長別の光量の情報を画像化できるフィルタフリー蛍光イメージセンサの開発を目指しています。

### 従来技術

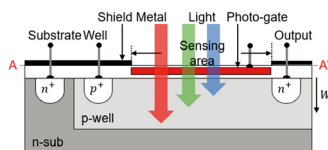
- 光学部品を搭載したイメージセンサは検出される蛍光の波長が固定され、複数蛍光の同時検出や蛍光試薬の変更への対応ができません。

### 優位性

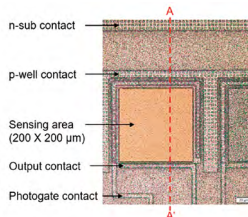
- 波長に依存するシリコンの光吸収深さを用いるため、光学部品を使用せずに検出ターゲットの波長が変更された場合でも同一デバイスで光強度や波長を検出することが可能です。

### 特徴

- 入射光の50~70%の光量が損失するRGBイメージセンサと比較して、2~3倍以上の高い空間分解能を持つイメージセンサの実現が可能になります。
- 特定波長を選択するフィルタと光学部品などが不要になるため、製作工程が簡単かつ小型で安価なイメージングシステムの実現が可能になります。
- 単一のピクセルでスペクトル情報を取得し、2次元の画像情報に変換することで、特定の波長情報を持つターゲットの識別が可能となり、環境、農業、およびバイオ・医療分野への応用が期待されます。



フィルタフリー蛍光センサの断面模式図



フィルタフリー蛍光センサ

### 実用化イメージ、想定される用途

- 医療・バイオ・生化学などへの応用が可能
- 多種のRNA/DNAを同時に検出するRT-PCR装置
- 微生物や細胞などの定量分析
- その場でウイルスの感染検査

### 実用化に向けた課題

- 小型化された検査システムの開発
- 多分光メカニズムの解明と実証

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 環境認識と行動計画によるロボットの知能化

情報・知能工学系

三浦 純 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/jun.miura>

## 自分で考え行動する知能ロボット

### 概要

複雑な環境下で自律的に行動できる知能システムを研究しています。カメラや距離センサで環境を認識し、状況に応じて臨機応変に行動を計画する高度な情報処理 (AI) が知能システム実現の鍵です。

### 従来技術

- あらかじめ整備された環境や、限定された状況でのみ動作するロボットです。

### 優位性

- 状況に応じて自律的に行動するロボットが実現可能です。

### 特徴

**最新研究 1: 多様な環境を移動できるロボット**  
カメラやレーザ距離センサを用いて通行可能領域を認識し、安全に移動します。多様な環境をロバストに認識するための手法を研究しています(図1)。



図1さまざまな環境での自律移動

**最新研究 2: 人物の検出と識別**

人物の検出・識別手法を研究しています。多数の人物を同時に検出したり、特定人物を追跡し続けたりすることができます(図2)。

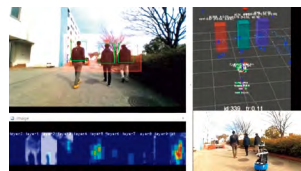


図2人物の検出・位置推定と特定人物識別の結果

**最新研究 3: 生活支援ロボット**

必要に応じて人と会話しながら指示された作業を行うロボットを研究しています。人からのあいまいな指示を人への質問や環境の認識を通して明確化することができます(図3)。

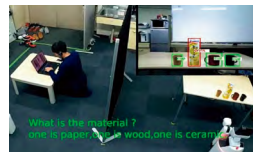


図3それがユーザの cappuccino を言葉で尋ねるロボット

### 実用化イメージ、想定される用途

- 付き添いロボット、見守りロボット
- 屋外(公園、広場、農場など)移動ロボット
- 人と協力して作業をするロボット

### 実用化に向けた課題

- 想定用途に向けた実証研究

### 企業等への提案

これまでに多くの共同研究の実績があります。ロボットは認識、計画、制御にかかわる総合的な技術分野ですが、ロボットシステム全体だけでなく、個別の技術の応用についても対応可能です。ご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 分光情報を用いた不可視情報の可視化

情報・知能工学系

中内 茂樹

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0082060>

視覚を超える超視覚技術を  
開発しています

## 概要

物体から反射光には、その物体に由来する特徴的な分光情報を有することが知られています。物体の反射光のなかでも可視光は、色情報として得ることができますが、人間の視覚では見ることのできない近赤外光にも特徴的な吸収・反射バンドが見られることが知られています。こうした可視光や近赤外光の情報の可視化は、さまざまな分野への応用が期待されています。

## 従来技術

- ・人の視覚で認識できる可視光での情報(可視情報)のみを得ていました。

## 優位性

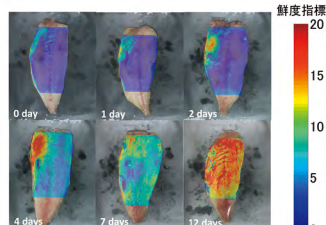
- ・可視光外の光領域での情報を認識でき、新たな評価や事象の理解が可能となります。

## 特徴

### 【研究成果例】

#### 1. 最適励起・蛍光波長による食品品質イメージング

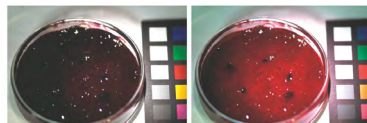
品質(鮮度や味)が低下することにより変化する蛍光成分に着目し、励起・蛍光マトリックス(EEM)を用いて食品品質、特に冷凍魚の鮮度の推定を行いました。鮮度と旨み成分量の推定に最適な励起波長と蛍光波長の組み合わせを調査し、得られた最適な蛍光成分を用いて魚の鮮度指標K値と旨み成分IMP値の可視化に成功しました。



EEM イメージングによる冷凍魚の鮮度可視化

#### 2. 機能性光源の設計と検査工程への応用

色の違いを強調することに特化したLEDによる照明装置として、ブルーベリージャム製造工程における異物検査をターゲットとし、異物を含むブルーベリージャムのスペクトル計測、照明設計、LED照明装置開発を行いました。



機能性光源：ブルーベリージャムの異物検出光源例

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・蛍光イメージングによる品質計測・生産管理
- ・機能性光源を用いた目視検査工程におけるヒューマンエラーの削減

## 実用化に向けた課題

- ・装置の小型化・簡略化
- ・実用化に向けた実証研究

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また、共同研究や受託研究等の検討の際には、ご連絡ください。

# 地表面などに対する形状の変化箇所を 特定するための研究

情報・知能工学系

金澤 靖

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0177651>

## 広範な場所の 一部の形状変化を見つけます

### 概要

東日本大震災の津波による行方不明者や遺失物の捜索は、現在も関東沿岸等で続けられており、これらの捜索では砂浜の地表面の形状の変化や漂着物などの把握が重要です。私たちはドローンによる空撮画像からその形状を計測し、地表面などの一部の形状が変化した場合に、その変化の検出と場所の推定を高精度に行えるだけでなく、実際の現場で使えることを目指し、研究・開発をしています。

### 従来技術

- 空撮映像からリアルタイムに3次元計測を行うためのシステムでは、形状計算に多くの時間が必要となるだけでなく、異なる時刻のデータとの形状変化の把握にも多くの時間を必要とします。

### 優位性

- 異なる時刻のデータと異なる復元方法で生成された3次元形状の一部の形状変化を捉え、その形状の変化と場所を3次元で確認できます。

### 特徴

#### 【研究成果】

平面形状の変化を検出し3次元空間上で復元するため、平面形状に特化した回転不変な特徴記述子を設定し、特徴量ベースのキーポイント(画像中の特徴的な部分)マッチングにより2つの砂浜等の平面形状の位置合わせを行う手法を開発しました。

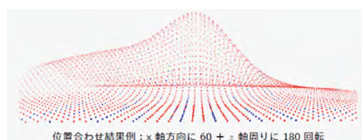
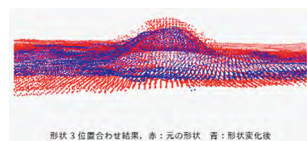
特徴記述子には、砂浜等の平面形状の起伏を捉えやすくするため、キーポイントと周辺点群の法線の情報を符号化した特徴ヒストグラムを用います。

#### 《実験結果》

- 開発した特徴記述子は回転不変で平面上の起伏の特徴を上手く表現出来ました。
- 既存手法(SHOT: Signature of Histograms of Orientations)と比較してノイズの影響を受けやすいことが分かりました。



3次元復元技術高精度化イメージ

位置合わせ結果例：x軸方向に60°±、軸周りに180°回転  
初期位置の異なる点群の位置合わせ結果形状3位置合わせ結果、赤：元の形状 青：形状変化後  
実際のデータの位置合わせ結果

### 実用化イメージ、想定される用途

- 砂浜の地表面の形状や漂着物などの把握
- 河川等の護岸や山の法面の形状変化の確認

### 実用化に向けた課題

- スケール変化への対応
- 形状変化の検出法の実装
- Realtime SfM システムへの導入と更なる高速化

### 企業等への提案

人手による地表面の形状変化を捉える業務の精度や生産性向上に有用な技術です。この技術のニーズをお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

画像からの3次元形状復元、ドローン映像処理、  
交通弱者のための危険検知システム、  
3次元高精細リモートセンシング、深層学習

# 交通弱者のための画像処理システムに関する研究

情報・知能工学系

金澤 靖

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0177651>

## 車の向きと軌跡で危険を予知します

### 概要

画像から得られる情報は極めて多くの情報があります。私たちは、ドローン映像からの3次元復元をはじめ、物体の認識、人物の追跡、それらの基礎となる画像間の対応付けから、MR技術への応用など、画像に関する研究を行っています。

### 従来技術

- ・車両に搭載したカメラやレーダによる歩行者検知、運転者への警告と自動ブレーキを動作させます。
- ・自動車のためのシステムです。

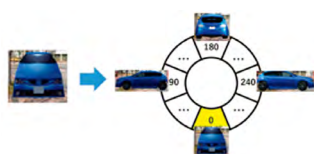
### 優位性

- ・全方位カメラを用いており、どの方向から近づいてくる車両も検知可能です。
- ・自動車のためのシステムではなく、歩行者のためのシステムです。

### 特徴

本研究は、子供や高齢者などの交通弱者のための危険検知システムです。全方位カメラ画像から、周囲の車両の移動を追跡し、同時に車両の向きを検知することで、危険度を計算し、歩行者に危険を知らせます。車両の検出および向き推定は深層学習を用いています。

システム構成と処理の流れ



車両の検出はYoloを用いる  
検出した車両の向きをCNNで推定する



車両の検出と追跡が重要! → AIの利用

全方位カメラは自分(交通弱者)を中心に  
全方向撮影可能。  
軌跡の直線当てはめの精度を用いた危険  
度計算



車の色	all	front	rear
Gold Car	87%	100%	40%
Green Car	54%	80%	20%
White Car	46%	80%	80%
Red Car	42%	60%	0%
Average	52%	80%	35%

車両の向き推定精度の向上が必要  
システムの小型化が必要

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・ランドセルの上部につけられよう歩行者向けの警告グッズ

### 実用化に向けた課題

- ・車両の向きの推定精度の向上とシステムの小型化軽量化、高速化が必要

### 企業等への提案

車両検出および危険検知以外の画像処理アプリケーション開発も検討します。ニーズをお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 高度なロボットシステムの構築と動作制御技術

情報・知能工学系

垣内 洋平

教授

研究者情報: [https://researchmap.jp/yakiuchi\\_rmap](https://researchmap.jp/yakiuchi_rmap)

## 人間型ロボットの高度な動作制御を 実現します

### 概要

ロボットの動作制御や作業計画を行う計画知能、カメラ・センサ等を用いた認識機能を統合した高度なロボットシステム構築の研究を行っています。例えば、ロボットの外装や関節構造の工夫、高度な軌道計画を少ない計算量で実現する制御システム等をはじめとする研究成果の活用により企業様のロボットハードウェアで課題解決に合わせた最適なシステム構築が提案できます。

### 従来技術

- ・接触を想定していない部位に環境との接触がある場合、自重で破損しやすく動作可能な環境が限定的。
- ・はしご昇降等の高度な動作は、軌道計画における計算量が膨大で実機への実装は不可。

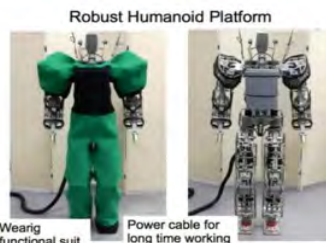
### 優位性

- ・耐荷重接触点を多く持ち、外部衝撃に強いロバストな外装を実現。転んでも壊れにくい転倒動作の生成し、継続動作が可能。
- ・開発した軌道計画法を適用し、実現例が無かった実機でののはしご昇降動作を実現。

### 特徴

近年工場や発電所、災害地域などでより高度で自由度の高い移動や作業の実行が可能な人間型ロボットの活用が期待されています。一方で、従来の人間型ロボットは、あらかじめ想定された部位以外が環境と接触する場合、容易に破損し、その修理や補助のためにかえって人手を要するなど、実環境での活用が難しい現状があります。また、従来技術で実現できる動作も限定的です。例えば傾斜の激しい階段、はしごの昇降などにおいては、関節可動域限界、トルク限界、三次元的なバランス維持など、多様な制約を同時に満たす高度な軌道計画を行う必要があり、計算量が膨大となるため、実機への適用は実現できていませんでした。

- 解決のため、高度なロボットシステム構築に関する研究を行っています。例えば、
- ・環境との接触点を全身に多く持たせることで、転倒した場合でも起き上がり継続して動作を行うことが出来る堅牢なロボットを開発しました。
  - ・また、重心の実行可能領域を加味し、計算量を低減させた軌道計画手法を開発し、垂直はしご昇降動作の実機での実験を成功させました。本軌道計画法は、2足歩行、4足歩行、乗り移りなど、厳しい制約のある多様な軌道計画に適用が可能です。



### 実用化イメージ、想定される用途

人間の代わりに柔軟な動作・作業を長時間継続実行するロボットシステム

- ・工場
- ・発電所
- ・災害現場等をはじめとする危険地域

### 実用化に向けた課題

- ・ロボットシステムはハードウェアとソフトウェアシステムを上手く統合する必要があります。ハードウェア開発、システム開発のいずれも、実際の課題に対応して構築する必要があります。

### 企業等への提案

ロボットにより解決ができそうな課題があれば、解決できるシステム提案することができます。また、ハードウェア技術がある企業の技術を活かしたロボットシステム化ができます。

# ヒト腕の随意運動の計算論的研究

情報・知能工学系

**福村 直博**

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/hiro67fkm13>

## ヒトの運動システムを

## 解明・応用します

### 概要

人間の腕の運動や物体操作などの制御、その運動を実現している認知(対象物認識など)の仕組みと運動学習機能に注目し、計算論的神経科学の立場から、これらの高次情報処理機構の解明を目指しています。得られた知見を基に、福祉工学への応用や、柔軟に環境に適應できる知能ロボットの実現を目指しています。

### 従来技術

- ・人の運動機能の研究では脳計測などの生理学的なアプローチが主流ですが、制御メカニズムの解明は難しいです。

### 優位性

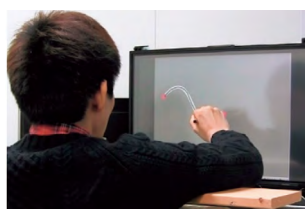
- ・人の運動計測実験に基づき、工学的な視点から巧みな運動を実現している運動学習や制御メカニズムの解明を目指します。

### 特徴

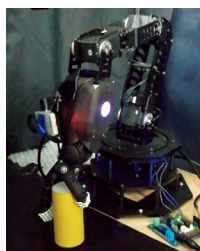
ヒトは複雑な外界の情報を視覚などの感覚器官から得て、運動に必要な情報を抽出し、それを基に適切な手足の動かし方を選択し、正確に制御するという情報処理によって、様々な巧みで正確な運動を実現しています。このときに脳が行っている認知、運動パターンの選択や生成、運動制御などの情報処理過程を明らかにすることを目的とする研究を進めています。

研究では、人が通常行っている運動だけでなく、Virtual Reality Systemを使った仮想空間内での運動など、様々な条件における運動をモーションキャプチャや視線計測装置などを用いて計測する実験を行い、得られた手や腕の運動軌道や、運動をしている時の視線のデータから人の運動パターンの特徴や制御の仕組み、運動学習のプロセスなどを調べています。そして人の運動の特徴を再現できる、運動制御の情報処理過程の数理モデル化を行っています。

さらに、これらの知見を基に人の運動の解析技術の開発や、人のような柔軟で巧みな運動、物体操作ができるマニピュレータなどへの応用を検討しています。



線描画時の視線計測実験



ロボットハンド制御実験

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・現在の研究は、筋電信号から人の意図を読み取り、把持対象物に関する画像認識結果に基づき詳細なハンドの制御を行う義手システムです。運動中の視線計測により、運動学習の仕組みや運動技能の評価などに役立てたいと考えています。

### 実用化に向けた課題

- ・様々な対象物を操作できる義手システムには、軽量で自由度が多いロボットハンドを用いて多くの物体を対象とした把持運動データと、その対象物の画像データを大量に収集し、これらの情報を統合する学習モデルの検証が課題です。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 河口・沿岸域における土砂動態と地形変化の把握

建築・都市システム学系

加藤 茂 教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/skato>

## 現象の解明に取り組みます

## 地形変化を高精度で捉え問題解決や

### 概要

無人航空機 (UAV : Unmanned Aerial Vehicle) により短時間で大量の空中写真撮影を行うことで、水域条件が時々刻々変化する水辺の地形を限られた時間内で計測し、水辺の地形の3次元形状や、その地形変化を詳細に把握することを目的としています。

### 従来技術

- レベLvルやトタルステーション(TS)を用いた計測では、地形の3次元形状を把握するためには非常に多くの計測を行うことが必要で、時間も労力もかかります。

### 優位性

- 対象領域の3次元地形データを容易に取得でき、撮影条件次第で高精度の計測も実現できます。
- 現地での調査時間や作業量、人員を削減できます。

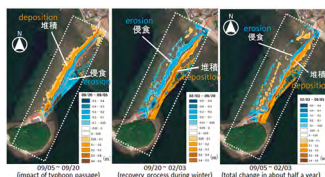
### 特徴

#### 【研究事例】

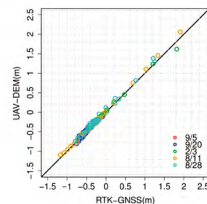
##### UAVによる干潟地形計測精度の検証

標定点(GCP)の数・配置や、空中写真撮影の条件を工夫することで、全球測位衛星システム(GNSS : Global Navigation Satellite System)測量結果との比較から誤差±5cm程度の高精度地形計測がUAVによって可能となりました。

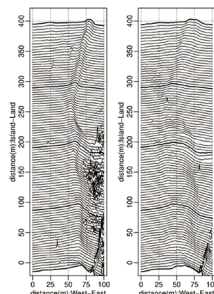
また、潮汐による水位低下が大きく広範囲の干潟が干出する夏季では、GNSS測量(GCPの位置情報取得)、UAVによる空撮、共に2時間程度で、干出範囲がやや狭くなる冬季においては1時間程度で調査が可能であり、干潟の干出時間内での地形計測が可能です。



UAVによる干潟の地形変化の調査結果 (1)  
平面地形変化



GNSSによる標高データと  
UAVによる標高データの比較



UAVによる干潟の地形変化の  
調査結果 (2) : 2週間での  
干潟の断面地形の変化

### 実用化イメージ、想定される用途

- 地形変化や土砂環境の高頻度モニタリング
- 3次元地形データを用いた土砂動態の把握

### 実用化に向けた課題

- 高精度計測を実現するための地上標定点(GCP)の効率的な配置の検討が必要。
- 計測精度確保のためには、調査環境・条件ごとの計測精度の検証が必要。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 雑音環境下における音声の位相特性を考慮した雑音除去と音声強調

情報・知能工学系

若林 佑幸

助教

研究者情報: <https://researchmap.jp/Wakabayashi-Yukoh>

周囲に雑音が存在しても  
精度高く対象音声を抽出できます

## 概要

雑音環境下において、基本周波数と位相歪み特徴量を用いた位相復元手法により背景雑音を除き、音声のみを強調する音声処理手法です。従来の位相復元手法と比較し、本手法は客観的評価と主観的評価の両方から高品質な音声強調を実現することが確認されました。

## 従来技術

- 従来手法である位相復元手法（STFTPI）は調波位相が満たすべき時間方向の動きに着目した手法です。
- 高域でビーブ音が追加されたような音声形成され、やや不自然な強調音声となることが指摘されています。

## 優位性

- 本技術「位相歪み平滑化手法」は、調波位相の時間方向に加え、周波数方向の制約も考慮した位相復元のための数理モデルです。
- より自然な位相の動きを時間周波数領域においてモデル化し、高品質な音声強調を実現します。

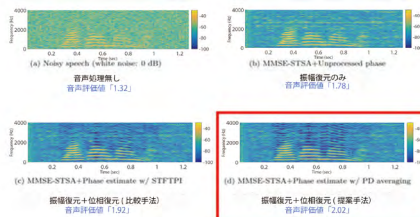
## 特徴

近年スマートフォンやタブレット端末を利用することで、どこでも音声通話や音声認識を行うことができるようになりました。様々な環境での使用が想定されることで、背景雑音を取り除き、聞きたい音声のみを強調する音声強調技術の重要性はより一層高まっています。

これまでの音声強調技術は、時間周波数領域における音声信号の振幅スペクトルのみを処理する手法が中心であり、位相スペクトルは重要でないと見なされてきました。しかし昨今、位相スペクトルが音声品質や明瞭度に重要な役割を果たすことが明らかになってきています。一方、近年提案された位相復元手法では、不自然な強調音声が生じることが指摘されていました。

本技術は、自然な音声強調を実現し、リスニングテストによる音質主観評価及び、音質客観評価（PESQ）、雑音抑制量（NRR）のいずれにおいても、優れた結果が確認されました。

雑音下においても、よりクリアな音声を取り出せる技術として、実用化が期待されます。



音声スペクトログラムの比較図

## 実用化イメージ、想定される用途

野外や騒音環境下での使用を想定される音声入力デバイスでの音声処理プログラム等  
例：産業用IoT機器/ロボット  
音声入力型カーナビ/スマートスピーカー

## 実用化に向けた課題

- 本技術は、基本周波数推定と位相復元の二つのモジュールが必要であるため、計算量削減のためのアプローチとして、一つのモジュールで位相復元可能にする必要があります。
- 深層学習との併用などが考えられます。

## 企業等への提案

音響信号処理に関する様々な技術開発・研究を推進してきました。昨今の情報化社会において必要不可欠な技術と認識しております。本技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また、共同研究等のご検討の際には、ご連絡ください。

# 植物工場内環境予測・評価モデルの構築

建築・都市システム学系

東海林 孝幸

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/tokairin>

植物工場内環境の予測・評価を通じて  
収量アップに貢献します

## 概要

近年、各地に植物工場が建設されています。このうち、太陽光利用型の植物工場は内部の環境要素(温湿度、気流、CO2濃度)の詳細な時空間分布の把握が困難でした。私たちはセンサーによる計測と共に数値流体モデルを用いて植物工場内の気流・温度・CO2分布の変動を予測し、収量増に結びつく適切な環境制御法を研究・開発しています。

## 従来技術

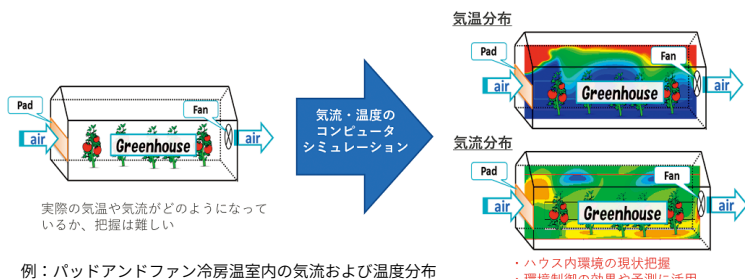
- 環境制御のためのセンサーはハウス内1点のみで環境の実態把握が難しく、制御が行き届かない箇所があり得ました。

## 優位性

- センサーによる計測と共に数値流体モデルを用いてハウス内の気流・温度・CO2分布の変動を予測しより細やかな環境制御が可能となります。

## 特徴

植物工場内部の環境(温湿度、気流およびCO2濃度分布)を、植物工場が所在する地域の気候特性をも考慮した、より精確に予測できる数値流体モデルを構築しました。太陽光利用型植物工場内の気候予測・評価を通じて、収量増に結びつく適切な環境制御法の確立に目指しています。



## 実用化イメージ、想定される用途

- ハウス内における気温やCO2のムラの把握
- 環境制御機器の配置と稼働効果の予測
- 外部気象要素を考慮した細やかな環境制御への活用

## 実用化に向けた課題

- 外部気象とハウス内部環境との関連性の解明
- 光合成を考慮した群落の二酸化炭素濃度分布予測モデルの構築

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 環境計測のためのマルチモーダルガスセンシング 技術の創出

次世代半導体・センサ科学研究所

野田 俊彦

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/TOS>

## 複数種類のガスを 1チップで同時計測

### 概要

環境計測の分野では光、音、温度、圧力、加速度といった複合情報を統合的にとらえるマルチモーダルセンシングが有用です。複数のガス成分(=において)を統合的にとらえること、いわばガスのマルチモーダルセンシングが実現できれば、環境計測分野での新たな展開が見込めます。

### 従来技術

- 単一ガスを高感度、高い選択性で検知するため複数のガス成分を統合的に捉えられない

### 特徴

本研究では、ガスの検出選択性や感度だけにとらわれることなく、様々なガスを幅広く検出可能なセンサシステムを開発しています。ガスの透過特性を制御する素子を新たに開発し、AIを活用した信号処理を導入することで、マルチガスセンシングを実現できます。

#### 【マルチモーダルガスセンサの概要】

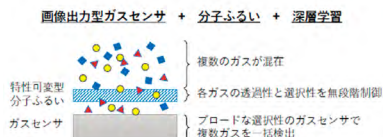
- 画像出力型ガスセンサ  
(各ガスに対応した画像を出力)
- 特性可変型分子ふるい機構を搭載  
(1つのセンサがあたかも複数のセンサとして動作)  
⇒ 1チップで複数種のガスを検出

#### 《マルチモーダルガスセンサ使用のメリット》

- 複数種類のガスを1チップで同時計測可能  
⇒ 複数のガスセンサが不要なため、非理想環境(夾雑物、湿度など)でもガス計測可能
- 分子ふるい機構と深層学習により多様なガスに対応  
⇒ AI活用に対応した信号処理が可能

### 優位性

- 複数種類のガスを1チップで同時計測可
- 画像出力型センサの出力を深層学習することにより、非理想環境下での計測にも対応



開発コンセプト：1チップで複数種のガスを検出

#### ガスセンサ直前に分子ふるい機構を導入

- 分子ふるいの機能により、センサの応答特性が変化
- 得られる応答特性 = センサの応答特性 × 分子ふるいの特性

あたかも別特性のセンサとして動作

#### 特性可変型分子ふるい

分子ふるいの特性を変化させれば、応答特性も変化  
⇒ センサの数(官能膜の数)を増やすのと同じ効果

### 実用化イメージ、想定される用途

- 環境計測機器用センサ
- 車載バッテリー等の健全性モニタリング
- ガス(二酸化炭素)による機器の故障予測
- 施設園芸(植物工場)のモニタリング
- 介護、見守り分野への応用展開

### 実用化に向けた課題

- 特性可変型分子ふるいのガス透過特性検証
- 各種ガスに対応した出力画像を用いた深層学習の結果検証
- センサ部以外に必要な計測システムの開発

### 企業等への提案

単にガスや二酸化炭素を数値的に捉えるのではなく、ビッグデータとして解析する事で「傾向をつかむ」「全体の状態を把握する」のが本センサの特徴です。共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 高減衰構造物への実験モード解析法の拡張 「低減衰化モード解析法」

機械工学系

田尻 大樹

助教

研究者情報：[https://researchmap.jp/daiki\\_tajiri](https://researchmap.jp/daiki_tajiri)

## 機械の振動モードを把握します

### 概要

機械・構造物の振動や騒音を低減するため、実験モード解析法で対象物の振動特性を把握することがあります。従来、低次の振動モードは把握しやすく、高次の振動モードはモード減衰比が大きいため振動モードを把握するのが困難でした。速度フィードバック加振力を加え実験モード解析することにより、高次の振動モードを低減衰化することで、振動モードを把握できます。

### 従来技術

低次の振動モードはモード減衰比が小さく共振峰をとらえやすいが、高次の振動モードはモード減衰比が比較的大きいため共振峰をとらえにくかった。

### 優位性

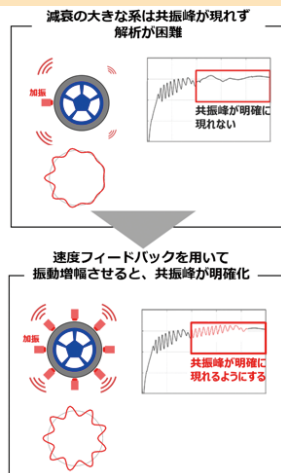
減衰力を小さくする速度フィードバック加振力を加え実験モード解析することにより、高次の振動モードを低減衰化することで、モード特性を同定でき、高減衰な高次振動モードの振動・騒音の低減対策が可能になります。

### 特徴

製品の設計において「騒音」「振動」の制御は、建物など大型構造物のみならず、機械装置、洗濯機やエアコンなどの家電の静音化、車、バイクの乗り心地などの快適性の追求など、私たちの生活に身近な製品の品質向上において重要な課題です。

実験モード解析とは、製品設計開発プロセスの中で、実際に対象物への加振試験を行い、対象物の固有振動数、減衰特性といった振動特性値を求め、理論値に適合するようモード特性を同定する解析手法です。

既存の実験モード解析では、ゴムなどの減衰の大きな系の高周波数領域の振動特性は、対象物全体に振動が伝わりづらく振動モードがとらえにくいという問題がありました。上記課題の解決のため、速度に比例する「制御力」をフィードバックすることにより減衰力を打ち消し、振幅を増大させることでモード形状を確認しやすくし、減衰の大きな系における解析を容易にする「速度フィードバックを用いた実験モード解析法」という解析手法を開発しました。



### 実用化イメージ、想定される用途

- ・タイヤなど高減衰な材料を用いた製品の振動特性を容易に把握し、製品開発できるようになります。
- ・大型の機械・構造物の高次の振動モードを把握し、振動・騒音を低減することができます。

### 実用化に向けた課題

- ・多自由度系での振動系全体に与える減衰の影響検討
- ・連続体・実構造物へ低減衰化モード解析法を適用し効果を検証

### 企業等への提案

ご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。共同研究等を検討の際はご連絡ください。

# 真空吸引消火法の開発

機械工学会

中村 祐二 教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0056011>

火災を「吸い込んで」消す！

## 概要

火災場に粉末や液体の消火薬剤を吹き付けて消火方法ではなく、掃除機のように発生有毒ガスと共に火災源と一緒に吸い取り消火する手法を開発し、その有効性および有効条件を理論的に導くことに成功しました。最大の利点は、火災場に撒かれた薬剤や水による二次被害を出さないため直ちに現状復帰が可能な点です。手術室等の閉再生の高い特殊環境での活用が期待されます。

## 従来技術

特殊環境下（例：宇宙）での消火の問題

- ・酸素ポンベの着用が必須
- ・消火剤（粉末、CO2ガス、水）や毒性の高い燃焼生成物が密室内に残留

## 優位性

- ・空気を薄めない、直ちに消火活動可能
- ・消火剤を放出せず速やかな現状復帰を支援
- ・火災物を火災場からまるごと取り除く
- ・水使用が禁忌な金属火災にも適用可能

## 特徴

私たちは火災場から迅速に火災を除去するために、酸素の損失を最小限に抑えながら即時に消火活動を行うことができる新しい真空消火法(VEM: vacuum extinction method)を開発しました。基本コンセプトは問題があるガス噴霧を行わず、①真空吸引によって発火物を火災場から吸い出し、②潜在的な危険物(有害ガス、CO、PM、煙など)を容器に集め、③その中で適切な処理(消火など)を行うものです(図1)。

【VEMの有効性検証結果】

1. 吸引流が十分に大きい場合は瞬間的な消火(MODE I)し、吸引流があまり強くないが十分大きい場合は比較的ゆっくりとした消火(MODE II)という異なる消火モードが存在する(図2)。
2. MODE Iでは、消火後に未燃焼の溶融固体試料が大量に残存しているが、MODE IIでは残存量が少ない。(図2)
3. 炎と真空の相互作用だけでなく、吸引流による物理的なプロセスも加わり、消火を促進することができる(MODE III) (図3)。

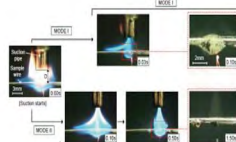
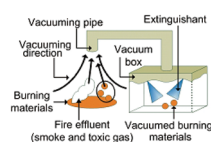


図1 真空消火器法(VEM)の概念図 図2 吸引動作による消火の時系列挙動 上:MODE I 下:MODE II

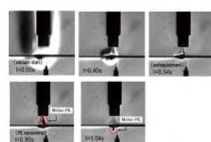


図3 吸引時のシュリーレン画像燃焼物(電熱被覆材)もパイプ内に吸引されている

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・換気が制限される「超」気密空間(例：宇宙船、潜水艦内など)
- ・消火時に二次損害が想定される管理区域(例：病院の手術室、クリーンルーム等)
- ・燃焼によるガス排出が問題となる空間

## 実用化に向けた課題

- ・導入をスムーズにするための法整備
- ・開発・導入コストの削減
- ・真空を作り出す設備との併用性(＝応用用途が限られる。ただし宇宙の場合は不要)

## 企業等への提案

従来吹き付け方式にはない多くの特徴と利点があり、現状では対応できないケースにも適用できます。共同開発あるいは技術アドバイザーなど、様々な形で協力が可能です。

# ヒトの認知・行動特性に配慮した安心安全な自律型モビリティ

情報・知能工学系

田村 秀希

助教

研究者情報: <https://researchmap.jp/hidekitamura>

## 目指して ヒトと共生できるモビリティを

### 概要

スマートシティにおいて、自律型モビリティとヒトがより身近に共生する社会の到来が想定されています。そのような社会において、ヒトと自律型モビリティがより安心・安全に共生するため、モビリティと関わる際のヒトの認知・行動特性を明らかにした上、自律型モビリティの行動制御アルゴリズムの規範として活用するための研究を行っています。

### 従来技術

- ・ヒトとロボットのインタラクション、衝突回避等に関する他研究は存在するが、そこで明らかにされた知見をもとに自律知能（行動アルゴリズム）自体を改善させる例はほとんどない

### 優位性

- ・ヒトの認知・行動データからモビリティの自律知能自体を変化させることで「ヒトが最も行動しやすい状態」の実現に貢献
- ・行動データだけでなく脈拍等の生理指標も取得することでヒトの認知行動メカニズムの詳細把握が可能

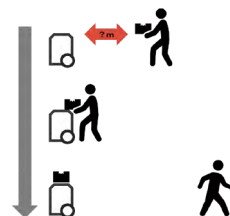
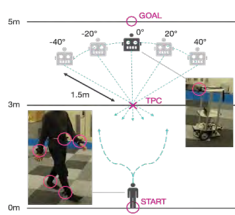
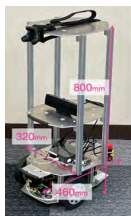
### 特徴

近年、ICT技術やデータ活用により、都市の抱える諸課題の解決を目指す新たなまちづくり「スマートシティ化」が政府主導の下で推進されており、特に、ヒト・モノの自由な移動・配送のために、ヒトと共生する「自律型モビリティ」の活躍が期待されています。

しかし私たち人間は、自律型モビリティが生活圏で多数闊歩する環境下で、人間同士がすれ違う時と同様に自然にふるまうことが出来るのでしょうか。来るスマートシティにおける自律型モビリティの行動制御は、ヒトにとっての「行動しやすさ」を十分に配慮する必要があります。

本研究では、ヒトを対象とした心理物理実験を行うための自律型モビリティを独自に開発し、コア技術であるヒトの認知行動・生体信号の計測の知見をもとに、ヒトと自律型モビリティ間のふるまいに付随する行動・環境・生理指標の定量化を目指しています。

例えば、これまでの研究成果で正面から接近するモビリティに対してヒトがどのように回避するか計測し、歩行時の安全な回避達成のため「ヒトの腰の角度」が重要な推定指標となる点を明らかにしました。また、ヒトの荷物運搬特性に着目し、ヒトがモビリティを介して荷物を受け渡す際の快適な空間的・時間的位置関係を明らかにする研究も行っています。



### 実用化イメージ、想定される用途

ヒトと身近に行動する様々な用途のモビリティ（移動型ロボット）の行動制御に適用可能。

- ・物流用モビリティ（AGV等の自動走行）
- ・飲食や商業施設等におけるサービスロボット
- ・介護・福祉サービスロボット
- ・ラストワンマイルモビリティ等

### 実用化に向けた課題

- ・実用・製品化に向けてのハード／ソフトの開発・製造・生産
- ・モビリティの具体的利用先の明確化（例：物流、福祉、飲食、PMV...）
- ・サービス面のエンドユーザ向けのニーズ調査
- ・より現実に近い実験環境の整備

### 企業等への提案

ヒトを研究してきた視点から、新しいコンセプトのモビリティを提案しようとしています。ヒト・AI・ロボット等の融合分野に興味がある方はお気軽ご連絡ください。

情報・知能工学系  
認知神経工学研究室

<https://sites.google.com/site/minamicnt/>

技術相談受付  
研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室  
<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 10cm オーダーで分かるクラウド型位置推定システム

機械工学系

高橋 淳二 准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/itakahashi>

## カメラひとつで移動体の位置を推定します

### 概要

建物内外の移動体（ロボット、車両など）の位置を精度よく推定したいというニーズが高まっています。

クラウドにある3Dマップ内の仮想画像と移動体に搭載した安価なカメラで撮影した画像をクラウドで照合することで、移動体の位置を推定します。

### 従来技術

- ・高性能・高価なLiDAR、演算PCなどを搭載し、SLAM技術を用いて自らの位置を推定するシステム
- ・建物などインフラ側にマーカー・ビーコンを設置し、移動体側のセンサで位置を推定するシステム

### 優位性

- ・安価なカメラと通信機能のみを搭載した移動体で位置を推定することが可能
- ・インフラ（建物など）へのマーカー等の設置が不要

### 特徴

測位したい対象空間の3Dマップを事前作成（※1）の上、移動体から取得される画像データとマップデータとの類似度照合を行うことにより、リアルタイムな位置推定を実現する高度なアルゴリズムを開発しました。（※1）システム導入前に、対象空間をLiDAR計測し、点群データを作成。照合用のデータベース画像の自動生成します。以降の修繕はデータ上で実行可能です。

建物へのマーカー等の設備の設置が不要であり、従来の高性能な機器や多量のビーコンなどを用いる他の測位システムと比較し、初期投資費用を大幅に抑えることができ、メンテナンスや導入に係る手間も削減可能です。

移動体側のデバイスもカメラと通信機能のみで安価かつ小型軽量化しやすいことが特徴です。



### 実用化イメージ、想定される用途

- ・工場、倉庫内のロボット、車両の自動運転
- ・オフィスでのスタッフの位置把握、人流・動線などの自動把握
- ・複数の測位対象のモニタリングが可能で、10cmオーダーの測位精度を実現します。

### 実用化に向けた課題

- ・位置精度の向上
- ・位置推定レスポンスの向上
- ・安価で簡便な3Dマップ作成

### 企業等への提案

様々な場所でも実証実験を共同で実施していただける企業様を探しています。

機械工学系

システム工学研究室

<https://ise.me.tut.ac.jp/index.html>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# クラスタリングと耐干渉アクセスによる 省電力高信頼通信

電気・電子情報工学系

上原 秀幸

教授

研究者情報: [https://researchmap.jp/uehara\\_hideyuki](https://researchmap.jp/uehara_hideyuki)

## 現場の無線化／IoT化を 支援します

### 概要

膨大な数のモノとモノが無線につながるIoTでは、干渉に強く、低遅延、低消費電力で高い接続性が求められます。私たちは、無線によるメディア・アクセス制御やトポロジ制御などのリソース利用効率の高いプロトコルを設計／構築し、様々な現場の無線化／IoT化を目指しています。

### 従来技術

- ・与干渉／被干渉による通信速度の低下
- ・アクセス集中による遅延と消費電力の増加

### 優位性

- ・耐干渉アクセスにより通信速度を向上
- ・クラスタリングによりアクセス集中を分散し遅延と消費電力を低減

### 特徴

工場や圃場などのものづくりの現場では生産性向上のために情報通信技術の導入が進んでいます。機器間通信を無線化することで配線の煩わしさから解放され配置換えなどの柔軟性／利便性の向上が期待できます。私たちは以下の技術で省電力かつ高信頼の無線通信を目指しています。

#### (1) クラスタリングによる遅延と消費電力の削減

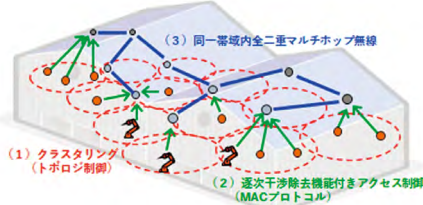
端末を適切にグループ分けし、送信タイミングをスケジューリングすることで、アクセスの集中を分散して遅延を低減します。また、通信距離が短縮されるため、送信時の消費電力を削減できます。

#### (2) 耐干渉アクセスによる通信速度の向上

通信速度低下の要因となるグループ内外からの干渉を逐次的に除去することで、受信成功率を高め通信速度を向上させます。

#### (3) 同一帯域内全二重マルチホップ無線による基幹網の高速化

送信と受信を同時に同一帯域内でできるため高速通信が可能となり、基幹網までの全無線化が期待できます。



工場内の無線化／IoT化のイメージ図

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・工場、建設現場、圃場などの無線化／IoT化（スマート・ファクトリー、デジタル・ファブリケーション、スマート農業など）

### 実用化に向けた課題

- ・耐干渉アクセスやクラスタリングのための制御オーバーヘッドの低減
- ・各々の現場特有の電波伝搬環境への対応

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 大規模 MIMO のためのブラインド通信路推定法の構築

電気・電子情報工学会

竹内 啓悟

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0145865>

パイロット汚染問題の解消を目指しています

## 概要

MIMO(multiple-input multiple-output)とは、送受信側で複数のアンテナを利用して情報伝送を行う無線通信システムのことです。特に大規模MIMOでは、基地局に数百本のアンテナを用意することで、数百人のユーザを同時にサポートすることが求められ、大規模MIMOにおける効率的な受信方式の創出を目指しています。

## 従来技術

- ・ユーザ間の電力差が必須。
- ・推定アルゴリズムの収束が遅い。

## 優位性

- ・ユーザ間の電力差が不要。
- ・推定アルゴリズムの収束が早い。

## 特徴

大規模MIMOの性能を劣化させる要因として、ユーザから基地局に情報を伝送する上り回線での通信路推定で、パイロット汚染問題が生じることが指摘されていました。パイロット汚染とは、上り回線を利用して通信路状態情報(CSI: Channel State Information)を推定する際に、異なるセルに属するユーザが共通のパイロット系列を使用してしまった場合に、それらのユーザに対するCSIを正しく推定することができず、結果的に下り回線でのビーム方向を正しく定めることができなくなって同ユーザに対して干渉が生じてしまうという問題です。

## 【解決策】

近似的メッセージ伝播法に基づいて、ブラインド反復通信路推定法を構築しました。初期化方法を工夫することで、システムの負荷が高い場合にも同反復法の収束特性を改善することに成功しました。

現在

アンテナ4本で2人サポート

未来

アンテナ200本で100人サポート

大規模 MIMO

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・高速、大規模無線通信システムでの通信品質改善

## 実用化に向けた課題

- ・アンテナ間の空間相関の検討
- ・見通し環境への対処

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 水中で通信と電力を同時に伝える 無線伝送システム

電気・電子情報工学系

田村 昌也

教授

研究者情報: [https://researchmap.jp/tamura\\_1208](https://researchmap.jp/tamura_1208)

超軽量システムで川でも海でも着底するだけで情報・電力伝送できます

## 概要

淡水中や海水中などを自由に移動し、配管や橋梁、海底資源探索や断層調査などを行う水中ドローンが、水中に設置されたステーションに着底するだけで、電力も情報もワイヤレスにやり取りできる技術を研究しています。

## 従来技術

- ・大型コイルや遮蔽金属、フェライト等が必要で、総重量が重い。
- ・中小型潜水艦では浮力制御や姿勢制御が困難になる。

## 優位性

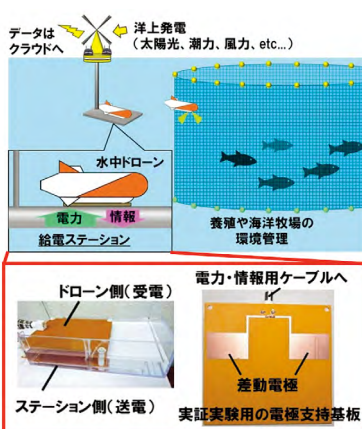
- ・軽量の送受信器で淡水、海水ともに近距離無線電力・情報伝送が可能です。
- ・水中ドローンの運用効率を向上できます。

## 特徴

本技術は平板電極と着底時の衝撃を緩和するダンパだけで従来技術と同等の伝送効率を実現できます。軽量化に非常に優れており、浮力制御や姿勢制御が容易です。

- ・送受信器構造が非常にシンプル
- ・並行平板電極からなる差動送受信器
- ・試作した送受信器は総重量 300g 以下
- ・高い伝送効率を維持し、大電力にも対応可能
- ・通信速度 約100Mbps を達成

Society 5.0 社会の実現、日本の豊富な海洋資源開発に貢献できるキー技術の一つになります。



## 実用化イメージ、想定される用途

- ・橋梁やダムのかぶり壁面などの構造ヘルスマニタリングに用いる常駐型水中ドローン
- ・下水管や排水管の劣化診断に用いる常駐型水中点検ロボット
- ・養殖や海底牧場の環境管理用情通型水中ドローン
- ・人体内部への電力伝送ツール(医療機器)

## 実用化に向けた課題

- ・実使用環境での伝送効率の測定
- ・位置ずれに対する効率変動の定量化
- ・ダンパを含む実用的な構造の検討
- ・EMIの測定

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 人とロボットが委ね合いながら何かを成し遂げる 関係構築のための研究

情報・知能工学系

長谷川 孔明

助教

研究者情報: <https://researchmap.jp/komeihasegawa>

人とロボットの間でも  
相互主体的な関係を築くことを目指します

## 概要

私たちは、人と一緒に手をつなぎながら並んで歩くロボット〈マコにて〉、人と視線を交わし並んで歩くロボット〈Walking-Bones〉という人との関わり方が異なる2種類のロボットを制作し、人とロボットの間で〈相互主体的な関係〉を築くことを目的に研究しています。

## 従来技術

- ・人と機械やロボットの関係は、人が一方的に機械やロボットに命令することがほとんどです。

## 優位性

- ・人とロボットの間で互いに委ねあいながら何かを成し遂げる〈相互主体的な関係〉が構築できます。

## 特徴

1. 〈マコにて〉外観: 図1  
人がリードする条件、ロボットがリードする条件、人とロボットが協調する条件の3つの条件を設定し、人とロボットが手をつないで歩く実験を行いました。協調する条件のロボットは、他の条件よりも好感度が高く、アクティブで生き生きとした印象を与えることが明らかとなりました。(図2)
2. 〈Walking-Bones〉外観: 図3  
周囲のモノや人を見渡ししながら、人と一緒に歩こうとするロボット〈Walking-Bones〉を製作し、移動ロボットの行う社会的表示が、子どもから手助け行動を引き出すと予想し、小学校でのフィールドワークを行いました。  
・〈Walking-Bones〉が周囲や人に顔を向ける振る舞いから、〈Walking-Bones〉の顔を覗く行動が引き出されました。(図4)  
・この振る舞いの有無に関わらずロボットへの手助け行動が確認されました。  
・低学年ではロボットの頭をなでるという愛他行動が多く見られました。この理由として、低学年は〈Walking-Bones〉のヨタヨタした動きにより共感しやすいからではないかと考えられます。



図1 &lt;マコの手&gt;の外観

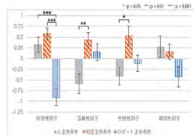


図2 得られた各因子の因子得点の平均スコアと多重比較結果



図3 &lt;Walking-Bones&gt;の外観



図4 &lt;Walking-Bones&gt;の顔を覗く様子

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・公共施設内や店舗内の自律配送ロボットの想定した、周囲の人との関わりを考慮したデザイン

## 実用化に向けた課題

- ・手助け行動を引き出した他の要因の検証と、周囲の人の要因（関わる人の年齢や社会背景など）との関連の検証

## 企業等への提案

社会に受け入れられるロボットのデザインについて研究しています。この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 人工知能によるモーションデータの特徴解析と自動生成

情報・知能工学系

栗山 繁 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/S.Kuriyama>

## ヒトの動きを機械学習し 用途開発を支援します

### 概要

人間の動きを3次元計測して得られるデータに対して最先端の機械学習技術を導入し、アバターを用いた対話システムや舞踏・スポーツ・技能動作の訓練支援システムの構築、および人間動作の識別の訓練データの自動生成、操作の動きを考慮した製品設計支援などの技術に取り組んでいます。

### 従来技術

- 人の動作データを周波数解析や動力学解析によってモデル化し、特徴分析や高品質化、骨格構造やスタイルの変換などを数値計算が必要です。

### 優位性

- 深層学習を導入して、特定のモデルに拘束されない、データ駆動型の解析・変換・自動生成・可視化技術等を、低コストで導入できます。

### 特徴

最新研究1: アバターを介した非言語コミュニケーションのための動作スタイルの学習と即時変換

化身(アバター)を用いたコミュニケーションにおけるジェスチャの表現力を高めるために、個性的な動きを実時間で付与する技術を開発しています。

最新研究2: 生成的な深層学習に基づく動作の生成

生成型の深層学習技術を用いて、人物の多様な動きを自動生成し、各種技術に活用する手法を開発しています。

《成果》: 敵対的生成ネットワーク(GAN)で学習されるDCMM(Deep Compact Motion Manifold)を用いたモーションデータの生成と、その値を介したモーションの簡易な生成・編集方法を開発し、既存手法よりも深層のネットワークで安定かつ高品位にモーションを生成する機構を構築し、その表現力の拡大を達成できました。

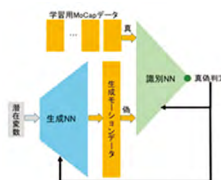
最新研究3: 熟練動作の可視化と適応化

スポーツや技能動作のコツを可視化するシステムや、複雑な目的動作を適応的に生成する手法を開発しています。

《成果》: テニスフォアショットの自己訓練システムのプロトタイプを開発しました。訓練者は自分の動きのエラーを理解し、それらをどのように減少または解消するかを理解できます。



動作やジェスチャの特徴を学習して即時変換する技術



敵対的生成ネットワーク(GAN)のイメージ

### 実用化イメージ、想定される用途

- CGアバターを用いたオンライン対話システムのアニメーションの品質向上と自動生成
- 人動作を認識の対象とするAIシステムのための仮想学習データの自動生成 など

### 実用化に向けた課題

- 高品質な訓練用データセットの整備
- 可視化システムを開発時のメディア素材(CGデータ)の開発委託
- 市販アプリケーションを開発時の社内体制またはパートナー企業への委託体制

### 企業等への提案

これまでに、政府系の開発事業も含め、映像制作会社や製造業関連会社等との共同研究実績が豊富にあります。この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また、共同研究や受託研究等の検討の際には、ご連絡ください。

# 衣類上での柔軟な電力伝送のための 無線電力伝送用コイルの検討

情報・知能工学系

大村 康

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/rten>

## 複数ウェアラブルデバイスの 一元的電源管理の実現

### 概要

ウェアラブルデバイスが普及し、複数のデバイスを装着する機会が増えていますが、ユーザはそれぞれのデバイスの充電量など電源を管理しなければなりません。この手間を軽減することを目的とし、無線電力伝送を活用した衣類間や衣類とデバイス間での効率よい電力伝送方法について研究しています。

### 従来技術

- ウェアラブルデバイス毎に、装着前に無線または有線で充電する。

### 優位性

- 1つ、もしくは、少数のバッテリーから複数のウェアラブルデバイスに給電する、或いは、ウェアラブルデバイス間で電力を融通しあうようにすることが期待できます。

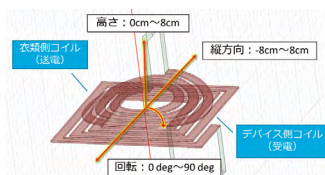
### 特徴

現状では、シミュレーションを用いて適切なコイル形状の検討を進めています。特に、衣類上にコイルを作成した際に発生すると考えられるズレや曲げ、シワの影響に対して、それぞれのコイル形状の頑健性を調査するとともに、頑健性を向上させる方法についても検討を進めています。

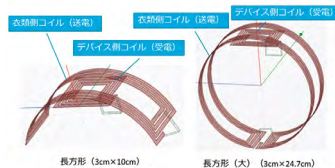
一例として、袖口とスマートウォッチを対象とした実験では、面積一定、実装範囲に制限を設けた条件いずれにおいても、衣類側に円形のコイルを用いた場合に高い効率を得られることや、中でも、衣類側に円形、デバイス側を正方形とする場合が最も効率が高くズレに対する耐性も高いことが分かっています。また、袖口などでコイルが大型化できる場合には、ズレが発生する方向にコイルを大型化をするとズレに対して強くなることが確認できました。



シミュレーションに用いたコイル例



電力伝送シミュレーション1  
衣類側に円形コイルを用いた場合に高い伝送効率を示した。特にデバイス側を正方形とした場合に最も高い効率、およびズレやへの耐性を示した。



電力伝送シミュレーション2  
ズレが大きくなる方向に大型化することにより、ズレに対する頑健性が向上

### 実用化イメージ、想定される用途

- ウェアラブルデバイスの電源管理
- 布など、形状変化する素材上での無線電力伝送

### 実用化に向けた課題

- 衣類側コイルデバイス試作とシミュレーション結果の検証
- 衣類側の実装検証(装着感、重量、バッテリーとの接続など)

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# メモリデータフローの最適化を中心とした プログラム高速化技術の研究

情報・知能工学系

佐藤 幸紀

准教授

研究者情報：[https://researchmap.jp/yukinori\\_sato](https://researchmap.jp/yukinori_sato)

的なコード変換技術により劇的に改善します

コンピュータのソフトウェア実行性能を先進

## 概要

コンピュータにて実行されるプログラムを高度な最適化技法に基づき変換を重ねていく技術  
を、ソフトウェア実行性能の改善やドメイン特化型のハードウェア記述に変換することに応用  
し、性能だけではなく、電力効率も劇的に改善することを目指す研究に取り組んでいます。

## 従来技術

- 汎用CPUを対象とした命令レベル並列処理の活用のためのコード変換
- スパコンの開発現場などに限定されていた高度なコード変換技術

## 優位性

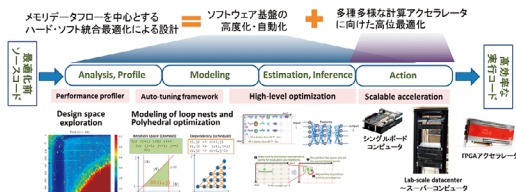
- 汎用で可読性が高いプログラムから、専用に性能を重視したコードに変換できます。
- スパコン開発現場におけるコード最適化技術をコモディティレベルに展開できます。

## 特徴

今後期待される高効率で低コストな計算機システムを実現するには、プログラムの高度な最適化技術が重要です。私たちは下記のアプリ性能チューニング支援ツールを開発・活用して、プログラムの意図する動作を満たしつつ、対象コードのメモリ参照局所性をターゲットとなるハードウェアの特性に合うようにコード変換を重ねていきます。さらにスパコン運用の現場での手作業でキャッシュメモリにヒットさせるプログラムの変換プロセス自動化や、応用分野に特化したパラメータを埋め込んだコード変換を重ねていきます。

## 【開発したアプリ性能チューニング支援ツール】

- メモリ局所性プロファイラ Exana (Execution-driven Application aNalysis tool)
- キャッシュ競合検出 C2Sim (Cache-line conflict simulator)
- タイルサイズを自動チューニング機構PATT (Polyhedral compilation based AuTo Tile size optimizer)
- 実行バイナリコードの実行時最適化機構 Exana DBT (Execution-driven Application Analysis and Dynamic Binary Translation system)



アプリ性能チューニング支援とその自動化

## 実用化イメージ、想定される用途

- LLVM等のコンパイラフレームワークに組み込まれることを目指します。そのカスタマイズノウハウのサポートビジネスも可能と考えます。
- 全く新しい応用を実現するエッジデバイスをシステムとして提供する基盤技術。

## 実用化に向けた課題

- いち早くエッジデバイスで実現したい応用分野の特定
- 最適化技法を適応した際の利得を推定する性能モデルの開発
- 新しいコード変換機構開発に必要なソフトウェアコーディングの人的リソース

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

## システムレベルでの性能品質の科学的モデリングの研究

情報・知能工学系

佐藤 幸紀

准教授

研究者情報：[https://researchmap.jp/yukinori\\_sato](https://researchmap.jp/yukinori_sato)

# システム性能の最適化を 支援するツールです

## 概要

コンピュータシステムの理論限界性能と実際に達成できたソフトウェア実行性能との差を分析し、モデル化や数理最適化技術を駆使し、アプリケーション特化型の高位最適化技術として展開することを研究しています。大規模なプログラムのシステム性能の最適化における生産性向上を目指すツールとして、pMarker法やキャッシュリアン競合シミュレータC2Sim(Cache-line conflict simulator)を開発しました。

## 従来技術

- ・性能チューニングや最適化には、ループ構造の理解が必須で多くの労力が必要です。
- ・発生した競合の数を返すのみで、競合箇所と発生原因を見つける必要があります。

## 特徴

【pMarker法によるL-CCT(Loop-Call Context Tree)の抽出】

- ・正確なループ構造をコード実行時にバイナリ計装技術を使って抽出できます。
  - ・L-CCT(Loop-Call Context Tree)を使って実際のプログラム実行で現れたループネストと関数呼び出し関係を表現できます。加えて、動的なデータ依存関係も検出し、LCCT+Mグラフとして表示することができます(図)。
- ⇒ プログラムやコンパイラにプログラムコード実行時の透視的な可能性抽出やコード実行特性の理解の支援が可能です。

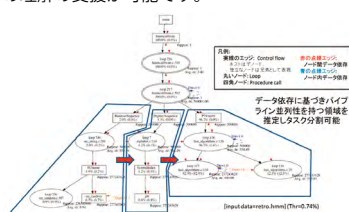


図1 隠れマルコフモデルを用いたたんぱく質の相同性検索処理 (hmmer) の解析結果

## 優位性

- ・ループネスト構造とその実行時の重みを正確に示し、コード実行特性の理解を支援。
- ・キャッシュラインの競合箇所と発生原因を効果的に検出でき、性能チューニングの半自動化を実現。

### 【C2Simの特徴】

- キャッシュライン競合をその発生の正確な検出、原因箇所の特定、及び、チューニング戦略の提示します。
  - FA(fully-associative)キャッシュとSA(set-associative)キャッシュを同時にシミュレーションし、競合を検出し、どこでなぜ競合が発生したのかを特定できます。
- ⇒ チューニングするべき箇所を特定して性能向上できることを実証しました(図2)。

メモリオブジェクトレベルでの組合の発生箇所が分かる

```
memory(18) total=32690957 cmt=childCid=0000a
> memc(18) cmt=30802621, 17624049, 0, origCid=4000a
> memc(18) cmt=9517313, 107280, 0, origCid=4000a
> memc(18) cmt=0, 119957, 1, origCid=4000a, 4000a
> Stack(107724424, 4) cmt=0, 4, origCid=4000a
memory(18) total=30807028 cmt=0, 0, origCid=4000a
> memc(18) cmt=30801905, 0, 0, 0
memory(18) total=3119955 cmt=childCid=0000a
```

同時にソースコードの位置にも対応づけられる

```

-> muls{PC}
    0: 0, 11993, 0, outputPC = 00062

```

---

Reason classification view:

	none	intra-array	intra-array	scalar	unknown
Conflict	3473 (0.000)			4	0
Ratio		原因をintra-arrayか intra-arrayかに分類	0.72	0.002	

ライン競合プロファイル結果を用いたチューニングフロー

Test strategy:		
opt 1	Intra array coding insertion	To resolve <i>ctx=ctx</i> conflicts
opt 2	Use of luma filters (2M3 page)	To resolve conflicts in L2/L3 cache
	Inter-array adding insertion	To resolve <i>ctx=ctx</i> conflicts
designerのチューニング結果		Hincorベンチのチューニング結果
Speedup		HW Perf. Speedup <sup>1)</sup>
Original	1.00	
Opt.1	1.19	1 thread sm 1.62
Opt.1+Opt.2	1.21	sm 1.75
Opt.2	1.02	16 threads sm 1.56
3D FDTDのチューニング結果		<sup>1)</sup> C/C++ is performed
Speedup		
Original	1.00	
Opt.1	1.32	

図2 キャッシュレイン競合検出、原因箇所特定とチューニング結果例

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・大規模なHPC(High Performance Computing:高性能コンピューティング)アプリケーション開発
- ・大規模な多次元配列を計算する典型的な科学計算アプリケーション

## 企業等への提案

様々な角度から、プログラミング、コンピューティングの技術・科学・アートを探索し、実践していく研究を行っております。この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

## 実用化に向けた課題

- ・pMarker法をLCCTグラフの可視化以外に、機械学習と組み合わせプログラムの自動最適化/並列化に応用すること
- ・C2Simを完全自動チューニングシステムの拡張、新しいコード変換機構の開発

# 模擬難聴システム WHIS の共同研究・開発

次世代半導体・センサ科学研究所

松井 淑恵

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/toshie1130>

## 模擬難聴による音のユニバーサルデザインを実現させます

### 概要

心理物理学的手法を中心にさまざまな心理実験パラダイムを用いて、聴覚知覚に関連する問題に取り組んでいます。聴覚の初期過程の計算モデルを利用した難聴シミュレーションによって、幅広い聴力の聞き手の聞こえを再現・検証・予測します。

### 従来技術

- 市販の難聴シミュレーションは周波数帯域ごとに線形に音圧レベルを低下させるものがほとんどです

### 優位性

- 聴覚の非線形性を導入した難聴シミュレーションにより、難聴者の聞こえをよりリアルに体験可能です。
- 従来の難聴シミュレーションに存在した信号処理由来の雑音がない、高品質なシミュレーションが可能になります。

### 特徴

聴覚機能には未解明部分が多くあり、その解明には聴覚経路の各段階で行われる処理を表現した計算モデルが有用です。この研究では、周波数成分、波形の周期、ダイナミックレンジ等の音響信号の特徴を聴覚がどのようにとらえているかを心理物理学の実験によって測定し、結果を計算モデルに反映させ知覚現象が新しく予測します。さらにその予測検証に実験を重ね、モデルの精度を上げていきます。

### 【和歌山大学、名城大学の研究室との共同研究成果】

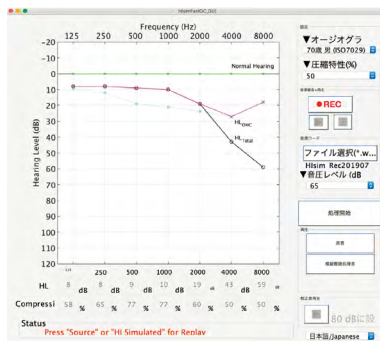
#### 模擬難聴システムWHIS

(Wadai Hearing Impairment Simulator)  
(<https://cs.tut.ac.jp/~tmatsui/whis/index.html>)

模擬難聴システムWHISとは、難聴者の「聞こえにくさ」を体験・理解するためのシステムです。聴覚末梢の計算モデルを応用して開発しています。難聴者、特に今後増加が予想される老人性難聴者などのような「聞こえ」の世界に暮らしているのかを理解し、さまざまな聴力、聴覚の状態に対応する新しい音デザインを提案するために用いたいと考えています。

また、現場で難聴者、お年寄りに対応しなくてはならない言語聴覚士に向けて、養成課程での教育利用に取り組み始めています。

このように模擬難聴システム自体の開発と改善、ならびにシステムを利用した高齢者の聞こえの研究に取り組んでいます。



模擬難聴システム WHIS

### 実用化イメージ、想定される用途

- 言語聴覚士養成支援ツール
- すでに使用されているサイン音や放送音声、環境音などの評価
- 各種音デザインの際の聞こえ方のテストツール

### 実用化に向けた課題

- 難聴シミュレーションはMATLAB(数値解析ソフトウェア)依存のため汎用性の検討
- リアルタイムで動作させるための開発
- 特定の機材以外で利用する場合、機材の音圧のキャリブレーション

### 企業等への提案

模擬難聴システム関連の技術相談・開発相談は和歌山大学・名城大学も関係しますが、本格的な技術相談に向けた事前打ち合わせには本学だけで応じることもできますので、お気軽にご連絡ください。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

次世代半導体・センサ科学研究所

聴覚心理物理学研究室

<http://www.aplab.cs.tut.ac.jp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 情報理論に基づく学習システム設計の基礎研究

情報・知能工学系

渡辺 一帆

教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0205419>

## 機械学習法の原理・限界を探ります

### 概要

多数のデータを例題として用い、その振る舞いを適応的に変化させる学習システムは、パターン認識、ロボット制御などに広く応用されています。学習システムの性能を統計学、情報理論の方法などにより解析する統計的学習理論と、その知見に基づいた学習システムの応用に関する研究を行っています。

### 従来技術

- データ解析や予測において活躍している機械学習法の多くは、その原理や限界が明らかではなく、設計者の試行錯誤が必要とされます。

### 優位性

- 原理や限界を明らかにすることで、機械学習法の背景理論に基づいた設計が期待できます。実データ解析・予測に応じて、機械学習法を改良するための指針を与えます。

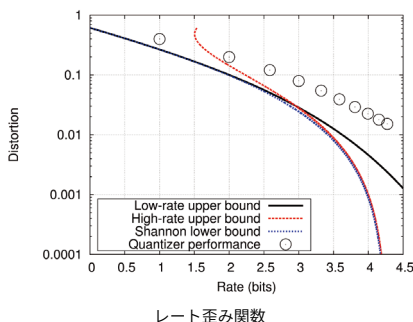
### 特徴

機械学習法によるデータ解析をデータ圧縮の観点から捉え、その限界を探ります。歪み有りデータ圧縮は、データを圧縮する際、ある程度の歪みを許す状況を扱い、画像や音声データなどの圧縮に用いられています。

歪みの度合いが大きくても良ければ、その分圧縮することができるため、歪みの量の増加とともに、符号長が減少する曲線を描くことができます。

実際の符号化法で実現できる符号長には限界があることが知られており、歪み量の関数としてレート歪み関数(曲線)と呼ばれます。これはデータの生成過程(情報源)と歪みを測る尺度について固有な関数ですが、わずかな例でしか明らかにされておらず、圧縮限界にせまる方法も明らかにされていません。

私たちは、クラスタリング(データを自動的にグループ分けする)手法やベイズ推論における事前分布の最適化法に対し、レートと歪みのトレードオフを求める問題としての解釈を与え、複雑な歪み尺度を用いた学習法に対して、その性能の限界を示すレート歪み関数の評価を行っています。



### 実用化イメージ、想定される用途

- 実データ解析に応じた機械学習法の開発
- 機械学習法による予測性能の向上
- 本質部分を保持した大規模データの圧縮・視覚化

### 実用化に向けた課題

- 理論解析における仮定と、実用上の状況との乖離を考慮するため、実データの生成過程に近い複雑な情報源や、問題に応じた歪み尺度の検討が必要となります。

### 企業等への提案

実応用における機械学習法の設計に理論的な知見を取り入れることができるかもしれません。ご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。

# 複雑な感情推定の研究

情報・知能工学系

浅川 徹也

特任助教

研究者情報：<https://researchmap.jp/myunmyun>

画像をどのよう  
に感じるか、  
正確に推定します

## 概要

“人はこの画像をどう感じるのか？”というテーマで、『感情推定』の研究を行なっています。さらに、近年注目されている深層学習を用い、様々な技術を組み合わせ、より高度な感情推定を行なっています。

## 従来技術

- 画像や動画から特定の感情と強度を推定するマルチクラス問題としての感情推定技術は様々な研究が行われています。

## 優位性

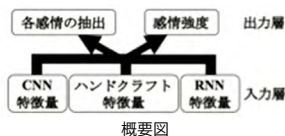
- 複数の異なる感情を誘起する画像・動画から、正確な感情推定する研究は、あまり行われていないため挑戦しています。

## 特徴

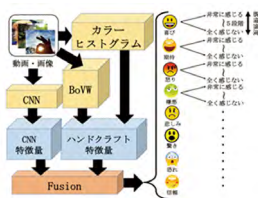
本研究は、“画像・動画から同時に引き起こされる特有の感情を正確に推定する”ことです。具体的には、機械学習特徴量、畳込み型ニューラルネットワーク特徴量と再帰型ニューラルネットワーク特徴量を融合させ、統計的特徴量、空間的特徴量、時間的特徴量を同時に予測可能な技術開発を目指しています。

感情推定データセットの開発やデータの推定も行っており、画像から被験者がどのような感情を持つか、アンケートで答えてもらいます。答えてもらう感情の種類は、下図のような感情の基礎をベースとしています。

開発したデータセットの感情推定では、(感情推定には必要となる)カラーヒストグラム、画像特徴量を求めるためBoVW(Bag of Visual Words)、畳込み型ニューラルネットワークを組み合わせたネットワークに適用し、感情推定だけでなく感情強度推定も行っています



概要図



ブルチックの感情の輪



本研究における複数の感情強度の判別

## 実用化イメージ、想定される用途

- TwitterやInstagram等のSNSで人々の健康状態、心身状態に応じた画像、動画を表示または配信できるシステム
- ターゲットを絞ったプロモーション画像・動画の制作や配信システム

## 実用化に向けた課題

- 8つの基礎的な感情でなく、他にも感情を組み合わせた応用感情のデータセットの開発
- 画像だけでなく、動画にも適用する。
- 更なる提案方法

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 実環境におけるロボットの振る舞いの研究

情報・知能工学系

林 宏太郎

助教

研究者情報: <https://researchmap.jp/hayashik79>

## ロボットの振る舞いで 人の次の行動を導きます

### 概要

工場や家庭にロボットがいることが当たり前である状況において、ロボットは何をするべきか、どのような身体性や振る舞いを人と共にすべきかを明らかにします。人と人との間で行われている相互作用とその効果から、見た目のみとまらないロボットの真なる「人らしさ」は何かを研究しています。

### 従来技術

- 生産性向上を目的とした人ロボット協働作業の導入が産業界で進みつつある。安全性や人員削減に注目が集まっている。

### 優位性

- 人の視線を観測し、意図を推測することで、ロボットが先読みして行動します。

### 特徴

私たちは人とロボット協働作業の発展のため、目の機能を追加し《社会的刺激を与える能力を持ったロボット》の研究を行っています。(図1)

#### 1.視線運動機能

アイコンタクトなどの非言語的な意思疎通を人と行います。

#### 2.視線観測反応機能

人の視線を観測し、意図を推測することで、ロボットが先読みして行動します。

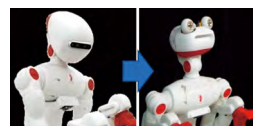


図1 社会的刺激 (目の機能) の追加

### 【実証実験結果】

#### 1.テーマパークの屋上でソフトクリームを製造販売するロボット「Reika」(図2)

- ロボットは通り掛かる人を見ます。視線の有無で比較したところ、視線があった時人がよりロボットに興味を持つことがわかりました。

#### 2.外国語の学習支援ロボット(図3)

AIスピーカーGoogle Homeに眼球ユニット「Akagachi」を設置し、外国語の学習効果と外国語不安軽減効果について検証しました。

- Google Homeが外国語不安を軽減し、社会不安の強い学生の外国語教育を改善する可能性が示されました。
- TOEIC®リスニングテストで、学習前後での有意差までは見られませんでした。英語に対する得意意識が芽生えたという意見が伺えました。

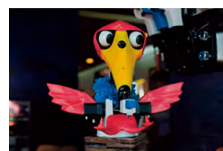


図2 ソフトクリーム製造販売ロボット Reika

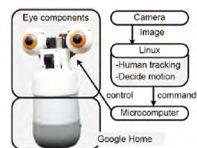


図3 学習支援ロボット

### 実用化イメージ、想定される用途

- 工場や街角など、人と作業を行う場面におけるロボット運用方法(製品組み立てや、スムージーバーなど)
- 外国語独習時の不安除去のための支援ロボット

### 実用化に向けた課題

- 視線運動が協働作業に与える影響が明確ではなく、その働きを明らかにします。
- 人の視線運動を観測するまでは従来のセンサーでできますが、そこから意図を取り出す必要があります。

### 企業等への提案

ロボットなどに目の機能を追加し、協働作業が行えます。上記のように実証実験を行った実績があります。この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 認知バイアス特性の個人差研究

情報・知能工学系

日根 恭子

助教

研究者情報: <https://researchmap.jp/hine>

ヒトの  
ココロに  
残る  
情報の  
提示が  
できます

## 概要

個々のユーザの認知特性の応じた情報を提示することで、ヒトのココロと情報をつなぐ情報提示方法を提案することを目指します。そのために、認知バイアスに着目し、なぜ個人差が生じるか認知メカニズムを明らかにします。

## 従来技術

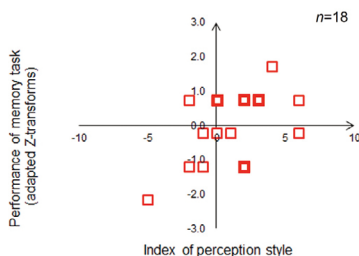
- 個人差の予測には、関連するデータを大量に取得する必要があります。

## 優位性

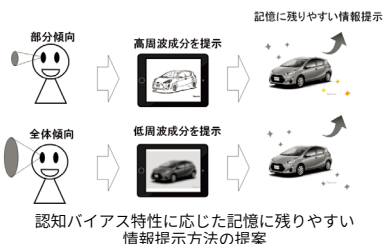
- 認知メカニズムに基づきユーザの行動を予測できるようになるため、データの取得が困難な場合でも個人差を予測・理解することが可能です。

## 特徴

心理物理実験の手法により、認知バイアスの個人差の定量を可能としました。また、開発した手法を用いて認知バイアスの個人差を調べ、全体に注意が向きやすいか、部分に注意が向きやすいかについて個人差があることが分かりました。さらに、部分に注意が向きやすい人は全体に注意が向きやすい人に比べ、無意識の記憶である潜在記憶の影響が大きいことが明らかとなりました。これらのことより、認知バイアスの個人差を測定することで、個々のユーザにとってどのような記憶がより影響を与えやすいかの予測が可能となりました。



心理物理実験による個人差の定量



## 実用化イメージ、想定される用途

- マーケティングにおけるユーザの認知特性に応じた記憶に残りやすい商品提示方法への応用
- 食事・運動支援など、快適な日常生活を送るためのパーソナルサポートにおける情報提示方法への応用

## 実用化に向けた課題

- より簡易な認知バイアスの測定手法の開発

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 数値電磁界解析技術に基づく回路モデリング手法

電気・電子情報工学系

羽賀 望

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/NozomiHaga>

## 特定します高周波受動デバイスの回路モデルを

### 概要

無線電力伝送用コイルなどの高周波受動デバイスの回路モデリングを行う研究を行っています。具体的には、モーメント法と呼ばれる数値電磁界解析手法を基にした独自手法である「インピーダンス展開法」を用いており、これにより事前の数値データなしに回路モデルの素子定数を特定することができます。

### 従来技術

- ①古典的な公式を用いる方法
- ②フィッティングを用いる方法
- ③部分要素等価回路法

### 優位性

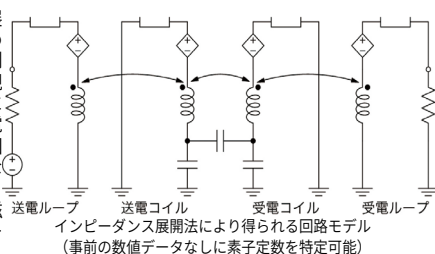
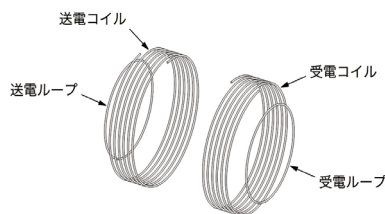
- ①とは異なり複雑な構造にも適用できます。
- ②とは異なり事前の数値データが不要です。
- ③よりも小規模な回路モデルが得られます。

### 特徴

例えば、右上図のような無線電力伝送システムをモデル化対象として考えます。送電・受電コイルは先端が開放された構造をしているため、その電流分布は不均一になります。そのため、①の代表的方法である「ノイマンの公式」によるインダクタンスの特定はできません。また、③の部分要素等価回路法では、解析対象を小さな電流要素と電荷要素に分割し、それらを未知数とする回路モデルを立てるので、右上図のように構造が複雑だと回路モデルの規模が大きくなってしまいます。

一方、独自手法であるインピーダンス展開法では、まずコイルのモード電流を求めることで、システム全体の電流要素数を削減します。その結果、右下図のような小規模な回路モデルが得られます。このように回路モデルに落とし込むことにより、送電側と受電側の電力変換回路との一体的な回路シミュレーションによる設計が可能となります。

また、コイルの周辺に金属・誘電体・磁性体があっても、回路モデルのトポロジーは不変で、パラメータの変化として表せます。



### 実用化イメージ、想定される用途

- ・無線電力伝送用コイル・電極
- ・電力変換回路用変圧器
- ・プリント基板上配線間クロストークのモデル化

### 実用化に向けた課題

- ・誘電体や磁性体の損失の考慮
- ・誘電体や磁性体の不均一性や異方性の考慮

### 企業等への提案

本手法は、アンテナ工学と電力工学の間にあるギャップを埋めるためのものです。電力関係の方でアンテナの知識が必要な方にはお力になれるかもしれません。

# 自然で楽しく会話できるリアルタイム 音声対話システム

情報・知能工学系

西村良太

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/sayonari>

人に寄り添い、自然で楽しい  
対話を実現する音声対話システム

## 概要

自然で楽しく会話できるリアルタイム音声対話システムの研究開発

## 従来技術

- ・FAQ型やコマンド型の音声対話システムが主流で、会話は限定的かつ不自然。
- ・相槌や韻律制御が乏しく、ユーザ体験に物足りなさが残る。

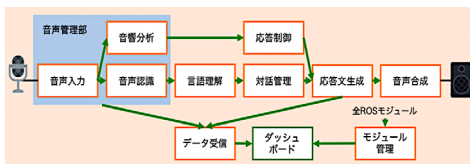
## 優位性

- ・リアルタイムで応答生成。自然な会話が可能。
- ・VADレス認識など独自モデルで柔軟性を実現。
- ・プライバシー保護や安全性を考慮した設計。

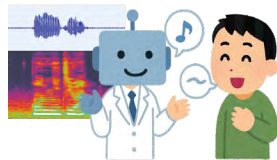
## 特徴

本研究は、人とコンピュータが自然に楽しく会話できる音声対話システムの開発を目的としています。従来のFAQ型・コマンド型から一歩進め、感情・文脈を考慮し、人に寄り添う対話を実現することで、教育・医療・日常生活に新しい価値を提供します。

- ・DiaROS（ROS2ベースの対話システム）：認識・合成・相槌・交替制御を統合したプラットフォーム。
- ・VADレス音声認識：発話区間検出不要で高精度かつリアルタイム処理に対応。
- ・韻律制御可能な音声合成：話し方や抑揚を自在に調整し、感情表現を可能にする。
- ・応答・相槌のタイミング制御：人間らしい会話の間合いを再現し、聞き心地を向上。
- ・相槌内容生成モデル：状況に応じた適切な相槌を自動選択し、会話を円滑化。
- ・ユーザ適応型対話：利用者の話し方や習熟度に応じて発話内容や応答スタイルを柔軟に調整。
- ・安全性・信頼性の確保：誤情報や不適切応答を抑止する仕組みを組み込み、安心して利用可能。
- ・オープンプラットフォーム化：研究者や企業が容易に拡張・検証できる開発基盤として公開を目指す。



ROS2ベースのDiaROSによる音声対話システム



人工物（AIなど）と人との自然な対話

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・医療現場：高齢者や患者との会話支援、心理的安心感の提供。
- ・教育分野：子どもが楽しみながら学習できる音声教材や対話型教育支援。
- ・日常生活：家庭内アシスタントやロボットによる自然なコミュニケーション。

## 実用化に向けた課題

- ・多様な利用環境での認識精度と応答安定性の確保。
- ・利用者の個人差や会話スタイルへの適応。
- ・不適切な応答や誤情報を防ぐ安全性の検証。

## 企業等への提案

音声対話は人に最も近いAI技術です。私たちは、安心感や学習意欲を支援できる対話システムを開発し、教育・医療など幅広い分野への実装を目指しています。共同研究や実証実験を通じて、実社会で役立つ技術を共に実現していきたいです。

# 酸化物系全固体電池の研究開発

電気・電子情報工学系

稲田 亮史

教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0061241>

## 電池の未来は明るいよ

### 概要

電気自動車・燃料電池自動車等のクリーンビークルや自然エネルギー発電分野、更にはセンサ・ウェアラブルデバイス等での利用も見据え、次世代型二次電池の高安全化・低コスト化・高性能化・高信頼化に資する研究開発を幅広く展開しています。

### 従来技術

- 可燃性の電解液を使用するため、液漏れや破裂・発火の恐れがあります。
- 電解液と正極・負極との間で副反応があり、高温では電池性能が劣化しやすくなります。

### 優位性

- 液漏れや破裂・発火の恐れがなく、安全性・信頼性の抜本的向上が図れます。
- 化学的に安定な酸化物を使用するため、取り扱いが容易で高温でも安定動作が可能です。

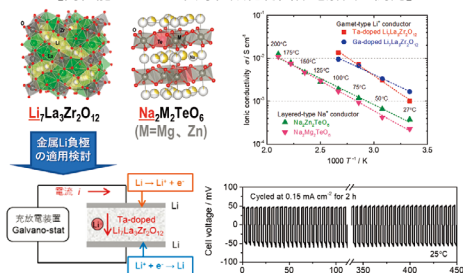
### 特徴

現行のリチウムイオン電池が抱える課題(下記)を克服する「酸化物系全固体電池」の研究に取り組んでいます。キーマテリアルとなる酸化物固体電解質(酸化物イオン伝導体)の性能向上や薄型成型技術、更には正極・負極材料との一体化(固体間界面形成)技術に関する検討を進めています。

### 【現状のリチウムイオン電池の課題】

- 可燃性の電解液を使用するため、液漏れや破裂・発火の恐れがある。
- 電解液と正極・負極材料との間で副反応があり、特エネルギー密度の更なる向上が必要(特に車載電源用途、高コスト(資源的制約)、等)に高温環境下において電池の安定動作が困難。

### 【高性能 Li<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup> 伝導性酸化物固体電解質の開発】



### 実用化イメージ、想定される用途

- センサ／ウェアラブルデバイス用超小型電源
- 定置型電力貯蔵システム用大型電源
- 車載用中型電源 など

### 実用化に向けた課題

高いイオン伝導率と化学的・電気化学的安定性を備えた酸化物固体電解質(材料)の開発  
正極・負極材料と固体電解質間での強固な固体間界面形成技術(プロセス)の開発  
固体ならではの電池構造(積層化、等)の実現

### 企業等への提案

化学的に安定で取扱いが容易な酸化物材料を使い、優れた安全性・信頼性を備えた全固体電池の実現に挑戦しています。この技術にご興味がありましたらご連絡ください。

電気・電子情報工学系

クリーンエネルギー変換研究室

<https://cec.ee.tut.ac.jp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

## 多価イオン電池の研究開発

電気・電子情報工学系

稲田 亮史 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0061241>

## 電池の未来は明るいよ

## 概要

電気自動車・燃料電池自動車等のクリーンビークルや自然エネルギー発電分野、更にはセンサ・ウェアラブルデバイス等での利用も見据え、次世代型二次電池の高安全化・低コスト化・高性能化・高信頼化に資する研究開発を幅広く展開しています。

## 従来技術

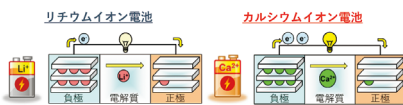
- ・活性の高いリチウムを使用するため、安全性・信頼性に懸念があります。
- ・リチウムは希少元素であり、低コスト化や将来的な安定供給に懸念があります。
- ・大容量化に限界が見えつつあります。

## 優位性

- ・リチウムより安定で埋蔵量の多いカルシウムを使用するため、高安全化・低コスト化が期待できます。
- ・カルシウムを電荷担体とするため、高電圧・大容量な二次電池の実現が期待できます。

## 特徴

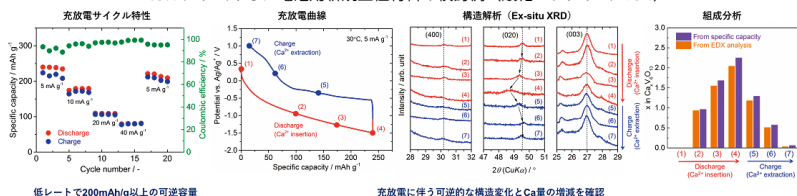
環境負荷が小さく高エネルギー密度で安価な次世代型二次電池として「多価イオン電池(カルシウムイオン電池)」に着目し、充放電時の可逆性の高い電極材料探索と性能向上に資する研究に取り組んでいます。



## 標準電極電位

	vs. NHE
Li <sup>+</sup>	-3.045V
K <sup>+</sup>	-2.925V
Ca <sup>2+</sup>	-2.840V
Na <sup>+</sup>	-2.714V
Mg <sup>2+</sup>	-2.356V
Al <sup>3+</sup>	-1.676V

- ・リチウムに近い卑な電極電位  
⇒ 高い電池電圧が得られる
- ・充放電時の可動イオンが+2価  
⇒ 大容量化
- ・カルシウムの埋蔵量が豊富  
⇒ 低コスト化
- ・リチウムよりも化学的に安定  
⇒ 安全性向上

カルシウムイオン電池用新規正極材料の検討例 (酸化バナジウム  $\text{V}_6\text{O}_{13}$ )

低レートで200mAh/g以上の可逆容量

充放電に伴う可逆的な構造変化とCa量の増減を確認

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・電力貯蔵向け設置型中・大型電源
- ・車載用中・大型電源

## 実用化に向けた課題

- ・充放電の可逆性が高い新規電極材料の探索
- ・円滑な充放電を可能とする電極材料の粒子形態制御技術および電極化技術の開発
- ・高い電気化学的安定性を備えた液系及び固体系電解質の開発(⇒電極との副反応抑制)

## 企業等への提案

リチウムイオン電池に代わる高エネルギー密度・高安全・低コストな新型電池の実現に挑戦しています。この技術にご興味がありましたらご連絡ください。

## ワイヤレスハーネスの研究開発

電気・電子情報工学会

田村 昌也

教授

研究者情報：[https://researchmap.jp/tamura\\_1208/](https://researchmap.jp/tamura_1208/)センサノードの電源問題を  
解消します

## 概要

人間の生活を安全で安心なものにするため、様々な設備や装置に多数のワイヤレスセンサが設置されています。発電所や工場のインフラなど人の手が届きにくい、あるいは人が立ち入るには危険な場所ほど多くのセンサを設置する必要があります。このような複雑な環境下でもセンサをワイヤレスに充電できる技術进行研究しています。

## 従来技術

- 立ち入りが危険な場所ほど多くのセンサが必要になります。これらのセンサは電池駆動で、定期的な電池交換のためにそのような場所へ人が入らなければならないことが問題となっています。

## 優位性

- 人が立ち入ることなく、センサの充電が可能となります。
- センサの設置場所を自由に選べます。

## 特徴

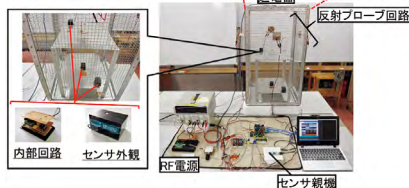
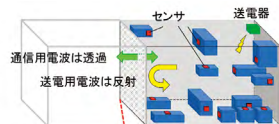
建物に使用されている鉄筋や設備・装置に使用されている金属板を利用します。これらに加えて、金属メッシュなどでセンシング領域を囲うことで、センサへの送電に使用する電波はセンシング領域内に閉じ込め、通信に使用する電波はセンシング領域外へ透過させることができます。

反射プローブ技術でセンシング領域内に閉じ込めた電波の分布を制御し、自由に配置したセンサへの送電が可能です。

- 遮蔽空間：470×473×800 mm
- 送電周波数：約455 MHz (TE<sub>110</sub>)
- 任意の受電器に対して1対1給電

反射プローブ挿入前後の $\eta$		
受電位置	挿入前(%)	挿入後(%)
上段中央	49.0	47.7
上段左端	20.3	31.0
下段中央	36.9	45.3
下段左端	10.9	37.0

反射プローブによりシステム全体の $\eta$ が向上



実験系

## 実用化イメージ、想定される用途

センサノード用駆動電力送電、情報収集システム

- 工場、建物、農業施設などで使用されるワイヤレスセンサネットワーク
- 重量制限、立ち入り困難箇所に設置される常時監視センサシステム

## 実用化に向けた課題

- 実環境での実証実験
- 送受電器のさらなる小型化
- 反射プローブの小型・省スペース化
- 送電回路の低コスト化

## 企業等への提案

本技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

電気・電子情報工学会

田村研究室

<https://comm.ee.tut.ac.jp/em/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 反応機構の解明と制御による 環境負荷低減・気相材料合成法の研究

応用化学・生命工学系

小口 達夫

准教授



研究者情報: <https://researchmap.jp/tat-o>

高温気相反応の解明で  
超高効率化に挑みます

## 概要

燃焼は近代文明社会の維持・発展において不可欠の役割を担っていますが、地球温暖化・環境汚染などの地球環境問題と深く関連しており、これらの解決は現代の最重要課題の一つです。高温・高圧環境における化学反応メカニズムの解明を起点に、持続可能な社会の実現に向けたエネルギー利用方法を研究しています。

## 従来技術

- ・トライアンドエラーによる実験的探究
- ・経験則に基づく技術開発

## 優位性

- ・物理化学的見地に基づく理論的探究
- ・モデル計算と実験を組み合わせた効率のよい開発研究

## 特徴

内燃機関の燃焼制御では、物理的制御とともに化学反応の制御の可否が重要なポイントとなっており、新しい内燃機関の設計・構築では、燃料の設計・化学反応の制御までを含めた最適化が求められています。

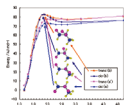
私たちは、詳細化学反応機構の構築による反応制御を実現するため、燃焼反応機構の解明を行っています。

特に、着火の制御に重点を置き、いまだ未知な点が多い低温酸化反応機構を中心に取り組んでいます。そのための手法として、レーザー分光法・光イオン化質量分析法など高感度・選択的ラジカル検出法を駆使し、未知の反応メカニズムを明らかにします。

### 高温反応機構の解明と制御

燃焼中や大気中などで起きている反応を  
分子レベルで調べ、その役割を明らかにします

それを利用して高い効率のエネルギー変換技術や  
環境負荷の低い燃焼技術の開発につなげます

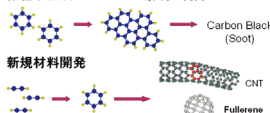


量子化学計算によるラジカル反応素過程の追跡



### 研究課題の例

微粒子形成メカニズムの解明と制御



物理化学的手法による新たな分析・制御技術の開拓

Laser Chemistry, Optical Control, Chemical Activated Reaction

研究のキーワードは「分子の組み替え」と「ラジカル」

ラジカル=不対電子を持ち、非常に反応性に富む短寿命の分子

環境問題への対応



新しい実験技術開発



ナノ分子工学

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・構築された化学反応モデルを用いた反応性流体計算による反応プロセスの予想
- ・小スケール模擬実験装置による反応実験と解析による現実スケールの挙動予測

## 実用化に向けた課題

- ・大規模化学反応モデルの構築には多大な時間と手間がかかる
- ・化学的精度の追求と実用性のバランス

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# キャベツ栽培における火力発電所石灰灰の適用性研究

先端農業・バイオリサーチセンター

山内 高弘

特命教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/yamahana/>



## 農耕地土壌を改良します

### 概要

火力発電所から発生するクリンカアッシュ(多孔質の石灰灰粒子)による農地土壌の化学性、物理性、保水性の改善検討と作物栽培による効果検証を行い、①酸性土壌のpHの矯正、②砂地土壌等の保水性の改善、③保水性の改善に伴い、肥料の溶脱量を減少させ、施肥効率を改善させることに加えて、④土壌の物理性の維持(固相率の増加防止)の効果があることを確認しました。

### 従来技術

- ・植物や堆肥を活用した土壌改良
- ・pH値の補正を石灰等を用いた土壌改良
- ・土壌改良に時間がかかる

### 優位性

- ・pH値の補正と保水性、保肥性の改善が一度の施用で可能となります。
- ・収量増加につながる可能性があります。

### 特徴

#### 《試験方法》

クリンカアッシュの土壌改良有効性を、原体を用いて市販培土(タキイ種まき培土)への配合割合を変え、キャベツ・ブロッコリーにて検証しました。ここではキャベツの結果を示します。

#### 1. 土壌の化学性、物理性、保水性への影響

- (1) 配合割合と土壌の化学性
  - ・栽培前の用土：酸性土壌のpH矯正に有効でした。
  - ・栽培前後の用土：無機態窒素、有効態リン酸、交換性塩基共に対照区が最大、50%区が最小となりました。クリンカアッシュが保肥効果を高め、施肥効率を改善させるものと推測されます。
- (2) 配合割合と保水性
  - ・灌水2日、5日後共に、配合割合が10%~30%区で対照区の5~6倍の含水量となり、砂地等保水性の悪い土壌の改善につながることが確認できました(図1)。
- (3) 配合割合と土壌の物理性
  - ・栽培終了時において配合割合に反比例し固相の増加率が低下する傾向を示し、土壌が硬くならない効果が認められました。

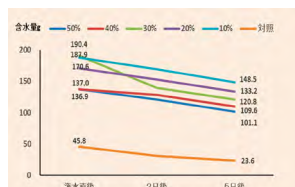


図1 クリンカアッシュ配合割合と含水量の推移  
(各50cmの用土を測定)  
注) 対照区はタキイ種まき培土の種まき区を使用

#### 2. 生育への影響

- (1) 配合割合による収穫時期の差は認められませんでした。
- (2) 収穫時の生重は、原粉の20%区が重くなり、クリンカアッシュの施用が収量増加につながる可能性があることが分かりました(図2)。

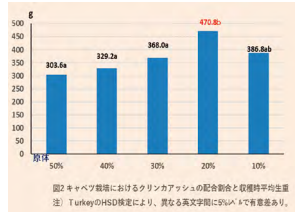


図2 キャベツ栽培におけるクリンカアッシュの配合割合と収穫時平均生重  
注) T-turkeyのHSD検定により、異なる英文字母に5%以下有意差あり。

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・農耕地土壌改良材料 (排水性、通気性、保水性、保肥性の改善)
- ・石灰灰のリサイクル事業 (地域内資源循環型産業構造の構築: 碧南火力)

### 実用化に向けた課題

- ・クリンカアッシュの連続施用(毎年)による影響調査
- ・各種ほ場の土壌条件での実証調査
- ・多品目作物での実証

### 企業等への提案

クリンカアッシュは、保水性の改善効果やpH値を高める効果が大きく、栽培改善につながります。この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 異種電池を組合せた電力・エネルギーの運用技術・システムの研究開発

電気・電子情報工学系

東城 友都

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/tj1010>

## 異なる電池で補助し合い停電を防止します

### 概要

カーボンニュートラル社会の実現に向けて、家庭用・産業用の太陽光発電・蓄電池システムの導入・拡大が進んでいます。しかし、蓄電可能量を上回り、余剰電力を売電する場合、電力網の電力需給バランスが崩れ、最悪の場合、大停電を引き起こします。そのような事態を避けるために、例えば余剰電力で燃料電池の原料を生成し電力不足時にそれを電力に変換・利用できるような化学電池と、一般的な蓄電池（リチウムイオン電池等）を組み合わせた電力システムに関する研究を進めています。

### 従来技術

蓄電池にリチウムイオン電池単独を用いる場合、電池構成材料によっては大電流（高速）で蓄電・利用できなかつたり、電池性能の劣化（電池寿命）が早まったりします。

### 優位性

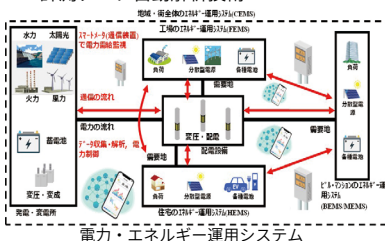
蓄電量は少ないものの大電流で運用可能なキャパシタを補助電源に利用し、リチウムイオン電池や燃料電池と組み合わせることで、性能劣化が少なく、負荷変動に強いシステムの実現が可能です。

### 特徴

化学反応機構の異なる電池を複数種類組み合わせる急激な変動に対応できる電力システムの研究開発を行っています。システムに導入する蓄電池の入出力特性を把握した上で、最適な電力・エネルギー変換回路を設計することで、高効率でエネルギーを運用でき、予期せぬ停電を防止できる電力システムを実現します。

### 【研究成果】

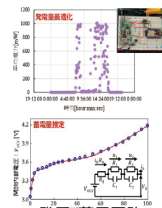
1. 太陽電池の最大出力制御回路の開発  
太陽電池の発電電力量を常に最大に保つ電力制御回路設計と電力計測技術
2. リチウムイオン電池の蓄電量推定回路の開発  
リチウムイオン電池の蓄電量や劣化度合いを正確に推定可能とする計測回路設計と計測データ自動解析技術



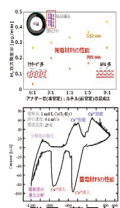
電力・エネルギー運用システム



住宅への適用



発電・蓄電回路の設計



発電・蓄電材料の特性

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・家庭用産業用の太陽光発電・蓄電池システム
- ・電気自動車
- ・電動自転車
- ・ロボット
- ・人工衛星 など

### 企業等への提案

電池構成材料の電気化学特性に合わせた最適な電力システムに関する研究開発を進めています。このテーマに関連した技術相談や共同研究の検討をお待ちしております。

### 実用化に向けた課題

- ・電力システムの構成要素の研究開発
- ・組電池を用いた場合のセル容量バランス制御
- ・小規模、中規模、大規模電力システムに適した電力変換回路の設計、および制御

# PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)の トライボロジー

機械工学系

竹市 嘉紀

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0190140>

## 工業分野の「縁の下」の力持ち

### 概要

固体潤滑に関する研究を中心に行っています。より優れた耐摩耗性や摺動特性を有する材料の開発研究や、摩擦・摩耗のメカニズムを解明するための研究などを行っています。また、表面分析などの分析手法を積極的に取り入れ、摩擦機構のより詳細な解明を目指しています。

### 従来技術

- PTFEは摩耗が多いので固体潤滑剤などと複合使用せざるを得ない。

### 優位性

- PTFEの摩耗メカニズムの解明が期待されます。

### 特徴

「テフロン」の商標で広く知られてるPTFE(ポリテトラフルオロエチレン)は、各種プラスチック材料の中でも優れた低摩擦特性(潤滑性能)を示すものの、摩耗量が多い(耐摩耗性に劣る)という欠点があります。

二硫化モリブデン(MoS<sub>2</sub>)や二硫化タングステン(WS<sub>2</sub>)等の固体潤滑剤やガラス繊維・炭素繊維を添加して使用されることが多い材料です。

私たちは、

- 各種フィラー添加によるPTFEの耐摩耗性向上
- PTFEの摩耗低減メカニズムの解明
- PTFEとのしゅう動による金属表面のトライボケミカル反応の解明

の観点から研究を行っています。



カーボンブラックを添加した PTFE 複合材料  
と摩擦相手のリング試験片

### 実用化イメージ、想定される用途

- 耐摩耗性に優れるPTFE複合材料の潤滑部材

### 実用化に向けた課題

- 潤滑材料の組合せに応じ研究が可能ですが、材料企業の協力が必要です。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 複合金属酸化物による高温潤滑メカニズムの解明 と高温固体潤滑剤の開発

機械工学系

竹市 嘉紀

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0190140>

しゅう動部のエネルギーの無駄遣いを減らせます

## 概要

機械部品の様々なしゅう動部には、摩擦や摩耗を低減するためにオイルやグリスを塗布することが一般的です。しかし、しゅう動部が高温になるような部位ではこれらの潤滑剤は機能しないことがあります。このような場合、二硫化モリブデンやグラファイトなどをベースとした固体潤滑剤が用いられますが、それでも400℃以上の使用は実用上困難です。このような高温で使用できる固体潤滑剤の開発が求められています。

## 従来技術

- 過酷な高温雰囲気下では、オイルや固体潤滑剤では潤滑性が大幅に劣化する。
- 耐熱性と耐摩耗性を重要視した材料でも、しゅう動性については、できあいとなることが多い。

## 優位性

- モリブデン酸銅では500℃以上、モリブデン酸銀では200℃以上の高温環境下での潤滑性が発揮されます。
- 高温しゅう動部基材の摩耗量低減に効果が期待されます。

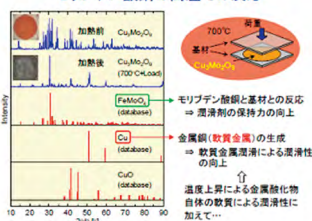
## 特徴

### 【研究成果】

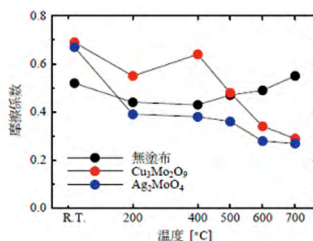
一般的な固体潤滑剤では潤滑効果が発揮できない200℃以上の高温環境下において、潤滑性を発揮する材料としてモリブデン酸塩に着目し、その潤滑性能および潤滑メカニズムを調べました。

- モリブデン酸銅( $\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$ )は基材の主成分である鉄を触媒とした還元反応により、酸化していない銅を生成し、この低せん断物質の生成により潤滑性が向上したと考えられます。
- モリブデン酸銀( $\text{Ag}_2\text{MoO}_4$ )では200℃程度の温度において、せん断力が加わることによって酸化していない銀を生成し、モリブデン酸銅よりもさらに低温から潤滑性を発揮することが分かりました。

モリブデン酸銅の高温での反応



モリブデン酸銅高温潤滑性のメカニズム



摩擦係数の温度変化

## 実用化イメージ、想定される用途

- エンジン用排気弁、タービン、工業炉搬送系などに使われるしゅう動部品
- 高温化で使用可能な固体潤滑剤

## 実用化に向けた課題

- 潤滑材料の組合せに応じ研究が可能です。が、材料企業の協力が必要です。

## 企業等への提案

メカニズム解明の研究のため固体潤滑剤の実用化にはまだ時間が必要です。この技術にご興味をお持ちのユーザー企業、材料企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

機械工学系

トライボロジー研究室

<http://tribo.me.tut.ac.jp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 磁気ホログラフィックメモリの開発

電気・電子情報工学系

中村 雄一

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0094709>

書き換え可能な

大容量データストレージ

## 概要

磁性材料をキーマテリアルとして、今までに無い新しいデバイスの実現を目指して研究を進めています。年々増え続ける膨大な情報を保存する技術として、我々の研究室で開発されたコリニアホログラフィックメモリ(データストレージ)の実用化を目指しています。

## 従来技術

- ・BDでも4K, 8Kの高精細放送の記録には容量が十分でない。
- ・記録メディアのフォトポリマーの材料安定性が低い。
- ・フォトポリマーはライトワンス。

## 優位性

- ・1 TB/disk以上の大容量かつ高転送速度な記録、再生が可能。
- ・酸化物系記録材料(Bi:RIG)を用いるので材料的に安定。
- ・書き換えが可能。

## 特徴

私たちは、光の干渉を用いるホログラフィックメモリにコリニア干渉法という独自の方式を用いて、ホログラフィックメモリドライブのプロトタイプを作製する等、実用に値する成果を得てきました。近年、磁性酸化物膜に磁氣的に記録した磁気ホログラムによるデータの書き込みと再生を世界で初めて実証し、その実用的なポテンシャルを証明したと考えています。

## 《磁気ホログラムの記録媒体の開発》

私たちは体積的にホログラムが記録できる、透光性のある磁性ガーネット系材料(Bi:RIG)を記録材料として用いています。このBi:RIG膜は粒径数10nm程度多結晶膜で、この一つ一つの結晶粒が磁氣的な情報を持ち干渉縞を作るので、磁気ホログラムの記録に必要なサブミクロンの大きさの干渉縞も形成できます。

体積的なホログラム記録のため、磁性膜と透明層からなる多層膜構造を開発し、従来の単層膜より高い回折効率(明るい再生光)が得られることを示しました。

## 《記録・再生上の課題対策》

- ・像が暗い: 多層膜構造や磁性フォトリソニック結晶構造を記録メディアに導入
- ・高記録密度化: 磁気ホログラム記録に適した、多重記録方式の開発。

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・記録・再生可能な大容量の磁気ホログラムディスクドライブ
- ・大容量データのコールドストレージ用システム

## 企業等への提案

Blu-rayを超える大容量記録方式となりうる技術です。この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等の検討の際にはご連絡ください。

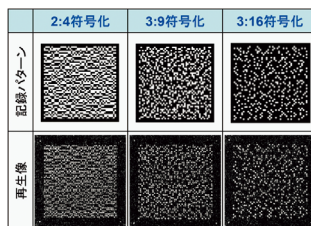
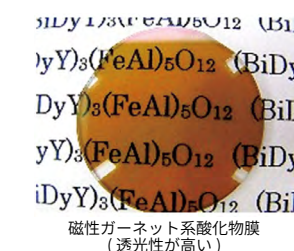
電気・電子情報工学系

スピン・エレクトロニクスグループ

<http://www.spin.ee.tut.ac.jp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

磁気ホログラムへの記録パターンと再生画像

# 光制御用マルチフェロイック複合膜の開発

電氣・電子情報工学系

中村 雄一

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0094709>

超高速、低消費電力な  
光制御デバイス実現します

## 概要

磁気光学空間光変調器(Magneto optic spatial light modulator: MOSLM)は、原理的に高速度な駆動が可能であり、光通信や光コンピューティングといった次世代デバイスへの応用が期待されています。私たちは、超高速・低消費電力な電圧駆動型磁気光学空間光変調器(v-MOSLM)の実現のため、磁性ナノネットワークと圧電材料を組み合わせて微細構造を制御した「光制御用マルチフェロイック複合膜」の作製技術を開発しました。

## 従来技術

- ・電流駆動型MOSLM(i-MOSLM)は、発熱の問題から連続駆動、大規模化が難しい。
- ・電圧駆動型MOSLM(v-MOSLM)は、圧電誘起する磁歪効果による制御層の厚さに限界がある。

優位性

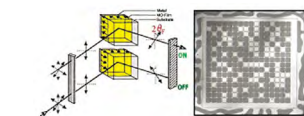
- ・相分離型マルチフェロイック複合膜により高い磁気光学(MO)効果が得られます。

### 特徴

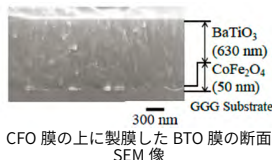
パルスレーザー堆積法を用いてマルチフェロイック複合膜作製技術を開発しました。これらを組み合わせることで、電圧駆動型MOSIMデバイスの実現が可能となりました。

### 【研究成果】

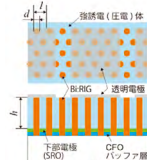
1. CoFeO<sub>4</sub>(CFO)膜をバフファ層としてGd<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>O<sub>12</sub>単結晶(GGG(111)):ガドリニウム・ガリウム・ガーネット)基板上に配向したBaTiO<sub>3</sub>(BTO):チタン酸バリウム)膜を得る条件の検討の結果、CFOを約500ナノメートル程度のGGG(111)基板上に(111)面に優先配向したBTO膜が得られることが分かりました。
2. 導電性酸化物であるSrRuO<sub>3</sub>((SRO):ルテニウム酸ストロンチウム)を下部電極として用いることで、GGG 単結晶基板/CFO バフファ層上に下部電極付きの配向したBTO 層を形成する技術を確立しました。
3. ガーネット柱のサイズ、間隔をサブμm オーダー以下に制御し、パターン化したCFO/BTO 層を形成することで、Bi:RIG(Bi置換希土類ガーネット)を強磁性相として、BTOなどの強誘電体材料と同時にGGG(111)基板上に成長させ、相分離型マルチフェロイック薄膜材料を形成できる可能性を見いだしました。



(左)MOSLM スイッチングイメージ。磁性体の磁化方向によって光のON, OFFが行えます。(右)磁性体をピクセル化した MOSLM デバイス。磁化方向の違いにより濃淡がはっきり分かります



SEM 像



### 作製する複合膜構造

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・ホログラム光体積記録や3次元ディスプレイ  
(超高速・低消費電力で、液晶ディスプレイの  
ような光を制御するデバイス)

## 実用化に向けた課題

- ・高特性な複合膜の形成技術の開発

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

電氣・電子情報工学系

スピン・エレクトロニクスグループ

<http://www.spin.ee.tut.ac.jp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 液相法による電極・固体電解質材料合成と複合化、反応メカニズムの解明

電気・電子情報工学系

引間 和浩

助教

研究者情報: <https://researchmap.jp/kazuh2911>

## 硫化物系全固体リチウム二次電池材料の研究開発

### 概要

有機電解液に劣らないリチウムイオン導電性に優れた硫化物系固体電解質が発見されたことにより、究極的に安全な全固体リチウム二次電池の実現が期待されています。全固体電池の実用化に向けて、高エネルギー密度化、高出力化、低コスト化などに資する研究開発を行っています。

### 従来技術

乳鉢混合、ボールミル等による材料開発  
 ・構造制御が困難(コントロールできない)  
 ・高コスト(大量のエネルギーが必要)  
 ・大量生産などには不向き

### 優位性

有機溶媒等を用いた液相法による材料開発  
 ・構造制御が可能  
 ・安価  
 ・大量生産が可能

### 特徴

#### 1. 液相法による材料合成と複合化

全固体電池では、①ナノサイズの電極活物質、②Liイオン伝導性の硫化物系固体電解質( $\text{Li}_3\text{PS}_4$ )など、③アセチレンブラックなどのカーボン系導電助剤、以上3種類の粉末を混合した電極複合体の作製が必要です。私たちは、「活物質表面に核となる物質( $\text{Li}_2\text{S}$ )を析出させ、これを足場として均一に固体電解質をコーティングする核成長法」や「ナノ粒子を均一に分散できる静電吸着法により作製された複合顆粒」などを駆使して、電子・イオン伝導パスを制御した電極複合体の設計を行っています(図1)。並行して、反応メカニズムが複雑で未知な部分が多く、そのため各工程でどのような反応が起きているか調べるため、装置系構築から開発を行っています。

#### 2. 全固体電池用の新規正極活物質の材料探索

車載用途の全固体電池の実用化には、ガソリン車並みの航続距離実現が必要です。現在の電池の重量・体積を維持して現状の数倍以上の電気量を蓄えられる高エネルギー密度化が必要なため、新規電極活物質の開発が求められています。固相法での材料探索から進めて、液相法への展開を図っています。

- ・硫化リチウム( $\text{Li}_2\text{S}$ )ベース正極
- ・Li過剰系層状岩塩型酸化物( $\text{Li}_2\text{MnO}_3$ )正極
- ・アンチペロブスカイト型( $\text{Li}_2\text{CoSO}$ )正極

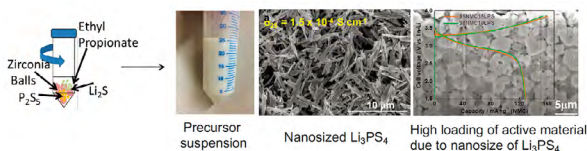


図1 液相法による硫化物固体電解質合成と電極複合体の作製

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・電極活物質、固体電解質材料の製造
- ・電極活物質・固体電解質複合材料の製造
- ・合成プロセスの条件最適化
- ・新規電極活物質、固体電解質材料の提案
- ・品質保証や劣化予測に向けた材料試験

### 実用化に向けた課題

- ・固相法と比較し、特性が低い(リチウムイオン導電性が低いなど)点が課題です。
- ・液相法での反応メカニズムは、液相合成、複合化法の各工程で何が起きているのか丁寧に調べる必要があります。

### 企業等への提案

全固体電池は様々な要素技術を組み合わせることで初めて高性能化が実現できると考えております。自社の強みの技術を全固体電池に応用できないか、というような技術相談・共同研究のご相談も歓迎いたします。

# 無転位・単結晶希薄窒化物半導体の 成長技術の探求

電気・電子情報工学系

山根 啓輔

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/kyr>

## 大面積III-V多接合太陽電池に関する研究

### 概要

“III-V/Siヘテロ成長”と“ウエハ接合”という正反対のアプローチを組み合わせ、従来利用されている化合物基板上では達成不可能な低環境負荷かつ大面積(直径150 mm以上)の化合物多接合太陽電池の作製技術の研究開発を行なっています。具体的には、私たちが開発した世界最高レベルの低欠陥( $10^5 \text{ cm}^{-2}$ )ヘテロ成長技術と新開発の薄膜転写プロセス(特許出願済)により量産性を飛躍的に向上させ、高効率III-V族太陽電池の開発を目指しています。

### 従来技術

- 化合物半導体を使用した太陽電池は高い変換効率を発揮しますが、環境負荷低減や大面積化の観点でメリットが十分に活かしれていません。

### 優位性

- Siに原子間隔が等しく、かつエネルギーバンドを自在に設計できる混晶材料を新たに開発することにより、大面積・高効率太陽電池の実現を可能になります。

### 特徴

《大面積化合物半導体太陽電池の開発構想》図1

- ① Si基板上に高効率GaAsPN太陽電池薄膜構造をヘテロ成長し、ウエハ接合技術により、薄膜構造を低価格基板(例: ポリカーボネイト)に転写し太陽電池デバイスを製作
- ② 分離したSi基板の再利用方法を確立
- ③ 量産性に優れた高効率セル製作が可能となる

本構想の実現のため、私たちはリン(P)系希薄窒化物混晶を提案し、バンドギャップ2.0 eV以下のSi格子整合系材料のデバイス化を目指しました。

従来の成長技術で、成長の極初期にガリウム液滴の形成によるSi基板のメルトバックエッチングが生じることを解明し、原料供給量を変調した成長方法を世界で初めて考案しました。

### 【成果】

高品質とされる転位密度:  $7 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$ を15 nmの極薄膜で成長させることに成功しました。(図2に示すように成長初期から平坦な表面を維持して成長)  
⇒従来技術では転位密度:  $10^6 \text{ cm}^{-2}$ 台を100 nm〜数 $\mu\text{m}$ の厚さで実現するもの

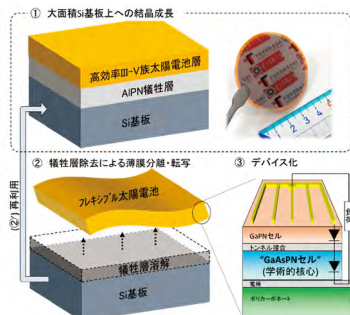


図1 大面積化合物半導体太陽電池の開発構想

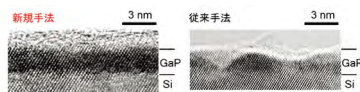


図2 独自開発した高品質 III-V/Si 結晶成長技術

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・宇宙用・航空機用太陽電池
- ・車載用太陽電池
- ・既存太陽電池との融合による高効率化

### 実用化に向けた課題

- ・デバイス実証
- ・GaAsPN層の点欠陥制御技術の確立
- ・剥離プロセスの歩留まり改善

### 企業等への提案

太陽電池応用に限定せず、Si基板上に化合物半導体を結晶成長することのメリットを活用できるような課題がある企業のご相談をお待ちしております。

電気・電子情報工学系

若原・岡田・関口研究室

<http://www.int.ee.tut.ac.jp/oeg/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 高分子固定化不斉触媒の開発と不斉反応への応用

応用化学・生命工学系

原口 直樹

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/naokiharaguchi>

環境に配慮した不斉合成を  
実現します

## 概要

光学活性なアルコールやアミンなどの有機化合物は、医薬品などの合成原料として非常に重要な物質です。これらをより効率的に合成するために、様々な不斉反応の開発に取り組んでいます。特に、環境に配慮した不斉反応を実現するために、高分子固定化不斉触媒やフロー合成システムの開発を行っています。

## 従来技術

- ・固定化触媒の合成が煩雑
- ・環境に負荷がかかる合成
- ・触媒の回収・再使用が困難

## 優位性

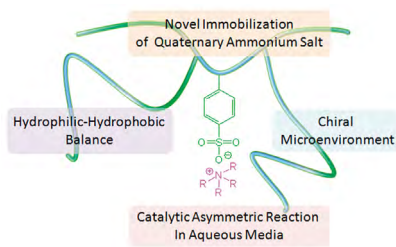
- ・簡便な固定化触媒の合成
- ・金属不使用、水系、常温などの環境配慮型合成
- ・触媒の簡便な回収および再使用が可能

## 特徴

触媒的不斉反応を効率的に行うための高分子固定化不斉触媒を設計・開発しています。

## 【研究成果】

1. 従来行われてきた有機溶媒中での不斉反応に加えて、水系で使用可能な高分子触媒の設計・開発を進めており、スルホン酸塩を導入した高分子が有効であることを見出しました。
2. 従来の高分子触媒を合成する際に必須となっていた触媒の修飾が不要となる新規触媒固定化法を開発しました。
3. これらの高分子固定化触媒を不斉反応に使うと、「高分子の網目の中」という特徴的な環境下で反応が進行するため、通常の不斉反応ではみられない興味深い反応性や選択性を示します。
4. 触媒には金属を使用しないメタルフリー触媒である、有機分子触媒を使用し、水系、常温・常圧での反応が可能となります。
5. 触媒は分離、回収が容易になり、再使用が可能であることや連続フロー合成への展開が可能なため、環境に配慮した不斉合成を行うことができます。



水系反応に適した高分子固定化触媒の特徴

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・医薬品、農薬および中間体合成
- ・医薬品、農薬および中間体の精製・分離
- ・フロー反応におけるカラム充填剤
- ・水中で使用する機能性高分子の研究・開発

## 実用化に向けた課題

- ・固定化触媒の反応性の向上
- ・固定化触媒の再使用性の向上

## 企業等への提案

本技術にご興味をお持ちの企業ならびに共同研究等のご検討の企業はお気軽に技術相談をご利用ください。

応用化学・生命工学系

伊津野・原口研究室

(機能性高分子化学研究室)

<https://chem.tut.ac.jp/chiral/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 光精密ラジカル重合を用いる高分子の設計と合成

応用化学・生命工学系

吉田 絵里

准教授

研究者情報：[https://researchmap.jp/Eri\\_Yoshida](https://researchmap.jp/Eri_Yoshida)

様々な機能性高分子材料を生み出します

## 概要

安定ラジカルによる光リビングラジカル重合を用いて、機能性高分子材料を設計しています。構造の制御された高性能な高分子を“光精密ラジカル重合”で合成しています。高分子の分子量の制御剤は、安定なニトロキシラジカルで、イオン反応に対する安定性を利用して、さまざまな誘導体に変換することができます。

## 従来技術

- 構造の制御された高分子を、光重合で合成することが困難でした。

## 優位性

- 光重合専用の開始剤や金属触媒を用いず、室温で光を照射するだけで、構造の制御された高性能な高分子材料を得ることができます。

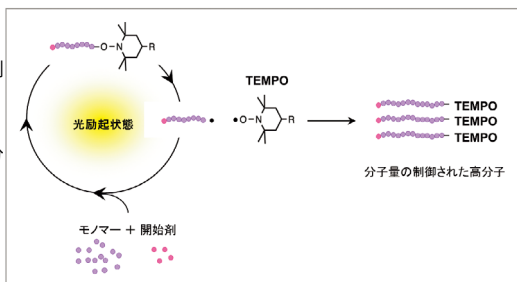
## 特徴

ニトロキシラジカルの1つである2,2,6,6-テトラメチルピペリジン-1-オキシル（通称TEMPO）の種々の誘導体を光精密ラジカル重合の制御剤に用いて、新奇な構造や機能をもつ高分子材料を開発しています。

例えば、異種の重合様式で得られた高分子セグメント同士が、TEMPOを介して結合したブロック共重合体を合成しています。このような高分子は、セグメント結合部位での分解が可能な機能性界面活性剤やインテリジェント材料として役立ちます。

また、分子量の制御された高分子材料の合成には、私たちが開発した光精密ラジカル重合法を用いており、以下のような特徴があります。

- 局所的な重合の制御が可能
- 室温で重合が進行する
- 熱に弱いモノマーの重合を制御できる
- 光重合専用の開始剤が不要
- 金属触媒を使用しない
- オーダーメイドな構造の高分子設計が可能



## 実用化イメージ、想定される用途

- コーティング材、粘接着材、分散材、成形材、エラストマー、界面活性剤、改質剤、医用材料など

## 実用化に向けた課題

- 適用可能モノマーの範囲の拡大
- 重合の高速化

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。どうぞお気軽にお問い合わせください。

# 位相差材料等への応用を指向した 新しい高複屈折性液晶分子

応用化学・生命工学系

荒川 優樹

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/yukiarakawa/>

## 硫黄を利用した液晶分子の開発

### 概要

一般に液晶性を示しにくい硫黄系置換基を導入した棒状分子において、高い複屈折性を有するだけでなく、室温付近にて液晶相を示す分子設計指針を見出しました。高分子化することで位相差フィルムや偏光フィルムなどへの応用が期待できます。

### 従来技術

- 室温付近で液晶性を示す高複屈折材料の製作が困難です。

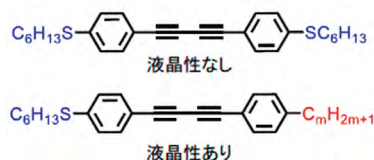
### 優位性

- 低融点で高屈折率及び高複屈折を示す液晶材料が製作可能です。
- 硫黄活用で低廉な価格が期待できます。

### 特徴

高複屈折性液晶材料の開発課題

- 室温付近で液晶性を示す高複屈折材料の開発は困難。(複屈折の向上と相転移温度の低下はトレードオフ)
- 分極率の高い硫黄を含むアルキルチオ基(-SR)の分子構造への導入は有効であるが、棒状分子では液晶相を示しにくい。

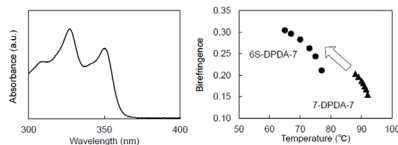


### 【研究成果】

アルキルチオ基とアルキル基との非対称系のジフェニルエーゼチレンを合成することで、広い温度範囲で液晶性を示す高複屈折性分子を開発しました。

#### 《特徴》

- 複屈折( $\Delta n$ )が0.3を超える液晶材料
- 室温まで液晶相が過冷却される $\pi$ -共役系棒状分子
- 可視領域に吸収を持たない透明材料



可視域に吸収がない透明材料への応用が可能

既報の炭素系類似体(7-DPDA-7)と比較して、複屈折が0.1以上向上

### 実用化イメージ、想定される用途

- 薄膜位相差フィルム
- LCDの透明偏光板(低消費電力化)
- コレステリックフィルム
- 偏光フィルム

### 実用化に向けた課題

- 室温にて液晶配向状態の固定を可能とする高分子材料への展開
- 室温以下で昇温・降温の両過程にてネマチック相を示す高複屈折性液晶材料の開発

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

## セラミックス新物質の合成

応用化学・生命工学系

佐藤 裕久

助教

研究者情報: <https://researchmap.jp/hs009>

# 希土類マンガナイトを基礎とした新しい化合物を作り出しています

## 概要

ペロプスカイトやその関連構造をもつ化合物は、触媒的、磁氣的や電氣的特性について古くから研究されています。それら化合物の中で希土類マンガナイトは、電極材料の候補としてや近年巨大磁気抵抗効果について注目されています。

## 従来技術

- 使われている元素が希土類はLaなど一部に限られていたり、遷移金属は2種類までのものが多い。

## 優位性

- 遷移金属を増やしたり、希土類を変えることで、これまでとは異なる特性を示すことができます。

## 特徴

希土類マンガナイトを基本として、希土類をアルカリ土類金属に置換したり、マンガンの位置を他の遷移金属などに置換したりした新規の複合酸化物の合成を行っています。希土類マンガナイトはペロプスカイト構造を有しており、この構造の化合物は数多くの組み合わせが可能で知られています。

そのため置換する遷移金属は、今まで報告のない元素について行っており、これまでにいくつかの新しい化合物の合成に成功しています。

現在、卑金属元素などで置換した化合物が合成できないか試みっていますが、化合物の結晶子径を細くすると転移温度が上昇するという現象が見られています(図1)。これまでの化合物では結晶子径を細くすると転移温度は低下していることから、なぜ上昇しているかを究明しています。

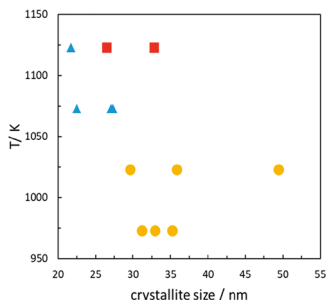


図1 BaEu<sub>2</sub>Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>の転移温度と結晶子径の関係  
●: Cmc<sub>2</sub>, ▲: Immm, ■: A<sub>2</sub>/mmm

## 実用化イメージ、想定される用途

- 今のところ巨大磁気抵抗効果が最も有力視され、想定される用途はHDDのヘッド素子などです。

## 実用化に向けた課題

- セラミックスであるために衝撃に弱く壊れやすく、アルカリ土類金属との化合物は水と反応しやすい。

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 粒子集積による革新的粉末冶金技術

総合教育院

武藤 浩行

教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/mutohiroyuki>

## 新たな粒子設計の技術を提供します

### 概要

粉末を出発原料としたモノづくりに貢献する新たな粒子設計の技術を提供します。「粉」に工夫(集積化)をするだけで、材料開発の際に苦労していた新規特性の付与、特性向上を簡単に実現することができます。次世代プロセッシング材料への展開も可能です。

### 従来技術

- 粉末冶金技術による材料開発では、新規特性や特性向上が難しい、開発期間の長期化など問題がある。

### 優位性

- 新規材料開発のリードタイムの大幅な短縮が可能です。また安価・短時間に複合粒子・顆粒を提供可能です。

### 特徴

各種エレクトロニクスデバイスの更なる進化には、既存の物性を凌駕する特性を有する材料開発が不可欠です。本研究室では、これまでに、新規特性の付与、特性改善のための手段として、静電相互作用を利用した原料粉末のナノデザインに関する研究を行い、粒子の集積化(複合化、顆粒化)技術を確立してきました。この技術を用いて、透明導電性材料、高熱伝導材料を世界に先駆けて開発しています。また、これらの集積技術を発展させ、次世代プロセスとして知られる、エアロゾルデポジション(AD法)、付加製造法(3Dプリンタ)への展開により、新規エレクトロニクスデバイスの開発に取り組んでいます。

粉末を出発原料としたモノづくりに貢献する新たな粒子設計の技術を提供します。集積粒子の量産技術も並行して検討中、製造装置製品化にも成功しています。ニーズに合わせた各種の集積粒子を安価、迅速に供給する体制を整備しています。



粉末材料の新たな展開と進化に向けた研究

### 実用化イメージ、想定される用途

- 粉末材料の新機能付与、特性向上、機能複合材
- エレクトロニクスデバイス用高熱伝導
- 透明導電性材料
- AD、溶射用原料粉末
- 3Dプリンタ用粉末

### 実用化に向けた課題

- 粒子の複合化、顆粒化に関する技術はほぼ確立済みで各種のモデル複合材料を開発し多くの実績があります。社会実装のためには企業とのコラボレーションが重要であり、有効に活用できるフィールドを開拓する必要があります。

### 企業等への提案

粉末を用いた材料開発において、市販の出発原料に「ひと工夫」することで、特性も機能も格段に向上させることができます。一度、体験してみませんか？

# 精密ナノ複合技術による負極活物質の開発

総合教育院

TAN WAI KIAN

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/kian>

## 次世代鉄空気電池の 高性能化材料を創製します

### 概要

金属/空気電池は、負極活物質としての金属と正極活物質としての酸素から構成されることから、電池内部に正極活物質を充填する必要がないために高エネルギー密度を実現することができます。負極活物質の中でも、鉄は資源が豊富で安価である上に、充放電時にデンドライトの生成が起こらないため、二次電池への展開が期待されています。さらに、複合材料を用いて負極活物質を設計することで利用率を向上させることが可能となります。

### 従来技術

- ・バッテリーのライフサイクルが短い。
- ・液体金属空気電池は、バルクサイズの大きさと電解質漏れが課題です。

### 優位性

- ・バッテリーのライフサイクルの長期化。
- ・全固体電池設計による金属空気電池の小型化。
- ・安全で安価なバッテリーを生成が可能となります。

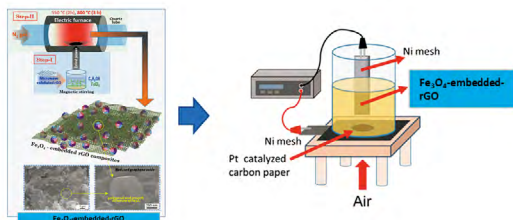
### 特徴

酸化物または金属粒子が埋め込まれた炭素ベースのハイブリッド複合材料は、液相合成法を使用して製造しています。複合材料は金属空気電池の負極活物質として使用しますが、下記のような方法で検証しました。

- ・酸化鉄粒子をカーボンペーパー上に吸着したものを、アルカリ水溶液と全固体システムの鉄空気二次電池の負極として使用。
- ・液相合成で鉄粒子が埋め込まれたグラファイトカーボンネットワークを、アルカリ水溶液の鉄空気二次電池の負極として使用。
- ・図のように、酸化物（酸化鉄）が埋め込まれた還元酸化グラフェン(rGO)複合材料を開発し、アルカリ水溶液の鉄空気二次電池の負極として使用。

### 【研究成果】

- ・周期安定性の向上を達成しました。
- ・三電極充放電試験にて、サイクル性能を大幅に向上させ、100サイクル後の容量保持性にも優れています。
- ・独自の特性を持つ酸化物埋め込まれた還元酸化グラフェン複合材料大規模な製造が可能になる可能性があります。



図：酸化鉄（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）埋め込まれた還元酸化グラフェン複合材料の形成手法及び鉄空気電池の応用

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・金属空気電池の負極材料
- ・全固体金属空気電池

### 実用化に向けた課題

- ・より小型化するためイオン導電率が高い全固体電解質の開発。
- ・電池性能の向上ため、負極材料、電解質、正極材料を組合わせた金属空気電池の相乗的な設計。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# ハイブリッド集積による 投射型マイクロ LED アレイの開発

学長

若原 昭浩

研究者情報: [https://researchmap.jp/WA\\_0608](https://researchmap.jp/WA_0608)

## エレクトロマイグレーションによる 断線課題を解決しました

### 概要

駆動回路一体型モノリシックマイクロLEDアレイにおいて、小型・集積化の際に課題となる高電流密度での配線のエレクトロマイグレーション(EM)現象を解決するため、縦型構造を用いた駆動回路を採用することで、発光部と駆動回路部の一体形成を可能にする製造法を開発しました。

### 従来技術

- LEDウェハを用いたアレイ一体形成方式での大規模集積化対応では、駆動電流の増大による配線断線が発生する可能性があります。

### 優位性

- 微細化・大規模化に伴う配線長の増大・細線化に起因した、印加電圧低下、発熱、効率低下等の問題を解決しました。

### 特徴

【駆動回路一体型モノリシックマイクロLEDアレイ小型化製造方法】

- エレクトロマイグレーションによる断線問題を解決し、大電流注入を実現可能にしました。
- モノリシックマイクロLEDアレイの使用による高精細化を実現できます。

《特徴》

- 縦型構造トランジスタをアレイ化して駆動回路を構成  
⇒画素選択用配線と、発光部駆動用電流経路を区別(図1)
- 発光部と駆動回路を同一サイズ化してワンチップ化を実現(図2\_1)

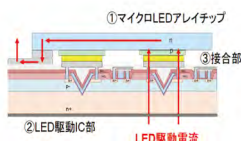


図1 LED駆動電流の経路  
画素選択時にはLED駆動電流は流れない

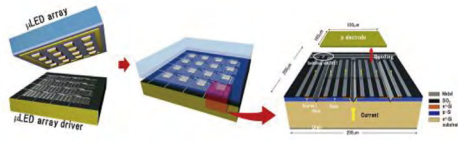


図2-1 投射型デバイスイメージ図  
駆動回路アレイ上にマイクロLEDアレイを直接接合することで微細配線を解さず電流を供給

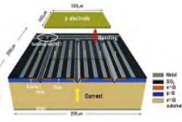


図2-2 画素分子駆動回路構造図  
電流供給素子には縦型MOSFETを用い、投射型デバイスに向けた大電流注入を実現

### 実用化イメージ、想定される用途

- 高精細・高輝度小型投影機器、ディスプレイ
- マスクレスのパターン形成機
- 超軽量HMD、デザイン性に優れたVRグラス
- バイオサイエンス用の光培養/分析アレイ
- 光MIMOによる大容量ローカル通信

### 実用化に向けた課題

- 高輝度駆動時の発熱の影響データ取得と熱伝達特性の解析
- UMOSFETを用いたアレイの試作・評価
- 高精細用マイクロLEDと駆動回路共通のデザインルール の確立

### 企業等への提案

UMOSFETのパワーデバイス技術保有企業やスマートグラス開発中企業、マスクレスパターンニング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考えています。この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

技術相談受付  
研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室  
<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 植物生育診断のための 高精度生体情報計測ロボット（システム）の開発

機械工学会

高山 弘太郎 教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/takayama-k>



農業生産現場における多元的植物  
生体情報の迅速な取得に貢献します

## 概要

温室における環境制御の高度な戦略として、スピーキング・プラント・アプローチ(SPA)という概念が注目されています。植物の生理的状態をモニタリングするためのセンサベースの植物診断技術は、SPAの第一歩であり、最も重要なステップです。現在、先進的な温室だけでなく、伝統的なビニールハウスでの農業生産においても、植物の生育状況をモニタリングするためのイメージングシステムが特に広く求められています。

## 従来技術

- ・人間の目視による観察と経験に基づいて作物の生育状態を判断しています。
- ・主観的かつ抽象的な印象に基づいて作物の生育状態が表現され、共有可能な数値データが不足していました。

## 優位性

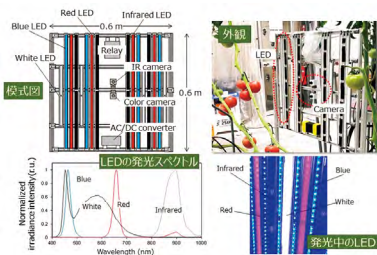
- ・作物の生育状態の変化を数値や画像による高精度生体情報に基づき、経験や勘に依らない植物生育診断を可能にします。
- ・農業ビッグデータの構築を通じてAI技術の活用を容易にします。

## 特徴

### 【研究成果】

#### トマト個体群を対象とした多元的画像計測装置の開発

私たちは、ロングパスフィルタ（ $\lambda > 620$  nm）を用いた赤外線カメラ、カラーカメラ、青色/赤色/赤外線/白色LEDから構成される小型・軽量のマルチイメージングシステムを開発しました。開発したイメージングシステムにより、クロロフィル蛍光イメージング、NDVIイメージング、カラーイメージングを同時に行うことが可能となりました。本システムを温室内で栽培されたトマトのイメージングに適用したところ、成熟したトマト果実の識別に有用なクロロフィル蛍光画像とNDVI画像およびカラー画像から、明らかなクロロフィル蛍光誘導曲線を得ることに成功しました。



多元的画像計測装置の概略

## 実用化イメージ、想定される用途

施設園芸や植物工場などの環境制御型農業生産の生産性、収益性向上に貢献できます。

- ・作物の生育状態を把握し最適環境制御が可能
- ・市場予測に基づいた作物生育制御が可能

## 実用化に向けた課題

- ・製品化やサービス化の戦略の策定
- ・数値データや画像データの通信等のコスト削減
- ・ユーザの理解促進

## 企業等への提案

施設園芸や植物工場などの環境制御型農業生産の生産性、収益性向上に有用な技術を開発してきました。この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 分子シミュレーションによるタンパク質と化合物間の相互作用の解明

情報・知能工学系

栗田 典之

准教授



研究者情報：<https://researchmap.jp/nkuri0303>

## 新規治療薬の提案を支援します

### 概要

量子力学や古典力学などに基づく分子シミュレーション手法を用い、病気に関するタンパク質と薬の候補となる様々な化合物間の特異的な相互作用を高精度に解析しています。アルツハイマー病、がん、感染症などの病気に対する新規治療薬を提案することを目指し、薬学分野の研究者と共同研究を進めています。

### 従来技術

- ・古典力学に基づく分子力場計算、分子動力学計算を用いた分子シミュレーションが主流でした。

### 優位性

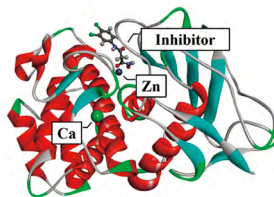
- ・量子力学に基づきタンパク質と化合物間の相互作用を電子レベルで高精度に解析する分子軌道法を採用しています。
- ・計算結果を基に、タンパク質により強く結合可能な化合物を新規治療薬の候補として提案できます。

### 特徴

私たちは、最新のスーパーコンピュータを用いて、新しい治療薬を提案する研究を進めています。アルツハイマー病、がん、感染症、結核などの病気に関連する、様々なタンパク質とその機能を制御可能な化合物間の相互作用を高精度に計算し、どのような化合物がより効率的にそのタンパク質の機能を阻害し、病気の進行を抑えることができるかを、明らかにしたいと考えています。この研究が成功すれば、これまでにない治療薬を製薬会社に提案し、新薬の開発に役立つと考えています。

### 【研究テーマの一部】

- ・フラグメント分子軌道法を用いたインシリコ創薬コンソーシアム(FMODD)への参画  
様々な核内受容体タンパク質と薬の候補化合物間の相互作用を解析し、新規阻害剤を提案
- ・アルツハイマー病に対する治療薬の提案  
この病気の発病に関与するタンパク質(アミロイドベータ、タウタンパク質)の凝集を抑制可能な新規化合物を分子シミュレーションにより提案
- ・感染症に対する新規治療薬の提案  
緑膿菌の感染拡大に関与する酵素タンパク質PLNと様々な化合物間の結合特性を解析し、新規阻害剤を提案
- ・がんの治療薬の提案：  
がん転移抑制剤とその受容体との特異的相互作用を解析
- ・結核の治療薬の提案：  
結核の発病に関与するタンパク質と化合物間の相互作用を解析



感染症に関係するタンパク質 PLN とその阻害剤の複合体構造

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・アルツハイマー病、がん、感染症などの病気に対する新規治療薬の提案・開発

### 実用化に向けた課題

- ・私たちは、計算機を用いた分子シミュレーションのみ実行可能であり、本研究で提案した化合物を実験に合成し、生化学実験でその有効性を確認するためには、実験家との共同研究が必要になります。

### 企業等への提案

この技術にご興味のある企業の皆様からの技術相談をお受け致します。また共同研究等のご検討の際は、ご連絡ください。

# FMODD コンソーシアムでの核内受容体の機能解明、新規阻害剤の提案

情報・知能工学系

栗田 典之

准教授



研究者情報: <https://researchmap.jp/nkuri0303>

## 高精度分子シミュレーションで創薬研究を支援します

### 概要

FMO創薬コンソーシアム(FMO Drug Design Consortium: FMODD)では、フラグメント分子軌道(Fragment Molecular Orbital: FMO)法を創薬研究に活用することを目的に研究活動を進めています。当研究室は、このコンソーシアムに参画し、核内受容体の機能解明、及び受容体に対する新規阻害剤を提案しています。

### 従来技術

- ・タンパク質や核酸等の生体高分子に対する量子化学計算は、計算量が膨大であり、実行困難です。
- ・古典力場を用いた分子力場計算はタンパク質と薬の候補となる分子間の相互作用を正しく記述困難です。

### 優位性

- ・小さなフラグメントに分割しフラグメント単位での計算から全体の電子状態を構築するため、計算コストが削減でき生体高分子にも適用できます。
- ・フラグメント間の相互作用エネルギーを得ることができるため、タンパク質と薬の候補化合物間の特異的相互作用を高精度に評価できます。

### 特徴

フラグメント分子軌道法を活用し、ビタミンD受容体(VDR)、アンドロゲン受容体(AR)、レチノイン酸受容体(ROR)などのタンパク質と様々なリガンド(薬の候補化合物)間の相互作用を計算し、下記の成果を得ました。

- 1.VDRとビタミンD誘導体間の結合親和性を解析し、誘導体中のOH基の位置を調整することで、VDRにより強く結合する新規誘導体D5bを提案(図1)
- 2.VDRとキラリティの異なるリガンド間の相互作用を解析し、キラリティの違いが、リガンド近傍に存在するVDRのヒスチジン残基のプロトン化状態に変化を誘発することを解明(図2)
- 3.既存の阻害薬よりもVDRに強く結合可能な新規阻害剤を提案(製薬企業、大学の薬学部の研究者との共同研究)

⇒VDR異常により発症する骨粗しょう症の治療薬の提案  
4.ARと様々な化合物間の相互作用を解析し、その結果をベースにARにより強く結合する新規阻害薬を提案  
⇒AR異常により発症する前立腺がんの治療薬の提案  
5.RORに作動薬、逆作動薬が結合した際のRORの構造変化を詳細に解析し、薬の作用機構の相違を解明⇒ROR異常により発症する炎症性疾患の治療薬の提案

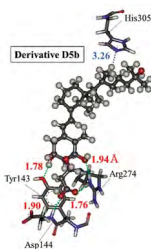


図1 VDR 残基 (Tyr143, Asp144, Arg274, His305) と新規誘導体 D5b との相互作用構造

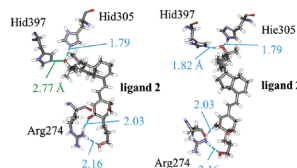


図2 His305 と His397 のプロトン化状態に依存する VDR 残基とリガンド 2 の相互作用構造

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・高精度分子シミュレーションに基づく、骨粗しょう症、前立腺癌、炎症性疾患の新規治療薬の提案・開発

### 実用化に向けた課題

- ・提案した薬の候補化合物の合成
- ・化合物の生化学実験、動物実験、ヒトへの治験

### 企業等への提案

私たちは、計算機を用いた分子シミュレーションのみ実行可能であり、本研究で提案した化合物を実際に合成し、生化学実験でその有効性を確認するためには、実験家との共同研究が必要になります。

# 合成生物学に基づくレポーター酵母の創出

応用化学・生命工学系

浴 俊彦 教授



研究者情報: <https://researchmap.jp/read0094985>

ゲノム安定化の仕組みの理解、  
遺伝子リスクの検知に貢献できます

## 概要

合成生物学的にゲノム改変したレポーター酵母を利用して、発癌の要因となるDNA傷害性や細胞傷害性を起こす酸化傷害性を簡便に検出できるシステム開発を進めています。DNA組換えやゲノム編集を利用して、各傷害に特異的に応答する遺伝子プロモーターを組み込んだゲノム改変型レポーター酵母を作製し、DNA損傷や酸化傷害を検出するためのバイオセンサとして利用します。

## 従来技術

- DNA傷害性検出には、サルモネラ変異株を用いたAmes試験や動物による発癌性試験、培養細胞による試験等が用いられています。

## 優位性

- 動物愛護の精神にかなない、真核生物を用いるのでバクテリア試験より人に適用できる結果が得られます。また比較的安価で簡便な試験法で、多様なDNA傷害性を検知できます。

## 特徴

### 【研究成果】

1. 組換え酵母を用いた遺伝毒性および酸化損傷を検出するためのバイオアッセイを開発、評価しました。

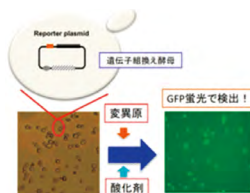
本アッセイ系は、DNA損傷応答性の*RNR3*プロモーター制御下で様々なレポーター(ベータガラクトシダーゼ、緑色蛍光蛋白質(GFP)、ルシフェラーゼなど)を発現する酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)を用います。さらにDNA修復遺伝子を欠損させた酵母を用いることで、高感度に多様なDNA傷害性を検出できることを明らかにしています。

2. 上記の方法では困難な過酸化水素などの酸化傷害性の検出を目指して、酸化ストレス応答性の*TRX2*プロモーター制御下でルシフェラーゼを発現する酵母を開発しました。

*TRX2*プロモーター制御下で短寿命型ルシフェラーゼを発現する酵母株では、酸化剤の添加によって一過的なルシフェラーゼ活性の上昇を検出できました。本酵母株では、過酸化水素以外に、tert-ブチルヒドロペルオキシドやメナジオンに応答したルシフェラーゼ活性の上昇も確認できました。

3. 本バイオアッセイを用いることで、遺伝毒性および酸化傷害性の検出が可能です。

現在、より高感度で特異的な傷害性の検出を目指して、これらの酵母をゲノム編集により改変する研究を進めています。



レポーター酵母による  
バイオセンシング

## 実用化イメージ、想定される用途

- 変異原性試験  
(食品、医薬品、化成品、廃棄物、複合的な環境汚染源などへの適用)

## 実用化に向けた課題

- モバイルシステムとしての装置化、安価で簡便な発光検出系の開発など

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また本シリーズ以外の酵母に関連するテーマも含めて、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# バイオマス生産および利活用の展開

学生支援統括センター

**大門 裕之** 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/dddaimon>



ことにより平和なまちづくりを  
廃棄物に対する意識を高め地域を美しくする  
ことにより平和なまちづくりを  
目指しています

## 概要

環境問題、特に廃棄物に対する意識を高め、地域を美しくすることにより平和なまちづくりを目指しています。気候危機状態にある社会に向けて、ゼロエミッションではなくネガティブエミッションを考慮した社会実装と政策提言を行い、心ゆさぶる技術開発やシステム全体の評価を実施し、産学融合によって社会ニーズに即した実践的な先導的モデルやローテクによる破壊的イノベーションを発信しています。

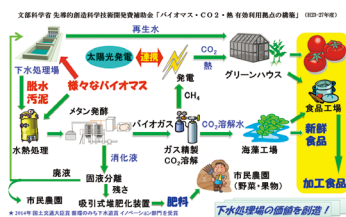
## 従来技術

- 下水処理場は環境分野において潜在的な可能性があるにも関わらず、各要素技術（メタン発酵、植物工場、海藻工場）が単独に存在しているため、市民から遠い存在となっていました。

## 特徴

### 【研究成果】

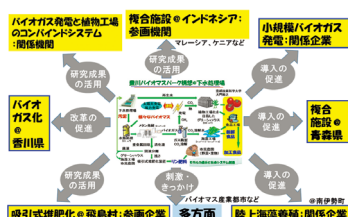
下水汚泥を含むバイオマス(生物資源)利活用、農業発展に寄与する農工連携、二酸化炭素排出量の低減、自治体経営のあり方や縦割り行政の改善、新産業や雇用の創出、地域活性化等は、海外も含め多くの地域で課題となっています。これらを解決するため、「豊川バイオマスパーク構想」という新たな社会システムを提案し、実際の下水処理場で実証試験を行いました。各自治体や農商工観・産学官民連携のもと先導的事例を示すことで、行政や市民の理解を得ることができ、パラダイムシフトを促すことができました。この結果、ここで得られた成果を活かした実際のシステムが全国各地で展開されるまでになっています。



産学官・農商工観連携による豊川バイオマスパーク構想

## 優位性

- 下水処理場にデモンストレーション施設を設置し、各ステークホルダーに利活用への展開等の刺激を与えられます。
- 二酸化炭素や残渣の活用は、循環型社会の構築に役に立ちます。



豊川バイオマスパーク構想からの展開

## 実用化イメージ、想定される用途

- 小規模廉価型メタン発酵システム：中小規模の畜産農家、食品工場、下水処理場など
- 二酸化炭素や残渣の活用：バイオガス発電と植物工場のコンバインドシステムや陸上海藻養殖事業など

## 企業等への提案

下水汚泥を含むバイオマス(生物資源)利活用や地域活性化を検討されている関係者の皆様やこの技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また、共同研究や受託研究等の検討の際には、どうぞお気軽にご連絡ください。

## 実用化に向けた課題

- 現在の課題、事業の目的、予算、敷地面積、ステークホルダーの考えに基づき実用化を目指すことができるため、特に課題はございません。

# プラズマ照射による生体分子損傷と細胞応答機構の解明

応用化学・生命工学系

栗田 弘史

准教授



研究者情報: <https://researchmap.jp/read0125694>

## 大気圧低温プラズマの生物応用

### 概要

大気圧低温プラズマの生物応用が近年活発に研究されており、プラズマ照射による微生物の殺菌のほか、抗腫瘍効果や創傷治癒・低侵襲止血への有効性を示す画期的な実験結果が相次いで報告され、プラズマ医療応用に関する研究が急速に進展しています。しかし、それらの作用機序について十分解明されていないことから、プラズマ照射が誘発する生体分子への影響や細胞応答の解析を進めています。

### 従来技術

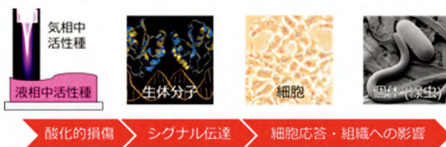
- ・殺菌: 殺菌剤・熱・放射線 他
- ・がん治療: 外科手術・抗がん剤・放射線 他
- ・止血: 電気メスによる焼灼(熱凝固) 他

### 優位性

- ・薬剤を使用しない
- ・大掛かりな設備が不要
- ・正常細胞・正常組織への影響が少ない可能性

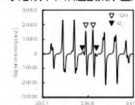
### 特徴

プラズマ照射によって生成される活性種やイオンは、細胞の周囲を取り囲む水と相互作用し、細胞膜を通過して細胞内部に入り込んだり、別の化合物に変化したりして細胞に作用する。これらは細胞に対して酸化ストレスとなり、様々な生命現象を惹起することが明らかになってきた。全体像の解明に向け、活性種生成プロセス・生体分子損傷・細胞応答の解析を進めている。

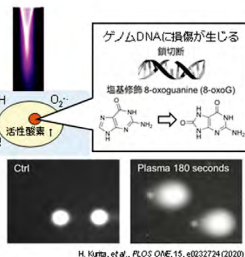
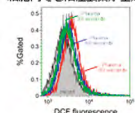


### 《大気圧プラズマが誘発する生体分子損傷と細胞応答機構の解明の取組み例》

水溶液中に活性酸素が生成



細胞内でも活性酸素が生成



H. Kurita, et al., PLOS ONE, 15, e0232724 (2020)

### 実用化イメージ、想定される用途

大気圧プラズマの生物応用例

- ・がん治療、虫歯治療、やけど治療、外科手術での止血にプラズマを照射

### 実用化に向けた課題

- ・安全性・再現性の担保
- ・作用機序の解明
- ・細胞や組織に直接影響を及ぼす因子の同定と制御

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 脂質二重膜内のドメイン形成と膜タンパク質再構成

応用化学・生命工学系

手老 龍吾

教授



研究者情報：<https://researchmap.jp/tero>

細胞膜での脂質やタンパク質の挙動が確認できます

## 概要

支持脂質二重膜(SLB)を用いて、生体膜反応に関わる脂質やタンパク質の分子挙動を研究をしています。SLBは人工固体デバイス上の生体適合界面としても期待されており、デバイス材料表面上へのSLBの作製方法の最適化や、固体基板の表面機能を活用した膜反応場の活性制御を行うことも目指しています。

## 従来技術

- ・ 試料全体からの平均情報を取得

## 優位性

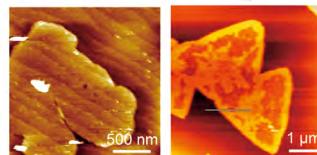
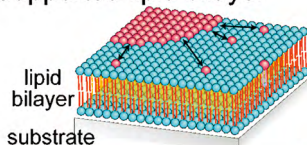
- ・ 脂質や膜タンパク質の局所的な集合状態や分布を観察

## 特徴

支持脂質二重膜(supported lipid bilayer:SLB)系においては、脂質膜は1~2 nmの水の層を介して固液界面に「浮いて」います。脂質が基板に直接吸着しているわけではないため脂質膜は流動的であり、生きた細胞の細胞膜内で起きるような分子拡散やドメイン形成・消滅といった物理化学現象を再現して観察できます。

特に脂質二重膜内に特定の脂質およびタンパク質が集合して形成される「ドメイン」は、「脂質ラフト」に代表されるように細胞膜内反応のON/OFFと効率を決める重要な現象です。複数種類の脂質分子や膜タンパク質を含むSLB系を作製し、分子レベル〜マイクロメートルスケールの分子集合体について構造と機能の関わりを原子間力顕微鏡や蛍光顕微鏡を用いて明らかにします。

## Supported lipid bilayer



支持脂質二重膜 (SLB) と膜内分子拡散・ドメイン形成の模式図 (上) と、固体基板表面の影響を受けて形成される膜内 2 次元ドメインの AFM 像 (下)

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・ 医薬品、薬剤、食品添加物等の細胞への影響について、材料レベルで評価

## 実用化に向けた課題

- ・ 多数の分子を一度の計測することによるスクリーニング技術の開発

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# オンチップ iPS 細胞量産ファクトリーの開発

次世代半導体・センサ科学研究所

沼野 利佳 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/6902>



し  
び  
れ  
る  
電  
気  
で  
創  
る  
i  
P  
S  
細  
胞

## 概要

電気的なエネルギーを用いて細胞膜に穴をあけ遺伝子導入を行うエレクトロポレーション法(EP法)は、一回の施行に必要な細胞やDNA量が多く、電圧印加の細胞毒性が高いため、末梢血球細胞や初代培養細胞等の細胞毒性に弱い細胞種を扱う医療では応用が難しいとされてきました。私たちは絶縁油中に形成した微小液滴に、細胞とDNAを封入した状態で直流電界をかける新規の遺伝子導入法を開発し、iPS細胞など有用細胞を作製に成功しています。

## 従来技術

(ウイルスベクター・エレクトロポレーション法)

- ・感染後のウイルス由来配列の残存による細胞の癌化の懸念
- ・大電流にて細胞へのダメージが大きい
- ・装置、操作、設備が必要で高コスト
- ・必要サンプル量が多い

## 優位性

- ・流れる電流が小さく、安全で、細胞へのダメージが少ない
- ・特殊試薬など不要でその後の細胞使用が安全
- ・複数遺伝子導入の効率化が可能
- ・装置構成、操作、設備が簡単で並列処理が容易で低コスト
- ・極少量サンプルに対応 (反応場 $\sim 3\mu\text{L}$ )

## 特徴

<液滴エレクトロポレーション(EP)法>

絶縁油中に反応場としての形成した数 $\mu\text{L}$ 単位の微小液滴に、細胞とDNAを封入した状態で直流電界をかけると、クーロン力によって液滴が電極間で往復運動します。(図1)

## 【研究成果】

1. 液滴が電極と接触する時に印加される電気パルスで、山中因子を分化細胞に導入しiPS細胞など有用細胞の作製に成功しました。
2. 末梢血由来の細胞が初期化誘導されたことを示す、未分化マーカー発現細胞を観測できました。(図2)

## <関連成果>

1. 液滴エレクトロポレーション法の課題であった実験の再現性や不便なユーザーインターフェースを向上させる装置を開発し(図3)、浮遊細胞株と接着細胞株の両方へ遺伝子導入に成功しました。
2. 手のひらサイズのチップの上にマイクロ流路を加工して100pL単位の極小液滴に細胞と導入遺伝子を封入し、マイクロ流路底面に位置する電極上を通過するときに電気パルスが流れ、電気穿孔を行う画期的なデバイスも開発中です。
1. 液滴に1細胞を導入遺伝子とともに封入し、各工程を全自動で素早く実施するハイスループット型デバイスです。

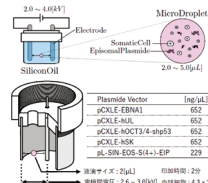


図1 油中液滴の往復運動による遺伝子導入

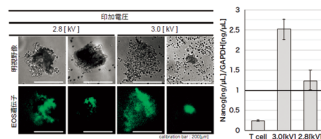


図2 細胞の初期化を示す未分化マーカーが本手法による初期化誘導で上昇

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・iPS細胞作製、CART療法等最先端医療への応用
- ・農作物、畜産等のゲノム編集による高機能食品開発、品種改良
- ・ゲノム編集によるアレルギー、毒性、耐感染症対策

## 実用化に向けた課題

- ・共同研究、応用研究者または企業
- ・装置構成、装置設計者または企業
- ・1液滴1細胞にてのクローン化が不要で、ハイスループット型の実験系に発展させる。

## 企業等への提案

安全性の高いiPS細胞の効率的な作製を目指しています。農作物や畜産の品種改良・育成へ展開したいと考えています。本法の実績をたかめ、汎用性の広さを確認したいので、皆さまのサンプル・実験室について、このたび製作した試作機によるデモ実験もさせていただきたく、よろしく願っています。

# 次世代シーケンサーを用いた菌叢解析

応用化学・生命工学系

**広瀬 侑** 准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/yuuhirose>



環境中にはどんな生物種が存在する  
のか？ 高感度・高精度に同定します

## 概要

次世代シーケンサーを用いて、数千万分子以上のDNA塩基配列を一度に読み取ることで、環境中に含まれる生物の「種類」とその「割合」を極めて高い精度で解析します。その結果に基づき、その環境の状態を定量的に評価することができます。

## 従来技術

- ・顕微鏡観察
- ・単離培養

## 優位性

- ・微量の生物種を検出できます
- ・生物種を高い精度で分類できます
- ・培養できない生物種の存在も確認できます

## 特徴

近年、生物のゲノム情報をハイスループットに解析できる次世代シーケンサーを用いた菌叢解析法(微生物群集構造解析)が確立されています。

この手法は、数千万分子のDNA塩基配列を一度に読み取ることで、環境中に含まれる生物の「種類」とその「割合」を極めて高い精度で解析することができ、ヒト腸内環境の診断をはじめ、様々な分野での応用が進み、今後も様々な新しいサービスを生み出すことが期待されています。

一方、菌叢解析のためには、DNAの精製からシーケンス、得られたデータの解析までと、幅広い分野の知識を必要とします。本研究室では、4年ほど前から次世代シーケンサー解析講習会を開催し、その技術の普及に努めています。



## 実用化イメージ、想定される用途

- ・農業：土壌生物の群集解析による土壌特性の評価
- ・食品：発酵食品の菌叢解析による食品の品質向上
- ・医療：腸内細菌叢の解析による腸内環境診断
- ・化学：皮膚常在菌の解析による化粧品等の評価

## 実用化に向けた課題

- ・最適な評価法の選定
- ・解析コスト

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の解析依頼や問い合わせ含め技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

尚、一年に1度、2泊3日の集中講義方式で講習会も開催しています。

# 昆虫 - 細菌融合共生系の成り立ちの解明とその応用

先端農業・バイオリサーチセンター

中鉢 淳 准教授

研究者情報：[https://researchmap.jp/CRDC\\_SSDC](https://researchmap.jp/CRDC_SSDC)



環境に優しく効果的な  
害虫防除法開発します

## 概要

農作物から吸汁し、さまざまな植物病原体を媒介するアブラムシ、コナジラミ、キジラミなどの重要害虫は、細胞内にすむ特殊な共生細菌なしでは生きられません。私達は、こうした共生系の基盤解析を進め、害虫だけを狙い撃ちにする、環境負荷の低い防除法の開発を目指しています。

## 従来技術

- ・選択性が不十分で、益虫など環境中の多くの生物へのダメージが避けられません。

## 優位性

- ・害虫のみが持ち、その生存を支える共生系を標的とすることで、環境に優しく効果的な防除を可能にします。

## 特徴

アブラムシ、コナジラミ、キジラミなどの昆虫は、植物の師管液を吸い、光合成産物を奪うばかりでなく、さまざまな病原体を媒介することで、世界の農業に大きな被害をもたらします。

これらの昆虫は共生専用の器官を持ち、その細胞内に共生細菌を収納しています。共生細菌は虫の親から子へと数億年にわたり受け継がれて宿主と一体化しており、師管液に不足する栄養などを合成・提供することで害虫を支えています。

こうした共生系は害虫の生存に不可欠である一方、私たちヒトを含む周辺環境中の他の生物には存在しないため、選択性が高く、安全で効果的な新規防除法開発の標的として有望です。

私たちの研究室では、害虫の融合共生系の成り立ちを解明することで、害虫だけを狙い撃ちにする、環境に優しい新規防除法の開発を目指しています。

〔害虫の命綱：融合共生系〕



共生器官

共生細菌による  
代謝物の供給

害虫と細菌の融合共生系。世界のカンキツ産業に致命的な被害を与えるミカンキジラミの例。腹部の黄色いクロワッサン型のものが共生器官（消化管とは異なる）。その細胞内に2種類の共生細菌が多数収納され、キジラミの生存を支えている。

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・植物病原体を媒介する昆虫類の選択的防除

## 実用化に向けた課題

- ・標的遺伝子、標的タンパク質の確実な機能抑制
- ・有効化合物の適度な安定化

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 水素結合を利用するアニオン認識試薬の開発

教育研究基盤センター

加藤 亮

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0157655>



簡便、

迅速、

安価な

アニオン分析法です

## 概要

生体、環境中には数多くの陰イオン(アニオン)が存在し、重要な役割を果たしています。そのため、これらアニオンの存在量を把握しておくことは生命現象、自然現象の解明には欠かせません。簡便、迅速、安価な新規分析法としてアニオン認識比色試薬によるアニオンの比色分析法の開発を目的としています。

## 従来技術

- ・イオンクロマトグラフィー法
- ・高速液体クロマトグラフィー法

## 優位性

- ・短時間でアニオンの種類と(従来法よりも精度は劣るが)濃度が判明。
- ・低コスト、簡単な手順で分析が可能。

## 特徴

従来のアニオン分析法は、イオンクロマトグラフィーを始めとする機器分析法が主で、費用、時間がかかり、特にその場分析が事実上不可能です。私たちは簡便、迅速、安価な新規分析法としてアニオン認識比色試薬によるアニオンの比色分析法の開発を目的としています。

開発の手順としては、以下の2段階です。

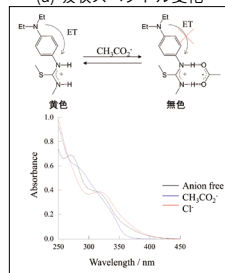
- 1.水素結合により認識・結合し、その情報を色の変化により検出する新規アニオン認識比色試薬の分子設計及び新規合成する。
- 2.水系、非水系それぞれにおいて合成したアニオン認識比色試薬のアニオン認識機能を評価する。

現在、アニオンを認識する部位としてのチオ尿素基、イソチオ尿素基にパラニトロフェニル基、ジエチルアミノ基などを結合したアニオン認識試薬が有機溶媒中において酢酸イオンを選択的に認識し、溶液の色調を変化させることを見出しています。さらに、開発したアニオン認識試薬をガラス基板やナノファイバーシートへと結合し、その場分析を可能にするアニオン分析チップ、アニオン分析シートの開発にも取り組んでいます。

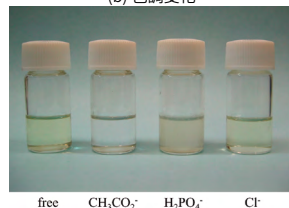
### 図の説明

各アニオン添加に伴うアニオン認識試薬1の  
(a)吸収スペクトル、(b)色調変化  
[Guest] = [3] = 50  $\mu$ M 溶媒: クロロホルム

(a) 吸収スペクトル変化



(b) 色調変化



## 実用化イメージ、想定される用途

- ・食品・河川水等に含まれるアニオン濃度をその場で分析するデバイス
- 具体的イメージ
- ・pH試験紙のように試験紙の色の変化から目視で簡易にアニオンを分析する紙デバイス
- ・分析チップにサンプルを接触し小型分光計で計測する分析デバイス

## 実用化に向けた課題

- ・アニオン以外の妨害因子についての検討
- ・色を持つサンプルに対しての分析手法・分析デバイスの開発

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

教育研究基盤センター

電気分析化学研究室

<https://electroanal.ee.tut.ac.jp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# DNA バーコードを用いた高精度な土壌線虫の分析法の開発

応用化学・生命工学系

浴 俊彦 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0094985/>



土壌生態系の解明やスマート農業の発展に貢献します！

## 概要

私たちは次世代シーケンサーを活用し、18SリボソームRNA遺伝子領域をDNAバーコードとして用いた高精度な土壌線虫の分析法を開発しました。開発した方法により、畑、雑木林、家庭菜園に生息する線虫集団の特徴を明らかにすることに成功しました。

## 従来技術

- 線虫の形態による識別は、専門家でないとし難いのが実情です。
- 次世代シーケンサーを使ったDNA バーコード法は、線虫等の真核生物を対象とした分析は普及していません。

## 優位性

- 線虫分類の専門家に依存しない、塩基配列データによる非常に高精度な分類が可能で
- 複数の線虫集団を同時に定量解析できるので比較的簡単に多試料の分析ができます。

## 特徴

遺伝子における生物種固有の微小な塩基配列の違いに基づいて生物種を識別する「DNA バーコード法」に着目し、飛躍的な塩基配列解読能をもつ次世代シーケンサーを導入した手法を確立し、異なる環境土壌に生息する線虫集団の分析に応用しました。

### 【研究成果】

1. 真核生物が共通に持つ18SリボソームRNA遺伝子に4つのDNAバーコード領域を設定しました。
2. 分析対象には、非耕作畑、雑木林、ブツキニ栽培中の家庭菜園から分離した土壌線虫集団を用い、各線虫集団のDNA から、PCR で4つの遺伝子断片を増幅し、それらの塩基配列を解読、分析しました。
3. 本手法による線虫組成の分析により、土壌環境を評価し、農業とも深く関連する土壌線虫集団を詳細に分析することが可能になりました。

## 実用化イメージ、想定される用途

- 土壌から直接DNAを取りだし土壌の環境・生物多様性を分析する実用的手法の開発
- 同手法からの土壌生物相データに基づく、合理的な農業土壌改良や作物栽培の管理、農業のスマート化

## 企業等への提案

線虫を含めた全土壌生物を対象に、これまでブラックボックスであった土壌生態系へ科学的にアプローチする手段を提供できます。本技術を活用した農業や環境分析への応用が期待されます。

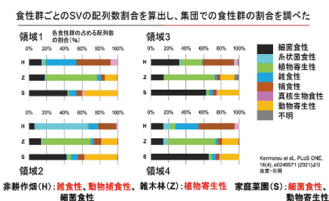


図1 土壌線虫群の食性



図2 土壌線虫群の特徴

## 実用化に向けた課題

- 第3世代のDNA バーコード法の開発
- 土壌生物ビッグデータの解析法の確立とデータベース化
- 低コスト化

# 火災の相似則導出による実践的な対策検討支援

機械工学会

中村 祐二

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0056011>



## その災害、 模型実験で 解決できるかも！

### 概要

大規模火災や宇宙火災などは実スケール・実環境での試験が極めて困難です。もし特撮のように実現を模型を使って再現できたら、具体的な対策検討が可能となります。このためには、①再現を担保する法則(相似則)を導き、②適切な模型をデザインすることが必要です。相似則に基づく模型実験を活用した災害対策を提案します。

### 従来技術

- ・実スケール・実環境での試験をしようとする  
と回数やコストの制約が著しく大きい。

### 優位性

- ・実験室内で「注目する過程」のみ再現することができ、低コストで繰り返し検討が可能です。

### 特徴

私たちは、火災などの災害に代表される特に(実スケール・実環境)実験が著しく困難な現象に対して、相似則を使って実験室で再現することで実践的な対策検討を支援します。

相似則は「与えられているもの」ではなく、各課題に対して「導き出すもの」であり、一旦相似則が導かれると、模型を使った再現実験(=模型実験)の実施方針が決まります。

私たちは、主に燃焼・火災現象の解明に対して模型実験を活用して様々な基礎～応用研究を展開してきました。これまでの実績として、宇宙(微小重力場)での燃焼・火災現象の再現・安全対策への低減(図1)、ソルトウォーターモデルによる原子力施設内の火災被害の予測(図2)、火災旋風の再現試験(図3)などに成功しました。中でも、複数の企業から委託・共同研究実績を通じて、模型実験を通じて危機対策検討としての災害予測の支援をしてきました。

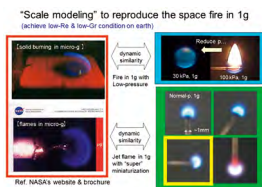


図1 微小重力場での燃焼現象に対する模型実験例

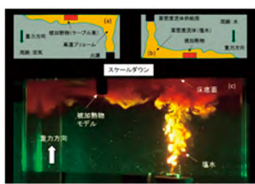


図2 火災ブリュムの動きを水槽内流動を用いて再現した例



図3 火災旋風の模型実験事例

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・大規模災害の被害拡大の様子を幾つかのパターンで予測できる可能性があります。
- ・実物評価が求められる高コストな標準試験など(例：難燃性評価試験、耐火試験等)の評価結果を予測できる可能性があります。

### 実用化に向けた課題

- ・相似則導出には基礎検討に関する支援が必須です。
- ・相似則の確認・検証のため、実スケール・実環境試験の結果の提供は不可欠です。

### 企業等への提案

今、対策に悩まれているその災害、もしかしたら模型実験で解決できるかもしれません。この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

機械工学会

環境エネルギー変換工学研究室

<https://ece.me.tut.ac.jp/wp/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform/>

# IoT 技術を活用した社会インフラ 安全モニタリング技術の研究

情報・知能工学系

大村 康

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/rten>



構造物の健全性を  
長期に確実に監視できます

## 概要

橋梁や風力タービンなどの構築物健全性モニタリング(Structural Health Monitoring: SHM)は、早期の故障診断と予防保全を目的として、構築物の全寿命にわたって健全性を追跡する方法で、遠隔、無人化が進みつつあります。私たちは構築物のボルト自体に変更を加えることなく、接合部の緩み(荷重)を高精度にモニタリングするセンサノードと長距離無線通信部をもつ「TenSense」を開発しました。

## 従来技術

- ・人手によるモニタリングには、多くの費用と時間が必要です。
- ・無人モニタリングツールには構築物の改造が必要、特定用途に限定される、設置・運用費用が高い等の課題があります。

## 優位性

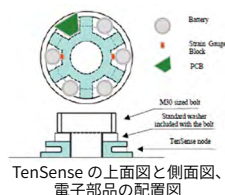
- ・各種ボルト径に対応でき、ボルト接合部に追加装着可能です。
- ・低消費電力で多数のセンサデータを遠隔地から同時モニタリングができます。
- ・受信データはブロックチェーンに安全に保存されます。

## 特徴

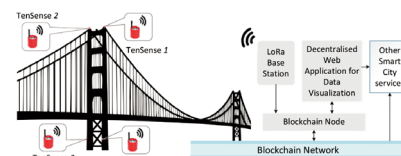
センサノード「TenSense」は、ボルト接合部の外部要因や内部要因による締結力の低下を検出し、データを収集して送信することを目的として開発しました。

開発仕様を下記のように決定し、全て対応できました。

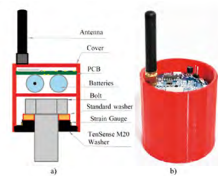
1. フットプリントが小さい
2. ボルトの改造を必要とせず、ボルト規格に準拠する
3. 適用構築物を改造しない
4. Industrial Internet of Things(IIoT)との連携による無人監視、遠隔監視が可能
5. 1～2回/日の送信頻度で5年以上の動作寿命
6. 通信には低消費電力・長距離伝送プロトコルを使用
7. 多数のセンサノードが基地局にデータを送信する場合を想定し、衝突回避機構を搭載する
8. Over The Air(OTA)アップデートによるノードの再構成機能がある



TenSense の上面図と側面図、  
電子部品の配置図



TenSense 無線センサネットワークアーキテクチャ概要



ノードの概要 (a) 全体設計  
(b) 組み立てたプロトタイプ

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・社会的インフラや無人、遠隔、常時監視を必要とする構築物
- ・M20～M30のボルト接合部がある構築物

## 実用化に向けた課題

- ・アンテナをセンサノード内部に収納する。
- ・M20以下の小径、M30以上の大径ボルトへの対応設計

## 企業等への提案

構築物のモニタリングなどのインフラに限らず、IoT(小型デバイス・無線通信)技術を用いた交通や人の動きなどの研究をおこなっています。このような技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 超高層建築物に代表される都市重要構造物の耐震対策

建築・都市システム学系

齊藤 大樹 教授

研究者情報: [https://researchmap.jp/taiki\\_saito](https://researchmap.jp/taiki_saito)



## 長周期地震動の脅威を取り除きます

### 概要

巨大地震は都市の基幹を担う重要構造物に重大な被害を及ぼす可能性があり、都市重要構造物の耐震性能評価・向上技術の開発を行っています。「物・財産を守る技術」、「人を守る技術」、「生活を守る技術」を有機的に結び付けた地震対策技術を研究しています。

### 従来技術

- ・高層建築物の長周期地震動の対策困難

### 優位性

- ・超長期地震動軽減が安価で実現可能
- ・設置自由度が高い

### 特徴

「物、財産を守る技術」の研究開発では、長周期地震動を受ける都市重要構造物の地震対策技術を研究しています。

### 【動滑車制振機構を用いた建築物の耐震性能向上技術】

大学では、基本となる理論の構築、解析プログラムの開発および縮小試験体による小型振動台実験を担当し、企業では、制振装置の設計開発、実大規模の大型振動台実験、製品化に向けた設計手法・施工方法の開発を担当し、早期の実用を目指しています。

### 《技術の特徴》

- ・地震に対する安全性だけでなく機能性も高める技術。
- ・従来の制振技術よりも安価かつ設置自由度の高いシステム。
- ・超高層建物から天井まで様々な構造物の制振に適用が可能。

### 【関連研究テーマ】

- ・「人を守る技術開発」  
居住空間の安全性の確保と避難・危険回避方法の開発
- ・「生活を守る技術開発」  
居住者の視点に立った地震対策の支援方法の開発

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・超高層建築物や様々な構造物の制振

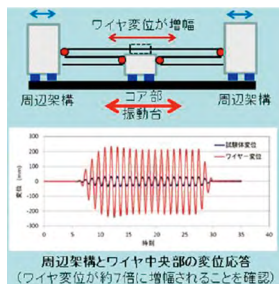
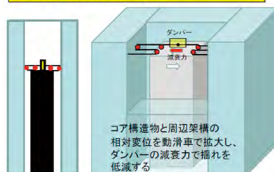
### 実用化に向けた課題

- ・最適な装置の配置と周辺架構との連結部の設計
- ・大変形に追従できる安価なダンパーの開発

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

超高層住宅のコア構造物(駐車タワー)と周辺架構を制振システムで接続する方法を検討する



# 土地利用制度・都市構造構築研究

建築・都市システム学系

浅野 純一郎

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0182955>



## 持続可能な次世代の都市及び農村環境のあり方を考える

### 概要

国内地方都市を対象として、持続可能な次世代の都市農村環境の創出を踏まえ、都市的土地利用や農村土地利用に係わる問題点を実証的に明らかにし、コンパクトシティや環境負荷の軽減、コロナ後の社会のあり方を踏まえた社会インフラとしての土地利用制度やその運用のあり方について提案を行うことを目的に研究しています。

### 従来技術

- ・トップダウン型都市計画
- ・線引き制度+開発許可制度
- ・経済性優位の拡大型都市開発

### 優位性

- ・一極集中は正としての地方都市の環境改善
- ・多極ネットワーク型コンパクトシティ
- ・ボトムアップ型の持続可能型都市整備

### 特徴

人口減少・経済低成長時代を迎え、地球環境への負荷低減を踏まえた都市づくりが求められています。特に地方都市ではコンパクトで持続可能な都市が求められています。こうした都市づくりの是非に大きく影響するのが土地利用制度やその計画です。私たちは、現行法制度の枠組みから課題抽出し、課題解決に向けた提言を行うことを一つのスタイルにしています。加えて、昨今、水害の頻発やアフターコロナのあり方等が喫緊の問題として浮上してきました。これらも踏まえ、多角的にテーマ設定をし、機動的かつ柔軟に取り組んでいます。下に示すのは、最近の具体的なテーマの一部です。

### <研究テーマ例>

- 1.災害リスクを考慮した適地居住はいかに可能か？  
⇒市街化調整区域の浸水想定区域、浸水想定区域と地区計画策定区域との関係等々
- 2.立地適正化計画による市街地集約化は果たして妥当性があるのか？  
⇒市街地形成経過との関係から、公共交通ネットワークとの関係から等々
- 3.農村地域や中山間地域における地域拠点形成は可能か？それどのようなフォームか？  
⇒開発許可制度運用による可能性、地域自治組織の役割や可能性から等々
- 4.立地適正化計画の運用は実際に機能しているのか？  
⇒届出勧告性の効用、まちなか居住施策の効果等々



【研究事例】  
浜松市市街化調整区域における  
各種土地利用マネジメント方策

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・国による法制度の改正
- ・県・市町による現行法制度運用の変更・改善
- ・計画潮流の変化の特定と新たな都市整備の必要やその方向性の提言（例としてアフターコロナの都市整備・住宅施策・交通環境のあり方）
- ・新たな都市整備に必要な計画技術の開発

### 実用化に向けた課題

- ・「新たな都市整備に必要な計画技術の開発」については、モデル都市を対象としたシミュレーションが有効です。
- ・土地利用、交通、住宅等に関し、マクロからミクロスケールに至るあらゆる領域が実験対象になるが、実用に向けては研究者間のネットワーク構築が必要です。

### 企業等への提案

アフターコロナの都市のあり方、都市のコンパクト化の行方、今後の地方都市の可能性等、に関心がある企業は現行にご相談下さい。日頃から色々なご相談を受け付けています。

建築・都市システム学系

都市計画研究室

<http://urbandesign.web.fc2.com/MOTHER-hp/>  
[STU-hp/](http://STU-hp/)

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform/>

# 大規模災害時の広域避難における自治体間連携の必要性

建築・都市システム学系

杉木 直 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0065698>



## 災害時の避難を円滑に行うために

### 概要

大規模災害被災時の避難場所・施設への避難行動を、時間帯によって異なる避難対象者の分布予測や選択される避難交通手段の選択を考慮した交通シミュレーションにより分析し、広域避難および避難行動時の自治体間連携の必要性を検討しました。

### 従来技術

- 各自治体単位での被災時の避難マニュアルに沿った行動、避難場所へ移動することにより広域の視点に欠けていることが多い。

### 優位性

- 各自治体間に跨る広域避難の必要性と実行性の検討による新避難マニュアル策定ができます。

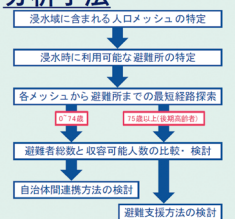
### 特徴

大規模災害発生時の避難行動を、避難対象者の分布予測や避難交通手段の選択を交通シミュレーションにより分析し、広域避難および避難行動時の自治体間連携の必要性を東三河地域に大規模水害が起きた場合の広域避難および避難行動時の自治体間連携の必要性を検討しました。

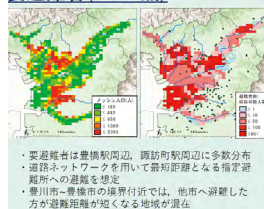
#### 【検討結果】

- 域内の指定避難所・福祉避難所では避難者全ての収容は困難である
- 自治体境界付近：隣の自治体の避難所の方が近い地域があり、越境避難が有利である
- 広域避難を行う方法や、避難行動時に生じる課題を検討必要
- 自治体間連携には、①他の自治体からの避難者を広域的に受け入れる制度必要と②コントラフロー、公共交通機関を用いた大量輸送が必要である
- 後期高齢者支援策として、①自治会の活発化、要支援者名簿共有による共助の促進と②過疎地域へ優先的に公助を行うことによる避難率向上が挙げられる

### 分析手法

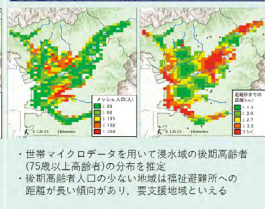


### 要避難者(0~74歳)



- 要避難者は豊橋駅周辺、諏訪町駅周辺に多数分布
- 道路ネットワークを用いて避難所と各指定避難所への避難を想定
- 豊川市～豊橋市の境界付近では、他市へ避難した方が避難距離が短くなる地域が存在

### 要避難者(75歳～):世帯マイクロデータ



- 世帯マイクロデータを用いて浸水域の後期高齢者(75歳以上高齢者)の分布を推定
- 後期高齢者人口の少ない地域は福祉避難所への距離が長い傾向があり、要支援地域といえる

### 実用化イメージ、想定される用途

- 複数自治体に跨る被災時の避難先指定、避難行動、避難先への誘導施策等の策定
- 要支援者の所在分布に基づく、地区単位での共助による避難体制の構築

### 実用化に向けた課題

- 要支援者の世帯構成を考慮した支援策のさらなる検討が必要です。
- シミュレーション結果に基づく訓練実施と結果検証が必要です。

### 企業等への提案

大規模水害以外にも、地震や津波などを含む様々な災害を対象として、避難シミュレーションに基づく支援策の検討を行っています。ご興味をお持ちの自治体、企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 都市・地域・産業を対象とした経済システム分析に関する研究

建築・都市システム学系

渋澤 博幸

教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/read0048406>



将来像を描き出すためには、  
データの蓄積と分析手法の融合が必要です

## 概要

都市・地域・産業の構造を把握し、将来像を描き出すためには、科学的なデータの蓄積と分析手法の融合が不可欠です。都市・地域・産業を対象とした分析システムの構築とその応用について研究しており、都市・地域経済学やシミュレーション手法をベースに、都市・地域・産業に生じる様々な課題を分析するための方法論を開発し、現実の都市、地域や産業集積地を対象にシミュレーション分析を行なっています。

## 従来技術

- ・経済効果計測
- ・政策・プロジェクト評価
- ・社会経済シミュレーション

## 優位性

- ・空間情報と経済モデルの融合
- ・社会経済のデータ解析
- ・直接効果と間接効果の評価

## 特徴

### 《研究テーマ例》

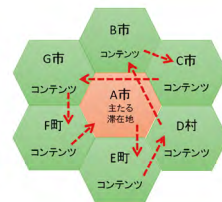
観光の経済効果、地震等の巨大リスクの経済効果、次世代型自動車技術革新の地域経済効果、港湾の経済効果、コンパクトシティ形成の経済効果、知識社会と都市形成、環境・情報施設の最適立地、情報・交通インフラ整備の経済評価、混雑現象分析など

### 【研究例】

1. 三河港後背地域に立地する産業がもたらす空間経済効果に関する研究  
・愛知県三河港と後背地域に立地する産業の生産活動が、当該地域とその他全国に及ぼす経済効果を従業者数情報と中部圏地域間産業連関表を用いての計測を行いました。
2. 未来ビークル産業を対象とした産業連関分析に関する研究  
・全国・地域産業連関表と産業連関モデルを用いて、ビークル関連産業の特徴を明らかにし、未来ビークルの普及に伴う生産拡大や技術変化が、従来型の自動車産業や関連産業にもたらすインパクトを分析しました。
3. 広域観光の空間経済効果の計測に関する研究  
・観光は地域の経済活性化に重要な役割をもつとともに、様々な産業に経済効果をもたらす。主要な観光地域（観光圏、DMO）を対象に、市町村間産業連関表を推計し、観光が地域経済に及ぼすインパクトを評価する手法を開発しました。



愛知県三河港後背地域の経済効果のイメージ



広域観光の市町村間連関のイメージ

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・政策、プロジェクト評価手法の開発
- ・社会経済分野におけるデータサイエンスの応用
- ・都市・地域経済のシミュレーション

## 実用化に向けた課題

- ・社会経済、技術、リスクに関するデータ収集
- ・データの効率的解法
- ・社会経済シミュレーションの視覚化

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 多様なデータを活用した交通安全マネジメント手法

建築・都市システム学系

松尾 幸二郎

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/k-matsuo>



## 交通事故の危険性を科学的に解明します

### 概要

交通現象・交通行動を科学的に捉え、安全・便利・快適で地域社会と調和のとれた交通システムのあり方とその実現方策を追及するための研究に取り組んでいます。効果的かつ効率的な交通安全マネジメントを実施していくためには、交通事故危険性について科学的な解明を行うことが不可欠です。

### 従来技術

- ・特定地点の経験、事例による交通事故防止策の策定

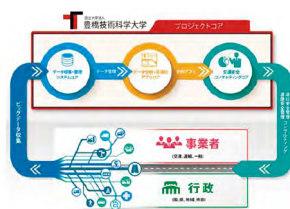
### 優位性

- ・交通ビッグデータや市民ヒヤリハット情報など地域の多様なデータを適切に組み合わせた交通安全マネジメント手法の構築が可能です。

### 特徴

交通事故統計データに加えて、自動車プローブデータ、ドライブレコーダーデータ、衝突警報データ、道路空間3次元データといった交通ビッグデータと、市民ヒヤリハット情報などを適切に組み合わせた道路交通安全マネジメント手法の構築を目指しています。

愛知県や豊橋市を中心に、事故危険性統計モデルの構築、地点別・事故類型別の事故危険度の評価や要因分析、特定事故危険地点における詳細な交通流の観測調査・解析・シミュレーションモデルの構築、それらに基づく交通安全対策の立案・評価を行いました。



交通安全マネジメント構築のイメージ



自動車プローブデータからの  
抜け道交通（生活道路通過交通）の抽出



歩行者衝突警報の多発地点などの  
現地調査



地点別事故危険性の可視化、  
対策の立案と評価

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・事故発生危険性のある地点の抽出その可視化、対策マネジメント立案
- ・自治体、交通、運送等の事業者への交通事故未然防止コンサルタント

### 実用化に向けた課題

- ・シミュレーションモデルの検証
- ・プローブデータの収集

### 企業等への提案

地域の道路・交通安全をマネジメントできます。この技術にご興味をお持ちの企業、自治体の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 温熱的快適空間設計の研究

建築・都市システム学系

島崎 康弘

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/YasuhiroShimazaki>



## 快適空間のモノサシを提案します

### 概要

我々が生活する場の快適・健康(安全)性は、ヒト自身の状態と周囲環境、それを形成する空間の素材や特徴に影響されます。都市域の暑熱を緩和策や屋内での快適性向上を実現する方策の検討・実施と同時に、これらを実現可能とするための測定法や評価システムの構築にも取り組んでいます。

### 従来技術

- 環境を構成する素材、空間物理量、ヒトの快適性の間の関連性が不明確でした。
- 非定常など複雑環境での評価に難点がありました。

### 優位性

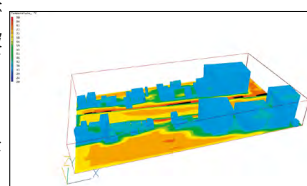
- 生活者(ヒト)基準に、温熱環境を見える化(定量化)が可能となります。
- 屋内外問わず素材・空間設計に広く適用可能です。

### 特徴

人体と環境との熱授受を考慮し、人体熱収支(人体熱負荷)を求めることで、被験者申告による官能評価と精度よく一致することを示し、温熱環境を温冷感により数値化しました。更に、熱量に対する感受性の部位差から、熱的非一様空間における全身の温熱状態を予測する手法を提案し、人体温熱感覚を生かした環境設計へとつなげる土台を構築することができました。

私たちの生活環境は多様な材料によってさまざまな形で快適な生活を支えられています。日々進化する機能性素材が私たちの生活にどのように影響するか、反対に快適空間を創造するためにどのような性能が必要か、など上述の人体熱負荷量を環境評価のモノサシに、環境-被服-人体系の定量化を行うことで、エビデンスをもって安全・快適な空間設計や素材の最適化に結びつけていきます。

建築空間は単に人間にとって快適であることだけでなく、環境にとっても負荷が少ないことも求められます。人体や環境負荷・省エネルギー性などの関係性について、実験や数値解析などを組み合わせることで、環境の現状把握や事前評価に役立てています。



素材改質による都市気候改善  
シミュレーション例

### 実用化イメージ、想定される用途

- 建築材料はもちろん、被服などヒト近傍の素材開発から都市スケールまで幅広く空間設計に適用できる技術です。ヒトに優しい空間設計への活用を期待しています。

### 実用化に向けた課題

- 基礎的な技術は確立されつつあります。ユニバーサルな指標としての適用性を確保するために、様々な適用空間に特有の環境での実証的な検討が必要です。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 津波・高波を受ける海岸・港湾構造物の安定性と その対策に関する研究

建築・都市システム学系

松田 達也

准教授



研究者情報: [https://researchmap.jp/t.matsuda\\_ace\\_tut](https://researchmap.jp/t.matsuda_ace_tut)

## 海岸・ 港湾構造物の 耐波性能向上を図ります

### 概要

海岸・港湾構造物は過大な波力が作用することで被災しますが、その外力に対して設計がされていません。しかし、波力は構造物の支持地盤にも作用し、支持地盤が不安定化することで被害も発生しています。私たちは、支持地盤の安定性を考慮した構造物の耐波性能向上に関する研究を行っています。

### 従来技術

- ・海岸・港湾構造物は主として波一構造物の相互作用を考慮した耐波設計が行われてきました。

### 優位性

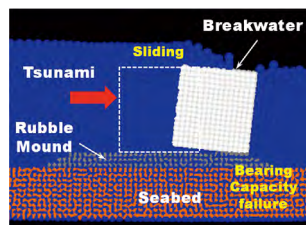
- ・波力が支持地盤に及ぼす影響を検討できる実験・数値解析手法を開発し、波一構造物一支持地盤連成問題を対象に安定性が検討できます。

### 特徴

東北地方太平洋沖地震(3.11)では、近代観測史上最大となるマグニチュード(Mw)9.0の地震に伴って津波が発生したことで、沿岸域に甚大な被害をもたらしました。この地震により我が国の経済や産業に与える影響が極めて大きいことを改めて認識するに至りました。本地震による被害分析を行い、今後発生が予想される南海トラフ地震等に対して被害を最小限に抑える対策が急務となります。また、津波だけではなく、近年の気象変動に伴う台風や低気圧によって引き起こされる高波も猛威をふるっており、沿岸域の安全・安心の構築が必要不可欠です。

私たちはこれまでに、湾内への津波侵入を抑制するための防波堤を対象とし、(株)東洋建設鳴尾研究所との共同研究を通じて、浸透問題や支持力破壊等に関する地盤工学的諸問題を対象に、何度も迫りくる津波や引き波に対する被害メカニズムを遠心力場模型実験と粒子法(SPH)・個別要素法等による数値解析を用いて解明し、粘り強い構造や対策を検討してきました。さらに、近年では支持力降伏曲面を援用した新たな設計手法について検討しました。

また、高波を対象として支持地盤へ作用する底面せん断力と浸透力の相互作用を考慮した土砂移動現象、円柱構造物まわりの土砂移動現象等の諸問題に対して、重力場模型実験や数式解等により現象解明を行っています。



SPH 法による津波一地盤一構造物連成解析

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・新規または既設構造物に対する耐波設計法の提案
- ・構造物の性能評価手法および対策技術の提案
- ・維持管理に向けたセンシング技術の構築と提案

### 実用化に向けた課題

- ・新たに提案する設計法や解析手法等の妥当性を評価するため、ベンチマークとなる破壊の相似則を考慮した模型実験によるデータベースの構築する。
- ・維持管理に向けたセンシング技術の開発する。

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 鉄骨コンクリート合成構造システムの開発

建築・都市システム学系

松井 智哉

准教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/903>



## 合理的かつ安全な建物の耐震設計法

### 概要

大地震での被害をいかに低減するかという課題に向けてコンクリート系建物の耐震性能評価法について、実験ならびに数値解析の両面から研究を行い、さらに既存建物の耐震性能の適切な評価方法の提案および合理的かつ安全な建物の耐震設計法の提案について取り組んでいます。

### 従来技術

- 鉄骨鉄筋コンクリート構造は優れた耐震性能がありますが、鉄骨および鉄筋工事のため、施工性、工期に課題があります。

### 優位性

- 鉄骨鉄筋コンクリート構造と同等の優れた耐震性能を有し、鉄筋が省略されたことにより、施工性の向上、工期の短縮につながります。

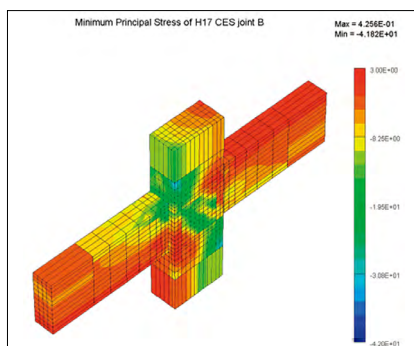
### 特徴

鉄骨と繊維補強コンクリートで構成された優れた耐震性能をもつ新しい構造システム (Concrete Encased Steel structure: CES構造)の開発を目的とした研究です。

既存の構造システムである鉄骨鉄筋コンクリート構造は非常に優れた耐震性能を有することは知られていますが、鉄骨および鉄筋工事のために施工性、工期の面で課題が残ります。

私たちはそれらの問題点を改善するために、鉄筋を省き鉄骨と繊維補強コンクリートで構成される鉄骨コンクリート合成構造の開発研究を継続的にを行い、実用化を目指しています。そのためにCES構造の構造性能を把握するために部材実験を実施しています。

また、シミュレーション解析を実施し、実験だけではわからない内部応力状態などについて検討しています。



CES 造柱梁接合部のシミュレーション解析

### 実用化イメージ、想定される用途

- 一般的な中高層建物、柱 C E S 造一梁 S 造といったハイブリッド構造など用途に応じた構造システム

### 実用化に向けた課題

- 現在(2020年)、設計指針を作成中
- 今後、さらにハイブリッド構造への適用範囲の拡大などの検討

### 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 崩壊土石の到達距離評価技術の開発

建築・都市システム学系

内藤 直人

助教

研究者情報：<https://researchmap.jp/naitionaoto>



## 斜面防災対策の合理化を図ります

### 概要

落石や土砂・岩盤崩壊から人命・資産・交通ネットワーク(道路や線路)を守るために斜面防災工を戦略的に維持管理することが重要課題となっており、その課題解決のためには土砂・落石・岩塊群といった崩壊土石の適切な到達距離評価が必要不可欠です。私たちは、斜面表土や崖堆積物による崩壊土石のエネルギー吸収効果や、地形条件によるエネルギー吸収効果を実験的・数値解析的に明らかにし、運動メカニズムに基づいて崩壊土石の到達距離を適切に評価することを目指しています。

### 従来技術

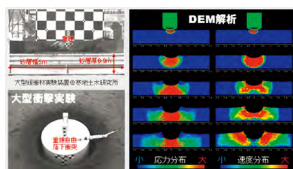
- ・現行の設計式は土の変形に伴うエネルギー減衰効果を十分に反映できていない。
- ・落石や斜面崩壊などの土砂移動現象を再現可能なツールとして個別要素法(DEM)解析が普及し始めているがパラメータ設定が難しい。

### 優位性

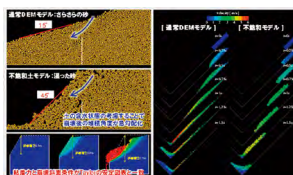
- ・土砂移動現象に対するDEMパラメータ設定法の提案：エネルギー減衰効果を適切に考慮。
- ・急傾斜地の斜面崩壊で生じる土中水分量が少ない不飽和崩壊土砂モデルの開発：到達距離の過大評価を改善。

### 特徴

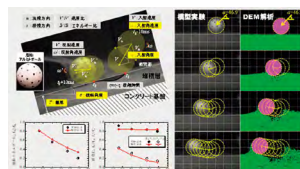
私たちが提案している個別要素法(DEM)パラメータの設定法を用いることで、実規模スケールの落体が砂に衝突した際の衝撃現象や、斜面表土上の落石の運動挙動を再現可能となりました。また、急傾斜地の崩壊土砂を評価するために開発したDEM不飽和土モデルは、斜面流下実験結果を再現できるだけでなく、地盤の粘着力と斜面の安定性との関係を表す理論式と一致する結果も得られています。本研究のDEMモデルは土砂移動現象を再現するという観点で信頼性の高い解析モデルであると言えます。



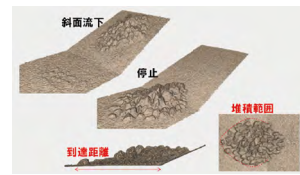
砂の衝撃変形挙動の再現



急傾斜地の斜面崩壊で生じる不飽和崩壊土砂モデル



斜面表土上の落石の運動挙動の再現



岩塊群の斜面流動・堆積挙動

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・個別の斜面条件を考慮した到達距離評価による設計・維持管理の合理化
- ・被災事例分析や実験的検討、DEMによる数値解析的検討によって得られる崩壊土石の運動メカニズムに基づく到達距離の簡易評価法の開発

### 実用化に向けた課題

- ・斜面崩壊直後の情報収集とその再現解析による数値解析手法の妥当性の確認

### 企業等への提案

斜面災害に関する技術相談、この技術にご興味をお持ちの企業・自治体等の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# 台風襲来時の高潮・洪水の同時発生による河口域における複合氾濫発生リスク評価

建築・都市システム学系

豊田 将也

助教



研究者情報: [https://researchmap.jp/masaya\\_toyoda](https://researchmap.jp/masaya_toyoda)

## 提案します 台風災害に対する新たな評価手法を

### 概要

日本の三大湾（東京湾、伊勢湾、大阪湾）は、沿岸域に都市が形成されており、また多数の河川が海へと流入しています。近年、勢力の強い台風が日本に襲来し、三大湾を中心に高潮の河川遡上と降水による洪水が同時発生する複合氾濫のリスクが高まっています。この研究では数値モデルを駆使して、台風、高潮、洪水の3つの現象を計算し、複合氾濫のメカニズムの解明および脆弱性の評価を目指しています。

### 従来技術

既存の台風対策は、災害事に①海（高波・高潮）、②河川（洪水）、③山地（土砂崩れ）等に分かれており、一連の災害を一体に評価することができませんでした。

### 特徴

【研究の特徴】  
高解像度な3種類のモデルによる計算フレームワークの構築

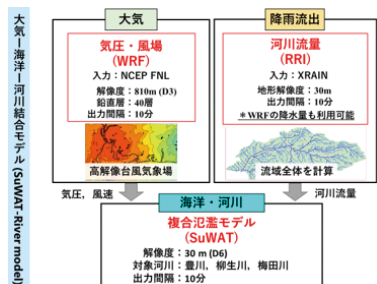
- ・気象モデル、降雨流出モデル、波浪・高潮結合モデルを駆使した高解像度な計算
- ・全国の大中小様々な河川に対応
- ・地球温暖化影響の考慮も可能

### 優位性

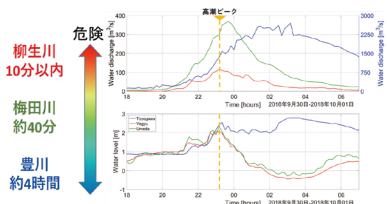
台風による大雨や暴風から洪水・波浪・高潮を全て考慮した計算を行うことで、個々の災害に加え、複合的に発生し得る災害の評価が可能になります。

### 【実証例】

三河湾における複合氾濫発生リスクの評価  
豊橋市内を流れる柳生川・梅田川と一級河川の豊川を同時に評価し、複合災害リスクを評価  
・柳生川は大雨による洪水と暴風による高潮が河口付近で同時生起する危険性がある  
・河川の規模が大きいほど高潮と洪水のピーク時刻がずれる⇒小河川は危険



構築した大気-海洋-河川結合モデルの概要



洪水（上）と高潮（下）のピークに関する図  
青：豊川、赤：柳生川、緑：梅田川

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・沿岸地域や河川付近に位置する住民、企業の方々の氾濫リスクに関する情報提供
- ・氾濫時の水の広がり方に関するシミュレーション（避難訓練への応用等）
- ・温暖化後の将来予測

### 実用化に向けた課題

予報情報を用いた複合氾濫危険予測の検証  
極小河川への適用不可（例：農業用水等）

### 企業等への提案

気象災害・沿岸災害、河川災害を対象に研究しています。台風災害に関わらず気象学（天気、風力等）・海岸工学を用いた事例をご検討の際はご連絡ください。

# シェル空間構造の座屈解析と地震応答解析

建築・都市システム学系

瀧内 雄二

准教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/takiuchiyouji>



大規模空間建築物の  
安全設計に貢献します

## 概要

ラチスシェルの座屈や地震応答に関する研究は、典型的な形状については設計手法が確立されつつありますが、自由曲面ラチスシェルについては十分研究が進められているとは言えず、座屈挙動、地震応答に対する検討方法、我が国のような災害が多発する地域でのラチスシェルの形状の決定方法を研究しています。

## 従来技術

- この種の構造物の設計には時刻歴応答解析や弾塑性座屈解析など、コストの高い解析が設計の初期段階から必要です。このため試行錯誤が難しい構造形式といえます。

## 優位性

- 座屈耐力、静的地震荷重を固有値解析のみで推定することができます。

## 特徴

ドームや体育館などの大規模建築物(空間構造物)は、雪に対する座屈挙動や地震に対する挙動が複雑です。そこで次のようなテーマに対して研究を行っています。

## 《成果》

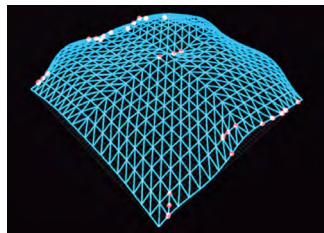
### 1.座屈による崩壊挙動の分析、座屈耐力評価

初期不整合感性を検討し、耐力評価を線形座屈解析を基に行う方法を提案しています。また、これを用いて座屈耐力を最大化する形状の最適化手法も提案しています。

### 2.地震に対する挙動分析、耐震性能評価

固有振動解析から静的地震荷重の作成する方法を提案しています。また、地震応答を考慮した形状最適化手法も提案しています。

弾塑性地震応答解析を用いたラチスシェル構造物の構造解析を継続的に実施し、耐震性能の評価方法の開発を目指しています。



## 実用化イメージ、想定される用途

- 構造設計
- 構造計画

## 実用化に向けた課題

- 曲面形状と力学特性の定量的な把握が必要になります。

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

# 観光関連産業の実態と観光振興のあり方に関する研究

建築・都市システム学系

崔 明姫 助教

研究者情報: <https://researchmap.jp/7000013332>



## 持続可能な観光の実現に貢献します

### 概要

近年、観光を取り巻く環境が大きく変化し、従来の「マストツーリズム」から「スローツーリズム」、「サステナブル・ツーリズム（持続可能な観光）」などへの転換が重要な課題となっています。自然災害、感染症などのリスクと環境変化における観光関連産業への影響を経済的に分析し、観光支援策の効果を評価するとともに持続可能な観光振興に向けた観光のあり方を検討します。

### 従来技術

- ・観光需要と消費の経済分析
- ・観光の波及効果などマクロ経済分析
- ・統計的手法による観光評価

### 優位性

- ・需要側（観光客側）・供給側（観光地、観光関連事業所）の両面アプローチ
- ・実態調査と社会統計データ、ビックデータ分析を融合することで、より実用性の高い知見が得られます。

### 特徴

【観光客のニーズに基づく需要側視点だけでなく、観光地の事業所に着目した供給側視点から自然災害や感染症による観光被害事例を調査し、被害特徴の分析、観光関連事業所の復興プロセスの定量分析、観光関連支援策の効果分析などに取り組んでいます。

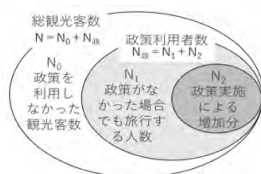
【研究テーマ例】

「温泉地域を対象としたCOVID-19による経済的影響と観光支援策に関する調査研究」

温泉観光地を対象に観光関連事業所調査を実施し、COVID-19の感染拡大および関連政策の実施が観光業に与える影響の実態を把握します。また、社会統計データ、事業所調査の結果を用いてGo Toキャンペーンの政策効果を評価するとともに、観光業の早期回復に向けての観光支援政策のあり方を検討します。

主に以下のようなことを明らかにします。

- ①観光業の経済的被害の実態分析、地域観光動向の時系列再現、観光政策効果の評価分析など多角的な実証分析を行います。
- ②COVID-19における感染対策と経済支援策の有効性を評価します。
- ③温泉観光地における独自のコロナ対策と行政(国や都道府県)の支援策の特徴について探求します。
- ④持続可能な観光振興に向けて温泉観光地の課題と解決策を提案します。



### 実用化イメージ、想定される用途

- ・自然災害、感染症などのリスクによる観光需要変動への対応を支援
- ・観光需要回復に向けた課題解決

### 実用化に向けた課題

- ・調査データ回収の不安定性
- ・観光需要の急速な変化への対応

### 企業等への提案

国内外の被害事例を対象に、観光被害特徴分析、観光支援策の効果分析、事例間の比較分析を行っています。インバウンド対策を含めアフターコロナの観光再生に向けた取り組み、持続可能な観光地づくりの課題を検討して参ります。

# 機械学習で建物の地震被害判定手法・技術の開発

建築・都市システム学系

齊藤 大樹 教授

研究者情報：[https://researchmap.jp/taiki\\_saito](https://researchmap.jp/taiki_saito)



## 地震直後の避難使用判断に役に立ちます！

### 概要

地震直後に市役所や消防署などの防災拠点建物の健全性をいち早く診断する技術の開発が求められています。私たちは建物に設置した地震計の記録から、機械学習の技術を用いて、建物の被害状況を遠隔で即時に判定する手法・技術を開発しました

### 従来技術

- ・目視による外観調査のみでは、建物内部の被害状況は分からない上、被災した建物の内部に入ることは危険が伴います。
- ・地震計による観測記録から健全性を評価するには、長時間の解析が必要でした。

### 特徴

CNN(Convolutional Neural Network：畳み込みニューラルネットワーク)という機械学習の方法を用いて、建物上層階に設置された地震計の観測波形の画像から、被害の程度(無被害、軽微な被害、中被害、大被害、倒壊)や継続使用の可能性(安全、注意、危険)を遠隔で直ちに診断する技術を開発しました(図1)。

### 《詳細》

- 1.建物上階の地震計記録を用いて、ウェーブレットスペクトルをCNNモデルの入力とし、各階の最大塑性率、層間変形角、最大応答加速度を予測します。
- 2.構造物の損傷予測の精度を検証するために、新たな指標としてDCRとRUURを提案しました。この値が大きいほど精度が高いことを意味しており、大きな損傷ほど予測精度が高いことが分かります(図2)。

DCR(damage condition ratio：損傷状態比率)  
RUUR(restricted or unsafe use ratio：制限・危険使用比率)

### 実用化イメージ、想定される用途

防災拠点建物の地震被害診断システム  
すでに東三河地域の全ての市庁舎に地震計を設置し、今後、各市庁舎について本手法の有効性を検証して、実装化を図ります。

### 企業等への提案

南海トラフ巨大地震の発生が間近に迫る中、地震直後の建物の健全性を知ることは、従業員の避難だけでなく企業の事業継続の判断にも必要不可欠です。本技術が少しでも役立つことを願います。

### 優位性

- ・地震発生直後の建物の損傷度合いを、遠隔で即時に推定可能です。
- ・推定結果は自治体の防災担当者にメールで送付されます。
- ・避難対策・継続利用判断に役立ちます。

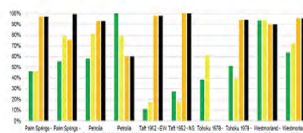
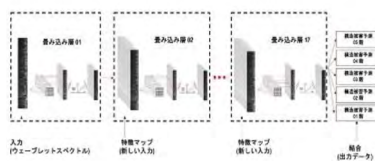


図2 検証した地震動の加速度に対するDCRとRUUR

### 実用化に向けた課題

本手法を適用するためには、インターネットに接続できる地震計を建物に設置することが必要です。そのための費用が課題となります。

# 環境行動の知見を活かした環境改善アドバイスと ワークショップ

建築・都市システム学系

藤田 大輔 教授

研究者情報：<https://researchmap.jp/fdai555>



## 空間の使いこなしや改善方法を 提案します

### 概要

空間における人々の思い入れや要求について、行動観察や心理的評価、またはワークショップなどから読み取り、その空間に即した環境のあり方についてアドバイス・提案します。環境を改善するためにみなで身体を動かすものづくりワークショップも実施します。

### 従来技術

これまでの建築計画分野では、どのように建築や空間を設計するかについて着目されてきました。

### 優位性

建物の新設や改修が難しい場合、レイアウト変更やDIYで空間をつくることで、活動実態に即した空間をつくれます。

### 特徴

主に保育施設を対象としながら、その運営方針や行動の癖などを読み取り、どのような空間が求められているか、環境のあり方についてアドバイスやワークショップなどを実践しています。保育施設以外でも公共施設の再編などにも関わっています。



遊びコーナーを環境改善させた事例



保育園庭でスタッフ・保護者とベンチづくり

### 実用化イメージ、想定される用途

- ・運営方針や活動実態に合わせて環境のあり方を提案します
- ・既存の空間構成に合わせた人々の活動方策についても扱います
- ・参加者がわくわくするようなものづくりワークショップを実践します

### 実用化に向けた課題

- ・乳幼児の環境に対する心理的評価
- ・安全に配慮したものづくり実践

### 企業等への提案

環境行動・建築計画の知見を活かして、様々な環境改善提案やものづくりの実践、建築設計（新築・改修）が可能です。ご興味をお持ちの企業のご相談や共同研究の検討をお待ちしております。

# SQUID を用いた金属異物検出技術の開発

2024.3 退職 次世代半導体・センサ科学研究所

田中 三郎

教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/squid3636>

## 微小金属異物を

## 超高感度で見つけます

### 概要

超伝導現象を利用したSQUID(Superconducting Quantum Interference Device) 磁気センサは地磁気の10億分の1の微小磁場検出が可能です。高温超伝導薄膜を用いたSQUIDは液体窒素(−196℃)で冷却するだけで動作し、私たちはSQUID磁気センサの新しい分野への応用技術の研究を行っています。

### 従来技術

- 食品内金属異物検出技術の渦電流方式は水分や温度で感度変化、X線方式は被曝による食品のイオン化や食味の低下の恐れがあります。

### 優位性

- 水分、温度の影響を受けずに検出可能です。検査物との距離を近づけると10μmオーダーの金属異物が検出でき、フィルムや医薬品も適用可能

### 特徴

医薬品・食品・リチウムイオン電池正極材などの中に含まれる金属異物を超高感度で検出できる技術および装置の開発を行っています。金属異物は磁化されて、残留磁化を超高感度磁気センサで検出します。

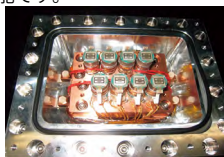
### 【研究成果】

#### 1. 食品金属異物検出装置

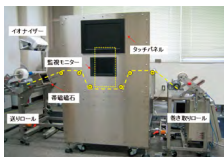
Φ0.5mmの金属異物を搬送速度20m/分、製品高さ100mmまで検出可能です。

#### 2. 工業用金属異物検査装置

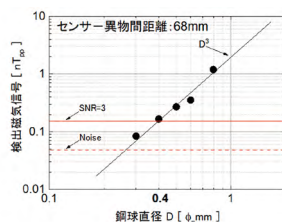
Liイオン電池などの製造工程で数10μm程度の微小金属異物が課題となっていますが、試作機では、Φ18μmの金属異物を搬送速度100m/分、製品高さ数mmまで検出可能です。



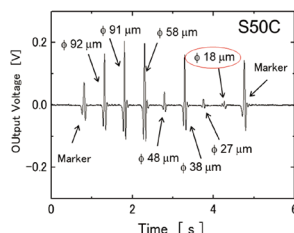
高感度磁気センサアレイ



工業用金属異物検査装置



食品用金属異物検査 検出感度



工業用金属異物検査検出波形

### 実用化イメージ、想定される用途

- 食品パック、医薬品内金属異物検出装置
- Liイオン電池部材など工業用金属異物検出装置
- 配管やタンクなどの傷の非破壊検査装置
- 超低磁場MRI異物検査装置 など

### 実用化に向けた課題

- 検出可能な金属異物サイズのさらなる微小化磁気センサのノイズレベル低減 など

### 企業等への提案

愛知県「知の拠点事業第一期重点プロジェクト」の成果を基にさらなる研究開発を進めています。この技術に興味をお持ちの企業の技術相談や共同研究の検討をお待ちしております。

次世代半導体・センサ科学研究所

田中三郎研究室

<https://www.eiiris.tut.ac.jp/squid/>

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcfroom>

# 電気化学イオンイメージセンサの開発

2024.3 退職 電気・電子情報工学系

**服部 敏明** 教授
研究者情報: <https://researchmap.jp/read0019082>

非侵襲・高速応答する  
バイオイメージセンサ

## 概要

イオン選択性電極(ISE)と半導体イオンセンサ(ISFETやCCDイオンセンサ)は特定のイオンを瞬時に測定できすぐれた機器です。私たちは、豊橋技術科学大学の澤田教授が開発したCCD型イオンイメージセンサを使って、金属イオンや生体に重要な有機イオンの化学イメージング法を開発しています。開発したイメージセンサは生きた細胞や組織を非侵襲的にモニターできます。

## 従来技術

- 半導体イオンセンサでは、1000画素以上、リアルタイムでイメージングできるものが非常に少ない。
- 酵素センサや電流センサは測定時に対象イオンを別のものに変えてしまうため対象イオンを消費します。

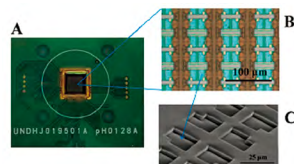
## 優位性

- 酵素センサーより高速応答可能、耐久性がある、膜の均一性などリアルタイムモニタリングに非常に有利です。
- 測定時に対象イオンを消費することはないため、ラベルフリーで非侵襲的なバイオイメージングが可能です。

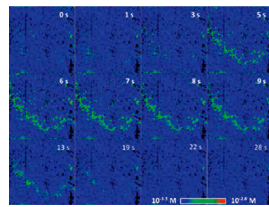
## 特徴

電気化学イメージングセンサは、CMOSとCCD技術を含む集積回路プロセスによって製造され、疎水性アニオンを含む可塑化ポリ塩化ビニル(PVC)から調製されたアミン感受性膜を備えています。

- センサはチロド溶液中のヒスタミンやセロトニンなどのアミンを検出することができ、バイオイメージングアプリケーションの可能性を示しました。
- ラベルフリーで非侵襲的なバイオイメージング技術であると実証されました。  
酵素センサや電流センサは測定によって対象イオンを別のものに変えてしまうため、対象イオンを消費してしましますが、電位差測定による本イオンセンサは、センサ膜と測定溶液での対象イオンの平衡濃度を測定するため、測定時に対象イオンを消費することはありません。
- 刺激時のラットの肥満細胞からのアミン放出では、優れた応答性、熟練した技術を必要としない直接測定、肥満細胞の並列記録、少ない刺激量での測定が可能です。



CCD pH イメージセンサチップ (A) とセンシング画素 (B)、センシング画素の走査型電子顕微鏡 (SEM) 像 (C)



刺激された肥満細胞から放出された生体アミンの3次元イメージ。

## 実用化イメージ、想定される用途

- 神経細胞の化学的プロセスを含む様々な生物学的システム研究ツール
- 神経伝達物質のモニタリングによる神経ケミカルイメージングへの応用

## 実用化に向けた課題

- イメージングセンサの大型化(複数アレイブロック化)
- アナログ/デジタル変換器(ADC)数の増加による撮像フレームレートの向上

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

# イオン放出マイクロ電気化学デバイスの開発

2024.3 退職 電気・電子情報工学系

服部 敏明 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0019082>

組織のありのままの  
生体刺激応答を観察できます

## 概要

細胞や組織のありのままの生体刺激応答を観察することを目的として、生体にやさしい刺激観察システムの構築を目指し、マイクロ電気化学生体刺激化学デバイスや侵襲性の少ないアレイ型イオンイメージセンサを研究しています。また、高分子電解質の定量法やその電気化学への応用も研究しています。

## 従来技術

- ・マイクロインジェクションを用いた局所生体刺激物質の添加法では、体積増加と流速が物理刺激となり、周りに拡散しやすい。

## 優位性

- ・電気化学的にON-OFF制御して生体物質を局所に濃度拡散で放出するため、体積増加や流速などの発生がなく、刺激物質の拡散を抑えられる。

## 特徴

本細胞や組織の生体活動は化学物質の転化や移動を伴っています。組織の活動を解析するために、1細胞だけを局所で刺激し、刺激伝播による化学物質の変化をモニターする制御された技術が必要になります。私たちは、化学刺激に対するマイクロイオン放出電気化学デバイスを開発しています。電気化学イオン放出デバイスは他の効果を及ぼすことなく細胞を刺激できる重要な機器となります。

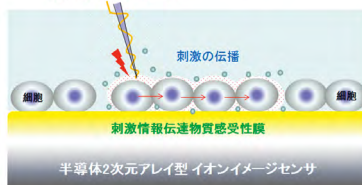
## 《研究中のテーマ》

- ・マルチイオンイメージセンサ
- ・CCD型ATPイメージセンサ
- ・電気化学的手法によるCa<sup>2+</sup>局所微量放出デバイス
- ・導電性高分子電極によるアセチルコリンの放出・グルタミン酸放出電気化学デバイス
- ・刺激化学物質の回収・除去デバイス
- ・高分子電解質の電気泳動
- ・高分子電解質の電気化学分析
- ・高分子電解質のコロイド滴定

## 電気化学で低侵襲バイオイメージング

ラベルフリーでリアルタイムな細胞イメージング

局所イオン放出プローブ



電気化学システムが化学刺激によって生きた細胞を観察するイメージ

## 実用化イメージ、想定される用途

- ・細胞・組織の化学刺激応答観察に対して、上部から顕微鏡で観察し、側部に電気化学刺激デバイスおよび刺激物質吸収デバイスを配置して局所刺激をしながら、下部でアレイ型イオンイメージセンサでリアルタイムにありのままを観察するシステム。

## 実用化に向けた課題

- ・電気化学刺激デバイスの微細化
- ・電気化学刺激デバイスでの放出量の増加
- ・化学刺激物質の回収および除去デバイスの開発

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談をお受けします。また共同研究等のご検討の際にはご連絡ください。

技術相談受付

研究推進アドミニストレーションセンター 産学官連携推進室

<https://rac.tut.ac.jp/org02/tcform>

# 新酸化物蛍光体の創製及び結晶構造と物性の機構解明

2024.3 退職 教育研究基盤センター

中野 裕美 教授

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0059305>

創製し、原子レベルで構造・組織を制御した無機材料を新機能発現、機能向上をめざしています

## 概要

Li-(Ta,Nb)-Ti-O系材料は、ユニークな周期構造（超構造）を発現します。この材料を原子レベルで均質性を観察しながら合成し、0.35MPという常圧の3～4倍程度の圧力で、今までの合成時間に比べ1/6程度の時間で、均質材料の合成ができることを初めて見出しました。この合成手法を用いて、結晶構造・組成制御による母体設計を行い、様々な蛍光体酸化物の合成を行っています。また、高度な観察・解析技術により、材料の正確な物性の機構解明を行い、その知見を材料設計にフィードバックしながら研究を進めています。

## 従来技術

- 短時間合成には様々な手法が報告されてきましたが、大型の装置が必要な場合も多く、よりコンパクトで、より使いやすい技術が求められます。

## 優位性

- 加圧ガス雰囲気炉は、常圧の3～4倍程度の圧力で、汎用タイプの電気炉焼成に比べて、約1/6の時間での焼成ができることを見出しました。

## 特徴

### 【研究成果】

#### 1. Li-Nb-Ti-O (LNT)系固溶体による加圧場を使った低温・短時間合成の確立と機構解明

LNT ( $\text{Li}_{1-x-y}\text{Nb}_{1-x-2y}\text{Ti}_{1+4y}\text{O}_3$ ) 材料のユニークな周期構造 (図1) は、Tiの拡散により遅延しますが、均質な材料合成には長いもので10日間焼成にかりました。そこで、加圧場 (図2) を使用し、0.35MPにおいて短時間での均質材料合成に成功しました。(加圧ガス雰囲気炉は2019年2月特許登録)

#### 2. 紫色励起Li-Ta-Ti-O (LTT)系赤色蛍光体の実用化に向けた取り組み

LTT:Eu,Sm 蛍光体について、400nm 励起による色純度の高い赤色発光を示す材料の開発を行い、高温・高湿度試験、材料の安定性、内部量子効率98%を示すことができました (図3)。しかし、発光中心イオンのEu<sup>3+</sup>による時間応答性は、YAG 蛍光体に比べて低く、この点を補う改良が課題です。

#### 3. 透過型電子顕微鏡等による原子レベルでの正確な分析と機構解明

材料の物性は、結晶構造や組織と密接に関わっており、原子レベルでの正確な解析により、「なぜ高い物性値を示したのか?」という機構解明をすることができます (事例: 図4)。

材料のメカニズム解析には最新装置も必要ですが、それ以上にTEMの観察・解析の高いスキルも必要となりますので、私たちはその解析力の向上を目指して研究を行っています。

## 実用化イメージ、想定される用途

- 加圧雰囲気炉においては、0.3～0.4MPaという範囲で、他の材料系でも焼結時間の短縮が実現できています。様々なセラミックス材料の合成に利用できます。

## 企業等への提案

この技術にご興味をお持ちの企業の技術相談や、共同研究等をご検討の際にはご連絡ください。

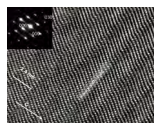


図1 LNTの周期構造の[100]TEM像



図2 加圧ガス雰囲気炉

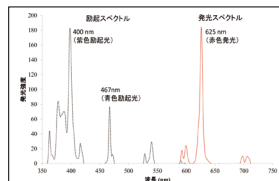


図3 LTT:Eu,Sm 赤色蛍光体の励起・発光スペクトル

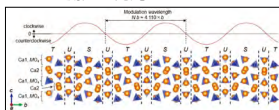


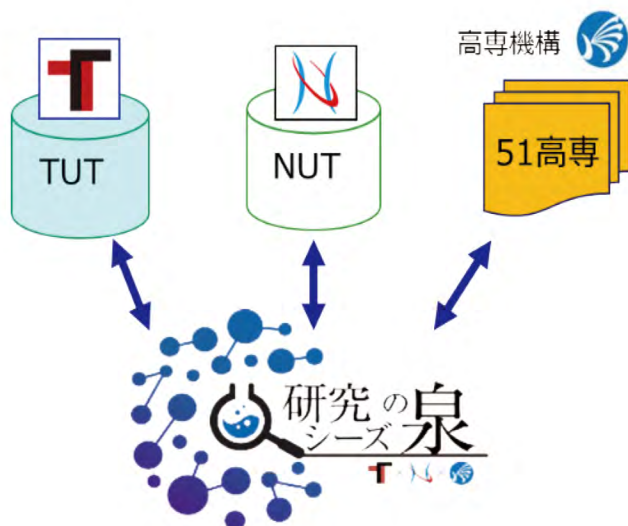
図4 シリケート系蛍光体がb-方向に4.11倍の非整数倍周期を有していることを解析 (名工大・NIMSとの連携)

## 実用化に向けた課題

- 赤色蛍光体については、Eu<sup>3+</sup>イオンの時間応答性が低いという課題があります。今後、透過セラミックスの合成ができれば応用範囲も広がる可能性に期待しています。

## 研究シーズ検索サイト「研究シーズの泉」

多様化、複雑化する産業界の課題解決に向けて、豊橋技術科学大学と長岡技術科学大学及び、全国 51 高専の研究者（約 4,000 名）のシーズを横断的に検索できるサイトです。



「研究シーズの泉」サイトはこちらから

<https://www.tut.ac.jp/seeds/>



## あ行

浅川 徹也	特任助教	情報・知能工学系	065
浅野 純一郎	教授	建築・都市システム学系	104
足立 忠晴	教授	機械工学系	017
安部 洋平	准教授	機械工学系	002
荒川 優樹	准教授	応用化学・生命工学系	084
石井 裕樹	助教	機械工学系	016
石川 靖彦	教授	電気・電子情報工学系	009
市川 周一	教授	電気・電子情報工学系	010
稲田 亮史	教授	電気・電子情報工学系	070 / 071
上原 秀幸	教授	電気・電子情報工学系	055
内山 直樹	教授	機械工学系	018
浴 俊彦	教授	応用化学・生命工学系	092 / 100
大村 廉	准教授	情報・知能工学系	060 / 102
小口 達夫	准教授	応用化学・生命工学系	073

## か行

垣内 洋平	教授	情報・知能工学系	045
加藤 茂	教授	建築・都市システム学系	047
加藤 亮	准教授	教育研究基盤センター	099
金澤 靖	准教授	情報・知能工学系	043 / 044
河野 剛士	教授	次世代半導体・センサ科学研究所	036
河村 庄造	教授	機械工学系	019
河村 剛	准教授	電気・電子情報工学系	013 / 035
北崎 充晃	教授	情報・知能工学系	039
栗田 弘史	准教授	応用化学・生命工学系	094
栗田 典之	准教授	情報・知能工学系	090 / 091
栗山 繁	教授	情報・知能工学系	059
鯉田 孝和	准教授	次世代半導体・センサ科学研究所	007
小林 正和	教授	機械工学系	024 / 025

## さ行

崔 明姬	助教	建築・都市システム学系	114
齊藤 大樹	教授	建築・都市システム学系	103 / 115
佐藤 海二	教授	機械工学系	020
佐藤 裕久	助教	応用化学・生命工学系	085
佐藤 幸紀	准教授	情報・知能工学系	061 / 062
佐野 滋則	准教授	機械工学系	026 / 027
澤田 和明	教授	次世代半導体・センサ科学研究所	033
渋澤 博幸	教授	建築・都市システム学系	106
島崎 康弘	准教授	建築・都市システム学系	108
菅谷 保之	准教授	情報・知能工学系	015
杉木 直	教授	建築・都市システム学系	105
鈴木 孝司	准教授	機械工学系	028 / 029

## た行

大門 裕之	教授	学生支援統括センター	093
高木 賢太郎	教授	機械工学系	021
高橋 一浩	教授	電気・電子情報工学系	038
高橋 淳二	准教授	機械工学系	054
高山 弘太郎	教授	機械工学系	089
瀧内 雄二	准教授	建築・都市システム学系	113
竹市 嘉紀	准教授	機械工学系	076 / 077
竹内 啓悟	准教授	電気・電子情報工学系	037 / 056
武田 洸晶	助教	機械工学系	034
田尻 大樹	助教	機械工学系	051
田中 三郎	教授	次世代半導体・センサ科学研究所	117
田村 秀希	助教	情報・知能工学系	053
田村 昌也	教授	電気・電子情報工学系	057 / 072
崔 容俊	准教授	電気・電子情報工学系	040
手老 龍吾	教授	応用化学・生命工学系	095
土井 謙太郎	教授	機械工学系	022
東海林 孝幸	准教授	建築・都市システム学系	049
東城 友都	准教授	電気・電子情報工学系	075
戸高 義一	教授	機械工学系	008
豊田 将也	助教	建築・都市システム学系	112

## な行

内藤 直人	助教	建築・都市システム学系	111
永井 萌土	教授	次世代半導体・センサ科学研究所	003 / 004
中内 茂樹	教授	情報・知能工学系	042
中野 裕美	教授	教育研究基盤センター	120
中鉢 淳	准教授	先端農業・バイオリサーチセンター	098
中村 雄一	准教授	電気・電子情報工学系	078 / 079
中村 祐二	教授	機械工学系	052 / 101
中村 良太	准教授	情報・知能工学系	069
沼野 利佳	教授	次世代半導体・センサ科学研究所	096
野田 俊彦	准教授	次世代半導体・センサ科学研究所	050

## は行

羽賀 望	准教授	情報・知能工学系	068
長谷川 孔明	助教	情報・知能工学系	058
服部 敏明	教授	電気・電子情報工学系	118 / 119
林 宏太郎	助教	情報・知能工学系	066
原口 直樹	教授	応用化学・生命工学系	082
引間 和浩	助教	電気・電子情報工学系	080
日根 恭子	助教	情報・知能工学系	067
広瀬 侑	准教授	応用化学・生命工学系	097

福村 直博	教授	情報・知能工学系 .....	046
藤田 大輔	教授	建築・都市システム学系 .....	116

## ま行

松井 淑恵	教授	次世代半導体・センサ科学研究所 .....	063
松井 智哉	准教授	建築・都市システム学系 .....	110
松尾 幸二郎	准教授	建築・都市システム学系 .....	107
松岡 常吉	准教授	機械工学系 .....	023 / 030
松田 厚範	教授	電気・電子情報工学系 .....	011
松田 達也	准教授	建築・都市システム学系 .....	109
三浦 博己	教授	機械工学系 .....	001
三浦 純	教授	情報・知能工学系 .....	041
武藤 浩行	教授	総合教育院 .....	086
村上 義信	教授	電気・電子情報工学系 .....	014

## や行

安井 利明	准教授	機械工学系 .....	005 / 006
八井 崇	教授	電気・電子情報工学系 .....	012
山内 高弘	特命教授	先端農業・バイオリサーチセンター .....	074
山根 啓輔	准教授	電気・電子情報工学系 .....	081
横山 博史	教授	機械工学系 .....	031 / 032
吉田 絵里	准教授	応用化学・生命工学系 .....	083

## わ行

TAN Wai Kian	准教授	総合教育院 .....	087
若林 佑幸	助教	情報・知能工学系 .....	048
若原 昭浩	学長	豊橋技術科学大学 .....	088
渡辺 一帆	教授	情報・知能工学系 .....	064

## アクセス



### 豊橋駅まで

- 東海道新幹線** 名古屋駅から豊橋駅まで約30分  
東京駅から豊橋駅までひかりで約90分  
こだまで約135分
- 東海道本線** 名古屋駅から豊橋駅まで新快速で約50分  
浜松駅から豊橋駅まで約30分
- 名古屋鉄道** 名鉄名古屋駅から豊橋駅まで特急で約50分  
中部国際空港駅から豊橋駅まで  
特急で約90分 (神宮前駅で乗換)

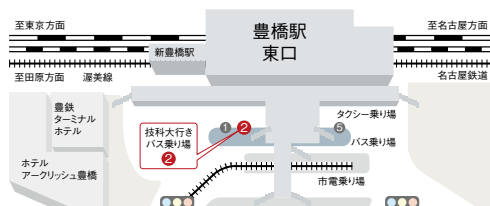
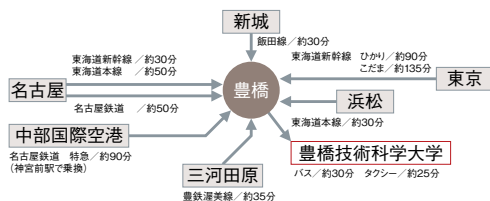
### 豊橋駅より

- バス** 豊橋駅東口2番のりばから  
豊鉄バス豊橋技科大線に乗車  
「技科大前」で下車 所要時間約30分

- タクシー** 豊橋駅前から南へ8.2km 約25分

### 自家用車にて

- 東名高速道路** 音羽蒲郡I.C.または豊川I.C.から約1時間  
浜松西I.C.から約1時間





技術を究め、技術を創る

国立大学法人

豊橋技術科学大学



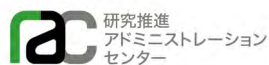
# 研究シーズ集 2025-2026

[編集・発行]

国立大学法人 豊橋技術科学大学

研究推進アドミニストレーションセンター (RAC)

<https://rac.tut.ac.jp/>



愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 〒441-8580

TEL : (0532) 44-6975

FAX : (0532) 44-6980

Email : [office@rac.tut.ac.jp](mailto:office@rac.tut.ac.jp)

発行日 2026年1月