

# 滋賀県立大学 研究シーズ集

Research Seeds 2020



滋賀県立大学  
The University of Shiga Prefecture

## 滋賀県立大学研究シーズ集2020の発刊にあたり

平素は、本学の産官学連携事業に御理解と御協力をいただき、誠にありがとうございます。

公立大学は、地域における高等教育機会の提供と、地域社会での知的・文化的拠点としての中心的役割を担い、地域における社会・経済・文化への貢献が期待されています。本学は、研究成果や学術情報の公開を行うなど、地域文化の創造や産業の振興に寄与することを基本理念としています。

そこで、当センターは、受託・共同研究や奨励寄付金の受入、あるいは学術指導などを通じて、本学教員の研究シーズと地域社会のニーズとが繋がるよう、地域連携活動、産官学連携活動を積極的に推進しております。このたび、研究シーズ集をSDGsの視点に立ったよりわかりやすい内容に改め、「研究シーズ集2020」として取りまとめましたので、御活用ください。

なお、今後、当センターのホームページにも同一の内容を掲載する予定ですので、併せて御利用いただければ幸いに存じます。

2020年 10月

公立大学法人滋賀県立大学  
産学連携センター長 山根 浩二

目次

〈研究シーズ〉

学部学科等	職名	氏名	タイトル	ページ	
環境科学部	環境生態学科	教授	小泉 尚嗣	琵琶湖深部湖底湧水を探る	1
		教授	伴 修平	水草バイオマスの持続可能な収穫と利活用による湖沼生態系保全技術に関する研究	2
		准教授	後藤 直成	水圏生態系における物質循環	3
		講師	工藤 慎治	大気環境中の粒子状物質に関する研究	4
	環境政策・計画学科	教授	金谷 健	自治体廃棄物政策の立案支援	5
		教授	高橋 卓也	幸せのための森林との付き合い方を求めて／市場と環境を結びつける	6
		教授	香川 雄一	公害反対運動の経験から地域環境の保全活動へ 工業都市における環境運動と沿岸域の環境再生	7
		准教授	瀧 健太郎	持続可能な流域社会の実現に向けた政策研究	8
		講師	平岡 俊一	市民参加・協働型の持続可能な地域づくり推進のためのガバナンス構築に関する研究	9
	環境建築デザイン学科	教授	村上 修一	地域の将来像を描く／景観の新たな価値を創造する	10
		教授	高田 豊文	耐震補強用の木製面格子壁の性能評価	11
		准教授	ヒメネス ベルデホ ホアン ラモン	タクロバン市（フィリピン）での仮設住宅の再利用に関する研究	12
		講師	高屋 麻里子	歴史資産と現存しない建築と景観の活用	13
		講師	鄭 新源	快適な居住環境を実現するための環境心理学的研究	14
		講師	永井 拓生	ヨシを用いた構造デザイン・建築材料の開発	15
		生物資源管理学科	教授	杉浦 省三	魚類の栄養と飼料に関する研究
	教授		原田 英美子	地域植物資源の理解と有効利用に向けて	17
	准教授		岩間 憲治	農地と水利用	18
	准教授		高倉 耕一	生物間相互作用の視点から身近な生物相の成立要因を解き明かす	19
	講師		飯村 康夫	土壌から地球温暖化問題を考える	20
	講師		畑 直樹	環境制御や育種による高付加価値野菜の生産	21
	講師		中川 敏法	未利用資源の飼料利用と地域循環型畜産の確立	22
	講師		加藤 恵里	鳥獣被害対策と地域振興—今後の農山村のあり方—	23
工学部	材料科学科	教授	バラチャンドラン ジャヤデワン	機能的金属・合金ナノ材料合成技術開発・工学/医学応用	24
		教授 講師	松岡 純 山田 明寛	ガラスの融液物性・熱物性と破壊現象の研究	25
		教授	奥 健夫	次世代太陽電池・量子情報材料	26
		准教授	宮村 弘	新規機能的金属材料の探索と評価	27
		准教授	秋山 毅	光エネルギー利用の高効率化を目指した機能材料の開発	28
		講師	鈴木 厚志	次世代型太陽電池の材料設計と開発、第一原理計算によるNMR量子コンピューターの材料設計と物性予測	29
		講師	鈴木 一正	溶液プロセスを用いてナノ～メソ～マクロ構造を設計した有機-無機複合材料の作製とその物性制御	30
		教授	徳満 勝久	高分子複合材料の新規機能創成と高付加価値化の研究 (プラチック材料とゴム系材料の新規複合化技術)	31
		教授	金岡 鐘局	構造の明確な機能的星型ポリマーによる次元制御型環境調和材料の創製	32
		教授	北村 千寿	多環式芳香族炭化水素の合成と機能評価 ～光・電子・エネルギー材料～	33
		准教授	竹下 宏樹	多成分多相系高分子材料における構造形成機構	34
		准教授	谷本 智史	有機/無機複合コアシェル型微粒子材料の創製およびペプチド材料を用いた水中からの金イオン捕集	35
		准教授	加藤 真一郎	構造的・電子的に新奇な縮合多環共役化合物の開発：自己集合型エレクトロニクス材料の創製	36
		講師	竹原 宗範	生分解性の多機能的ポリマーの微生物による生産および環境負荷物質の微生物酵素による分解	37
		講師	伊田 翔平	精密ラジカル重合法を用いた新規高分子材料の創製	38

学部学科等		職名	氏名	タイトル	ページ
工学部	機械システム工学科	教授	安田 寿彦	移動と移乗を支援する福祉ロボット・システム	39
		教授 准教授	山根 浩二 河崎 澄	バイオマス資源のエンジン用燃料としての有効利用および高効率なクリーンエンジンシステムに関する研究	40
		教授	南川 久人	マイクロバブルやマイクロチューブ内流れなど環境やエコ技術に関連する混相流工学の研究	41
		教授	奥村 進	環境配慮型製品設計・メンテナンス・品質設計に関する研究	42
		教授	門脇 光輝	透過・屈折を伴う波動伝播に対する数学的散乱理論	43
		教授	呉 志强	数値解析と形状・構造最適設計	44
		教授 准教授	田邊 裕貴 和泉 遊以	「表面処理」と「非破壊検査」を柱とした材料強度研究	45
		准教授	山野 光裕	柔らかい素材を用いたロボットの開発と制御	46
		准教授	橋本 宣慶	バーチャルリアリティを利用した技能の解析と訓練	47
		准教授	安田 孝宏	流体機器の高効率化や流体騒音の低減に関する研究	48
		准教授 講師	大浦 靖典 田中 昂	振動問題の解決と振動を利用した機械の駆動や診断	49
		講師	西岡 靖貴	看護師・介護士・理学療法士を支援する生体計測とソフトメカニズム	50
	電子システム工学科	教授	柳澤 淳一	イオンビームプロセスを主とした超微細加工技術の新展開	51
		教授	岸根 桂路	応用システムとハードウェアの最適融合	52
		准教授	一宮 正義	半導体超薄膜作製とその超高速非線形光学応答	53
		准教授	土谷 亮	アナログCMOS集積回路の設計技術と応用技術の研究	54
		講師	井上 敏之	無線でつながる生体センシングシステムの研究開発	55
		教授	乾 義尚	リチウムイオン電池や燃料電池の解析	56
		教授	作田 健	磁気信号による微小欠陥・異物検出技術	57
		准教授	坂本 眞一	『熱音響』『モーター故障解析』『超音波エレクトロニクス』『エネルギー・環境』に関する研究・開発	58
		講師	平山 智士	電磁力を利用した大電力遮断技術の研究	59
		教授	酒井 道	機能性単位粒子の集合体・ネットワーク構造による高機能発現に関する研究	60
		教授	砂山 渡	データ分析支援環境の構築による知識創発支援	61
		准教授	宮城 茂幸	ICT技術を活用した人間行動の解析とその応用	62
		講師	榎本 光一郎	画像計測システムによる観測技術の確立	63
		ガラス工学研究センター	講師	出島 一仁	MEMSセンサを用いた温度・熱流束測定



学部学科等	職名	氏名	タイトル	ページ	
人間文化学部	地域文化学科	教授	中井 均	戦国時代を考古学し、成果をまちづくりに活かす	65
		教授	塚本 礼二	「産地」の地理学的研究 ― 食べ物から伝統的工芸品まで ―	66
		准教授	横田 祥子	中国系女性移民と子供のディアスポリック空間の形成をめぐる研究	67
		准教授	櫻井 悟史	地域の飲食・観光・娯楽文化を問い直す	68
		講師	高木 純一	日本中世・近世移行期における村落の研究	69
	生活デザイン学科	教授	宮本 雅子	高齢社会における快適な居住環境に関する研究	70
		教授	森下 あおい	繊維製品の感性評価と適合度の高い衣服設計	71
		教授	藤木 庸介	地域に根ざした住環境計画・地域文化の観光活用	72
		准教授	横田 尚美	服飾文化史における「温故知新」のお手伝い	73
		准教授	山田 歩	マーケティング・消費者行動	74
		講師	佐々木 一泰	空間デザインと地域空間利用の研究	75
		講師	南 政宏	プロダクト・ブランディングデザイン	76
	生活栄養学科	教授 准教授 講師	矢野 仁康 遠藤 弘史 田中 大也	食品成分を用いた新規抗癌剤の開発に向けて…	77
		教授	中井 直也	骨格筋培養細胞モデルを利用した運動刺激および栄養刺激効果の解析と応用	78
		教授	辰巳 佐和子	新規肝リン利尿因子が繋ぐ多臓器連関制御と慢性腎臓病治療	79
		教授 准教授 講師	福渡 努 今井 絵理 畑山 翔	食品成分の新規機能と有効利用	80
		准教授	奥村 万寿美	栄養と食のマネジメント	81
		准教授	廣瀬 潤子	QOL向上を目指した栄養食事指導 ―母乳栄養の神秘に迫ります―	82
		准教授	佐野 光枝	妊娠中の母親の食事が胎児に与える影響 ～羊水成分分析から明らかにする胎児の栄養環境～	83
		准教授	東田 一彦	身体運動によるエネルギー代謝亢進機序に関する研究	84
		講師	桑原 頌治	リンの代謝調節機構の解明と健康	85
		人間関係学科	教授	上野 有理	子育てと子育て支援の科学
	教授		丸山 真央	自治体・地域コミュニティの課題を社会的に診断する	87
	准教授		原 未来	ひきこもり等の状態にある若者への支援	88
	講師		後藤 崇志	人の主体的なふるまいに関する心理学研究	89
	国際コミュニケーション学科	教授	棚瀬 慈郎	チベットの社会と歴史	90
		教授	呉 凌非	日本語モダリティと中国語モダリティの対照研究	91
		教授	小熊 猛	認知言語学・語用論・言語類型論	92
		准教授	橋本 周子	「よく食べる」とはどのようなことか	93
		講師	中谷 博美	認知言語学・語用論の知見を英語授業に活用する研究	94
人間看護学部	人間看護学科	教授	伊丹 君和	看護・介護者の腰痛予防教育システムの開発および地域住民の健康生活支援	95
		教授	安原 治	神経系における神経活性物質の局在に関する研究	96
		准教授	米田 照美	看護者の危険認知と医療安全教育 ～すべての人々に安全な医療・看護の提供を目指して～	97
		教授	岩谷 久美子	助産師教育の安全管理に関する研究	98
		教授	越山 雅文	超音波を使ったヒト下肢浮腫定量測定装置の開発	99
		准教授	荒川 千登世	続発性リンパ浮腫のセルフケア継続支援	100
		講師	岡崎 瑞生	健康寿命の延伸に向けた研究への取り組み	101
		教授	甘佐 京子	小・中学生を対象にしたメンタルヘルス教育の検討（教職員・保護者も含む）	102
		教授 准教授	河野 益美 森本 安紀	特別養護老人ホームの公助・共助・自助・互助の力を結びつける仕組みづくり	103
		准教授	牧野 耕次	看護におけるインボルブメント	104
		講師	川口 恭子	ひきこもり状態にある人と家族への支援	105
		准教授	大脇 万起子	育児・療育支援のためのアプリケーションの開発 看護学と応用情報科学の融合	106

学部学科等	職名	氏名	タイトル	ページ
全学共通教育推進機構	教授	福井 雅英	教師の専門力量を問い直すー臨床教育学からの接近	107
	准教授	坂本 輝世	日本語母語話者の英語論文に見られる構成上の問題点：その可視化と教育的効果	108
地域共生センター	准教授	鵜飼 修	地域特性を活かした「地域ビジョン」の創造支援 ～地域診断法及び総合的な学習の時間における展開～	109
	講師	上田 洋平	「あたりまえの暮らし」と「無事の文化」を守る まちづくり手法の開発・地域づくり人材の育成	110
地域ひと・モノ・未来情報研究センター	准教授	杉山 裕介	物理現象を記述する偏微分方程式の数学解析	111
<研究者別 研究分野・キーワード一覧>				113-116

## 琵琶湖深部湖底湧水を探る

## 関連するSDGsの国際目標



環境科学部 環境生態学科 教授 小泉 尚嗣

研究分野 : 活断層と環境、地震地下水学

研究室HP : <http://des-usp.com/staff/laboratory-of-earthquake-hydrology.php>

概要：琵琶湖への水の年間流入量の10%程度が湖底からの湧水であるが、沿岸域を除いてその実態はよくわかっていない。2008年に発見された琵琶湖西北部の深部湖底湧水は、湧出孔（ベント）の並びが南北10km程度の帯状になるとされるが、地下構造と同湧水との関係は明らかではない。また、同湧水が環境に与える影響も不明である。本研究では、物理探査や熱フラックス測定を用いて、深部湖底湧水の時空間分布と地下構造との関係を明らかにし湧水量も見積もる。また、ROVを用いた同湧水の採水と周辺プランクトン群の採集、その水質分析・DNA解析を行うことで、同湧水が琵琶湖底の環境にどのような影響を与えているかも推定する。2020～2022年度に、東京大学・海洋研究開発機構等と協力して行う。

## ■ベントの分布とその周辺の湖底地下構造（地形・堆積構造と比抵抗構造）の解明

音波探査と電気探査を行う。音波探査は、送受波器から音波を発振し、湧水に伴うガス（図1）や湖底等で反射した音波を受信してその強度を計測する事で、湧水位置の同定、湖底底質の違いや地形の凹凸や湖底下の堆積層の2次元断面を可視化する事ができる。電気探査からは湖底地下比抵抗構造がわかる。得られた結果から、ベントの詳細な位置（図2）と周辺の地下構造を明らかにする。

## ■熱フラックス測定によるベント位置の決定と湧出量の時間変化の推定

上記で求めたベントの位置周辺で高密度の湖底熱流量測定を行い、異常に高い熱流量を示す場所（堆積物中に熱を運ぶ上昇流がある場所＝ベント）のより詳細な位置を明らかにする。その場所に、複数の温度計を取り付けたセンサーを設置し、堆積物中の鉛直温度分布の連続観測を行う。観測結果の解析により、湖底湧水の湧出量とその時間変動を見積もる。

## ■深部湖底湧水と周辺プランクトンの採取

ベントがある付近で、ROV（遠隔操作型無人潜水機）を用いて深部湖底湧水や周辺のプランクトンを採取する。湧水の水質を調査することで、深部湖底湧水の起源を推定する。プランクトンの群集構造を分子生物学的手法を用いて解析し、通常とは異なる生物群集が存在しているかどうかを確認する。

## ■陸上の断層付近の河川水・地下水・温泉水の調査

琵琶湖西部の花折断層や琵琶湖西岸断層付近の河川水・地下水・温泉水の水質を調査し、深部湖底湧水の分析結果と比較して、両者の関係を推定する。



図1 琵琶湖の深部湖底湧水の様子。湖底の湧出口（ベント）からガスと共に水が湧出している（熊谷, 2014）



図2 湖底地形図と2012年1月時点でのベントの位置（X印）。等深度線は5m間隔で書かれている。数字の単位はm。（提供：熊谷道夫（元・滋賀県琵琶湖研究所））

東京大学・海洋研究開発機構・兵庫県立大学・立正大学等と共同して研究を行う。

# 水草バイオマスの持続可能な収穫と利活用による湖沼生態系保全技術に関する研究

関連するSDGsの国際目標



環境科学部 環境生態学科 教授 伴 修平

研究分野 : 水圏生態学

研究室HP : <http://des-usp.com/staff/>

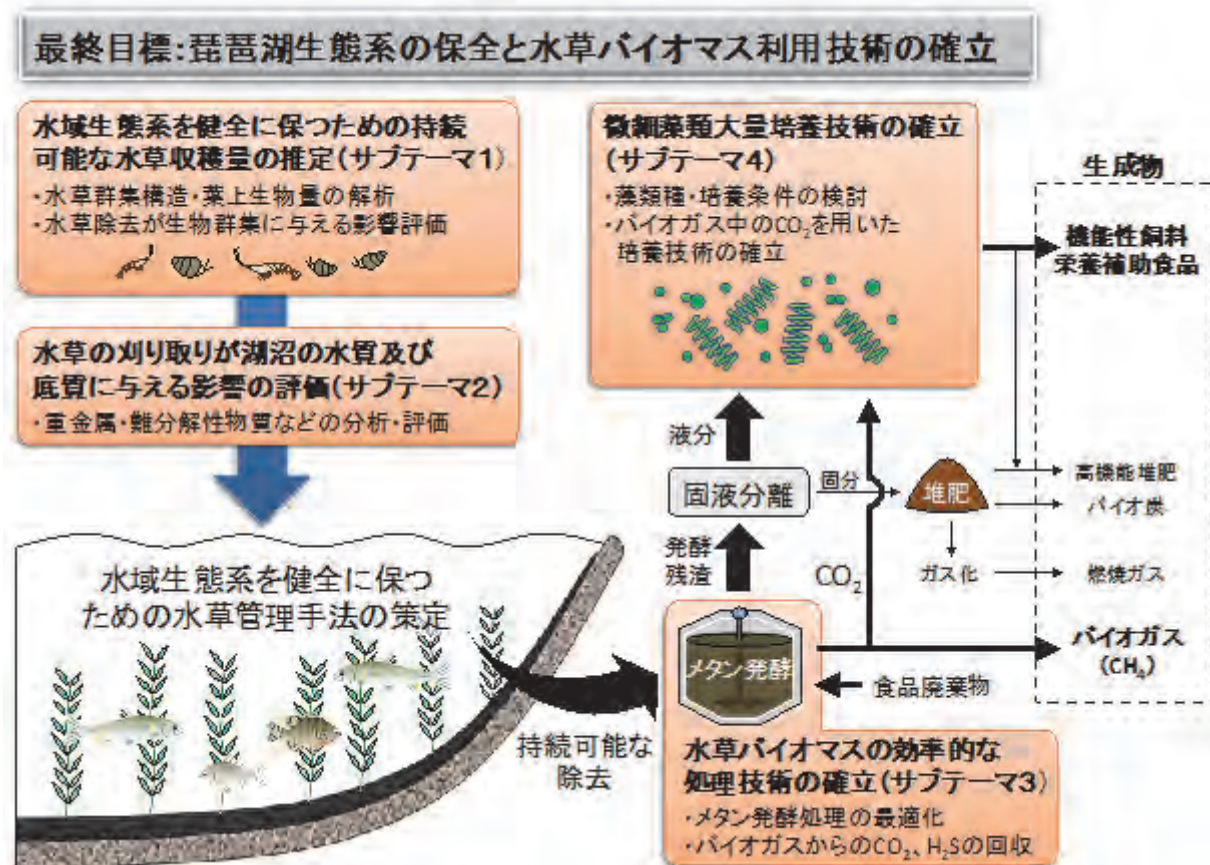
laboratory-of-aquatic-ecology.php

近年、琵琶湖を含む日本各地の水域で水草繁茂による環境悪化が報告されるようになってきている。しかし、これは過去に肥料として有効活用されていた水草が、化学肥料の台頭により利用されなくなったことに大きな原因がある。これを解決するには除去した水草の利用方法の確立が重要課題である。

本研究では、過剰繁茂した水草類を根絶するのではなく、湖沼環境を健全に保つための適正な水草刈り取り基準を策定する。刈り取った水草バイオマスは嫌気発酵でバイオガス化し、排出される液分残渣に含まれる栄養塩を微細藻類バイオマスに変換することで有効活用を目指す。

これによって、湖沼環境の修復と保全に寄与し、自然資源の循環利用に貢献する。

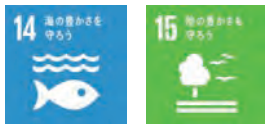
- 水域生態系を健全に保つための持続可能な水草収穫量の推定
- 水草の刈り取りが湖沼の水質及び底質に与える影響の評価
- 水草バイオマスの効率的な処理技術の確立
- 嫌気発酵液分残渣を用いた藻類大量培養技術の確立





## 水圏生態系における物質循環

### 関連するSDGsの国際目標



環境科学部 環境生態学科 准教授 後藤 直成

研究分野：陸水学、生物地球化学

<http://des-usp.com/staff/laboratory-of-aquatic-material-cycles.php>

水圏生態系における生元素動態を生物地球化学的・環境科学的に研究している。主には、微細藻類（植物プランクトン、底性微小藻類）の有機物生産とそれに関わる生元素の動態について研究を行ってきた。最近では、温暖化が湖沼生態系に及ぼす影響に関しても研究を進めている。

### ■光学的手法による植物プランクトン群集動態の把握

植物プランクトン細胞から射出されるクロロフィル蛍光の情報に基づいて、植物プランクトンの現存量や種組成、光合成活性を精度良く測定する研究を進めてきた。光学的手法を用いることで、植物プランクトン群集の現存量、種組成、光合成活性を時空間的に高解像度で測定できるようになり、これまで見過ごされてきた植物プランクトン群集動態に関する現象を捉えられるようになってきた。

### ■リモートセンシングを利用した陸水域におけるクロロフィルa濃度の推定

人工衛星に搭載された水色センサーを利用して、琵琶湖北湖における植物プランクトン現存量（クロロフィルa濃度）の測定に関する研究を行っている。このリモートセンシング技術を利用することで、琵琶湖北湖全域における植物プランクトン現存量の時空間的動態の把握が可能となった。

### ■河川・湖沼におけるシリカ循環の生物地球化学過程に関する研究

陸水域における停滞水域（ダム等）の増加と窒素・リンの負荷増大に伴う陸水珪藻類の増加は、珪藻類による溶存態シリカの吸収・沈降・堆積を増大させる。その結果、沿岸海域への溶存態シリカの供給が減少し、海洋生態系を支える植物プランクトン種組成に変化（珪藻類から非珪藻類の優占）が起こるという可能性が示唆されている。以上のような仮説は「シリカ欠損仮説」として、近年問題視されている。そこで、本研究では、琵琶湖とその集水域の河川を対象として、生物的要因・化学的要因によるシリカと関連物質の収支を評価し、陸水域の停滞水域におけるシリカ減少の過程の実態を調査・研究している。

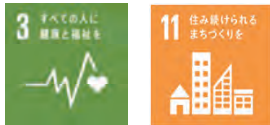
### ■温暖化が大型淡水湖の循環と表層生態系に及ぼす影響

温暖化に起因する琵琶湖における貧酸素水塊の形成・拡大と生態系への影響について研究を進めている。特に、植物プランクトン群集への影響を捉えることを目的として、定期的な船舶観測と係留観測を併用して研究を続けている。



## 大気環境中の粒子状物質に関する研究

### 関連するSDGsの国際目標



環境科学部 環境生態学科 講師 工藤 慎治

研究分野 : 大気科学、汚染物質、化学分析、発生源解析

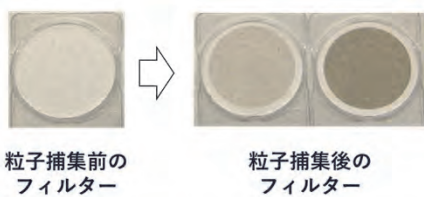
研究室HP : <http://des-usp.com/staff/laboratory-of-material-cycle-and-atmospheric-chemistry.php>

大気中に存在する物質がどこから発生し、環境中でどう変化し、どこへ辿りつくのかということ明らかにしようと研究に取り組んでいます。普段あまり意識されていませんが、大気中には「臭いのある物質」や「目に見えない小さな物質」、「国外から輸送されてきた物質」などが存在しています。それらの物質は“大気汚染”に関係しており、その形態は気体や液体、固体とさまざまです。また、大気中に放出された物質が影響を及ぼす範囲は、発生した地点周辺の地域的なものから地球規模の広域的なものまで幅広く、大気だけでなく土壌や河川（湖・海）へと循環していきます。現在は、大気中の粒子状物質の成分分析を通して、粒子の化学組成や環境動態について調べています。

### ■微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) に関する研究

2009年に健康影響の観点から環境基準が制定されたPM<sub>2.5</sub>の化学組成に関する研究を行っています。PM<sub>2.5</sub>は、粒径2.5 μm以下の粒子の総称で空気の流れに基づいて分類します。PM<sub>2.5</sub>は化石燃料の燃焼等から多く排出されています。大気中では様々な発生源から排出された粒子が混在しており、化学成分を分析することで、粒子の特徴を把握することができます。

#### <① 大気観測>



粒子捕集前の  
フィルター

粒子捕集後の  
フィルター

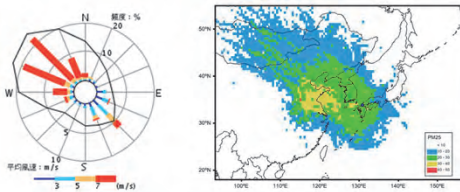


周辺状況の様子

#### <② 化学成分の分析>



#### <③ データ解析>



～研究の流れ～

- ① 現地で調査
  - ② サンプルの化学分析
  - ③ データ解析
- ⇒ 現象解明の一助  
(問題点を見つけ、また①へ)

## 自治体廃棄物政策の立案支援



環境科学部 環境政策・計画学科 教授 金谷 健

研究分野 : 廃棄物管理論

<http://kanayalab.qcweb.jp/>

自治体の廃棄物政策の立案支援として、各種審議会や委員会に参画してきました。2020年5月現在の参画は、以下の通りです。自治体の皆さまから要請があれば、可能な範囲で参画させていただきます。

### ■滋賀県関連

- ・滋賀県環境審議会（廃棄物部会，水・土壌・大気部会，温暖化対策部会，環境企画部会）
- ・「クリーンセンター滋賀」環境監視委員会
- ・滋賀県買い物ごみ・食品ロス削減推進協議会

### ■滋賀県内の市役所関連

- ・彦根市廃棄物減量等推進審議会
- ・草津市廃棄物減量等推進審議会
- ・野洲市廃棄物減量等推進審議会
- ・守山市廃棄物減量等推進審議会
- ・湖北広域行政事務センタークリスタルプラザ管理運営委員会
- ・湖北広域行政事務センター廃棄物減量等推進審議会

### ■滋賀県外の自治体関連

- ・三重県「地方自治法第174条第2項に基づく専門委員」  
\* 産業廃棄物処理施設設置への意見を述べる
- ・大阪府茨木市環境審議会
- ・京都府八幡市環境審議会



# 幸せのための森林との付き合い方を求めて／ 市場と環境を結びつける

関連するSDGsの国際目標



環境科学部 環境政策・計画学科 教授 高橋 卓也

研究分野：環境経営 森林政策・計画

http://www.asahi-net.or.jp/~zf6t-tkhs/

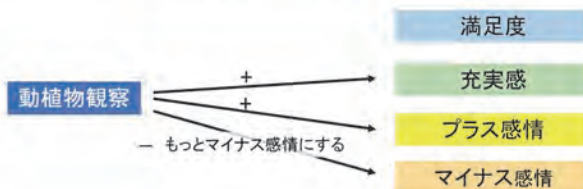
経済学・経営学の視点から、環境問題に取り組みます。人びとの幸福度を高める森林経営とはどのようなもののでしょうか？環境配慮型の経営を進めるには、どのような仕組み、企業文化であればよいのでしょうか？実態調査から考えます。

## ■ テーマ1： 森林・林業の政策・計画

- ・森林経営と人びとの幸せ（ウェルビーイング、主観的幸福度）の関係性の解明
- ・環境を配慮した革新的森林経営手法の開発改革 — 環境支払い、森林認証、森林空間サービス産業
- ・境界不明確森林・所有者不明森林問題の実態解明
- ・集落共有林（入会 [いりあい] 林；コモンズの森林）の経営 — 構成員の関心を高める方策、自然公園の利用、etc.
- ・滋賀県の木材流通の改革 — 周辺府県との交錯流通をどうするか、地域材運動、「木の駅」運動（自家伐採木材の買い取り）etc.
- ・学校林の運営、森林環境教育（「山の子」事業）等の実態調査・改善策の提案、木育（もくいく；木との親しみを生み出す教育）の提案
- ・山村振興、限界集落問題、山村の観光
- ・獣害問題



### 森林関連活動の森林幸福度への影響



- ・4種類それぞれの森林幸福度に、それぞれの活動が異なった影響を及ぼす。
- ・動植物観察は森林充足感、プラス感情に関しては正の影響を与えるが、マイナス感情をより強くする(獣害によるものだろう)

## ■ テーマ2： 環境経営

- ・企業文化と環境経営の関連性
- ・環境マネジメントシステムの効果を高めるにはどうすればよいか？ 環境マーケティング — 環境ラベル製品に対する需要の拡大、森林認証・漁業認証の認知度・購買意欲の現状、etc. 環境配慮購入の実態調査
- ・環境産業、環境ビジネスの可能性（⇒ 環境を浄化したり、環境負荷を低減したりする機器、装置、サービス等を提供する産業には大きな可能性がある。そうした産業、ビジネスの具体的課題を解明していく。）
- ・日本のCSRの源流ともいわれる近江商人の「三方よし」の現代的意義、世界の中での位置づけ

四つのタイプの企業文化(Cameron and Quinn, 2006)



どのタイプの文化が環境経営になじむのか？

Masaki Sugita, Takuya Takahashi (2015) Influence of Corporate Culture on Environmental Management Performance: An Empirical Study of Japanese Firms, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* 22(3): 182-192. (企業文化が環境マネジメント成果に及ぼす影響: 日本企業の実証的調査)

# 公害反対運動の経験から地域環境の保全活動へ 工業都市における環境運動と沿岸域の環境再生

## 関連するSDGsの国際目標



環境科学部 環境政策・計画学科 教授 香川 雄一  
研究分野 : 環境地理学、都市社会地理学、政治地理学

工業都市における公害問題への地域住民の対応を研究してきたなかで、工業地帯周辺だけではなく沿岸域における農漁業従事者の生活史の調査結果から、環境再生への展開過程を理解してきた。近年では、国内外のラムサール条約登録湿地における、環境保全をめぐる主体間調整も、研究対象に加えている。

### ■ 環境地理学

日本の工業都市において発生してきた公害問題を調査対象として、環境運動や地域環境政策の実態を明らかにしてきた。滋賀県立大学への着任以降は、滋賀県や琵琶湖をめぐる環境変化と地域社会について、沿岸域における漁業者を中心とした環境保全活動を調査している。国内外のラムサール条約登録湿地も研究対象である。



### ■ 都市社会地理学

アジアの大都市における都市環境問題の歴史的な分析のために、各時代における地形図や統計データを活用してきた。GISを用いて都市内部の社会構造に関する分析も実施している。近年では英米の大都市における健康環境問題の発生地において、歴史的な地域社会調査に取り組み始めている。



### ■ 政治地理学

社会学を中心とした社会運動論の政治地理学における受容と展開について明らかにした。地域環境問題における政策過程をめぐる言説分析も研究に取り入れている。



#### < 科研費の取得状況 >

- ・平成18～19年度 科学研究費補助金（萌芽研究 課題番号18652074）「都市近郊農村における社会的・政治的ポリティクス」, 研究分担者
- ・平成21～23年度 科学研究費補助金（基盤研究B 課題番号21320159）「公共性とガバナンスからみた近・現代社会の空間編成に関する研究」, 連携研究者
- ・平成22～24年度 科学研究費補助金（基盤研究B 課題番号22320171）「ラムサール条約登録湿地の保全と利用をめぐる政治地理学的研究」, 研究分担者
- ・平成23～25年度 科学研究費補助金（基盤研究C 課題番号23520960）「沿岸域の環境管理における漁業者による環境保全活動の国際比較に関する研究」, 研究代表者
- ・平成24～26年度 科学研究費補助金（基盤研究C 課題番号24501295）「湖沼流域における沿岸エコトーンの景観生態学的特性把握と環境資源管理に関する研究」, 研究分担者
- ・平成24～27年度 科学研究費補助金（基盤研究C 課題番号24510055）「環境保全、多様な選好、長期の時間軸の3要素を統合する市町村森林計画手法の開発」, 研究分担者
- ・平成25～27年度 科学研究費補助金（基盤研究B 課題番号25284166）「湿地のワイズユース再考：グリーン経済化の流れとその問題点」, 研究分担者
- ・平成27～29年度 科学研究費補助金（基盤研究B 課題番号15H03277）「グローバル化の新局面における政治空間の変容と新しいガバナンスへの展望」, 研究分担者
- ・平成28～30年度 科学研究費補助金（基盤研究C 課題番号16K03195）「大都市における疾病発生にともなう健康環境問題への人文地理学的貢献」, 研究代表者
- ・平成31～令和3年度 科学研究費補助金（基盤研究C 課題番号19K01188）「沿岸域における近代以降の環境史についての環境地政学的研究」, 研究代表者



# 持続可能な流域社会の実現に向けた政策研究

## 関連するSDGsの国際目標



環境科学部 環境政策・計画学科 准教授 瀧 健太郎

研究分野 : 流域政策・計画

<http://www.shiga-rivers.com>

流域の水循環と社会システムとの相互関係に着目し、持続可能な流域社会の実現に向けた政策や計画に関する研究を進める。流域政策・計画に関する学問分野の体系化を目指す。

## ■ 流域の健康診断

洪水災害や渇水などの流域における自然災害のリスクや、社会資本・制度の効果（人為的サービス）、自然の恵み（生態系サービス）を定量的に評価して、流域で顕在化している課題を明らかにする。流域に関わる諸計画や政策のベースとなる客観的根拠を実社会に提案することを目標とする。

## ■ 川や水辺の自然再生

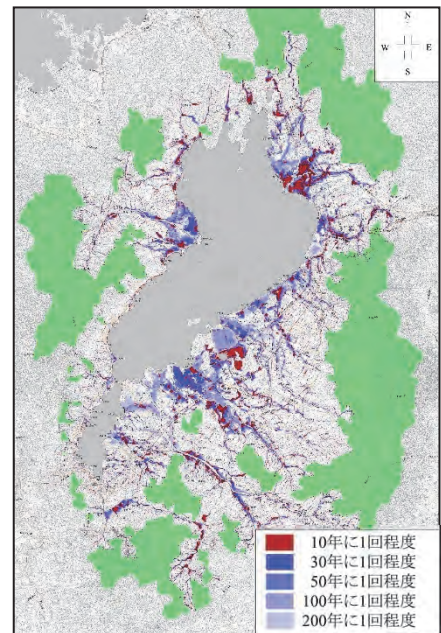
これまで琵琶湖や河川、水路では、治水施設や利水施設が積極的に整備され、流域の安全性や利便性は向上したが、一方で、固有種が減少するなど生態系の劣化が進んだ。そこで、実際に良好な環境が失われた湖辺、河川、水辺を対象に、在来種・固有種の生息・生育環境の再生方法について研究している。

## ■ 減災型治水システム

地球規模の気候変動の影響により、今後、水害のリスクが増大すると言われている。人間社会が自然と共生し、より激しくなる洪水に備えるには、連続堤防やダムなどの施設整備だけではなく、土地利用やまちづくり、避難体制の充実など、さまざまな対策を総動員する必要がある。さまざまな対策を総動員して、流域全体で被害を最小限にとどめる「減災型治水」のあり方や実現方法について研究している。

## ■ 川や水辺と社会・暮らしとの関わり

地域のまちなみ、文化、暮らしのありようは、流域の水循環と深い関わりがある。「善く国を治める者は、必ずまず水を治める。」という故事もある。地域の歴史を紐解きながら、かわ歩き、まち歩き、聞き取り調査を通じて、治水/利水/環境/文化などのさまざまな面から、湖や川、水辺と地域社会との相互関係を明らかにし、これからの社会や暮らしのありようを探っている。



床上浸水発生確率図

## ■ 統合的流域管理

流域の抱えるさまざまな課題を解決していくためには、客観的根拠に基づいた課題設定がなされ、さまざまな主体（国、自治体、民間事業者、NPO、市民・住民など）が連携・協働していく「流域ガバナンス」を機能させていく必要がある。諸外国の事例も参考にしながら、行政区画や部局・部門間の垣根を越えて、流域単位で統合的に政策を進めていくための社会システムのあり方を探っている。

### <特許・共同研究等の状況>

総合地球環境学研究所 研究プロジェクト「人口減少時代における気候変動適応としての生態系を活用した防災減災（Eco-DRR）の評価と社会実装」 など

# 市民参加・協働型の持続可能な地域づくり推進のためのガバナンス構築に関する研究



環境科学部 環境政策・計画学科 講師 平岡 俊一  
 研究分野：持続可能な地域づくり、市民参加・協働、NPO、環境社会学  
<https://hiraokashun.jimdo.com/>

地域・自治体レベルでの市民参加・協働による「持続可能な地域づくり」に関心を持ち、取り組みを推進するための仕組み、プロセス、組織体制などの「ガバナンス」構築のあり方等について、国内各地でのフィールドワークを通して研究を行っている。

## ■地域協働型再生エネルギー事業を支える中間支援組織の整備・強化に関する研究

地域内の複数の主体が連携して展開する「地域協働型再生可能エネルギー事業」の推進を知的・人的な面から支える中間支援活動に注目し、特にその担い手である地域密着型の中間支援組織の整備・強化のあり方について、国内、欧州の関連組織を対象にした事例調査にもとづいて考察を行っている。

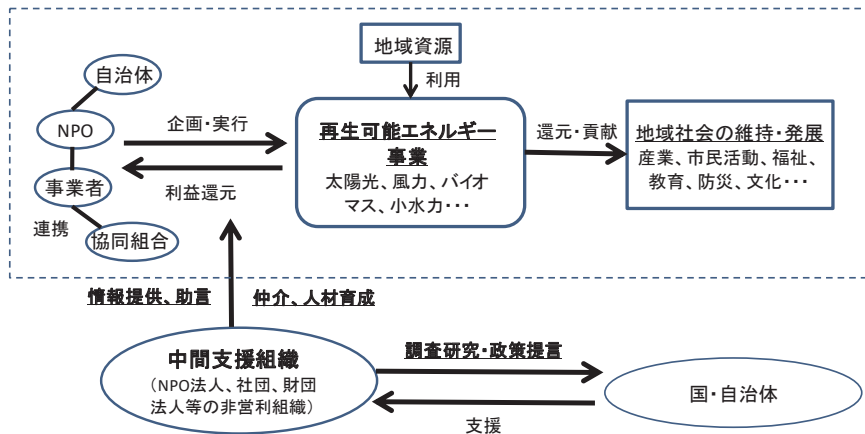


図 地域協働型再生エネ事業と中間支援組織のイメージ

## ■持続可能な地域づくり活動においてNPO・市民セクターが担う機能に関する研究

地域の諸主体の参加・協働によって展開される環境保全を軸とした地域づくり活動において「NPO・市民セクター」が担う機能に注目し、その取り組みプロセスや他の主体との役割分担、関係性などについて、国内各地のNPOを対象にした事例調査をもとに考察している。

## ■市民参加・協働型の持続可能な地域づくり活動の推進体制に関する研究

市民参加・協働型の持続可能な地域づくり活動の推進体制のあり方について研究するために、国内各地で設立された、参加・協働型環境政策の推進組織「環境パートナーシップ組織」の存在に注目し、先行組織の機能、社会的意義、近年の停滞化の要因などについて調査、考察を行っている。

# 地域の将来像を描く／景観の新たな価値を創造する



環境科学部 環境建築デザイン学科 教授 村上 修一  
 研究分野 : 景観建築 (Landscape Architecture)  
<http://www.form.e-arc.jp/>

諸事象の相互作用の結果として立ち現れる様相をランドスケープ (Landscape) と言います。諸事象の解釈から地域の将来像を描くことに取り組んでいます。また、諸事象に対する新しい見方を発見し、新たな景観価値を創造することにも取り組んでいます。

## ■地域の将来像を描く

社会の縮退や、自然災害の危険性など、地域の将来像が見えにくい状況にあります。土地特性の解析や、地域資源の発掘をとおして、地域の将来像を描くことに取り組んでいます。これまでの成果の一部を以下に挙げます。

- 2019年：愛荘町まちのグランドデザイン構築（継続中）
- 2017年：彦根市京町公園基本構想の策定
- 2014年：近江八幡市官庁街ランドスケープデザイン
- 2012年：長浜市小谷城スマートIC活用計画
- 2012年：長浜市田村山の保全とカスミサンショウウオ生息池の計画
- 2011年：東近江市奥永源寺振興計画
- 2011年：東近江市景観重要建造物指定に関する調査
- 2011年：愛荘町湖東三山スマートIC周辺地域活性化計画
- 2011年：長浜市公園リニューアルワークショップ
- 2010年：長浜市四居家ポケットパーク計画
- 2009年：東近江市永源寺東部の地域資源に関する調査
- 2006年：長浜米原まんなかまちづくり構想
- 2005-2009年：草津市におけるヨシを用いて湖岸との関わりを再生する取り組みの支援
- 2005-2008年：大津市における都市水路をいかす商店街活性化プロセスの提案

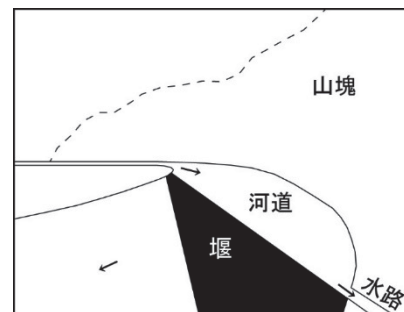
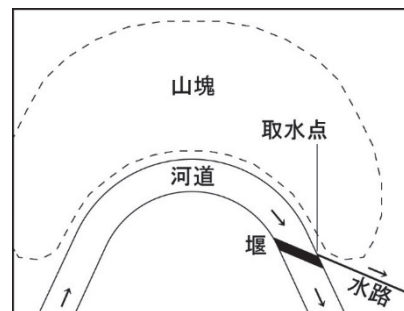


東近江市奥永源寺振興計画（2011年）における元中学校を活用した道の駅の計画案（作図：木村真也）

## ■景観の新たな価値を創造する

審美性という従来の景観価値とは異なり、空間の豊かさにつながる解釈の多様性や、人と自然の関わりの有様があらわれる親水性・文化性といった、景観の新たな価値の創造に取り組んでいます。これまでの成果の一部を以下に挙げます。

- 2002-2017年：歴史的な堰の親水性および地形との関係性が織り成す景観の研究（日本造園学会賞（研究論文部門）受賞）
- 1998-2004年：米国近代ランドスケープデザインにおける形態の曖昧性に関する研究（日本造園学会研究奨励賞受賞）



歴史的な堰と地形の関係性が織り成す景観（2016年）国内51水系90堰の取水点において、洪水をいなく堰の配置、滯筋が安定しやすい河道や山塊との関係性が眺望可能なことを明らかにしました。



## 耐震補強用の木製面格子壁の性能評価

### 関連するSDGsの国際目標

9

産業と技術革新の  
振興をつくろう

11

住み続けられる  
まちづくりを

環境科学部 環境建築デザイン学科 教授 高田 豊文

研究分野：建築構造学、応用力学、木質構造、地震防災

この研究では、木造住宅の耐震補強方法として面格子壁に着目し、その力学性能を実験によって明らかにすることを目的としています。面格子壁は、合板の壁や土塗り壁に比べて通風・採光などの居住性に優れるだけでなく、格子材の太さや間隔・角度を変化させることによって、様々なデザインも可能です。現在、町屋や古民家などの伝統木造建物の耐震改修に、面格子壁を利用する試みが始まっていますが、本研究の成果によって、面格子壁の自由な設計が可能となり、面格子壁の今後の更なる普及も期待されます。

### ■水平加力実験による力学性能の把握

通風・採光・デザインに優れた面格子壁ですが、これまで実験研究は少なく、力学性能のデータも十分に蓄積されていません。面格子壁は格子材の寸法・間隔によって発揮される性能が異なるため、面格子壁の自由な設計を行うためには、実験パラメータを変えた数多くの実験が必要です。本研究室では、いくつかの形状の面格子壁について実験を行い（写真1）、力学性能の把握と実験データの蓄積のための研究に取り組んでいます。

### ■新たな面格子壁デザインの提案と性能評価

面格子壁の自由なデザインの可能性を探るため、いくつかの斜め格子の壁について実験を行っています（写真2, 3）。特に、写真3の斜格子壁は、木造住宅の耐震改修で一般的に使われている構造用合板と同程度の性能を持つことが確認されました。優れた構造性能とデザイン性を持つ面格子壁の開発に向けて実験や解析研究を行っています。

### ■小径間伐材を用いた面格子壁の可能性

面格子壁は、比較的細い材料で作ることができます。この特徴を生かして、建物の柱や梁では使われないような細かい間伐材を使って面格子壁を作ることにも可能です。一般の製材と間伐材を用いたときの面格子壁の性能の違いを、実験によって調査しています。間伐材の利用促進に、建築構造分野から貢献を目指した研究です。



写真1 面格子壁の実験の様子



写真2

写真3

# タクロバン市(フィリピン)での仮設住宅の再利用に関する研究



環境科学部 環境建築デザイン学科

准教授 ヒメネス ベルデホ ホアン ラモン

研究分野 : 建築史・意匠、都市計画・建築計画

[http://dda-usp.com/professor/juan\\_ramon](http://dda-usp.com/professor/juan_ramon)

大型台風ヨランダによる災害後のフィリピンタクロバン市を直接の研究対象とし、実施調査を通して被災者の仮設住宅の居住環境を物理的側面から実態的に捉えるとともに、被災後の復興住宅計画に資する実態的に即した指針を得ることを目的としている。

## ■タクロバンの仮設住宅の再生。

仮設住宅は、被災者が被災前のような日常生活を取り戻すまでの一時的な生活スペースとしての役割を担っている。大規模災害の後に必要となる仮設住宅のタイプは、テントなどの早急に準備できるものから、材料を提供するだけのもの、必要設備やインフラを整えたものまで、さまざまなタイプがある。しかし、仮設住宅は一時的な住宅であるため、設計も簡易的になり問題は常にある。

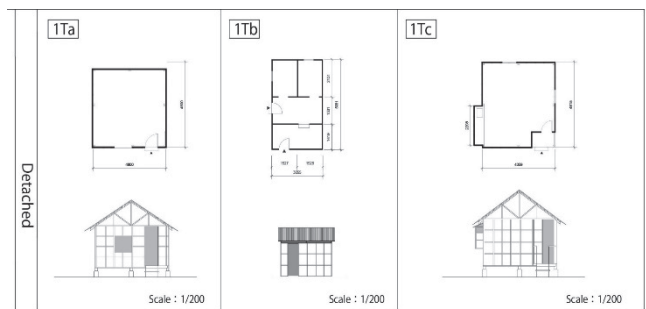
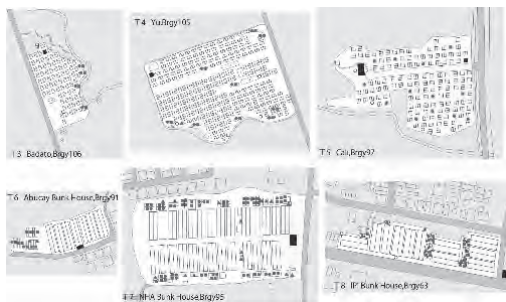
タクロバン市では、台風によって発生した高潮による被害の住宅復興を契機に、防災と環境保護の理由から40mを「建築規制区域」として住宅再建を禁じている。そのため沿岸部に集中する貧困層の居住地は一掃され、その住民は市の北部または内陸に位置する仮設住宅地に再定住を余儀なくされる。

再定住のために用意された敷地は合計30~50ヘクタールで、1万戸の恒久住居が建設される。使用期間が半年から3年6ヶ月を目安とし、長期的な使用を目的としないため、持続不可能な設計になっている。加えて、一般的な建材を使用するため一般住宅と同等に費用が必要となる場合がある。また建設バブルによる施工者不足によって一般住宅の計画にも遅れが生じつつあることも問題であるといえる。

このようにタクロバン市では台風被害を契機として、過去に前例の無い大規模な住宅供給と再定住計画が実施されようとしている。被災者や貧困層に安定した住環境を提供することは重要な問題であるが、このような大規模な移転を伴う居住環境の整備は対象者のほとんどが職住近接の生業を営む低所得者に対して、新たな社会困窮を引き起こす恐れがある。

また災害の被災地とは先進国・発展途上国を問わず深刻な住宅問題が発生する場所である。それは世界中で発生している住宅問題が瞬間的に大規模発生し、さらに短期間で解決が求められる特殊な環境であるからである。

以上の観点から、台風被害の復興住宅計画の居住環境を明らかにすることで、将来性のある住宅建設を行い、適切なまちづくりとより良いセカンドライフを過ごせる居住環境の普遍的な指針を得るのが目的である。





## 歴史資産と現存しない建築と景観の活用

### 関連するSDGsの国際目標



環境科学部 環境建築デザイン学科

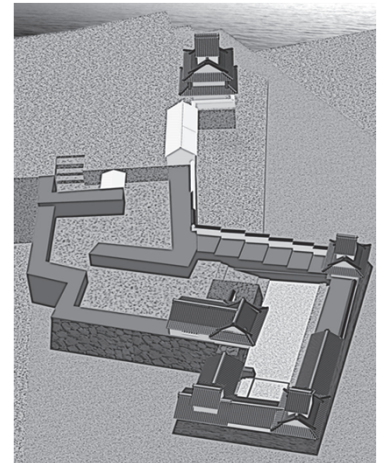
講師 高屋 麻里子

研究分野 : 日本建築史、都市史

概要：地域の歴史的資産のなかには、存在が知られていながらも建物などが現存していないがために活用が十分とはいえない事例も多くあります。現存していない建築や景観を建築史や都市史の研究に基づいて復元し、3D-CGなどを用いて当時の様子を視覚化しています。地域の歴史的な評価や、新たな観光資源へとつながるかもしれません。

### ■発掘調査成果からの復元。

- ・最新の考古学的発掘調査成果をもとに、さまざまな分野の研究成果をふまえて、具体的な建築や景観を視覚的に表現することを試んでいます。
- ・これまでに、原城本丸周辺の復元イメージ3D-CGの作成（2008）や、史跡岐阜城山麓居館の復元3D-CGとVRの監修（2017）などに関わってきました。これらの史跡は、世界遺産や日本遺産などとしても、広く社会全体の歴史資産として整備されています。
- ・古代の集落や建築なども、研究対象としています。地域により、非常に多様であることが知られています。当時の環境を生かした景観が形成されていたようです。



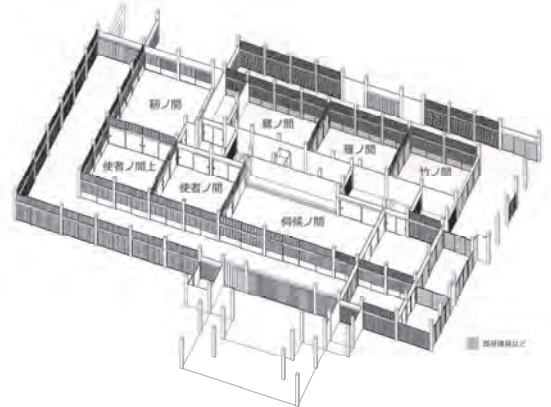
CGでみる多門櫓と石垣（『原城と島原の乱 有馬の城・外交・祈り』新人物往來社、2008）

### ■文献史料からの復元。

- ・江戸大名屋敷などの建設に関わる記録から、現存しない建築を復元できる事例もあります。江戸大名屋敷は江戸の都市を理解するうえでも重要ですが、各大名の国元である全国各地の江戸時代の建築とも密接に関わります。
- ・地域に伝わる文献史料からも、記録された時代の都市や建築の様子を知る手がかりが多く得られます。

### ■絵画史料や絵図からの復元。

- ・江戸大名屋敷などの建設に関わる記録から、現存しない建築を復元できる事例もあります。江戸大名屋敷は江戸の都市を理解するうえでも重要ですが、各大名の国元である全国各地の江戸時代の建築とも密接に関わります。
- ・地域に伝わる文献史料からも、記録された時代の都市や建築の様子を知る手がかりが多く得られます。
- ・絵図や絵画史料などからも、現在とは異なる地域の賑わいや、現存しない景観を知ることができます。



寛延作事記録に基づく萩藩江戸上屋敷式台周辺建具模式図（山口県文書館所蔵毛利家文庫館印-11「江戸上御屋敷普請記録」挿入図より）（『大名江戸屋敷の建設と近世社会』中央公論美術出版、2013）

科学研究費（基盤研究B）「江戸武家地の成熟過程に関する建築史・都市史的研究」（2018-2019）研究分担者（2019より）

# 快適な居住環境を実現するための環境心理学的研究

## 関連するSDGsの国際目標

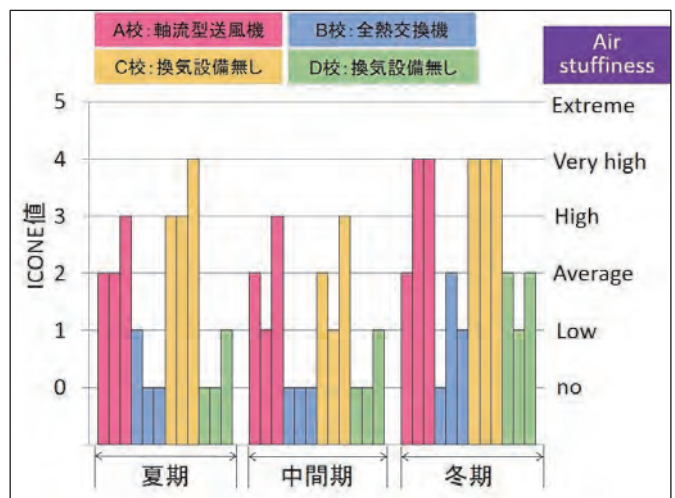


環境科学部 環境建築デザイン学科 講師 鄭 新源  
 研究分野 : 建築環境工学、環境性能評価、環境心理

人間と建築空間・環境との関係を明らかにすることを目標にし、住宅、オフィス、学校など様々な建築空間における人間の心理的評価・行動と物理環境刺激・居住環境情報との関係について調査および実験的手法を用いて研究を行っています。

## ■建築環境の快適性評価

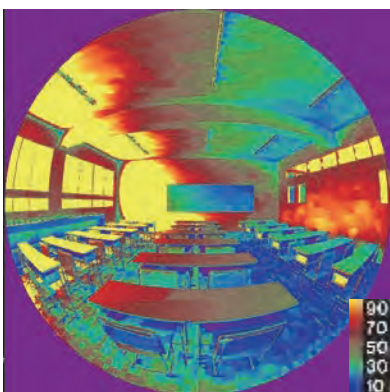
近年の建築・都市において重要なテーマになっている省エネルギーは、建築のつくりにとって環境設備分野の役割をますます大きくし、設備システムの発展をもたらしています。これらのシステムは、竣工して完成されるものではなく、使い方によりその性能が左右されるため、使用時の建築環境に対する確かな測定と評価を行い、それを建物の運用にフィードバックできるように情報化することが必要です。このテーマの研究では、特に2011年東日本大震災以降に厳しい電力不足状況で要求された建物の省エネルギーに対応しながらも居住者の快適性をいかに維持できるかについて、既存の建物はもちろん、新しい空調システムを取り入れた先端の建物などを対象に、温熱環境の測定と居住者アンケート調査などの手法で研究を行っています。



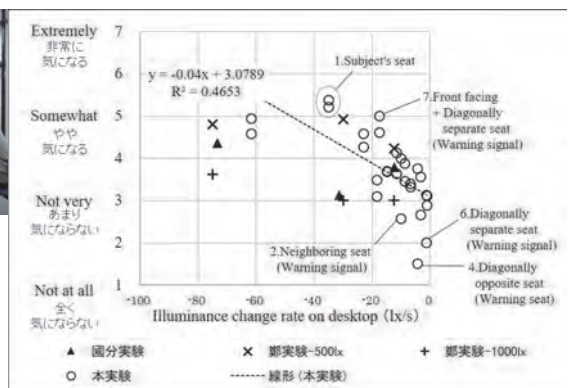
小学校教室の換気設備の違いによる空気環境の実態調査

## ■新光源（LEDなど）による変動照明の快適性に関する研究

人感センサーや明るさセンサーなどを用いた自動調光システムにより照明を変化させる変動照明システムを導入したオフィスを想定し、執務者の作業を妨害しない光の変動方法について基礎的検討を行っています。主な研究方向と方法は、照度の減増幅や速度など複数の条件で変化する照明環境下で作業者の気づきや快適性について評価をし、その結果を変動照明システムが導入された実際のオフィス執務者を対象に行った調査結果と合わせて検討することにより、今後オフィス照明システムの運用に応用できるデータを構築することを目標としています。



Radianceによる光環境シミュレーション



オフィス変動照明の変化率と位置が執務環境に及ぼす影響



## ヨシを用いた構造デザイン・建築材料の開発

### 関連するSDGsの国際目標



環境科学部 環境建築デザイン学科 講師 永井 拓生

研究分野 : 建築構造、材料、工法、数値解析

研究室HP : [http://dda-usp.com/professor/takuo\\_nagai](http://dda-usp.com/professor/takuo_nagai)

ヨシは湖や河川岸に生息する多年生のイネ科の植物です。国内外の多くの地域に分布していますが、現在はヨシ産業の衰退により需要が落ち込み、多くのヨシ原が管理不全状態となっています。しかし、**ヨシは木材と同等以上の引張強度**を持っており、さらに木材や竹に比べ、細く軽量のため平地での伐採・調達がしやすく、資源として優位性を持っています。そこで、ヨシの有効活用を目的とし、ヨシを使った建築の構造デザインの提案や、構造材料・仕上げ材料の開発を行っています。

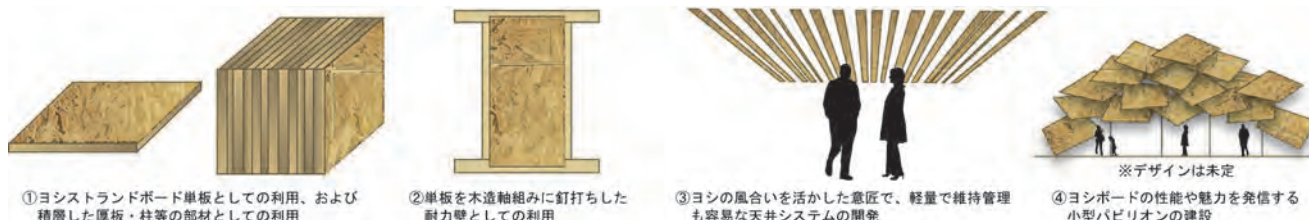
### ■ヨシストランドボードの開発

ヨシの引張強度の平均値は杉や竹と同程度であり、構造材料の原材料として十分な強度を持っています。また、古くからヨシ葺き屋根にも使われるように、耐久性や耐水性にも優れています。しかし問題は、寸法や強度のばらつきが大きいことで、製造の合理化を重要視する近代的な材料としては都合がよいのです。

そこで、ヨシの高い引張強度を活かしつつ、ばらつきを解消する方法として、ヨシをチップ状に細かく裁断したものを接着剤とともに攪拌し、ホットプレス加工した構造用のヨシストランドボード (Reed Strand Board : RSB) の開発を行っています。すでにボードの剛性や強度をコントロールする方法の実現の目途が立っており、具体的な用途をイメージして、製品化としての利用に向けた研究を行っています。



RSBの試験体サンプル



RSBの様々な用途のイメージ (いずれも基礎的な実験により実現の目途が立っています)

### ■ヨシを使った空間デザイン、インスタレーションのデザイン

ヨシの高い強度・軽量さ・自然な風合いといった特徴を活かし、パビリオンやイベントスペースデザインと実際の施工を行っています。



ヨシストランドボードに関する研究は、株式会社エスウッドと共同で行っています。 <http://s-wood.jp/>

## 魚類の栄養と飼料に関する研究

関連するSDGsの国際目標



環境科学部 生物資源管理学科 教授 杉浦 省三

研究分野： 魚類栄養学, 養魚飼料学, 栄養生理学,  
水産増養殖

☞<http://www.eonet.ne.jp/~fish-nutrition/>

- 環境にやさしい低リン飼料の研究開発（世界へ発信する水環境技術）
- 高機能・低価格飼料の研究開発（持続可能な養殖技術）
- 肥育飼料を用いたナマズ養殖（ウナギよりもウナギらしい）
- 骨なし魚の養殖技術（子どもが好きな魚）

滋賀県では、アユ、モロコ、ビワマスなどが養殖されています。養殖場の廃水は、リンや窒素を大量に含んでいます。これが琵琶湖に流入し、様々な環境問題を引き起こしています。環境に優しい飼料は、琵琶湖だけでなく、世界の水環境を守ります。- 図1、図2

魚の養殖において、飼料コストの占める割合は、約70%です。養殖経営上、安い飼料が必要です。- 図3



図1. 養殖ビワマス



図3. 未利用資源を用いた低価格飼料 (¥50/kg)



図2. 養殖魚の取り上げの様子

肥満のしくみは人間で非常に多く研究されています。その知見を、魚に転用すれば、肥満の魚（脂のよく乗った魚）を養殖できます。- 図4、図5

子どもが魚嫌いな理由の第一位は、「骨があるから」。骨のない魚を養殖して、子どもの知力を底上げします。- 図6

飼料（エサ）を改良・改変することで、このように、様々な目的に応じた養殖魚を生産することができます。



図4. 脂のよく乗った養殖ナマズ



図5. ウナギよりウナギらしい

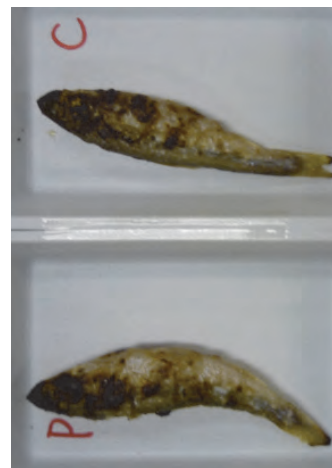


図6. 骨なし魚の素焼き



## 地域植物資源の理解と有効利用に向けて

### 関連するSDGsの国際目標

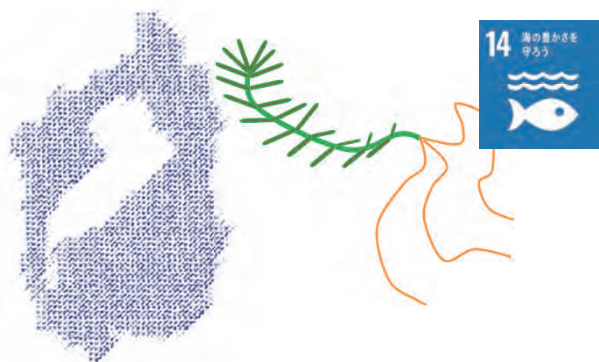


環境科学部 生物資源管理学科 教授 原田 英美子  
研究分野 植物科学

植物の重金属集積性・耐性の解明をベースとして、琵琶湖水圏に生育する植物の理解と有効利用に関する研究を進めている。滋賀県立大ならではの独自性のある研究を目指し、フィールドワークに関連した手法も積極的に取り入れている。伊吹山の石灰岩土壤に適応している植物の起源や性質、有効利用に関する研究も近年開始した。

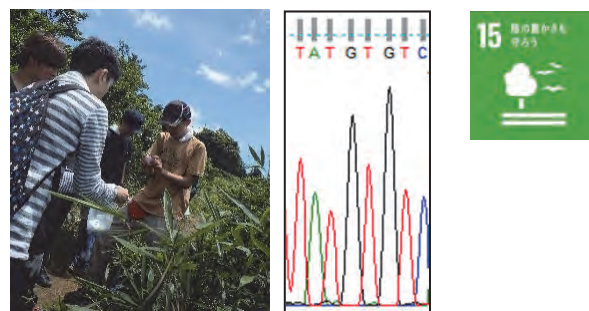
### ■水生植物の元素集積に関する研究

オオカナダモは、南米原産の水生植物で、琵琶湖の優先種の一つである。琵琶湖水圏で採取したオオカナダモの金属含有量を分析すると、レアメタルの一種であるマンガンが高濃度で検出される。この現象が、植物に付着しているマンガン酸化細菌の作用によることを見出した。植物-微生物の相互作用を明らかにすることで、環境中の有用金属を効率的に回収する手法（ファイトマイニング）への利用が可能ではないかと考え研究を進めている。



### ■遺伝子情報による植物の種判別および起源地探索

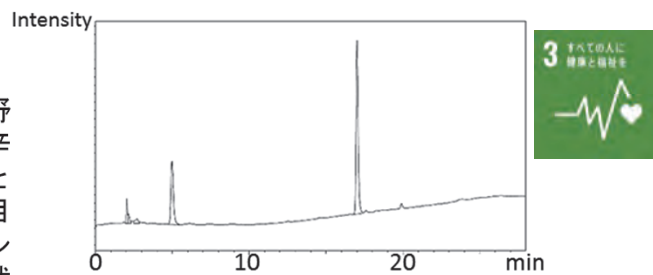
伊吹山のヨーロッパ産帰化植物は、16世紀に織田信長が南蛮人宣教師の要望に応じて造らせた薬草園に由来するという伝承がある。伊吹山で植物の分布を調査するとともに、得られた植物のゲノムDNAを用いて葉緑体遺伝子マーカーの配列を調べ、次世代シーケンサーを用いた多型解析を行うことで、この説の科学的な検証を試みている。また、水生植物はしばしば形態だけで種の判別が困難な場合がある。確実に種判別するために、遺伝子配列を利用する方法（DNAバーコーディング法）の開発を行っている。



伊吹山で採取した植物からゲノムDNAを抽出し、遺伝子配列を解析する

### ■伊吹山で栽培される高付加価値農産物

イブキダイコンは古くから伊吹山で栽培されている伝統野菜であり、辛味が強いほど高級品であるとされている。辛味成分の本体は、二次代謝産物であるグルコシノレートと呼ばれる化合物群で、食品の機能性成分の一つとして注目されている。栽培に利用されている石灰岩土壤がグルコシノレートの生合成に及ぼす影響について調査し、特有の栽培環境が農産物の付加価値に及ぼす影響を調べている。



HPLC（高速液体クロマトグラフィー）を用いてダイコンに含まれる辛味成分を測定

研究キーワード：ICP発光分光分析（ICP-OES）、伊吹山、X線分析、オオカナダモ、金属集積植物、研究倫理、好石灰植物、重金属、水生植物、石灰岩、絶滅危惧種、タチスズシロソウ、沈水植物、DNAバーコーディング、伝統野菜、二次代謝産物、ハクサンハタザオ、琵琶湖、ファイトマイニング、ファイトレメディエーション、マンガン酸化細菌、葉緑体遺伝子マーカー

## 農地と水利用

### 関連するSDGsの国際目標



環境科学部 生物資源管理学科 准教授 岩間 憲治  
 研究分野 : 土壌物理学、農業土木学、GIS

土壌内部の粗間隙構造の定量化から始まって、乾燥地農業における水資源の効率的活用から塩類集積問題対策、高アルカリ土壌の周辺環境への影響、緑肥作物を用いた畑作物生産性向上など、土壌中の物質移動に関して幅広く研究を進めています。

### ■軟X線撮影による土壌間隙構造の可視化と流体挙動評価

土壌内部の間隙構造や間隙内の土壌水や養分の挙動を把握することは、自然環境や農業を理解する上で重要である。そこで、造影剤を用いて物質移動に寄与する粗間隙を軟X線撮影で映像化し、土壌構造と植物や土壌生物との関わりを研究してきた。土壌間隙構造は畑地、水田、林地などで大きく異なり、現在は水田土壌を対象に研究を進めている。



図1 県大水田土壌のX線撮影

### ■乾燥地域における地中灌漑の実用化

乾燥・半乾燥地帯の作物栽培では水資源の有効活用が求められる。そのため、これまで蒸発損失を抑制した地中灌漑法の実用化を目指して研究してきた。地中灌漑は、ホース内の水圧をコントロールして給水量を制御することが出来るという特徴がある灌漑法で、土壌が乾燥すると土壌の負圧が高まるため、自動的に給水量が変化する上、地表からの灌漑法と比べ地表面蒸発量が極めて少ないため、点滴灌漑よりもさらに節水が期待できる。



図2 地中灌漑チューブの開発と栽培試験

### ■石灰系改良土施工による周辺環境への影響

石灰石採掘時の残渣に生石灰を添加した人工石灰系改良土について、高pHを生かした雑草抑制用被覆土や石灰の固化特性を生かした地盤改良材としての活用が期待される。しかし、現場施工後の流出水や改良土自体のpH、ECの変化が不明であり、降水時の表面排水や地下浸透水の外部への悪影響が懸念される。そこで石灰系改良土の化学性、表面流出水、降下浸透水について調査し、本改良土の周辺環境への影響を調べた。

### ■水田からのメタンガス排出抑制のための灌漑手法の模索

メタンの温室効果は二酸化炭素の25倍であり、水田からの排出削減が求められている。そこで、各種センサを用いて土壌の酸化還元電位や水面からのメタン排出量をモニタリングし、水田土壌中のメタン生成菌の活動を抑えつつ水稲生産性が低減しないような水管理手法を模索した。



図4 水稲栽培試験



図3 石灰系改良土の表面流出試験

### <特許・共同研究等の状況>

岩間憲治 (2019) 特許第6504376号、ゴルフ場グリーン用芝育成剤およびその製造方法

受託研究：酒米生産圃場の土壌環境評価、転作田における地下水水位制御システムの検証など多数

## 生物間相互作用の視点から身近な生物相の 成立要因を解き明かす

関連するSDGsの国際目標



環境科学部 生物資源管理学科 准教授 高倉 耕一

研究分野 : 個体群生態学、行動生態学

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

有害生物・外来生物などを対象に、その個体数や分布を決定する要因を進化生態学的な観点から解明し、その有効な管理手法などを開発する。

### ■在来雑草の衰退や生態変化における外来生物の影響評価

在来種の雑草の中には、現在では絶滅が危惧されるものも少なくない。また、その生態がかつてとは異なってしまったと考えられる在来雑草もある。我々は、外来雑草との相互作用（繁殖干渉）が引き金となり、在来雑草の衰退が生じただけでなく、在来雑草と花粉媒介昆虫・種子散布昆虫との関係が変化したことを突き止めた。それらの成果に基づき、外来生物による影響のメカニズムの解明や、より現実的な外来生物影響の抑制手法を目指している。

### ■野外生物集団の個体群特性の研究

野生生物、特に農生態を構成する生物種について、その個体数や分布範囲を決定する要因を明らかにするため、近縁他種、捕食者、寄生者との相互作用に注目し研究を行っている。研究対象は主に昆虫であるが、その捕食者や寄生者として脊椎動物やウイルスなども視野に入れた研究を進めている。研究にあたっては、野外調査だけでなく、室内実験や分子マーカーの利用など、多用な手法を組み合わせ取り組んでいる。

### ■生態・環境・健康データの統計学的解析

野外や実社会で収集されるデータは、必ずしも網羅的ではなく、しばしば様々なノイズを伴っているために、データの有効利用にはやや特殊な解析手法を必要とする。本研究室では、状態空間モデルや階層ベイズモデルなどを用いて、野外調査で得られたデータから有用な情報を抽出し、さらにはその結果に基づいて環境変化の影響を予測することを目指している。また、これらの解析テクニックを他分野でも応用し、環境測定データや感染症疫学データの解析にも取り組んでいる。



# 土壌から地球温暖化問題を考える



環境科学部 生物資源管理学科 講師 飯村 康夫

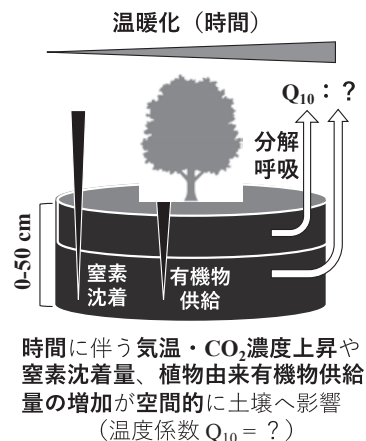
研究分野 : 土壌学、生態系生態学

研究室HP : <http://www.ses.usp.ac.jp/shigen/staff/stfiimura.html>

概要：土壌には大気中の3.3倍、植物バイオマスの4.5倍もの炭素が主に有機物として蓄積しており、陸域最大の炭素貯蔵庫となっています。土壌は地球の大きな炭素蓄積の場として重要な働きを担っていると同時に二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)をはじめとした温室効果ガスの大きな放出源ともなっています。そのため、土壌での炭素動態(炭素の蓄積や分解等)のバランスによって地球温暖化の主要因である大気中のCO<sub>2</sub>量は大きく増減することが知られています。我々の研究室では土壌での炭素動態の基礎的なメカニズムの解明やそれらを応用した次世代型(温暖化問題を考慮した)の土づくり・農法の確立に関する研究を行っています。

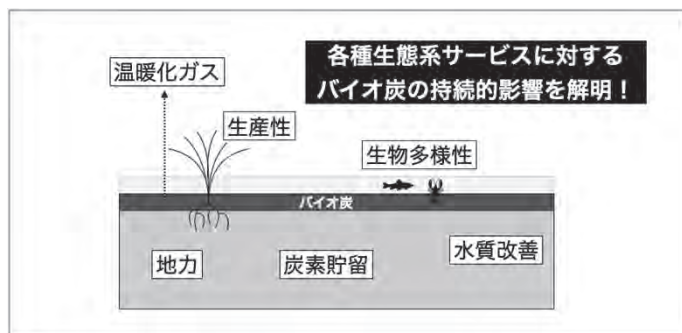
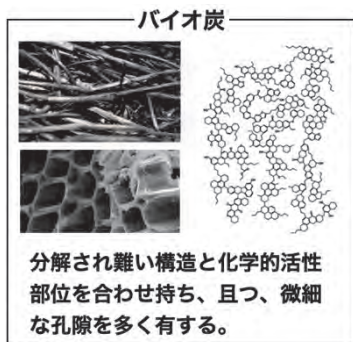
## ■地球温暖化の進行に伴う土壌炭素動態に関する研究

地球温暖化の進行は土壌表面を温める直接的な影響以外にも風や雨を介した窒素降下(沈着)や植物バイオマスの増大によるリター(落ち葉や枯死根など)供給の増加など深い場所の土壌を含めた間接的な影響(プライミング効果と呼びます)も多々あります。このような土壌全体に対する多様な温暖化の影響を同時に考慮した土壌炭素動態(炭素の蓄積や分解)の研究を野外観測や室内モデル実験で解き明かそうとしています。



## ■バイオ炭を活用した次世代型水田稲作農法に関する研究

世界的な環境問題である気候変動の影響は滋賀県でも顕在化しつつあります。例えば、コメやその他農作物に対する高温障害や台風・豪雨被害は増加傾向にあり、昨年は観測史上初めて琵琶湖の全層循環が完了しないなど気候変動の影響と考えられる現象が滋賀県全域で相次いでいます。このような琵琶湖をとりまく環境に対する気候変動の影響は今後加速度的に増加すると考えられ、この主な原因である大気中のCO<sub>2</sub>の削減が求められています。我々の研究室では琵琶湖をとりまく主環境の一つである水田においてバイオ炭(炭化物の総称)を活用することで持続的に大気CO<sub>2</sub>を削減(土壌への炭素隔離)しつつ、且つ、他の生態系サービス(地力、食料供給、水質改善等)の維持・向上を生物多様性も含め同時に達成することを目指した次世代型水田稲作農法に関する研究を展開しています。



# 環境制御や育種による高付加価値野菜の生産

関連するSDGsの国際目標

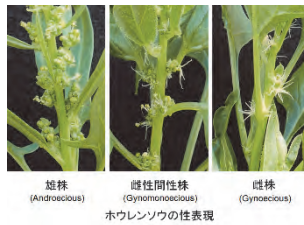


環境科学部 生物資源管理学科 講師 畑 直樹  
 研究分野 : 蔬菜園芸学、植物工場

珍しい（地域伝統野菜や新野菜）、健康に良い（機能性成分やミネラル分が多い、有害成分が少ない）、食味が良い（糖度が高い）などの高付加価値野菜の生産について、栽培技術、環境制御技術、育種を駆使して研究していきたいと考えています。

## ■低シュウ酸ホウレンソウ

雌雄異株であるホウレンソウにおいてわずかに存する雌性間性株（雄ずいをもつ雌株）の自殖性を利用して、突然変異育種により、尿路結石の原因物質であるシュウ酸含量が少ない系統を作成



Line	Oxalate concentration in leaf (mg·g <sup>-1</sup> FW)	
	Autumn	Winter
Original seed	4.39 a	3.44 a
Gynodioecious line	4.81 a	3.94 a
Low-oxalate line I	0.73 b	0.92 b
Low-oxalate line II	0.82 b	1.02 b

(Murakami et al., 2009; J Japan Soc Hort Sci)

## ■地域伝統野菜・新野菜

なにわの伝統野菜「三島ウド」の機能性成分であるトリテルペン類の含量評価と含有量増加要因の解析

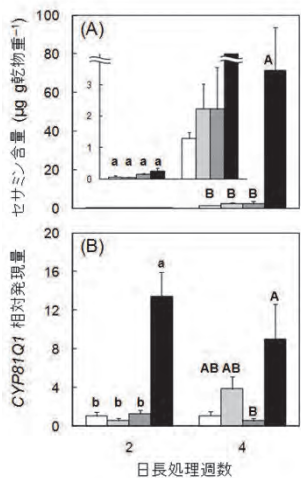
ナイジェリア等で葉菜利用されているゴマの葉（葉ゴマ）の新規機能性野菜利用と生産実用化



## ■連続光野菜

24時間照明（連続光）下でゴマを栽培すると、機能性成分であるセサミンの含有量が葉において顕著に増加  
 →連続光利用による機能性野菜生産

閉鎖型植物工場における大型植物の生産と連続光の利用



(Hata et al., 2012; Environ Exp Bot)



<特許・共同研究等の状況>  
 ・「閉鎖型植物工場」(特許第5330162号)



## 未利用資源の飼料利用と地域循環型畜産の確立



環境科学部 生物資源管理学科 講師 中川 敏法

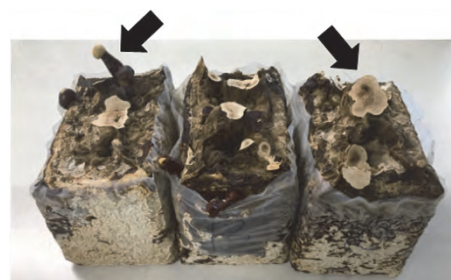
研究分野 : 家畜飼養学、飼料開発学、動物栄養学

研究室HP : <https://sites.google.com/prod/view/animal-usp/>

概要：我々の食を支える畜産業が、これからも高い持続性をもって発展していくために、地域循環型の生産方式を提案していく必要があります。農業活動によって排出されるバイオマスには、家畜の飼料として活用すれば副次的な効果が期待できる素材があります。バイオマスの有用性を科学的に検証し、地域循環型畜産の確立に貢献していきたいと考えています。

### ■薬用キノコ廃菌床の飼料的利用

薬用キノコのひとつである霊芝 (*Ganoderma lingzhi*) は、抗ガン・抗ウイルス・抗炎症・免疫細胞賦活作用など多くの生理活性が報告されています。近年の健康志向の高まりから、アジア地域を中心に霊芝の栽培が増加しています。霊芝を栽培した後の廃棄物（廃菌床）には、小さな子実体や切り株が残っており薬効を有する有用資源と考えられます。これを家畜飼料として活用することで、免疫能の高い家畜生産や高付加価値畜産物の生産につながるのではないかと考えています。



霊芝廃菌床（矢印：子実体，切り株）

### ■特定外来水生植物の飼料化

琵琶湖にはいくつかの外来水生植物が侵入しており、船舶の航行や漁業への悪影響が懸念されています。現在は、労力をかけて対処的な処理をしていますが、これらを家畜飼料として活用できれば、有用な資源のひとつとなり地域循環型畜産を推進できます。

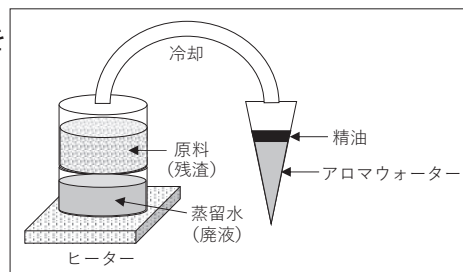
家畜飼料として利用する場合、栄養成分・組成を把握し、最適な保存方法を見出す必要があります。また、もうひとつ考えなければならないのは、種子を散布させない（発芽しない）ようにすることです。このような課題を克服するため複数の実験系で科学的検証を進めています。



琵琶湖岸の水生植物

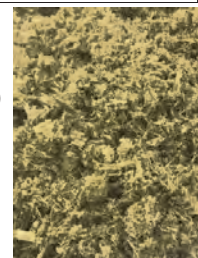
### ■モウソウチクのカスケード的利用

モウソウチク (*Phyllostachys heterocycla*) は各地で繁殖し竹害を引き起こしています。モウソウチクの利用促進を目指し、畜産利用を考えます。モウソウチクを水蒸気蒸留すると精油（アロマオイル）が得られ、これは“和の香り：和精油”として比較的高価に取引されます。一方、アロマウォーターや廃液（煮汁）、残渣についてはほとんど活用されていないのが現状です。このような副産物には多くの植物抽出成分が含まれています。当研究室では、副産物を家畜に給与した場合の免疫系や生産性への影響を調査し、その有用性を検証していきます。



水蒸気蒸留装置

（右：蒸留後の残渣）



# 鳥獣被害対策と地域振興－今後の農山村のあり方－

## 関連するSDGsの国際目標



環境科学部 生物資源管理学科 講師 加藤 恵里

研究分野 : 鳥獣被害対策、農山村、地域振興  
地域資源管理

概要：近年、農山村ではイノシシやシカなどの野生動物による鳥獣被害が大きな問題になっています。農山村では、農林業の衰退や過疎高齢化などにより、地域資源管理の衰退が見られており、鳥獣被害はこの衰退の象徴の一つと考えられます。私の研究では、鳥獣被害の対策を考えるにあたり、野生動物側の視点に加え、被害にあっている農家や農山村の視点を取り込むことで、今後の農山村のあり方や、地域振興も見すえた鳥獣被害対策の構築に貢献することを目指しています。

## ■鳥獣被害とは

鳥獣被害とは、イノシシやシカなどの野生動物による農作物被害をはじめとした、生活被害、人身被害、精神被害などの人間と野生動物との軋轢のことを指します。これらの被害は、地域資源管理の衰退の象徴といえることができます。すなわち、農林業という第一次産業の衰退、農山村地域の過疎高齢化、生活様式の変化などの社会的な変化が、農山村の自然の変化（二次的自然環境の荒廃）をもたらし、それが鳥獣被害の発生につながったという考えです。

そのため、鳥獣被害の根本的な解決には、野生動物の生態などの視点に加え、農山村に暮らす人々の生活や仕事、農山村の活動など、農山村社会そのもののあり方を考えることが重要です。私の研究では、こうした社会的な視点から、今後の農山村のあり方や、地域振興も見すえた鳥獣被害対策の構築に貢献することを目的としています。



くくりワナにかかったイノシシ

## ■農山村の支援をめぐる人々

研究対象のひとつとして大切なのが、鳥獣被害対策をめぐる利害関係者です。現在の鳥獣被害の支援の中心となっているのは、市町村の担当職員です。しかし、市町村職員は、専門性や人手不足などにより、十分な支援をできていないことが問題となっています。こうした状況のなかで台頭しているものが、都市住民が主体となったNPO等の民間組織です。農山村や野生動物に興味をもっている「よそも」の都市住民と、市町村等の地方行政、そして現場の農山村住民が、お互いの関係をいかに築き上げるかが重要な課題となります。

これらのNPO等の民間組織は、2015年ごろから設立が増えており、その概要も明らかになっておらず、仕事として成り立つか模索されている状態です。私の研究では、これらの民間組織の活動や、民間組織と市役所などの行政、集落との関係を調査し、新たな農山村のあり方のひとつのモデルを明らかにすることを目的としています。



集落住民による  
共同の被害防除柵の設置

## ■地域振興への道筋

人口減少社会において、地方創生などの動きを受けながら、現代の社会において農山村はどのようにあるべきか、そのあり方が問われています。農山村の現場の住民が、どのような社会を描き、次世代につないでいくか、都市住民や行政がそこにどのように関わられるか考えていきたいと思っています。



鳥獣被害対策について、  
集落の地図に情報を書き込みながら  
考える



# 機能性金属・合金ナノ材料合成技術開発・工学/医学応用

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 材料科学科

教授 バラチャンドラン ジャヤデワン

研究分野：金属材料、材料科学

<http://metal1.mat.usp.ac.jp/~metal-labo/index.html>

非水溶液プロセスの一つであるポリオール/アルコール還元法を用いた機能性金属・合金ナノ粒子の合成技術の開発、物性評価及びそれらを用いた工学応用を目標として研究を実施している。特に、磁性、導電性、半導体および触媒ナノ材料開発を進めている。また、更なる機能性ナノ粒子合成技術の開発を目指してポリオール還元法の反応機構解明に関する研究を行っている。更に、その合成技術を用いた、磁性、触媒、導電性、プラズモニク材料の開発を目指し、エネルギー・環境分野の発展への貢献を考えている。

### ■ニッケル、白金、パラジウムを含む新規多元系ナノ粒子の開発

燃料電池に用いられる金属Pt触媒はCOにより被毒されるので、劣化の少ないRu-Pt触媒が使用されているが資源・コスト面の問題を克服できる代替材料が求められている。本分野では、アルコール還元法を用いたナノ粒子合成プロセス機構の解明を試み、Ni-Ptナノ粒子のさらなる微細化（20 nm以下）および収率の向上（～100%）を第一の目的とした。得られたNi-Ptナノ粒子の触媒能力を評価した結果、サイズ、形状および組成の最適化を行うことにより、質量活性は従来のPt触媒の5.1倍、面積比活性は8.0倍である材料の開発に成功している。また、Ni-Pt-Pdナノ粒子合成についての研究も行い、触媒の広範囲での応用を目指している。

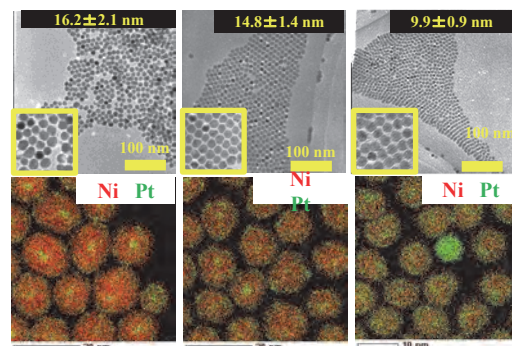


図1. 新規ナノ構造を有する高触媒能Ni-Ptナノ粒子  
Springer Nature Appl. Sciences, 2019, 1:124

### ■導電性を有するナノワイヤ材料の開発

銀ナノワイヤ(Ag NW)は、透明導電膜の材料として期待され、還元溶媒としてエチレングリコール、保護剤としてポリビニルピロリドンを用いたポリオール還元法によって合成される。この合成方法で得られるAg NWの直径と長さは、高品質な透明導電膜を得られないため不十分である。そこで、本分野では、この課題を解決するために、新奇還元溶媒および新奇保護剤を用いることで、それぞれの役割を解明すると共に、高いアスペクト比を有するAg NWの合成に成功した。その結果をベースに、さらなる機能向上を目指して、Ag NWの他Ni被覆CuやCu-Coコア-シェル型NWの合成・工学応用を目指している。

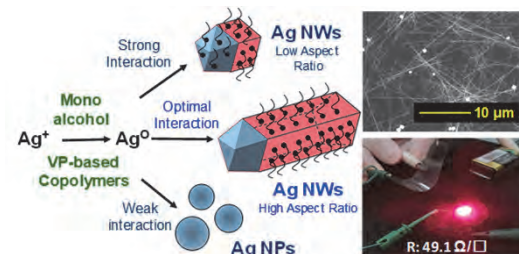


図2. アルコール還元法を用いて開発されたAg NW

### ■医療応用を目指した多機能性ナノ粒子の開発

本分野では、医療応用を目指して、磁性材料に化学的に安定で耐酸化性に優れたCoを選択し、コアに磁性材料のCo-Pt合金、シェルにプラズモニク材料のAuを用いたAu-Co-Ptの三元型コア-シェル型ナノ粒子の合成を目指した。その結果、Pt被覆Co磁性ナノ粒子表面をAuで被覆することによって、高飽和磁化および可視光領域にLSPR吸収を有する多機能性が確認され、磁気輸送とセンシングへの応用が期待できる。現在、発熱特性を有するFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>ナノ粒子をシリカ膜を介してAuで被覆することで、フォトサーマルセラピーかつ磁気温熱療法に用いられる材料の開発に取り組んでいる。

J. Colloid & Interface Science 527 (2018) 315–327  
Magnetic and Plasmonic Properties of Multifunctional Co@Pt@Au NPs

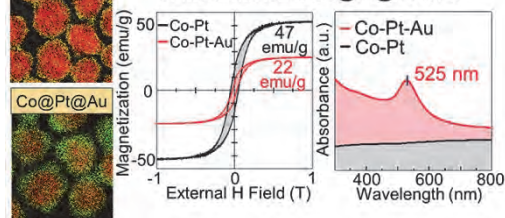


図3. アルコール還元法を用いて開発されたを有するCo-Pt-Auナノ粒子

ACS Applied Nano Material, 2020, 3, 1, 418–427

### ■技術指導・材料評価サービスについて

中小企業向けのナノ材料合成技術に関するセミナーや評価技術（結晶構造、形態、磁気・光学等）の実習の受け入れ可能。

### <特許・共同研究等の状況>

金属・合金ナノ粒子合成技術の開発およびその方法を用いて合成した金属・酸化物磁性・導電性ナノ粒子の工学・医学応用に関して、企業、大学等との共同研究を実施しています。

# ガラスの融液物性・熱物性と破壊現象の研究



工学部 材料科学科・ガラス工学研究センター

教授 松岡 純 講師 山田 明寛

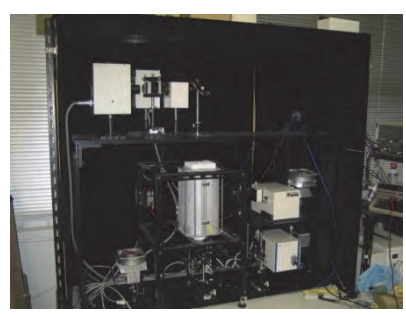
研究分野：無機材料

[http://www.mat.usp.ac.jp/ceramics/index\\_j.html](http://www.mat.usp.ac.jp/ceramics/index_j.html)

ガラス融液の種々の物性、ガラスの低温での熱物性、ガラスの破壊挙動について、測定方法の開発、組成依存性、構造と物性の関係を中心に、研究を行っている。

## ■ガラス融液の種々の物性とガラスの熱物性に関する研究

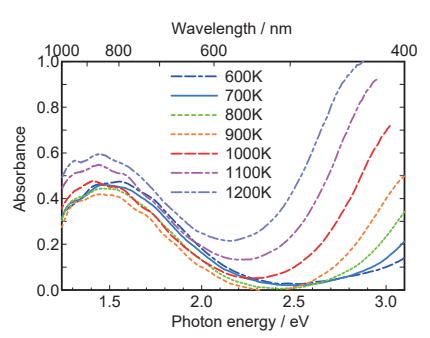
ガラスの製造プロセスにおいて、またガラスを利用して平面ディスプレイパネルや積層電子部品などをつくるプロセスにおいて、ガラスが高温でとけた融液の物性を把握しておくことは重要である。また低温での熱物性は、物理的なモデルの構築が高温域に比べると比較的容易であり、高温物性を予測する基礎となる。そこで、室温以下から1800Kまでの広い温度範囲で、種々の物性について、測定方法の開発と物性の組成依存性・同位体比依存性の研究を行っている。具体的には融液では、酸化還元特性、比熱、粘性、放射熱伝達特性（光吸収特性）、密度について、また室温付近以下では熱伝導率や比熱について研究している。



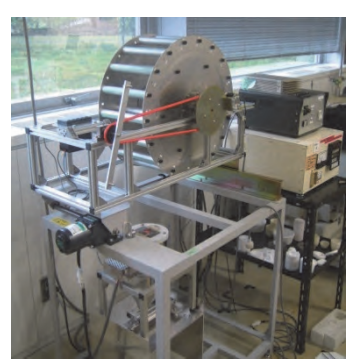
高温融液用分光光度計

## ■ガラスの破壊現象に関する研究

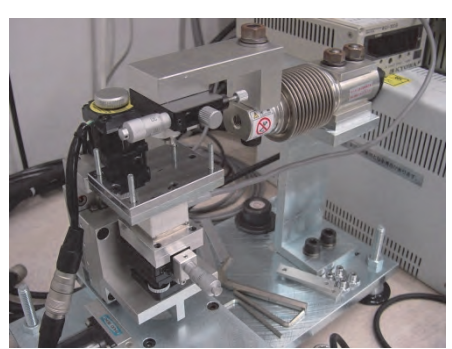
ガラスの4大特徴は 透明性・様々なイオンを溶かし込めること・様々な形に成形しやすいこと・もろく壊れやすいことである。このうちで最初の三つはガラスの長所であるが、短所である壊れやすさ（破壊特性）の克服も、実用材料では非常に重要である。近年情報電子機器へのガラスの使用が急増し、従来と異なる組成のガラスを使用することになったため、ガラスの破壊特性について従来の経験則が役立たなくなっている。そこで、ガラスの構造と破壊現象の關係に改めて着目し、ガラスの疲労破壊、押し込み変形、引っかき変形、キズの発生、本質強度に関する研究に取り組んでいる。



0.5CuO・25Na<sub>2</sub>O・75SiO<sub>2</sub> ガラス融液の光吸収スペクトル



強度試験のためのガラスファイバー作製装置



引っかき試験機

## ■ガラスの構造に関する研究

熱物性と関係する緩和挙動や破壊と関係する高密度化ガラスを中心に、ガラスの構造解析を研究している。

<特許・共同研究等の状況>  
公的機関、業界団体、ガラスメーカー、電機・電子メーカーなどと、共同研究や受託研究の実績がある。



# 次世代太陽電池・量子情報材料

関連するSDGsの国際目標



工学部 材料科学科 教授 奥 健夫

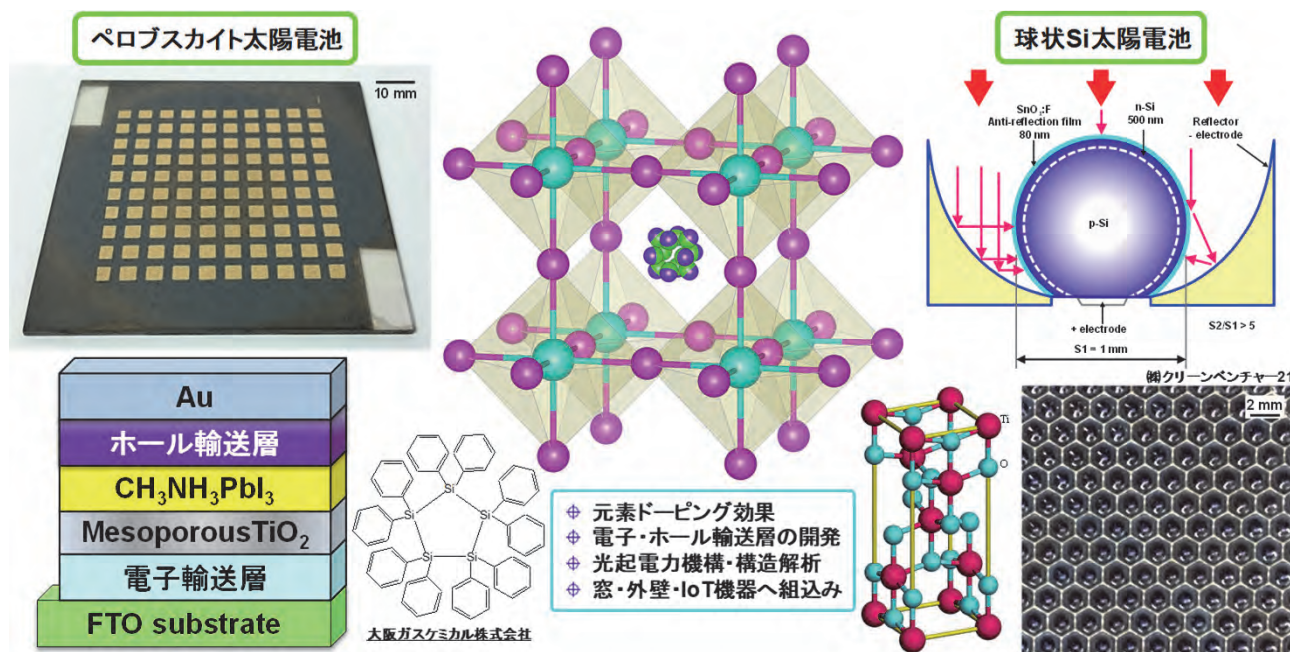
研究分野：エネルギー環境材料

研究室HP <http://www.mat.usp.ac.jp/energy/index.html>

「エネルギー環境材料」分野のキーワードは、「光・エネルギー・量子情報」です。原子配列が調和した機能物質の設計・合成・評価・応用を通じ、人類・自然環境・社会へ貢献していきます。具体的には、ペロブスカイト型次世代太陽電池材料や量子情報材料の研究開発、高分解能電子顕微鏡による原子配列に関する研究などを行っています。

## ■環境調和型次世代太陽電池

従来のシリコン系太陽電池に代わる、安価な環境調和型次世代太陽電池の研究開発を目的としています。高効率発電を目指すとともに、その発電機構・電気伝導機構を量子物理学的手法を用いて明らかにしていきます。具体的には、ペロブスカイト型化合物・有機系半導体（ポリシラン・フタロシアニン・フラーレン・P3HT等）や無機半導体（Si・TiO<sub>2</sub>・ZnO・Cu<sub>2</sub>O）や量子ドットなどの新しいナノ構造を用いて、高効率・低コスト・自然環境にやさしい新しいタイプの太陽電池デバイス材料の研究開発を推進しています。また、電子顕微鏡・X線回折及び第一原理計算等により、ナノ構造物質の原子配列・電子状態・磁気構造を解明し、新規材料開発に貢献しています。



### <特許・共同研究等の状況>

太陽電池材料等に関して、企業様との共同研究も実施させていただき（ポリシラン・TiO<sub>2</sub>、フタロシアニン系材料のペロブスカイト太陽電池への応用、球状シリコン太陽電池など）特許出願等も行っています。



# 新規機能性金属材料の探索と評価



工学部 材料科学科 准教授 宮村 弘

研究分野 : 金属間化合物、表面処理

http://www-metal.mat.usp.ac.jp

工  
学  
部

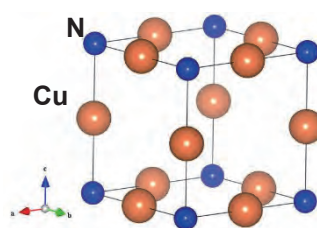
概要 : ①金属材料の表面処理

②新規水素吸蔵合金の探索とその評価

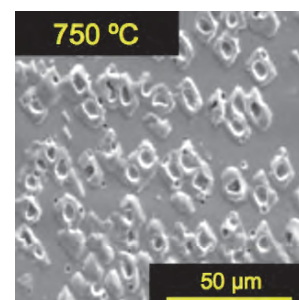
## ■ 金属材料の表面処理

金属または合金の物理的・化学的特性は、焼入れに代表される熱加工処理に加えて、窒素や炭素等の軽元素を拡散処理することによって変化する。この拡散処理には種々の方法があるが、直流グロー放電によるプラズマや、アンモニア処理を用いて効率的におこなう事ができ、銅合金を中心に、機能性窒化物、窒素の拡散機構の解明を目指して研究を進めている。

銅と窒素の化合物である $\text{Cu}_3\text{N}$ は右図(a)のような構造を有する立方晶で、新規半導体として有望である。これは比較的不安定であるため合成し難く、アンモニアガスによる窒化処理が有望である。右図(b)は、ガス窒化によって銅板上に生成した $\text{Cu}_3\text{N}$ 結晶である。現在、窒化物の生成量を増加させる方法を検討中である。



図(a)  $\text{Cu}_3\text{N}$ の結晶構造



図(b) アンモニア窒化処理によって銅板上に生成した $\text{Cu}_3\text{N}$ 粒子

## ■ 新規金属系水素吸蔵材料探索とその評価

水素吸蔵合金は、クリーンなエネルギー源である水素を効率的に貯蔵でき、ニッケル水素化物電池の電極として実用化されている。今後は水素自動車への応用等も考えられているが、その実用化のためにはさらなる小型軽量化が必要であり、高压タンクとの併用による「ハイブリッド貯蔵タンク」が有望視されている。当研究室では、従来の合金とは異なる結晶構造を有する高压用貯蔵材料の探索を行っており、とくに鉄-ニオブや鉄-ジルコニウム系を中心として吸蔵能評価・研究を進めている。また、鉄-ニオブ系σ相合金は、従来から用いられている $\text{CaCu}_5$ 型合金やラーベス相合金とは異なった特徴的な結晶構造を持ち、電気化学的な水素吸蔵が可能であることが判明した。この合金は、従来のものよりも高い圧力で動作することが判っており、元素置換によって、吸蔵量の拡大や解離圧の調整を試み、実用化への検討を行っている。

# 光エネルギー利用の高効率化を目指した機能材料の開発

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 材料科学科 准教授 秋山 毅

研究分野：エネルギー環境材料

http://www.mat.usp.ac.jp/~akiyama.t/

(1) フラーレン類の化学修飾に基づく集合体形成、(2) 金属ナノ粒子・ナノ構造の設計と作製、(3) 電解重合法による導電性高分子の生成、(4) ゴルゲル法による酸化物超薄膜の作製、に関連する技術を中心とした光電変換素子・太陽電池の開発を進めている。関連分野として、表面増強ラマン分光や蛍光増強基板などへの応用展開についても研究を展開している。

## ■有機電子材料としてのフラーレン集合体の開発

フラーレン類は電子受容性やn型半導体特性を備えており、有機電子材料として期待されている。フラーレン類がアミン類と容易に付加することを利用して、フラーレン集合体の開発を進めてきた。これまでに、光電変換素子や有機薄膜太陽電池への適用が可能であることを実証済みである。

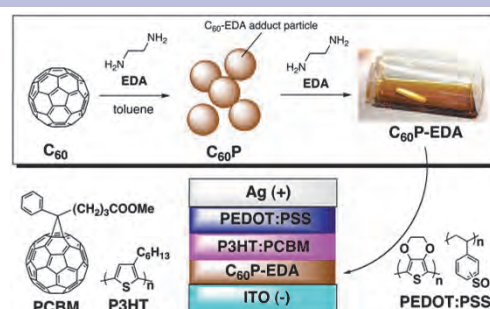


図1 フラーレン-ジアミン付加体をバッファ層に用いた有機薄膜太陽電池

## ■金属ナノ粒子による有機薄膜太陽電池の高効率化

金や銀などのナノ粒子に光を照射する時に生じる局在表面プラズモンは、光エネルギーをナノ空間に濃縮する材料として注目されている。これらのナノ粒子を用いて、有機薄膜太陽電池の高効率化を達成し、基礎および応用の両面から、研究展開を進めている。これらの研究から得た知見を基に、ナノ粒子とゾルゲル反応の組み合わせによる蛍光・ラマン散乱分析の高感度化についての応用も進めている。

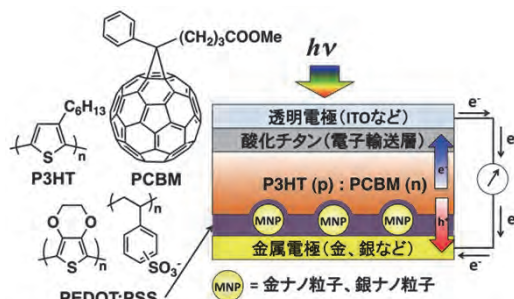


図2 金属ナノ粒子を組み込んだ有機薄膜太陽電池

## ■電解重合法を用いた導電性高分子膜の作製と光電変換への応用

電解重合法によって製膜した導電性高分子膜は溶媒に溶けにくく、膜厚の制御が容易であるという特徴を備えている。これらの特徴を活用して、導電性高分子と光機能分子の複合化を行い、光電変換素子や太陽電池への応用が可能であることを実証した。現在、より詳細な構造と物性の相関について検討を進めている。

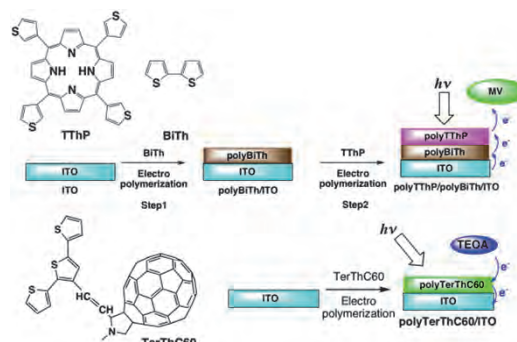


図3 電解重合法によるポリチオフェン-光機能分子複合膜を用いた光電変換

### <特許・共同研究等の状況>

これまでに10件以上の特許出願に発明者として寄与してきた。また、産学連携や公的研究機関との共同研究の経験がある。

# 次世代型太陽電池の材料設計と開発、第一原理計算によるNMR量子コンピューターの材料設計と物性予測



工学部 材料科学科 講師 鈴木 厚志

研究分野：ペロブスカイト太陽電池、量子コンピューター

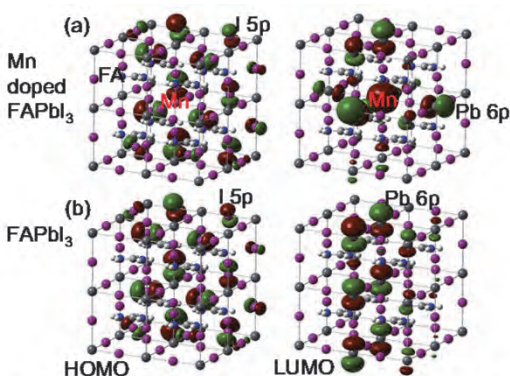
研究室HP：<http://www.mat.usp.ac.jp/energy/hp>

工  
学  
部

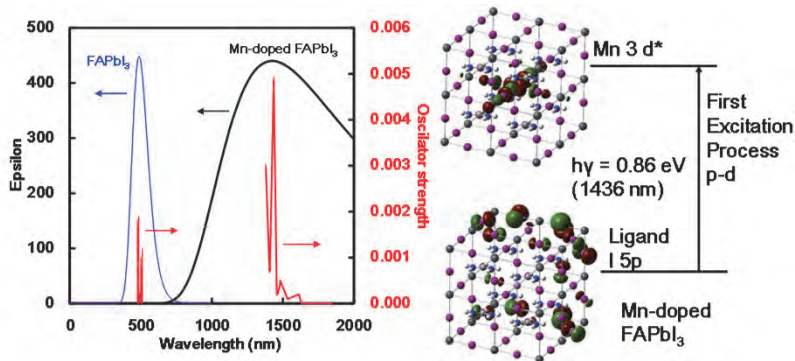
**概要：**次世代型太陽電池の材料設計と開発を行い、光起電力機構を明らかにしながら変換効率の向上を行っています。第一原理計算によるNMR量子コンピューターの材料設計を行い、量子ビットの大規模化、重ね合わせ状態を予測しながら量子計算の高速化を目指しています。

## ■ 次世代型太陽電池の材料設計と開発

次世代型太陽電池であるペロブスカイト系太陽電池の材料設計と開発を行い、変換効率の向上を行っています。フタロシアニン錯体のホール輸送特性の検討、表面形態、結晶性、光起電力特性などを明らかにしながら変換効率の向上を試みています。第一原理計算による材料設計と電子構造解析を行っています。



第一原理計算による電子構造の予測と光起電力機構の解明

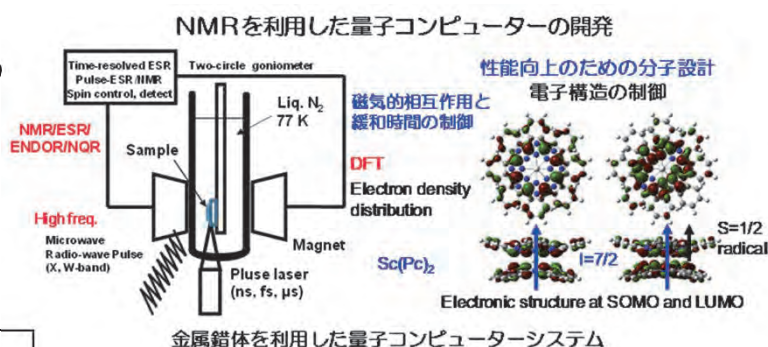


遷移金属導入系ペロブスカイト結晶の励起過程と吸収特性

## ■ 第一原理計算による量子コンピューターの材料設計と物性予測

第一原理計算によるNMR量子コンピューターの材料設計とともに量子ビットの大規模化、量子もつれ、重ね合わせの予測を行いながら室温下の量子計算の高速化を目指しています。

金属内包フラーレンや金属錯体などの固体中の核スピンのスピン間相互作用を光照射による操作により量子ビットの重ね合わせ状態やコヒーレンス時間を制御することができます。



金属錯体を利用した量子コンピューターシステム

### 想定される応用技術分野

1. 高性能太陽電池、半導体材料
2. 金属内包フラーレン、金属錯体を利用した量子コンピューター、スピントロニクス材料
3. 情報科学、第一原理計算

### 期待されるビジネスイメージ

1. 次世代型高性能太陽電池の開発
2. 軽量化、フレキシブルな太陽電池の開発
3. 大規模量子コンピューターの開発、量子計算

### <特許・共同研究等の状況>

「太陽電池およびその太陽電池の製造方法」 特開2019-145621  
「量子コンピューター」 特願2012-200123



# 溶液プロセスを用いてナノ～メソ～マクロ構造を設計した有機-無機複合材料の作製とその物性制御

関連するSDGsの国際目標



工学部 材料科学科 講師 鈴木 一正

研究分野：有機-無機複合材料、蛍光材料、溶液プロセス

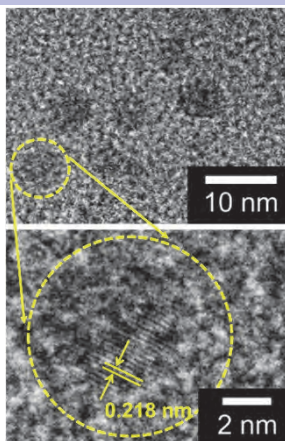
<http://metal1.mat.usp.ac.jp/~metal-labo/research/meso/>

ゾルゲル法や水熱法などの溶液プロセスを用いて、(1)有機-無機ナノコンポジット固体蛍光材料の開発、(2)機能性粒子の異方成長・凝集制御、(3)微細しわ構造を用いたスマート材料の開発等、材料の構造と物性の相関について研究を進めている。

## ■カーボンドットの固体蛍光材料への利用

カーボンドット (C-dots) は炭素骨格からなる10nm程度の蛍光性ナノ粒子である。豊富な資源から合成可能で、毒性が低く、水分散性にも優れるなど、多くの利点を有するため、新たな蛍光材料として医療・電子・光学分野での利用が期待されている。

現在、C-dotsと金属酸化物との複合化を行い、材料界面での相互作用を誘起することで、固体蛍光材料の発光効率の向上や蛍光波長の調律に関する研究を行っている。一例として、蛍光性半導体である酸化亜鉛 (ZnO) とC-dotsを接近させると、エネルギー移動が誘起され、C-dotsの蛍光が増感する。エネルギー移動を誘起したZnO-C-dots複合薄膜をゾルゲル法により作製し、C-dots濃度に応じた様々な色度の蛍光薄膜を得ることに成功している。



グラファイト状層状構造からなる10 nm以下のC-dots



C-dotsの良好な水分散性(左)とUV照射下での蛍光特性(右)

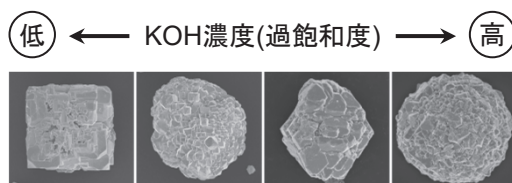


ZnO薄膜内のC-dots濃度に伴う蛍光色の変化

## ■水熱法による異方性粒子の凝集・成長プロセスの制御

金属や酸化物などのナノ結晶は、キューブ・八面体・シート・ワイヤーなどの粒子形態に応じた特異な物性を示す。この特性を実用デバイス等に応用するため、ナノ粒子の異方性を維持したままのスケールアップ技術に取り組んでいる。

一例として、強誘電体材料であるBiFeO<sub>3</sub>粒子の水熱合成を行い、反応溶液内の不安定さ(過飽和度)をKOH濃度により変化させることで、凝集・成長プロセスを制御し、表面粒子形態を反映した凝集体の作製に成功している。

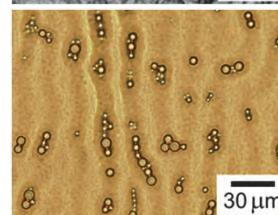
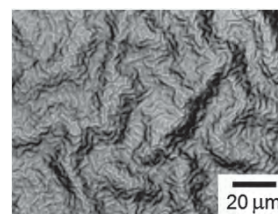
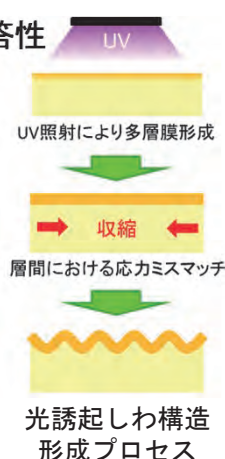


数十μmスケールで形態制御されたBiFeO<sub>3</sub>粒子

## ■光誘起による入れ子状微細しわ構造の作製と外場応答性

力学特性の異なる多層膜では、層の界面に生じる応力ミスマッチにより、表面周期しわ構造が形成する。微細しわ構造を有する有機-無機ハイブリッド薄膜は、フレキシブル電子デバイスやマイクロレンズ、微小流路のスイッチング等への応用が期待されている。

光重合性モノマーとシリコンアルコキシドから成る有機-無機ハイブリッド薄膜を成膜し、UV照射を施すことで、薄膜表面近傍での光重合と下部層でのシリカ重縮合に伴う収縮を誘起し、ポリマー表面層、中間層、シリカ下部層の3層からなる薄膜を作製し、階層的周期を有する入れ子状のしわ構造を形成した。この入れ子状しわ構造は湿度に対して応答性を示す。これを応用して、異なるサイズの粒子が分散した水溶液中で、しわ構造周期によるサイズ選択的な粒子の担持に成功している。



入れ子状しわ構造(上)としわ構造による粒子担持(下)

# 高分子複合材料の新規機能創成と高付加価値化の研究 (プラチック材料とゴム系材料の新規複合化技術)



工学部 材料科学科 教授 徳満 勝久

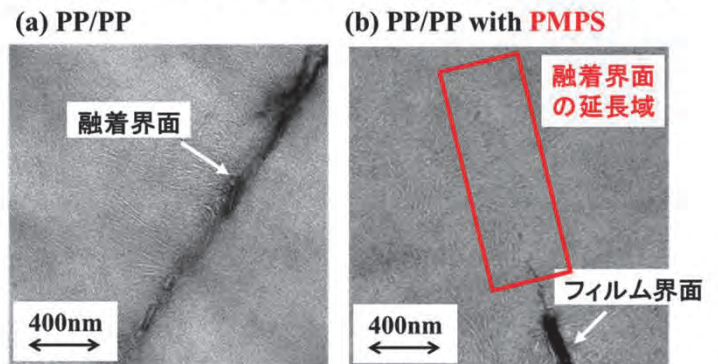
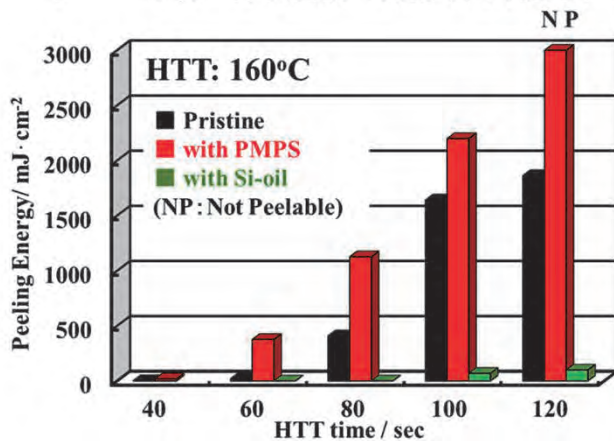
研究分野 : 有機複合材料研究分野

<https://www.facebook.com/polymer.usp/>

ポリシラン(PSi)をPEやPPなどのポリオレフィン、およびシリコンゴム材料等に添加することにより、力学物性や融着特性などの改質技術の研究を実施し、新たな材料開発の指針となる基礎的知見の蓄積を目指している。

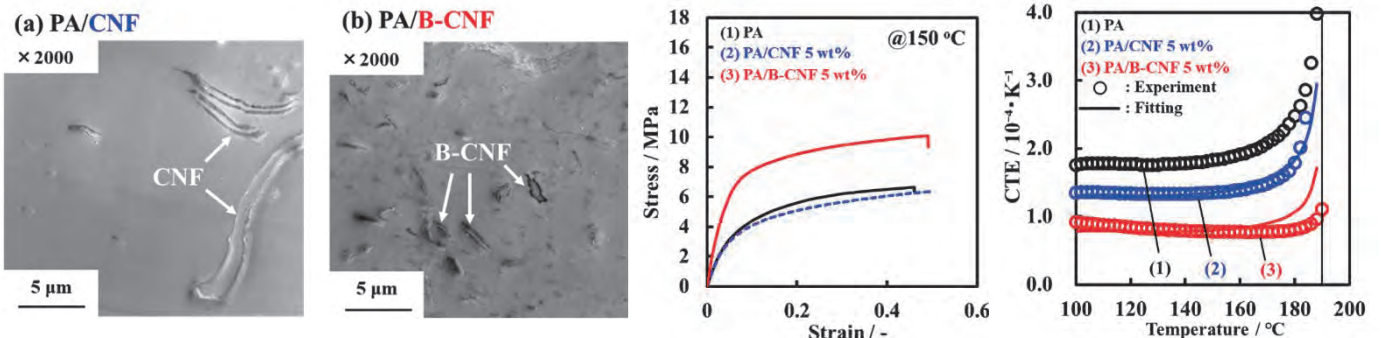
## ■ポリシラン添加による樹脂およびゴム材料の融着特性の改善技術

- 我々は、大阪ガスケミカルと共同でポリシラン (PMPS)をPPフィルム界面に塗布することにより、PPフィルム同士の融着が促進される効果を見出した。また、この技術を成形加工に応用することにより、射出成形時の「ウェルド」部の力学強度、外観形状も改善される効果があることが分かり、広い分野への適応が期待される。



## ■セルロースナノファイバー (CNF)と樹脂複合化技術の開発と物性改質技術

- 「日本が保有する天然資源」のうち、実用化が望まれる材料としてセルロースナノファイバー (CNF)がある。CNFは軟鋼の約5倍の強度を有し、石英と同程度の低線熱膨張係数を有することから樹脂改質材料としての応用が期待されているが、疎水性を有する樹脂とは混ざりにくいという特徴がある。そこで、我々は大阪ガスと共同でCNFの表面をフルオレン含有カルド材料で修飾することにより、分散性を向上させることを見出し、高温領域における樹脂物性改質に効果があることを見出した。



## ■その他

- 上記以外にも、プラスチックの劣化（熱劣化、環境応力劣化、光劣化等）やリサイクル技術等についても研究を行っている。

### <特許・共同研究等の状況>

- ・ 2019年度 受託研究 2件（企業2件）、共同研究 8件（企業4件、滋賀県3件、他大学共同1件）
- ・ 奨励寄付 4件、技術指導 3件



# 構造の明確な機能性星型ポリマーによる 次元制御型環境調和材料の創製

関連するSDGsの国際目標



工学部 材料科学科 教授 金岡 鐘局

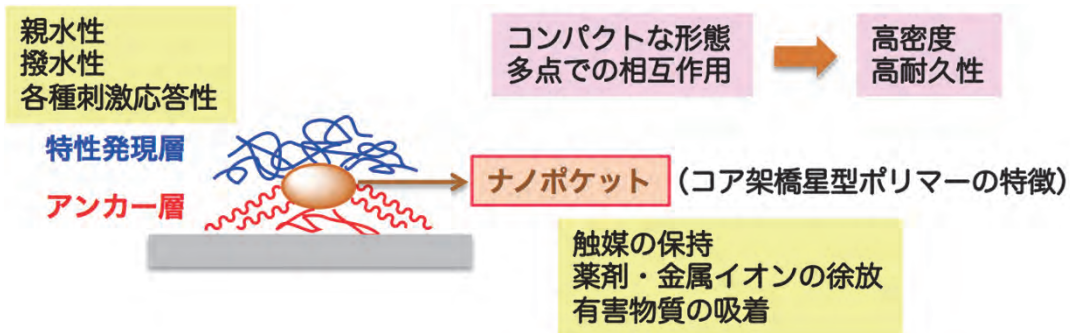
研究分野 : 高分子精密合成、高分子機能

<http://www.mat.usp.ac.jp/polymer-chemistry/>

特殊構造を有する新規機能性星型ポリマーを精密合成し、生成ポリマーを二次元、三次元で規則的に配列させた新しいタイプの次元制御型材料の開発を目指している。とくに、分子内部に特異な空間をもつ星型ポリマーからは、鎖状ポリマーとは異なるナノ階層構造材料が得られると期待される。

## ■高効率かつ耐久性のある材料表面修飾

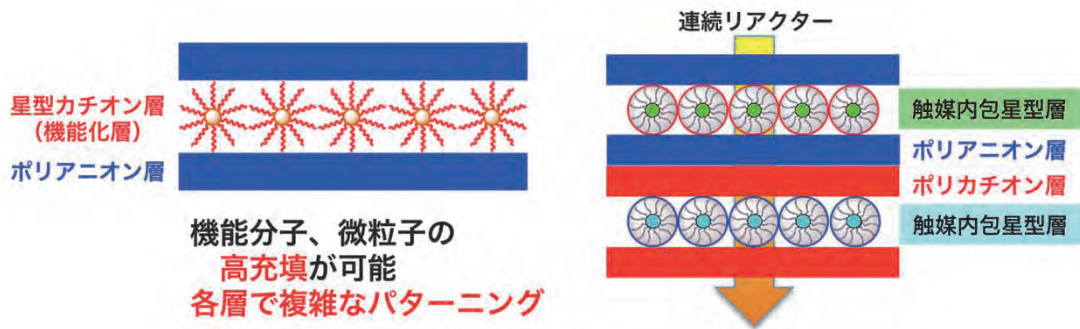
材料表面をポリマーで高密度に修飾するには、grafting-from法が有効であるが、その手法はやや複雑である。コンパクトな形態で多数の枝をもつ星型ポリマーを用いれば、単に表面に吸着させる手法で、多点相互作用により高効率で種々の無機または有機材料の修飾が可能になると期待される。また、星型ポリマーのマイクロゲルコアにさまざまな物質を保持することにより、簡便な方法での機能化が可能となる。



## ■規則的に配置された機能空間をもつゲルまたは交互積層フィルムの創製

星型ポリマーを網目構造からなるゲルの架橋点として用いれば、制御重合により得た鎖状ポリマーの両末端と化学結合または強く相互作用させることで、網目構造が制御され、かつ機能空間からなる架橋点を有する新規機能性ゲルが生成すると考えられる。

交互積層フィルムの機能化には、ある層への機能分子（ナノ微粒子、触媒、たんぱくなど）の高充填が課題となっている。コンパクトで球状に近い形態をもち、かつ枝鎖のからみ合いが可能な星型ポリマーを用いれば、機能分子を高密度で充填したサイズの明確な機能層の構築が期待できる。このことが可能になると、たとえば、異なる触媒粒子を含む連続リアクターフィルムの創製が期待される。





# 多環式芳香族炭化水素の合成と機能評価 ～光・電子・エネルギー材料～

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 材料科学科 教授 北村 千寿

研究分野：有機合成化学、構造有機化学

有機合成を駆使して、ベンゼン環が縮環した新しい分子の合成を行っています。色素・発光材料・有機半導体の開発、X線回折を利用した分子構造解析、分子軌道計算を用いた物性調査などの研究を行っています。

### ■アントラキノン色素の開発

アントラキノン<sup>1</sup>は古くから染料の基本骨格として用いられてきた。アントラキノンにアルコキシ基を導入すると、導入位置や置換基の長さによって分子配列が変化し、同じ材料でも色の異なる色素を作り出すことができることを見つけた(図1)。この現象の理論的な解明を行うため、新しい誘導体の開発と構造物性相関について研究を進めている。また、ユニークな分子の積層構造の展開を図っている。

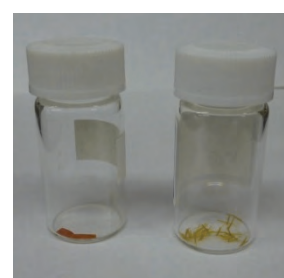
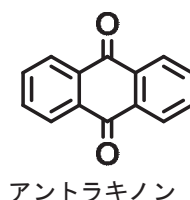
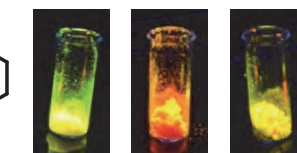
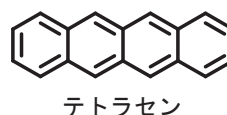


図1 同一の物質が色の異なる固体状態をとる様子

### ■多環式芳香族炭化水素分子の開発

これまでのエレクトロニクス材料の主役は無機半導体であった。現在、有機分子からなる有機半導体に関心が集まっている。この理由として、有機分子が示す多くの特性が有機合成の手法を用いて巧みに制御できることがあけられる。多環式芳香族炭化水素分子の一つであるテトラセン<sup>2</sup>は有機半導体として重要な骨格と位置付けられている。アルキル側鎖をもつテトラセンを系統的に合成し、アルキル側鎖は有機溶媒の可溶性を向上させるだけでなく、分子配列の変化を生じ、電荷の移動度・発光特性(図2)・色調(図3)も変化させることを発見してきた。



φ 0.90 0.42 0.18  
図2 固体状態の蛍光特性

最近では、テトラセン二量体やインデノテトラセン(図4)を合成し、これらの分子の薄膜がp型の半導体特性を有することを明らかにした。

また、インデノテトラセン誘導体の拡張分子を合成する方法を開発し、インデノテトラセンを核にもつ様々な誘導体に展開を行っている。インデノテトラセンにさらに縮環を行った分子は、テトラセンの欠点である照射時の空気中の酸素による酸化の耐性を有することを見出した。現在、縮環位置の異なる誘導体の合成に取り組んでいる。

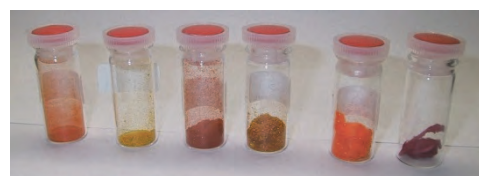


図3 色調の変化

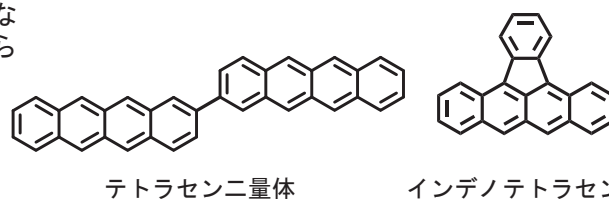


図4 最近合成したテトラセン誘導体

<特許・共同研究等の状況>  
企業・大学等との共同研究を実施し、特許出願も行っています。

# 多成分多相系高分子材料における構造形成機構

関連するSDGsの国際目標



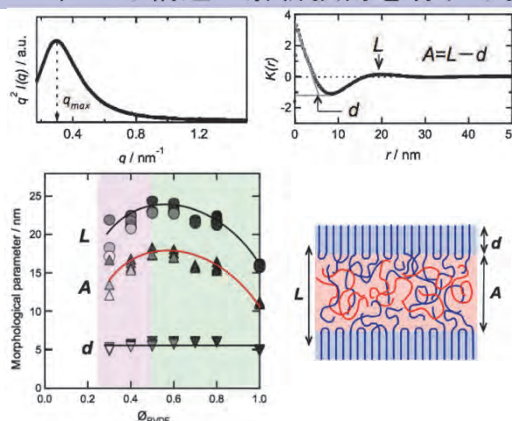
工学部 材料科学科 准教授 竹下 宏樹

研究分野 : 高分子構造、高分子物性

結晶化や液晶化の成分を含む高分子混合系（高分子多成分多相系材料、ポリマーアロイ）におけるナノ～ミクロンにわたる構造形成機構の解明とそれに基づく構造制御に関する研究を行っている。これら幅広い空間スケールにわたる構造の解析技術を有する。

## ■高分子多成分多相系の構造形成

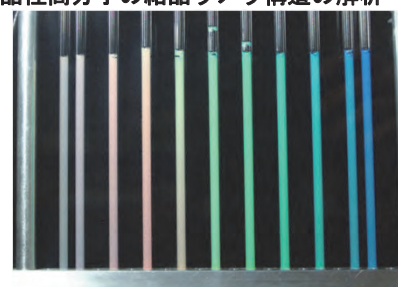
結晶性成分や液晶性成分を含む高分子混合系材料中には、成分間相分離や結晶化・液晶化が複合した構造が形成される。材料の高性能化を目指した材料設計のためには、これら構造の形成機構の解明が不可欠である。我々は、結晶性高分子、液晶性高分子、非晶性高分子、低分子液晶等を含むモデル系において、複数の相転移現象の複合による構造形成の機構解明を目指した研究を行っている。



結晶性/非晶性高分子の結晶ラメラ構造の解析

## ■高分子マイクロゲルのコロイド結晶化機構

粒径の揃った粒子分散系は、系中の粒子体積濃度増加や脱塩による粒子間反発力の増大によりコロイド結晶と呼ばれる規則的配列構造を形成する。一方、高分子ゲルは、温度等の条件を変えることにより体積を大きく変化する特徴とする。本研究室では、光の波長程度の粒径を有する高分子マイクロゲル球の水分散系において、温度変化に起因する粒径変化によるコロイド結晶化に関する研究を行っている。格子面間隔が光の波長程度であるため、コロイド結晶は美しい構造色を見せる。



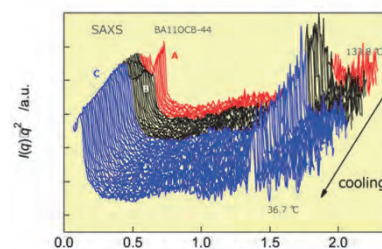
マイクロゲルコロイド結晶が見せる構造色

## ■各種散乱法による構造解析技術

結晶化や液晶化をともなう高分子多成分多相系材料中に生じる構造には、数オングストロームの結晶格子構造から数mmにも及ぶ球晶構造までが存在する。これら構造の形成機構の解明のためには、非常に幅広い空間スケールにこれら構造の形成過程をリアルタイムでかつ非破壊で観察する必要がある。我々は、様々な顕微鏡観察や各種散乱法を相補的に利用することにより、研究を行っている。特に、超強力なX線源として放射光を利用した実験に力を入れ、結晶化や液晶化の過程をミリ秒単位で解析している。



放射光共同利用施設における実験



液晶性ポリマーアロイの冷却過程における構造解析実験の例

# 有機/無機複合コアシェル型微粒子材料の創製およびペプチド材料を用いた水中からの金イオン捕集



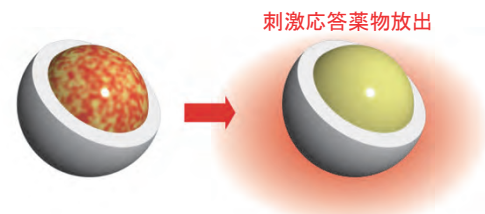
工学部 材料科学科 准教授 谷本 智史  
 研究分野：微粒子、有機無機ハイブリッド、環境調和材料  
 研究室HP：www.mat.usp.ac.jp/polymer-chemistry/

ペプチドや多糖などの天然由来高分子を機能材料として捉え、その機能を利用した環境調和型材料を開発している。特にバイオミネラリゼーションと呼ばれる生物の無機鉱化作用を利用した手法によって作製したコアシェル型微粒子は新規マイクロカプセル材料としての応用を期待されている。

## ■有機・無機コアシェル型複合微粒子材料の創製と薬物内包材料としての検討

蟹などの甲羅を形成している天然多糖であるキトサンは環境調和型材料として注目されている。本研究ではキトサンを微粒子化し、その外側を炭酸カルシウムなどの無機物でコーティングしたコアシェル型複合微粒子を開発している。コアとなるキトサン微粒子にモデル薬物をあらかじめ含浸させておき、その表面をコーティングしたものからの薬物徐放特性を評価する。

本研究の微粒子材料はすべての構成成分が生分解性であることから、生体材料分野・環境分野において利用可能な薬物担持材料としての可能性を秘めている。

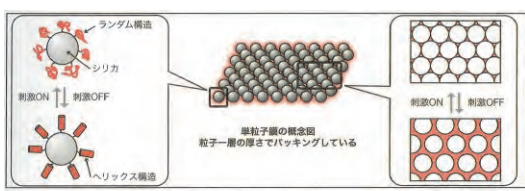


薬物含浸コアシェル微粒子の概念図

## ■刺激応答性有機・無機ハイブリッドシリカ微粒子材料の創製に関する研究

コロイダルシリカ微粒子は様々な表面改質剤としての利用がおこなわれているが、近年は分散液中での自発的構造形成能を利用した次世代の光学素子としての可能性で注目されている。しかし現状では、物理的強度の確保と外部刺激にตอบสนองして変化する構造・物性の両立が課題となっている。そこでシリカ微粒子の表面にペプチド等の刺激応答性高分子を結合させた新規機能性微粒子材料の開発に取り組み 刺激応答型気体・液体分離膜や外部環境にตอบสนองする表面改質剤等への応用を計画している。

また、近年はカラム充填剤としての応用も検討している。

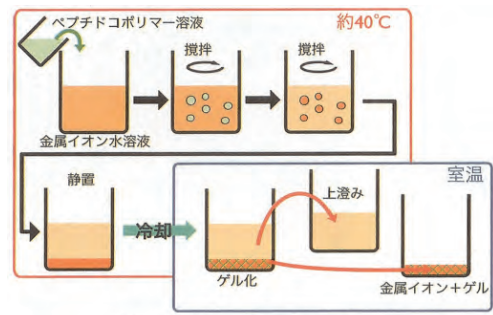


ペプチド修飾シリカ微粒子薄膜の刺激応答パッキング変化

## ■ペプチド材料を用いた水中からの金属イオンの捕集に関する研究

ペプチドを両端に結合させたポリエチレングリコール(ペプチドコポリマー)を合成し、それを用いた工場排水からの貴金属イオン回収プロセスを開発している。ペプチドコポリマーの溶液が金イオンに対して特異的な選択性を示すとともに室温付近での温度の上下によってゾルゲル転移を起こすことを利用して、水に溶けている金イオンをゲル化して回収する。

具体的には 濃度50ppmの金イオン水溶液に適用した結果ほぼ100%の金イオンを水系から捕集すること、サブppmのオーダーの水溶液に適用できること、また複数の金属イオンの混合水溶液に対しては金イオンのみを選択的に回収することを確認している。



ペプチドコポリマーゲルメソッドによる水中金属イオン捕集



# 構造的・電子的に新奇的な縮合多環共役化合物の開発： 自己集合型エレクトロニクス材料の創製

関連するSDGsの国際目標

9



7



工学部 材料科学科 准教授 加藤 真一郎

研究分野：構造有機化学、超分子化学、物理有機化学

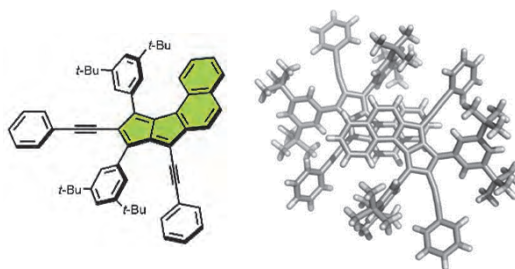
<http://www.mat.usp.ac.jp/environ-materials/kato.html>

反芳香環、環状アルキン、複素芳香環を構造的・電子的モチーフとして、拡張した $\pi$ 共役平面を有する化合物を合成し、その特異な電子状態と自己集合特性に基づくエレクトロニクス材料への応用を目指している。力量ある有機合成と精緻な物性評価を通じた構造-物性相関の解明/確立により、新規材料開発の指針を提供する。

## ■ 安定な反芳香族縮合多環化合物の開発

反芳香族化合物は優れた電子供与性と受容性を兼ね備えており、エレクトロニクス材料になり得る潜在性を秘めている化合物だが、その低い安定性ゆえに材料開発への展開が阻まれていた。

独自の分子設計と合成手法により、安定な反芳香族縮合多環化合物を創製することに成功した。系統的な合成と物性評価を通して、適切な化学修飾により反芳香族性、電子授受特性、そして光吸収特性の制御が可能であることを見出している。

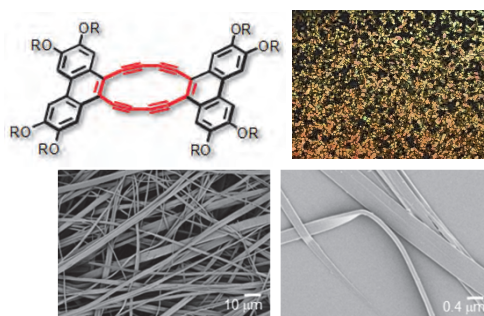


安定な反芳香族化合物と、その分子配列

## ■ 縮合多環芳香環が融着した環状アルキンの開発

ナノメートルスケールの分子サイズをもつ環状アルキンは、光電子機能を有する2次元共役化合物として注目を集め、その物質開拓が望まれている。

環状アルキンに縮合多環芳香環を融着させた化合物を合成し、それぞれの構造的・電子的特徴を相乗的に反映した物性を示す化合物の合成を行っている。具体的には、液晶性を示したり、マイクロメートルスケールの1次元ファイバーを形成したりする化合物の合成に成功している。

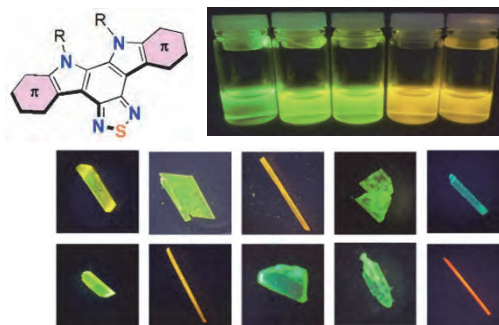


複屈折（液晶性）と1次元ファイバー

## ■ 電子供与性部位と求引性部位を併せ持つ複素芳香環の開発

電子供与性部位と求引性部位を連結し、分極した電子状態を有する化合物は、小さなHOMO-LUMOギャップを有し、またしばしば強い蛍光発光特性を示すため、機能性色素として重要な化合物群である。

電子供与性部位と求引性部位を“縮合”した、従来とは異なる複素芳香環を開発し、半導体材料や固体発光材料へと展開している。例えば、一つの化合物から複数の結晶が得られ、それらの結晶が分子配列に応じて異なる蛍光色を示す現象などを見出している。



溶液及び個体状態における発光挙動

<特許・共同研究等の状況>

国内の複数の大学・研究機関と、物性・材料評価に関して共同研究を遂行している。

# 生分解性の多機能性ポリマーの微生物による生産 および環境負荷物質の微生物酵素による分解



工学部 材料科学科 講師 竹原 宗範

研究分野 : 有機環境材料

研究室HP : [http://www.mat.usp.ac.jp/](http://www.mat.usp.ac.jp/environ-materials/index_j.html)  
[environ-materials/index\\_j.html](http://www.mat.usp.ac.jp/environ-materials/index_j.html)

酵素およびそれらを生産する微生物のはたらきにより、機能性の新規ポリマー（ポリペプチド）の生産と機能評価を行っている。これらポリペプチドは生分解性に優れ、多様な機能性を有する。また、微生物由来の加水分解酵素用た 穏和な条件下での環境負荷物質の分解を目指し、その反応機構の解明や酵素の機能改変を行っている。

## ■生分解性の多機能性ポリペプチドの微生物による生産とその機能解析

塩基性アミノ酸である L-リシンを唯一の構成単位とするポリペプチドのポリ-ε-リジン（ε-PL：図1）は、いくつかの土壤放線菌により分泌生産される。ε-PLは水溶液中でポリカチオンとなり抗菌活性を示す。これまで、工業的に発酵生産された ε-PLは天然由来の食品保存剤として利用されている。本研究では、新たなカチオン性ポリペプチドの探索と機能評価に取組むとともに、これらペプチドの抗菌作用機構の解明を目指している。

これまで、L-ジアミノ酪酸や L-ジアミノプロピオン酸を構成アミノ酸とするポリペプチドを発見した（γ-PABおよび PAP：図1）。これらはいずれも抗細菌・抗酵母活性を有し、さらに、微粒子に対すし分散活性を示した。ε-PLは酵母菌の細胞壁合成に関わる情報伝達系の秩序を見出す働きがあることがわかってきた。

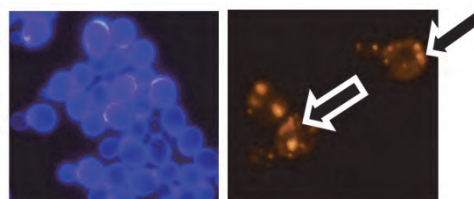
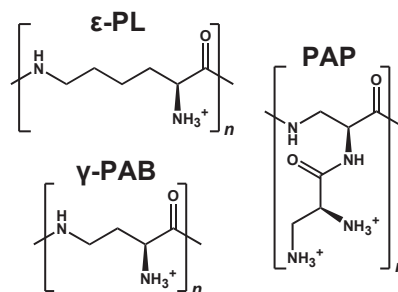


図1. カチオン性ポリペプチド(上)が示す抗菌作用：酵母菌の細胞壁合成に関わる情報伝達系の秩序を乱す(下)

## ■環境負荷物質の微生物酵素による分解： 加水分解反応機構の解明と機能改変

可塑剤として用いられる芳香族カルボン酸エステルやその廃棄物は環境負荷物質とみなされるが、これらを加水分解する酵素に関する知見は少なく、その分解反応機構も解明されていない。

そこで本研究では、テレフタル酸ジエチル（DET）を加水分解できるエステラーゼの生産細菌を土壤より分離し、その菌体からDET分解酵素を精製、機能解析を行った。本酵素は種々の芳香族カルボン酸エステルを高効率で分解することがわかった。またこの酵素の三次元構造（図2）や加水分解反応機構を提案してきた。

さらに、本酵素に変異を導入することで、本来の反応性とは異なる性質が付与された改変酵素を作成し、その機能および構造の解析を行っている。

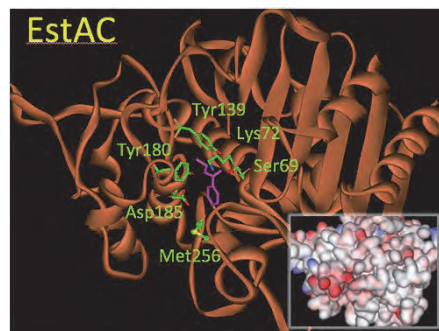


図2. 新奇な芳香族カルボン酸エステル加水分解酵素の推定三次元構造

<特許・共同研究等の状況>  
特開2006-299013（ポリ-γ-L-ジアミノ酪酸及びその塩）、特開2006-296305（低中重合度 ε-ポリ-L-リジンを生産する菌株及びそれを用いた低中重合度 ε-ポリ-L-リジンの製造方法）、特開2015-051930（リコピンのシス異性化方法）など



# 精密ラジカル重合法を用いた新規高分子材料の創製

## 関連するSDGsの国際目

9

産業と技術革新の  
基盤をつくろう



7

エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに



工学部 材料科学科 講師 伊田 翔平

研究分野：高分子合成、ゲル、機能性高分子

研究室HP：<http://www.mat.usp.ac.jp/polymer-chemistry/index.html>

精密ラジカル重合法を用い、様々な構造を有する高分子を精密に合成し、その機能発現について研究を進めています。特に高分子の三次元架橋体であるゲルに注目し、合成化学に立脚した新規機能性材料の開発に取り組んでいます。

## ■精密重合による高分子ゲル材料の構造設計

高分子の三次元網目の内部に水などの流体を多量に抱えた構造を持つ高分子ゲルは、さまざまな応用が期待される材料であり、多くの研究が展開されています。しかし、構造の複雑さゆえに合成化学を基盤とした研究はあまり進んでいません。私たちのグループでは、精密重合化学を基盤として、ゲルの網目構造を精密設計するとともに、得られるゲルの機能創出に関する研究を進めています。また、ゲルに限らず精密重合法を用いたさまざまな高分子合成および機能評価についてご相談に応じることが可能です。



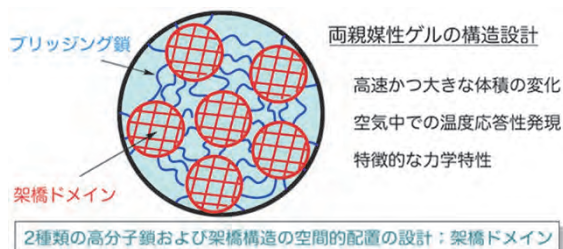
合成化学に立脚したゲルのデザインと機能化

デザインした網目の実現 (精密合成)

デザインした網目構造に由来する機能創成 (合成法と構造・機能の相関)

## ■架橋ドメイン構造を設計した新規両親媒性ゲル

2種類の高分子を組み合わせることができる両親媒性ゲルは、それぞれの高分子鎖に基づく複合的な性質を発現する魅力的な材料です。両親媒性ゲルの機能化には、それぞれの高分子鎖に加えて、ゲルの重要な構成要素である架橋構造の空間的配置を効果的に設計することが重要です。私たちは一方の高分子鎖にのみ架橋構造を導入した「架橋ドメイン構造」を持つゲルが特徴的な膨潤挙動や刺激応答性、力学特性を示すことを明らかにしています。さらに、無機化合物の導入を含め、さまざまな架橋ドメイン構造を設計した新規機能性ゲルの開発を進めています。



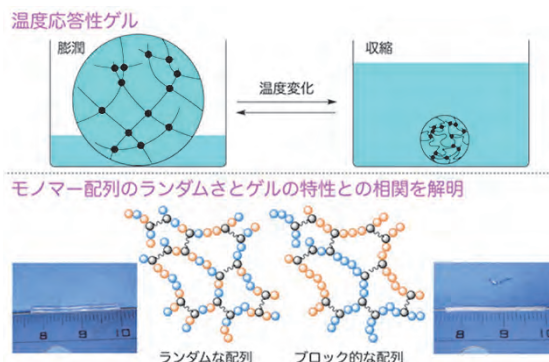
両親媒性ゲルの構造設計

高速かつ大きな体積の変化  
空気中での温度応答性発現  
特徴的な力学特性

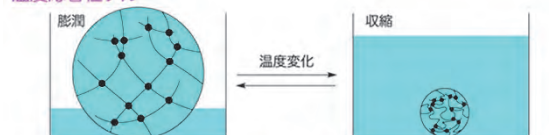
2種類の高分子鎖および架橋構造の空間的配置の設計：架橋ドメイン

## ■モノマー配列を意識したゲルの設計

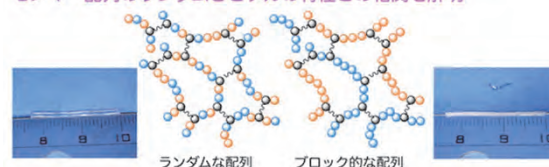
水中で温度変化に対して可逆的に体積を変化させる温度応答性ゲルは、外部の環境変化を材料自身が認識して作動する「スマート材料」として注目されています。私たちは、単独では応答性を示さないモノマーについて、特定の2種類組み合わせたときに応答性を発現することを見出しています。また、それらの配列 (並べ方) を変化させると大きく性質が変化することも明らかにしています。このようなゲル中のモノマー構造や配列の違いが物性に与える影響を詳細に調べ、新たな材料設計の指針の確立を目指しています。



温度応答性ゲル



モノマー配列のランダムさとゲルの特性との相関を解明





# 移動と移乗を支援する福祉ロボット・システム

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 機械システム工学科 教授 安田 寿彦

研究分野 : メカトロニクス、ロボット

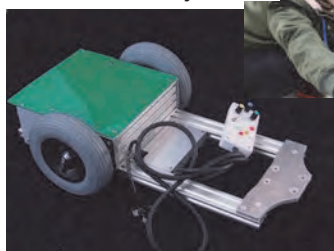
研究室HP : <http://www.mech.usp.ac.jp/~maw/index.html>

概要：移動は日常生活の中で欠かすことのできない機能のひとつであり、子どもたちの成長のためにも極めて重要です。ハンディキャップのある子どもたちが自分の力で人や環境と関わりあうための電動移動支援機器を開発しています。子どもたちの早期からの移動体験の有効性の評価にも取り組んでいます。また、ベッドから車いすなどへの移乗は移動の前段階に必要な動作です。単独では移乗できない方が、自分で操作して単独で移乗することを可能とする自立支援型移乗介助システムを開発しています。

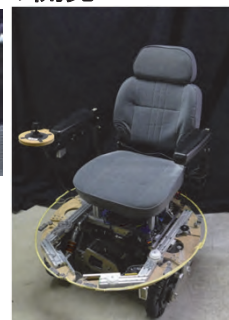
## ■自力移動が困難な子どもたちの早期移動体験のための電動移動支援機器の開発

子どもたちは成長過程で獲得した移動能力を駆使して環境を探索し、人やものごととの関わり方を学習します。しかし、自力移動できない子どもたちは、この学習にもハンディキャップがあります。そこで、子どもたちの能力に応じた電動移動支援機器を1歳になるころから提供して、子どもたちが自分でお母さんのところに駆け寄り、ときには壁とぶつかって驚いたりすることを実現しています。

幼児用移動支援ベース  
Baby Loco



介助用移動機器電動化ユニット Carry Loco



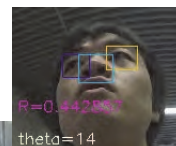
全方向移動機器

## ■子どもたちの早期移動体験の記録と評価

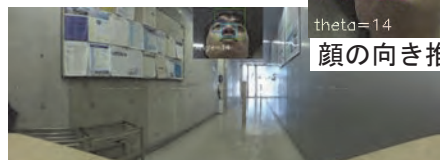
自力移動できない子どもたちの成長のために、電動移動支援機器を使用して早期から自力で移動体験することは、まだ、普及途上です。子どもたちが電動移動支援機器を使用することによって、どのように成長していくかを記録し、定量的に発達を評価することが、早期移動体験の普及には必要です。全方位カメラを使用して、移動中の子どもたちや走行環境を容易に記録し、記録された動画から観察に適した動画に変換できるドライブレコーダを試作しました。さらに、子どもたちがどの方向を向いているかを自動で検出する機能の開発に取り組んでいます。



全方位カメラ



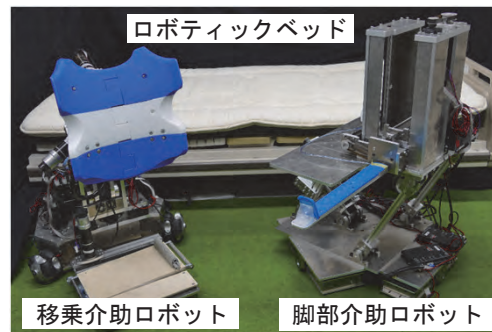
顔の向き推定



ドライブレコーダの利用者・走行環境画面

## ■自立支援型移乗介助システム

単独で移乗できない方は、介助者による移乗介助によって移乗しています。しかし、移乗介助は被介助者および介助者の双方に負担があります。そこで、被介助者が自分で操作して、単独で移乗するための移乗介助システムを試作しました。「移乗介助ロボット」、「脚部介助ロボット」および「体位変換介助機能を備えたロボティックベッド」からなるシステムで仰臥位からの単独移乗を可能としているところがこの研究の特色です。利用者への優しさを実現するために、空気圧アクチュエータも活用しています。



移乗介助ロボット

脚部介助ロボット

自立支援型移乗介助システム

### <特許・共同研究等の状況>

・ハンディキャップのある子どもたちの早期移動体験に関する研究はびわこ学園の理学療法士や作業療法士の方々と共同で研究を進めています。Baby Loco と Carry Loco は、(株)今仙技術研究所とびわこ学園との共同研究の結果、市販化が進んでいます。

# バイオマス資源のエンジン用燃料としての有効利用 および高効率クリーンエンジンシステムに関する研究

工  
学  
部



工学部 機械システム工学科  
教授 山根 浩二 准教授 河崎 澄  
研究分野：エネルギーと動力  
<http://www.mech.usp.ac.jp/~prw/index.html>

動植物油脂を原料にエステル交換反応によって得られるバイオディーゼル燃料の製造・品質・エンジン性能等に関する研究、微細藻類の効率的培養と藻油抽出・燃料化、クロスメタセシス反応によるバイオディーゼル燃料の蒸留特性改善、燃料へのマイクロバブル添加によるディーゼル噴霧特性の改善、エンジン排気からのCO<sub>2</sub>分離回収技術、希薄天然ガス機関の燃焼改善、排気管内温度分布計測法などの研究を主なテーマとしている。

## ■ 微細藻類を用いたバイオマスエネルギーシステムの研究

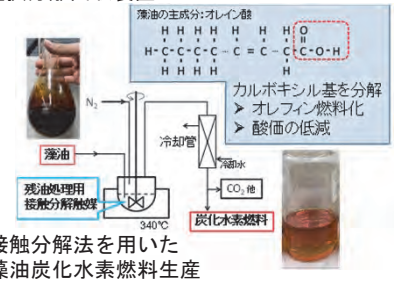
電気・熱・二酸化炭素を抽出し有効利用するバイオマスエネルギーシステムの研究を行っている。具体的には、琵琶湖水系から得られる微細藻類から油脂を抽出する技術や、抽出油脂から接触分解法やメタセシス反応を用いて、高品位なディーゼル燃料を製造する技術、エンジン排気から選択的に分離回収したCO<sub>2</sub>を藻類の光合成・燃料再生産に利用する技術の研究を行っている。



アミン水溶液を用いた排気CO<sub>2</sub>の選択分離回収装置

## ■ メタセシス反応によるバイオディーゼル燃料の蒸留特性改善に関する研究

植物油から製造したバイオディーゼル燃料には、軽油に比べて沸点が高く蒸発しにくいという課題がある。この課題を解決するために、ルテニウム系触媒を用いたクロスメタセシス反応によって、バイオディーゼル燃料を低分子化して、その蒸発特性を軽油に近づける研究を行っている。



## ■ 燃料へのマイクロバブル添加によるディーゼル噴霧特性の改善

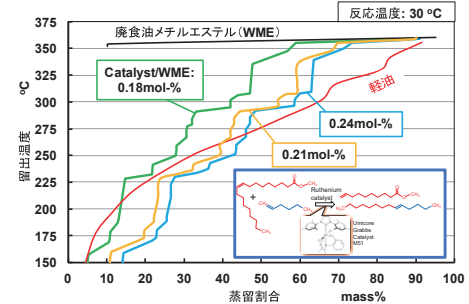
クリーンなディーゼル燃焼の実現を目的として、燃料中に空気マイクロバブルを添加することにより、燃料噴霧における燃料液滴の微粒化と空気との混合促進する研究を行っている。

## ■ エンジン排ガスからのCO<sub>2</sub>分離回収に関する研究

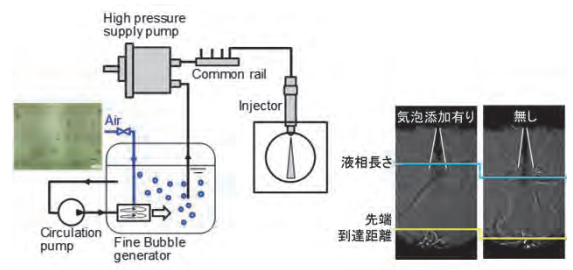
エンジン排気中のCO<sub>2</sub>をバイオマス資源の光合成や化学合成による再資源化の原料に利用することを目的として、ガス分離膜による物理的手法や、アミン水溶液を用いる化学的手法により、エンジン排ガスからCO<sub>2</sub>を選択的に分離回収する研究を行っている。

## ■ 希薄天然ガス機関の燃焼改善に関する研究

CO<sub>2</sub>排出係数の小さい天然ガスを、内燃機関においてより高効率かつクリーンに燃焼させるために、少量の着火補助油を用いて、天然ガス希薄混合気点火を行う二元燃料機関技術の研究を行っている。



メタセシス反応によるバイオディーゼル燃料の軽質化



ディーゼル燃料へのマイクロバブル添加とその噴霧

特許・共同研究等の状況：バイオディーゼル燃料含む燃料全般およびエンジンシステムでの課題に関わる受託研究，共同研究，学術指導多数進行中



# マイクロバブルやマイクロチューブ内流れなど 環境やエコ技術に関連する混相流工学の研究

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 機械システム工学科 教授 南川 久人

研究分野：流体工学、混相流工学、気泡工学

☞<http://cont4.mech.usp.ac.jp/>

マイクロバブルの発生装置およびその特性について研究しています。さまざまな分野で注目されながら、他方ではその特徴が発揮されない場合も多く、その原因を追究しています。さらにマイクロチューブ内の流れや気泡運動に及ぼす壁面や液相の影響などの基礎的事項も調べています。

## ■マイクロバブルの生成と利用に関する研究

微細な気泡(マイクロバブル)は近年急激に注目をあびるようになり 気泡発生と利用の技術がめざましく発展し 気泡径小さくしていくと単に小さな気泡となるだけでなく、それまでは考えられなかったようなメリット 一例としては生物への生理活性効果・流体摩擦低減効果・反応促進効果・水質浄化効果等がある。

そこで、マイクロバブルを効率よく生成させる装置や方法を開発するとともに、液中への気体の溶解促進効果の確認・びわ湖等の深度をもった大規模水域の水質浄化の基礎研究、管内乱流の摩擦抵抗低減にマイクロバブルを利用する方法についての研究、更にわれわれの生活の中にマイクロバブルを取り入れて生活をより豊かにする研究にも取り組んでいる。



加圧溶解法により生じたマイクロバブル

## ■超音波流速分布計による管内気液二相スラグ流の測定法の確立に関する研究

超音波流速分布計(UVP)は、流体とともに移動する小さな粒子の速度を計ることができ、1回の超音波パルス発信でその線上の速度分布を一気に測定できる利点がある。

管内を液体と気体が同時に流れる気液二相流は種々の工業配管系で煩雑に出現することから、UVPを利用する単一大気泡周囲の流れ場を測定する方法を確立し、気泡の形態・管の内径・液体の粘性等の影響を検証している。

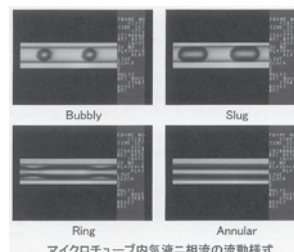
更に、今後UVPで流速計測を行うことが重要な計測手法の一つになるものと予測され、その計測方法の改良・新たな測定対象を目指して研究を進めている。また、マイクロバブルを超音波反射体として利用するための検討も行っている。

## ■マイクロチューブ内流れに関する研究

近年、MEMSや電子機器冷却・微量化学分析等 様々な工学的応用の可能性から、微細な管内を流動する流れは大きな関心を集めている。

微細な管内を流動する気液二相流は、通常管に比べて表面張力の影響が極めて大きいため、その流れは大きく異なる。

内径75 $\mu\text{m}$ ~250 $\mu\text{m}$ のマイクロチューブに気液二相流を流動させ、顕微鏡と高速度ビデオ装置の観察に加えて、ボイド率と圧力降下の測定を行い、その特性を研究している。



マイクロチューブ内気液二相流の流動様式

### <特許・共同研究等の状況>

マイクロバブルによる水質浄化システムの関する公開特許1件、真空エジェクタに関する共同研究1件、送風機騒音に関する共同研究1件進行中。



# 環境配慮型製品設計・メンテナンス・品質設計に関する研究

## 関連するSDGsの国際目標



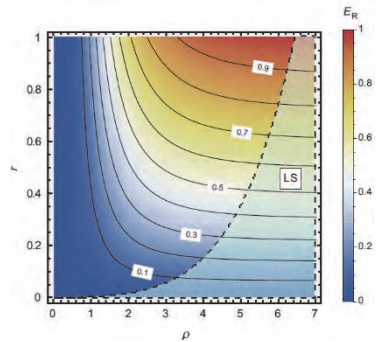
工学部 機械システム工学科 教授 奥村 進

研究分野：ライフサイクルエンジニアリング、メンテナンスマネジメント、品質設計

工業製品の開発・設計・製造・使用・廃棄にわたる一連のフローにおいて、環境の負荷を低下させることは大事で、そのための設計法、およびそれに関連するメンテナンス・品質設計に関する研究を行っている。

### ■ 環境配慮型製品設計に関する研究

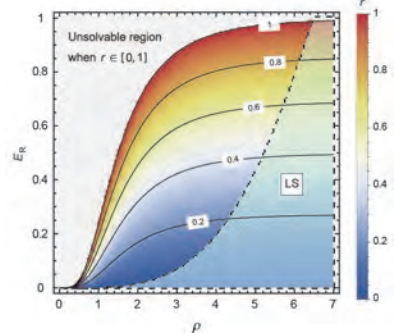
使用済みの工業製品からリユース可能な部品を取り出し、それを新規に製造する工業製品に組み込む生産方式（リマニュファクチャリング、再製造）は、すべての部品を新規に製造して組み込む生産方式よりも環境負荷の低減が期待できる。本研究では、リユース部品の物理寿命分布、エンドオブライフオプション、メンテナンス、およびライフサイクルコストの多元最適化を実施している。この研究によって環境配慮型製品の設計に関する新規的な指針を得ることができ、環境負荷のさらなる低減が期待される。



リユース部品の物理寿命と使用済み製品の回収率が与えられたときのリユース効率の計算結果

### ■ メンテナンスマネジメントの研究

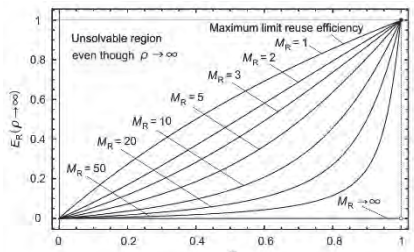
過大なメンテナンスは費用の上昇を招き、過小なメンテナンスは装置の信頼性低下や不良品が発生し、損失コストの上昇につながる。これらを防ぐべく、最適なメンテナンス時期、方法を決定する研究を行っている。



リユース部品の物理寿命とリユース効率が与えられたときの使用済み製品の回収率の計算結果

### ■ 品質設計の研究

田口メソッドの現場への応用と、同方法を発展させた手法の研究を行っている。部品・製品の品質劣化モデルの推定、最適な試験方法、および設計時に確保すべき品質基準を決定している。



使用済み製品の回収率とリユース部品のリユース回数がリユース効率に及ぼす影響

### ■ 生産システムの運用の研究

様々な不確定事象の発生によって生産システムが期待通りに運用できないことがある。生産システムに冗長性を持たせておけば不確定事象が発生してもある程度吸収できる可能性がある。本研究では、witnessを用いたシミュレーション手法によって、よりよい生産システムの運用を研究している。

### ■ 画像・音響処理技術の研究

音の信号処理・解析技術の研究を行っている。例えば、音源から演奏の特徴を捉えたMIDI信号を取得し、実楽器による再生が可能になる。また、工場での検査画像の判定精度を向上させる研究を行っている。

<特許・共同研究等の状況>

共同研究の実績：メンテナンスマネジメント・品質設計・製造工程の最適化・GIS (地理情報システム)

# 透過・屈折を伴う波動伝播に対する数学的散乱理論

関連するSDGsの国際目標



工学部 機械システム工学科 教授 門脇 光輝  
研究分野 : 数学、特に解析学

概要：透過・屈折を伴う波動伝播に対する数学的散乱理論を主な研究テーマとしている。数学的散乱理論とは、原子や障害物などの散乱体に向けて電子や音波を入射したときに散乱体によって発生する球面波(散乱波)の様子から散乱体の特性などを研究する物理学における散乱理論の数学的定式化である。

## ■透過・屈折を伴う波動伝播に対する散乱理論

単一媒質が占め、かつ境界のない無限領域(全空間)に散乱体を仮定した問題(量子力学におけるポテンシャル散乱や音波による物体散乱)に対する数学的散乱理論では多くの優れた研究成果がある。これは数学的に完成度が高いフーリエ解析(正確にはフーリエ積分)が適用できることに起因する。フーリエ解析は平面波解析と言ってよく、透過・屈折波が発生しない現象に対しては有効である。しかし、異なる媒質が占める領域または無限境界を持つ領域に散乱体を仮定した問題では、散乱体がない状態でも透過・屈折現象が起こることから通常のフーリエ解析の直接の適用が困難である。そのため、既存のフーリエ解析の見直しが必要とされる。

研究は具体的な波動伝播に対してなされる。その中で二層媒質中の音響波動伝播が最もシンプルなモデルである。これに対して既に研究成果を得ている。具体的には物理学における散乱理論でよく目にする議論、すなわち散乱体に波を入射した際に起こる波動伝播の様子が、入射波とそれに付随する波(層や境界による反射波と透過・屈折波)および散乱体による球面波との重ね合わせによって表現できることの数学的定式化をおこなった。今後は、これまでの研究で得た知見を生かして、さらに幾つかの具体的な波動伝播に対して、それぞれの伝播特性を反映した研究成果をあげることを目指している。その中で、現在、半無限領域(半空間)における弾性波動伝播(地震波)に対する研究に取り組んでいる。この波動伝播は媒質(地中)から境界(地表)へのP(縦)波[S(横)波]入射に対して発生する反射P波と反射S(横)波[反射S波と反射P波]と、これらとは独立して発生する境界(地表)を伝わるR(レイリー)波からなる。なお、以下にイメージで示す境界への入射P波に対する反射S波は、透過・屈折波と同じ性質を持つ(このことは入射S波に対する反射P波に対しても同様である)。研究はP波、S波、R波をある意味一括して扱うことが研究上の肝となる。

本研究は、数値解析によって散乱理論を考察する際の数学的お膳立て・後ろ盾にもなる。ちなみにポテンシャル散乱や物体散乱に対しては、既にこの数学的定式化が行われている。しかし、本研究対象の波動伝播については、工学的な立場では数値解析などで扱われているものの、透過・屈折波の存在により数学的解析は十分ではない状況にある。

反射S波(S波・横波：波の進行方向と振動方向が垂直)

入射P波(P波・縦波：波の進行方向と振動方向が平行)

反射P波

球面波・散乱波

地中またはコンクリートなどの固い媒質

→ 地表

散乱体：異なる媒質、欠損など

半無限領域で散乱体を仮定した弾性波の伝播のイメージ

# 数値解析と形状・構造最適設計

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 機械システム工学科 教授 吳 志強

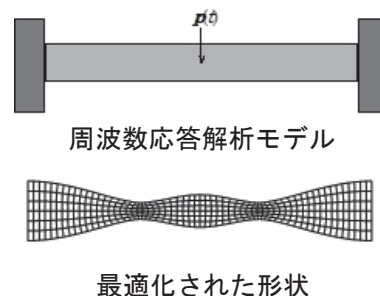
研究分野 : 振動工学、計算工学

研究室HP : <http://www.mech.usp.ac.jp/~hnw/index.html>

機械の高速化や軽量化に伴い、部品・構造の強度や剛性の不足、振動などのさまざまな問題が発生しやすくなっています。このような問題に対処するために、CAEを活用し、数値解析と最適化理論を組み合わせることで、部品・構造の形状最適化を行います。これにより、開発時間の短縮やコストの削減も期待できます。

## ■振動問題における形状最適設計に関する研究

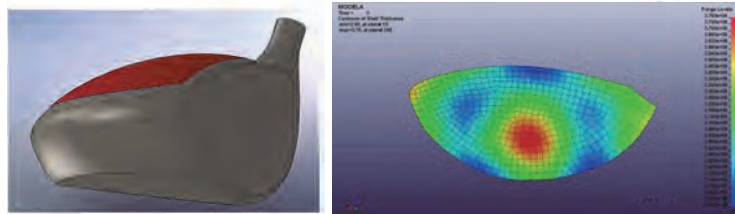
回転や往復運動する機械を設計する際に、共振の回避、振動や騒音レベルの低減が重要な課題です。本研究では実際の振動現象の分析に基づき数値モデルを作成し、数値解析および最適化理論を適用することにより、固有振動数を変更したり、剛性を高める設計を行っています。右の上図は両端固定の梁状平板の中央に周波数350Hzの振動を加えるときの解析モデルです。目的関数を平均コンプライアンス、制約条件を構造の体積として最適化解析を行いました。右の下図は解析結果です。目的関数が約70%減少したことが確認できました。



## ■衝撃問題における形状最適設計に関する研究

ゴルフ、テニスなどの打撃スポーツ用具の設計においては、打撃によって一方から他方へのエネルギーを伝達効率を向上することが主要な目的です。物体の形状は衝突性能に大きく関与するため、スポーツ用具の高性能化を実現するために、衝撃現象における物体の最適形状を見出す手法の研究は重要です。

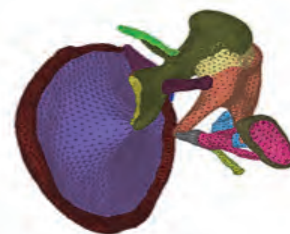
右図はゴルフクラブの最適設計に関する研究です。クラブの板厚分布、ロフト角および後ろに設置するおもりの重さを設計変数として、反発性能と固有振動数の関係を利用し設計を行いました。結果としてボールの飛距離が従来の設計より伸びました。



ゴルフクラブのCAD図面 最適化したフェースの板厚分布

## ■中耳の振動特性の数値解析（鼓膜形成手術の最適化に向けて）

中耳は耳の構造の一部であり、外部から伝わった音の振動を鼓膜でキャッチし、耳小骨で増幅してさらに内側に伝える役割をしています。しかし、事故や病気などにより鼓膜が破れることがあり、場合によっては鼓膜形成手術が必要です。本研究は、最適な手術計画の立案に援用することを目的として、中耳の振動特性の数値解析を行います。まず、有限要素法（FEM）を利用して中耳の数値モデル（右図）を作成し、音が伝わる時の中耳の振動の様子をコンピュータで解析します。そして、作成したモデルを利用して、鼓膜形成手術の際のシミュレーションを行い、手術の最適化を目指します。また、コンピュータシミュレーションは中耳の挙動を可視化できるため、医療現場での教育に役立つと考えています。



中耳の有限要素モデル



# 「表面処理」と「非破壊検査」を柱とした材料強度研究



工学部 機械システム工学科

教授 田邊 裕貴 准教授 和泉 遊以

研究分野：材料強度学，破壊力学，表面処理，非破壊検査

研究室HP： <http://www.mech.usp.ac.jp/~prw/index.html>

工  
学  
部

高性能で、しかも軽くて壊れにくい機械をつくるための材料に関する研究や、長期にわたって安全に機械を使用するための検査方法に関する研究など、様々な課題に取り組んでいます。最近、特に力を入れているのは、材料の表面を強くするための「表面処理技術」と、材料の表面や内部の目では見えない欠陥を見つけるための「非破壊検査技術」に関する研究です。

## ■表面処理技術に関する研究

セラミックスコーティングとレーザー熱処理を複合化した新表面改質手法である「成膜後レーザー熱処理法」と本手法による機械要素部品の高機能化、刃先の硬度と刃元のじん性を兼ね備えた極小刃物を作製可能な「レーザー熱処理後刃形創製法」、これまで困難であった複雑形状部品や薄板を対象とした新しいレーザー熱処理法など、省エネルギーで環境にも優しいレーザー熱処理を活用した表面処理技術に関する研究に取り組んでいる。

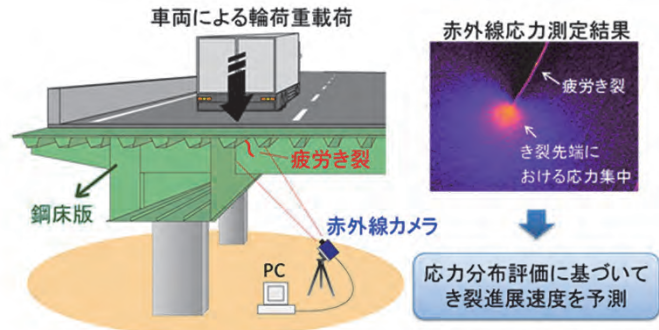


レーザー熱処理によるセラミックス被覆鋼の高機能化

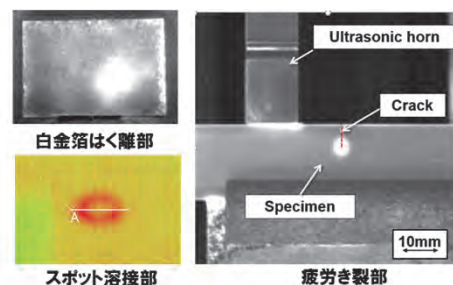
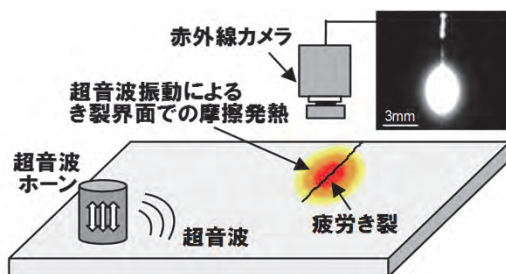
## ■非破壊検査技術に関する研究

超音波で検査対象を加振することによって発生する欠陥部での摩擦熱を、赤外線カメラで検知して欠陥を検出する「超音波加振赤外線サーモグラフィ法 (Sonic-IR法)」、熱弾性効果に基づく

「赤外線応力測定法」、欠陥部での断熱効果に基づく「温度ギャップ法」など、赤外線を活用した手法を中心に、各種非破壊検査技術に関する研究開発を進めている。検査対象は、小さな機械部品はもちろん、社会問題化している経年構造物の健全性評価を念頭に置いて、長大橋、石油タンクなどの大型構造物も含んでおり、これらの高精度で高効率の検査を目指している。



赤外線応力測定による道路鋼床版のき裂進展予測



超音波加振赤外線サーモグラフィ法 (Sonic-IR法) の概要と検査結果

主な共同研究先：神戸大学、龍谷大学、三菱自動車(株)、川田工業(株)、本州四国連絡高速道路(株)、富士高周波工業(株)、東邦金属熱錬工業(株)

保有特許： レーザー熱処理関連「特許第5871230号・特許第5920871号」  
非破壊検査関連「特許第6372818号・特許第6573183号・特許第6573184号」

# 柔らかい素材を用いたロボットの開発と制御

関連するSDGsの国際目標



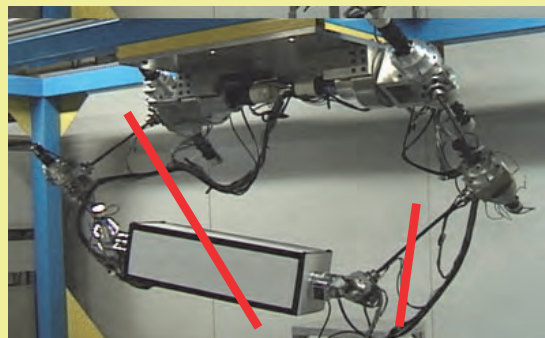
工学部 機械システム工学科 准教授 山野 光裕  
研究分野 : ロボット工学、メカトロニクス、機械制御  
<http://www.mech.usp.ac.jp/~maw/index.html>

構造部が弾性変形し、振動するロボットアームを制御する技術である。ロボットの構造部の剛性低下を許容すると大幅な軽量化が可能になり、可搬性や人への接触時の安全性が大きく向上する。弾性変形や振動に対応した制御側を適用することにより、軽量なロボットによる種々の作業を実現する。

## ■ 弾性変形する柔軟なロボットアームの制御

工場の生産ラインでは、構造部の剛性が高いロボットアームがよく使われるのに対し、宇宙用のロボットは剛性よりも軽量化が優先され、振動を抑えながら動かす技術が必要になる。また、人と共存するロボットの場合も、万一の衝突時の安全性向上のため、軽量化や柔軟性向上が望まれる。本研究の技術は、軽量で安全なロボットが弾性変形を考慮しながら、双腕協調により、巧みな作業を行うものである。

## 柔軟なリンク機構の振動をモータの回転により制御



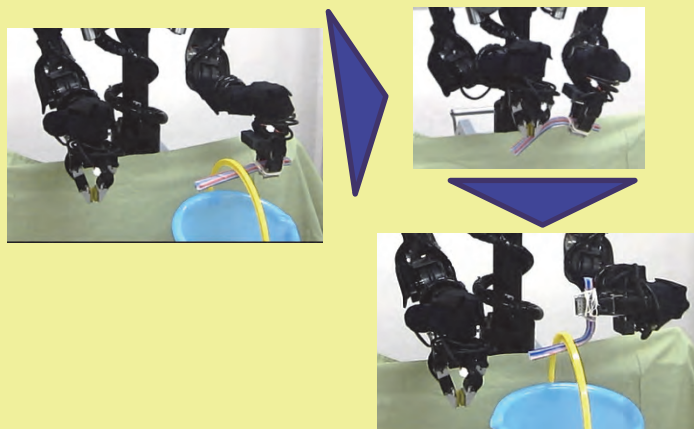
ばねのように振動するロボットアームのリンク

構造部が塑性変形し、自分自身を変身させながら作業するロボットの開発を進めている。ロボット構造部に形状記憶ゲルという素材を利用することにより、ロボットの構造部を様々な形状に繰り返し変形させながら利用できる。変身できるロボットの構造と変身のための制御技術を研究している。

## ■ 塑性変形する柔軟なロボットの開発と制御

構造部に形状記憶ゲルを用いて変身可能なロボットの開発を進めている。ロボットの一部をその時々作業内容に適した形状に変形させながら利用する。形状記憶ゲルは、加熱や冷却により軟化、硬化し、様々な形状に変形させて利用することや、剛性を変化させて利用することができる。現在はロボット手先部の形状や剛性を切り替えながら利用するロボットを研究しているが、今後は手先以外の部分にも広がっていく予定である。

## 構造の一部が変形可能なロボット



# バーチャルリアリティを利用した技能の解析と訓練

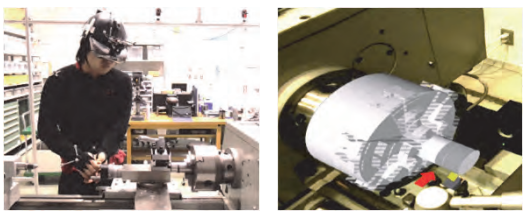


工学部 機械システム工学科 准教授 橋本 宣慶  
 研究分野 : 生産加工学、人工現実感、  
 ヒューマンインタフェース

概要：製造、医療、運輸などで、人が行う作業の多くはコツやカンを必要とします。しかし、それを知らない人に正しく伝える(技能伝承)には、かなりの時間やコストがかかります。技能伝承を効率的に行うために、バーチャルリアリティを利用したシミュレータによる訓練システムの開発や、作業動作の測定などにもとづいた技能の解析を行っています。

## ■バーチャルリアリティを利用した訓練システム

バーチャルリアリティとは、実際にはない物や環境をあたかも存在するかのように人間に感じさせる技術です。これを利用して作業の訓練を行うシステムを開発しています。訓練に使う消耗品が少なく、危険を及ぼすものを排除したり、繰り返し同じ状況を再現したりすることで、低いコスト・高い安全性・高い効率で訓練することを目指しています。また、バーチャルリアリティの特徴を生かした新しい教育・訓練方法も模索しています。



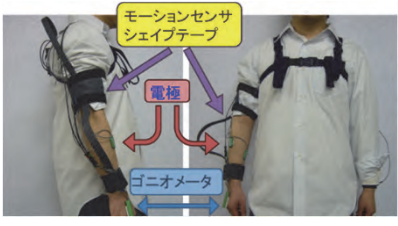
旋盤作業訓練システム



フォークリフト作業訓練システム

## ■マンマシンインタフェースを用いた技能の解析

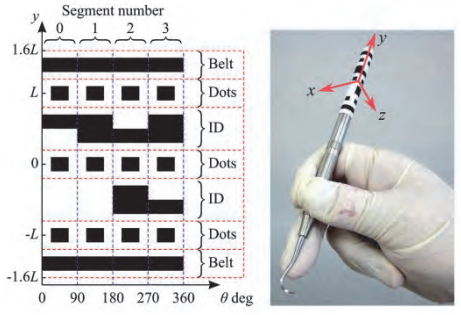
マンマシンインタフェースとは、機械と人間の間で様々な情報を伝達するための装置です。これを利用して熟練技能者と初心者の行う作業の違いを比較したり、突発的に起こる不具合に対する対応の仕方を見ることで、「作業が上手い」とは具体的にどういうことなのか、上手くなるためにはどんな能力が必要なのか、ということ調べています。



溶接作業時の右腕動作と表面筋電位の測定

## ■作業を阻害しない位置測定

上の2つの研究には様々な測定器を使用していますが、作業の邪魔にならないように測定する必要があります。例えば、手に持った工具の動きを測定する場合、工具に重いセンサを取付けてしまうと作業ができません。このような用途の測定器がない場合に、独自で測定装置を開発しています。



ペン形状器具の位置検出用円筒マーカ

<特許>  
 ・特願2019-101325, 位置認識システム (出願中)  
 ・特願2019-89696, 溶接訓練システム (出願中)



# 流体機器の高効率化や流体騒音の低減に関する研究

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 機械システム工学科 准教授 安田 孝宏

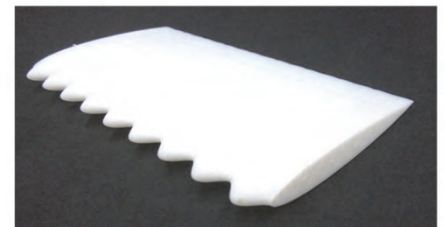
研究分野 : 流体工学

研究室HP : <http://cont4.mech.usp.ac.jp>

概要：持続可能な社会の構築に対する流体工学からの貢献を目指して研究を行っています。特に、流体機器の高効率化や流体騒音の低減に対して、実験や数値流体解析を用いて研究をしております。

## ■低レイノルズ数領域で用いる翼型の研究

風車・流体機械・水中調査機器・無人探査機等の比較的低速で用いる機器への適用を目指して翼の研究を行っています。特に、クジラの中でも機動性に優れたザトウクジラの胸ビレ形状を模した技術である前縁波形状翼のはくり抑制効果に着目して研究しています。これまでの研究で前縁波形状翼は、設計パラメータが少なく、特別なアクチュエータを使用しないデバイスであり、外乱に強く、広い速度範囲で剥離抑制効果を発揮することが分かっています。今後は風洞装置や数値流体解析により前縁波形状翼の羽ばたき運動に対する有効性を調べることで魚型水中調査機器への適用可能性を検証します。



前縁波形状翼

## ■三胴船を用いた波の干渉による船体抵抗低減に関する研究

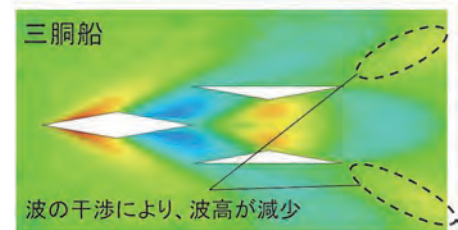
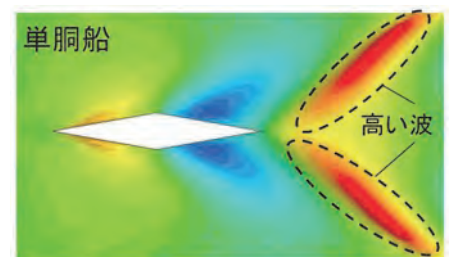
船舶の物資輸送では、高速化と温室効果ガス削減の2つの相反する技術課題があります。その解決には高速航行時に支配的となる造波抵抗の低減が重要となります。本研究では、単胴船と双胴船を組み合わせた三胴船を用い、各船体から出る波を干渉させることで造波抵抗の低減を試みています。特に、船体速度により変化する三胴船の最適な船体配置を精度良く予測できる推算式の確立を目指しています。



風洞装置

## ■流体機械からの流体騒音の低減に関する研究

輸送機器や流体機械からの流体騒音は機器の性能向上の妨げや周辺環境を悪化させる要因となっています。本研究では流体機器で生じる流体騒音の発生メカニズムの解明や騒音低減を目指して研究を行っています。



単胴船と三胴船の造波の比較

## ■高効率な非定常・非圧縮性流体の計算手法の開発

近年の計算機の発達に伴い、輸送機器や流体機械内の流れ、生体内の流れ等の高精度な計算が可能になってきています。これらをより身近なものにするため、さらなる高効率な計算手法の開発が求められています。そこで本研究では従来の手法より計算効率が高く、かつ、並列計算に適している格子ボルツマン法に着目し、さらに高レイノルズ数領域での計算の安定性を改善することで、乱流に適した計算手法の確立を目指しています。

### <特許・共同研究等の状況>

空気エジェクターの高効率化、容器搬送システムの流体騒音低減に関する共同研究を行っています

# 振動問題の解決と振動を利用した機械の駆動や診断



工学部 機械システム工学科

准教授 大浦 靖典 講師 田中 昂

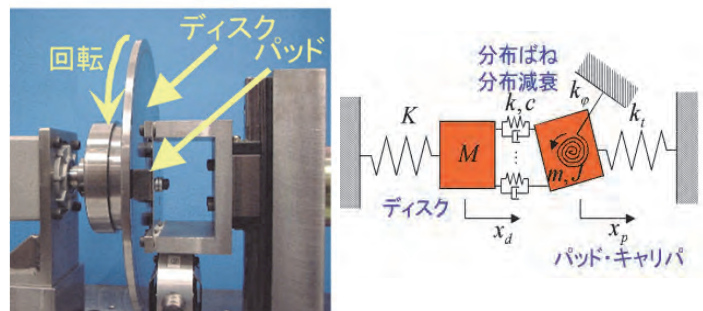
研究分野 : 機械力学、振動工学、制御工学

研究室HP : <http://www.mech.usp.ac.jp/~hnrw/index.html>

ディスクブレーキの鳴き、音響空間や多自由度振動系の固有振動の励起手法や計測手法の開発、超音波を用いた損傷検出法の開発など、主として機械における運動・振動の解析や制御、振動の利用について研究している。

## ■ディスクブレーキの 鳴き発生メカニズムの解明

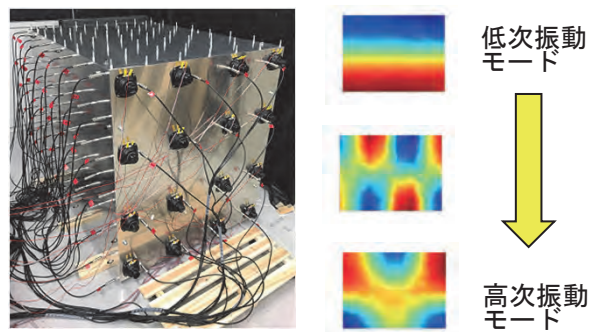
ディスクブレーキを模擬した実験装置を用いて、鳴きの発生メカニズムを明らかにした。実験結果に基づき、ディスクを並進の1自由度、パッドを並進と回転の2自由度をもつ振動系で表し、安定解析を行った。解析の結果、鳴きには、ディスクやパッドの振動特性だけでなく、摩擦接触部に分布するばね特性の押付圧依存性が大きな影響をもつことがわかった。本研究の成果は、鳴きにくい摩擦材の開発やパッドの支持方法、パッド端面の面取りなど鳴き対策の指針となっている。



鳴き試験機と解析モデル

## ■分散制御による多点加振を用いた 音響空間の固有振動計測

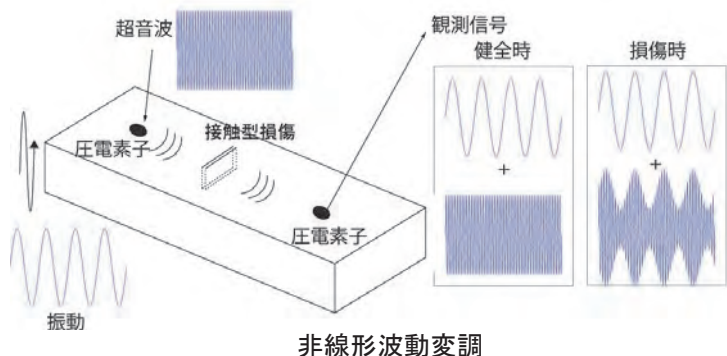
自動車車室をはじめとする三次元音響空間の固有振動を計測する方法として、分散制御による多点加振法を開発した。減衰の大きさに応じてスピーカーに入力する信号を制御することで、減衰が小さい状態の音響特性を計測できる。この制御されたスピーカーを多数配置すると、それぞれのスピーカーが固有振動モードに応じて自動的に振幅や位相が調整される。この加振法により、計測が困難だった大規模大減衰である音響空間の固有振動を容易に把握できる。



三次元音響空間の多点加振試験

## ■損傷の非線形性に着目した 構造ヘルスマモニタリング

線形超音波で検出が困難な接触型損傷を検出する技術の開発を行っている。環境外乱などの振動で接触型損傷の接触状態が変動すると、損傷部で局所的な非線形性が表れ、超音波の振幅や位相が振動に同期して変動する（非線形波動変調）。この現象を利用して、接触型損傷の大きさの評価や損傷位置の推定をしている。





# 看護師・介護士・理学療法士を支援する 生体計測とソフトメカニズム

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 機械システム工学科 講師 西岡 靖貴

研究分野 : メカトロニクス研究分野

研究室HP : <http://www.mech.usp.ac.jp/~maw/index.html>

概要：看護師、介護士、理学療法士は介助対象の身体的・精神的負担を減らすことを目的とした動作が多くみられる。一方で、介助者自身の負担が大きい場合が多く、離職の要因の一つにもなっている。本研究では、被介助者だけでなく介助者自身の動作も支援できる「柔らかな機械」であるソフトメカニズムを開発する。また、習得が困難な技術に対して生体情報の計測を活用した学習・教育を支援するシステム構築にも取り組む。

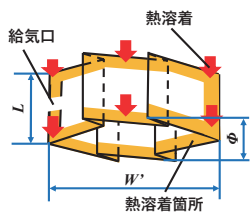
## ■極軽量空気圧ソフトアクチュエータを内蔵したコルセット型サポートウェアの開発

- コルセット：常時着用による筋衰退の危険性
- 業務中の頻繁な着脱は困難
- **極軽量ソフトアクチュエータ**の利用  
(フィルム製エアバッグ)
- **圧迫の有無**を切り替え可能
- 小型な携帯システム



## ■収縮型ソフトアクチュエータによるフィッティング型マッサージウェアの開発

- **プリーツ構造**による高い収縮率
- **収縮率約40%，収縮量96 mm，膨張量19mm**
- 2列配置により20kPaで最大35Nの収縮力



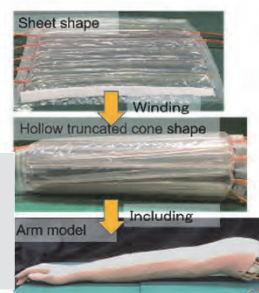
- **姿勢・体格を限定しない**マッサージ可能
- フィッティング対応範囲：上部胸囲781～973 mm，腕付根囲355～454 mm
- 分布的な圧迫が可能
- 血流促進効果一部確認

## ■看護マッサージ技術習得を支援する学習支援システムの開発

- 前腕形状のシミュレータ
- 視覚情報による力の教示
- 内部に**複数のエアバッグ (剛性可変)**
- **学習用インターフェース** (熟練者と比較)



- **位置**：薄型ポテンシオメータ
- **力**：バッグ内圧の変化量
- **前腕モデル**へ内蔵



## <特許・共同研究等の状況>

- 共同研究「持続的な使用が容易な空気圧人体アシストシステムの開発」アイトス株式会社、2020年2月～



# イオンビームプロセスを主とした超微細加工技術の新展開



工学部 電子システム工学科 教授 柳澤 淳一  
 研究分野：デバイス工学、半導体プロセス工学  
 研究室HP：<http://www.e.usp.ac.jp/~edvw/index.html>

集束イオンビーム（FIB）などの様々な超微細加工技術（局所的なエッチング、薄膜の局所堆積、新材料の局所合成、など）を、半導体分野に限らず、バイオなどの新しい分野へ応用・展開することを目指します。また、微細加工の相談に、できる範囲で対応します。

## ■窒化ガリウム（GaN）デバイス作製用の新しい基板の開発

青色系発光デバイス材料のGaNを従来の電子デバイス用のシリコン基板上に局所的に、直接形成するための新しいプロセスを提案しました（図1）。従来別々に作られてきた電子デバイスと光デバイスを一つの基板上に作り込むことができ、デバイスの高機能化が期待できます。

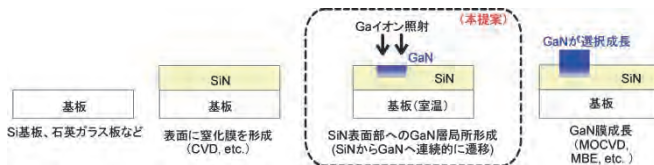


図1. 提案したプロセスの概略図

## ■機能的な表面多孔構造の形成と応用

ゲルマニウム表面にイオンビームを照射すると表面が隆起したナノレベルの多孔スポンジ状構造が形成されます（図2）。多孔性や大きな比表面積の特徴を利用して、マイクロ流路におけるフィルタとしての使用や、この表面をさらに別の材料で修飾して触媒などの新しい反応場を創出するなどの応用を図ります。

## ■半導体超微細加工技術のバイオチップ作製プロセスなどへの展開

半導体の世界で培ってきた様々な超微細加工技術を、例えばガラス基板に適用し、マイクロ流路などバイオ・化学チップの作製に使える可能性を示しました（図3）。半導体以外の分野に微細加工技術を応用・展開することを目指します。

## ■イオンビーム照射による表面ナノ構造の形成と親・疎水性の制御

自然酸化膜を有するシリコン基板表面に低エネルギーでGaイオンを照射することで、ナノレベルの突起構造が形成されることを見出したので、構造に由来する疎水性発現の表面制御への応用を目指します（図4）。

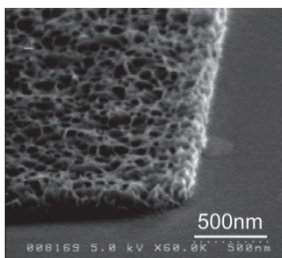


図2. Ge基板表面上に形成されたナノスポンジ構造

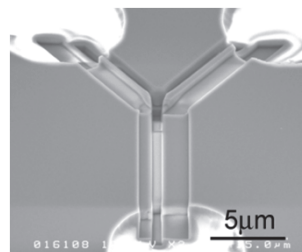


図3. FIBでガラス基板上に形成したマイクロ流路の例

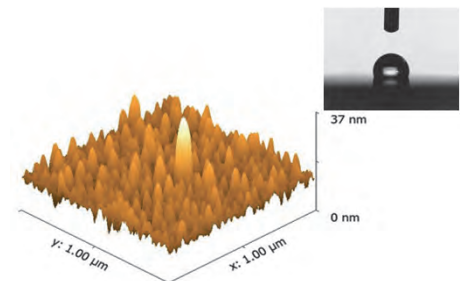


図4. Gaイオンを照射したシリコン基板の表面AFM像と、水滴を滴下した時の接触角の例

### ＜特許・共同研究等の状況＞

窒化ガリウム成長用基板及びその製造方法（共同出願、特願2005-90957）  
 窒化物半導体成長用基板（共同出願、特願2013-176635、特許第6181474号）

# 応用システムとハードウェアの最適融合

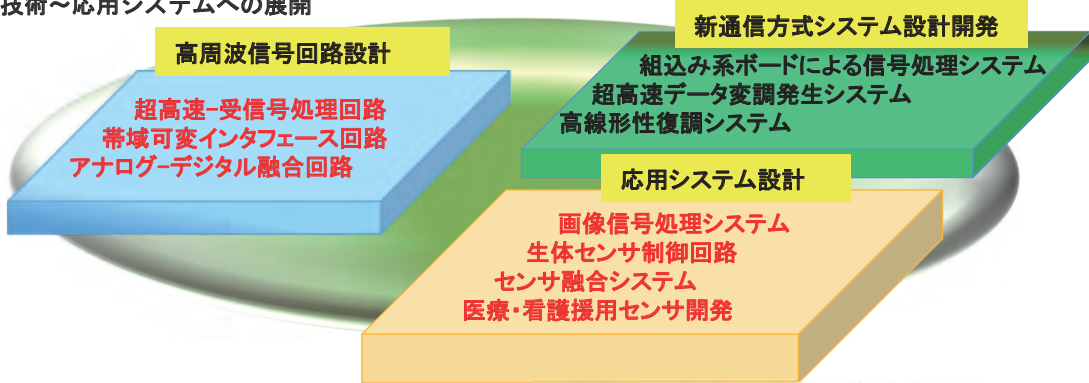
関連するSDGsの国際目標



工学部 電子システム工学科 教授 岸根 桂路  
研究分野： 応用システム、組み込みシステム、回路設計

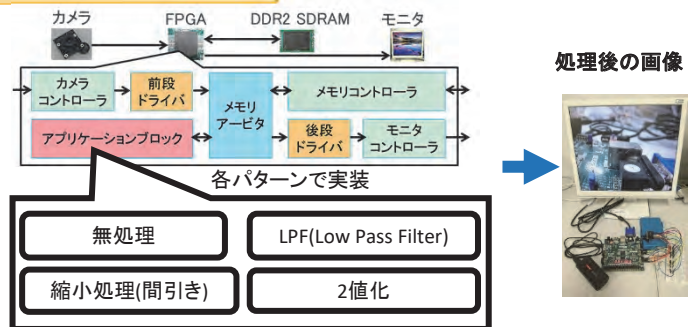
超高速・超低電力アナログ・デジタル混載回路の設計技術をベースに、スマート通信方式の提案・実装、センサ・画像信号応用技術開発まで幅広く研究分野を展開しています。

回路設計技術～応用システムへの展開



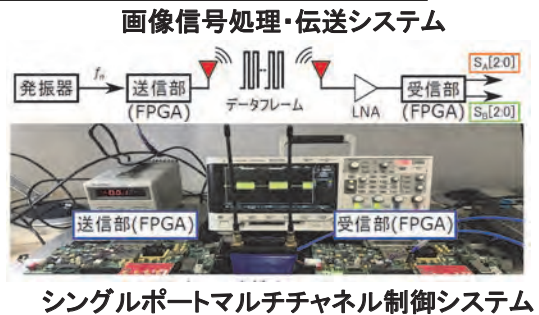
## 画像信号処理・伝送システムの開発

画像データを自由に処理・加工できるようにドライバを開発し、組み込み系ボード上で各種処理後、ディスプレイに出力します。深層学習機能やフィルタ機能を搭載するとともに、信号処理プロセスの独自処理により、画像データ伝送遅延を大幅に削減しました。



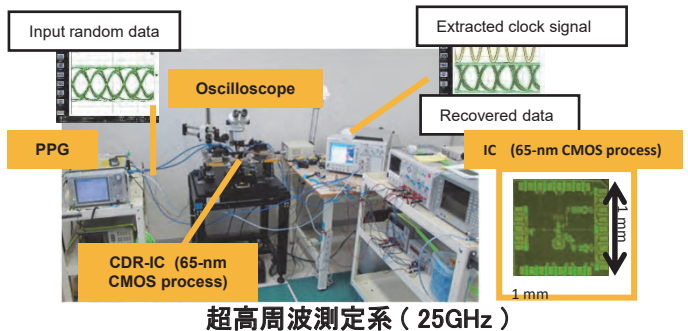
## 新通信方式 信号伝送システムの開発

制御回路の実装コスト低減にむけ、煩雑な配線をシングルチャネルの無線に置き換え、外部から装置内回路を制御可能なシングルチャネルマルチポート制御システムを開発しています。組み込み系ボードにより、複数回路の制御可能なことを確認しました。



## 微細CMOSによる 超高速 光電気融合 通信システム用回路の研究・開発

次世代高速通信システムの実現にむけ、電子回路分野で光通信システムアナログフロントエンド回路の研究・開発を実施しています。高速発振回路から光電気融合システムにフォーカスした送受信回路まで、研究室で解析・設計から評価・検証までを実施します。



<共同研究・特許等の状況>

- データ管理情報アドオン型-4値パルス振幅変調(PAM4)回路の開発 (科学的研究費助成事業)

# 半導体超薄膜作製とその超高速非線形光学応答

## 関連するSDGsの国際目標

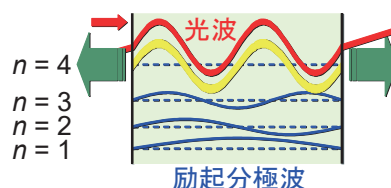
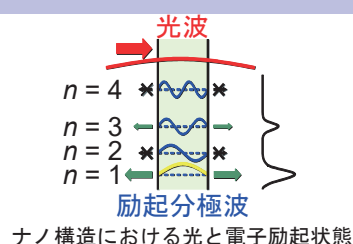


工学部 電子システム工学科 准教授 一宮 正義  
研究分野 : デバイス工学、光物性、超高速分光

光を照射した瞬間だけ物質の性質が変わり、さらに別に照射する光に対する応答特性が変化することを非線形光学効果と呼びます。この効果は様々な分野で応用が可能ですが、特に光通信などにおける信号のオン・オフや経路変化を別の制御光を照射することにより行う全光型ゲートデバイスは、電氣的制御より圧倒的に高速かつ省エネルギーであるため、将来の大容量光情報処理技術を加速させるキーデバイスとしてその実現が期待されています。

## ■高品質微小結晶における光と分極の特異な相互作用

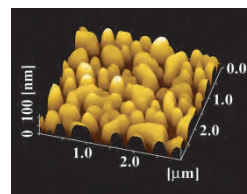
大きな非線形光学効果を得るためには、照射する光のエネルギーを物質の電子を励起するエネルギーに共鳴させることが望ましいのですが、共鳴によって得たエネルギーは緩和するまでに長い時間を要するという問題があります。このようなトレードオフを回避しつつ高効率かつ高速な光ゲートデバイスを実現するために、様々な材料、構造、新しい物理機構の研究が行われています。もし結晶性が十分に高い微小構造を作ることができれば、光によって励起された電子の波動が乱されることなく数百ナノメートルにわたって広がるため、厚さなどの条件が適切であれば光の波と励起電子の波が数波長にわたって整合すると考えられています。このときの特異的に強い相互作用によって、電子励起状態が光を放射しながら超高速で緩和するという理論研究成果に私達は着目し、半導体薄膜試料の高品質化と超高速非線形光学応答の観測にチャレンジしています。



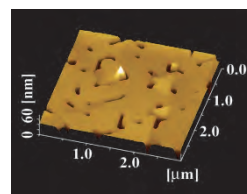
結晶性が十分に高い系での光と電子励起状態

## ■新奇手法による高品質CuCl薄膜の作製

本研究では光との相互作用が強いCuClという物質を取り扱っていますが、作製技術が成熟しているGaAs等のIII-V族に比べてI-VII族化合物で高品質な薄膜を作製するには多くの課題がありました。ところが、試行錯誤の末、真空蒸着法の1つで成長層厚を原子層レベルで精密に制御することができる分子線エピタキシー法において、電子ビームを照射することによって膜質を飛躍的に向上させる技術の開発に成功しました。現在は、薄膜の品質や膜厚制御精度の向上はもちろんのこと、潮解性の高いCuClをコーティング等により空気中で使用可能にする技術の確立も目指しています。



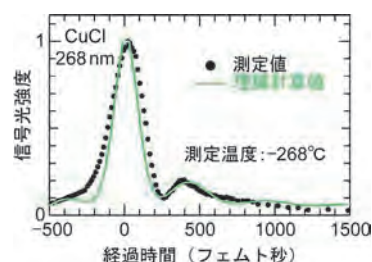
従来の製法によって作製したCuCl薄膜の表面原子間力顕微鏡 (AFM) 像



電子ビーム照射を取り入れた新奇製法により作製したCuCl薄膜の表面AFM像

## ■超高速非線形光学応答の観測

超短パルスレーザーを用いて過渡回折格子を作成し、発生した信号光の時間による強度変化を測定することによって励起状態の緩和特性を調べることができます。高品質化に成功した薄膜試料においてこの測定を行ったところ、輻射緩和する時間や複数モードの干渉を示すビート構造が理論計算によって導き出された結果と極めて良く一致することが分かり、電子励起波動・光波動の重なりによる超高速応答が起きていることが確認できました。得られた輻射緩和時間は100フェムト秒(1000兆分の1秒)クラスに達しており、従来の高速輻射緩和とされたデータよりさらに2~3桁速い結果となっています。励起状態の波が格子振動などによって乱されてしまう現象は温度が高いほど速く起こります。これが室温など的高温領域で光学応答の効率が激減する原因となっており、光ゲートデバイス等への応用に向けての大きな課題となっています。しかし、輻射緩和が数十フェムト秒程度で起こってしまうと、波が乱されるよりも速く高効率で非線形光学応答が起こると考えられます。このテーマでは、薄膜試料における厚さのコントロールとさらなる品質向上により数十フェムト秒級の超高速応答を実現することによって、室温をしのぐ高温領域における超高速・超高効率非線形光学応答の観測を最大の目標としています。





# アナログCMOS集積回路の設計技術と応用技術の研究

## 関連するSDGsの国際目標



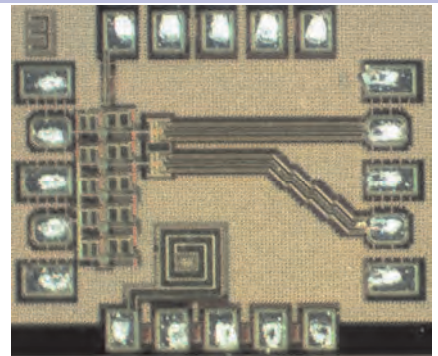
工学部 電子システム工学科 准教授 土谷 亮

研究分野 : 集積回路, センサー, 自動設計技術

概要: 集積回路 (IC) は様々な場面で使われており, 現代の「スマート」を支える基盤となる技術です。一方で, 安価で小型で低電力という特徴を生かした応用も期待されています。そのようなICの設計方法と応用について研究しています。

## ■ 高性能アナログ回路設計技術

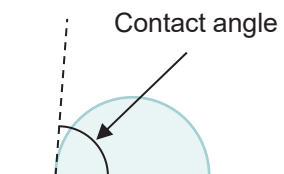
アナログ回路の高性能化に向けた回路設計技術の研究を行なっています。アナログ回路は動作速度や消費電力以外にも雑音など様々な特性を考慮した設計が必要です。主に光通信用の高速アンプを題材に, 高利得・高速・高ノイズ耐性を目指した回路設計を行なっています。また, より小さな面積に回路を実装できるように, 小面積化についても研究しています。これらの要素技術は光通信用の回路だけでなく, 他の様々な回路への応用が可能です。



高ノイズ耐性回路試作チップ。  
従来の方法と同等の面積・消費電力で,  
雑音を40%低減することに成功した。

## ■ 集積回路による液体計測への取り組み

集積回路は, 現在様々なセンサーに使われています。例えばMEMS技術は集積回路に加速度を知る能力を付与しました。最近のスマートホンなどには加速度センサーが搭載されているものがほとんどです。私は新たに, 液体を調べる能力を集積回路に付与できないかと考えています。液体を測る, という能力は医療, ヘルスケア, 農業などで非常に重要ですが, 液体の計測を行なうセンサーはあまり小型化が進んでおらず, 様々な測定を行なうには対応した測定器を使う必要があります。小型のチップが様々な測定を行なうことができれば, 装置が小型化するだけでなく少量のサンプルで様々な測定を行ない, かつその結果を分析するところまでチップ内でやってしまう, ということが期待できます。この研究は特に飲食物の評価への応用を目指しています。複雑かつ多様な評価を簡単に行なえるデバイスを実現することで, 農業のスマート化や, 高付加価値商品の実現に貢献することを目標にしています。

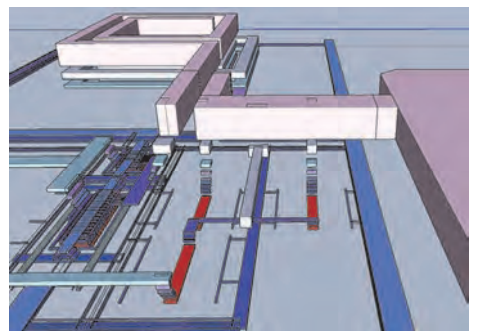


液体の接触角。

これまで困難であった, 液体の機械的性質の電氣的な計測に取り組んでいる。

## ■ アナログ回路自動設計技術の実現

上に挙げた液体計測システムに使うようなICは, 使い捨てができるような安価なものでなければ普及は困難です。しかし, 少量・多品種のセンサーICを作る際, 設計のコストが重要になってきます。アナログ回路はシステム中に必要不可欠であるにも関わらず, 設計の難易度が高いという問題があります。これは配線の引き方が変わるだけで性能が変わってしまうためです。しかも, 設計データ (レイアウト) は公開することが不可能なため, 他人の作った設計を利用することも困難です。このため, 教科書に載っているようなよく知られた回路であっても誰かが設計しなければなりません。この設計コストは新たなイノベーションの障害になっています。この状況を打破するべく, 自動設計の手法を検討しています。「そこそこの性能で動きさえすればいい」という回路が自動生成できれば, 設計者はアナログ回路に煩わされることなく自分のアイデアの実現に集中することができるようになります。また少量・多品種・安価なセンサーICにより, スマート農業等の促進に貢献します。



アナログ回路の内部構造概略図。  
様々な構造が混在し, 設計難易度が高い

# 無線でつながる生体センシングシステムの研究開発

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 電子システム工学科 講師 井上 敏之

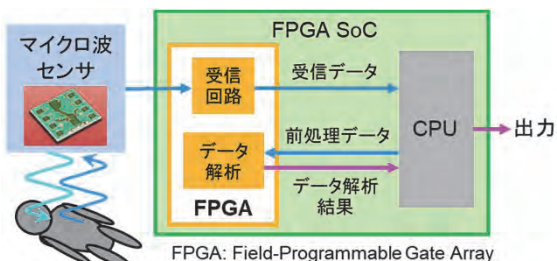
研究分野：集積回路、無線通信、生体計測

研究室HP：<http://www.e.usp.ac.jp/~ectw/>

これからの少子高齢社会をより安全・安心なものにするために、保育・介護現場を支えるシステムの重要性が増しています。また、日常のヘルスケアが疾病の早期発見のためにより重要となってきます。本研究では、無線技術を駆使して生体計測・生体データの送受信・フィードバックを行うシステムの実現を目指し、ハードウェアとソフトウェアの両面から研究開発を行っています。

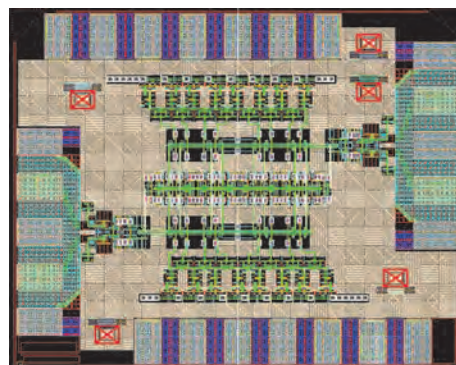
## ■非接触生体センシングシステム

少子高齢社会が加速する一方で、保育・介護現場の人手不足は深刻な問題となっており、健康管理に不可欠なバイタルサインをより簡便に取得する手法が必要とされています。そこで、車載レーダ等によく知られているマイクロ波・ミリ波帯レーダを応用し、非接触で心拍や呼吸をモニタリングが可能なシステムの開発を行っています。計測機器の装着が不要となるため対象者への負担がなく、カメラを用いた場合に問題となるプライバシー保護の観点からも心理的な負担が少なく、安心して使用することができます。取得したデータをもとに日々の健康管理を行い、さらに深層学習を取り入れることにより疾病の兆候を早期発見できるようなシステムの開発を目指します。



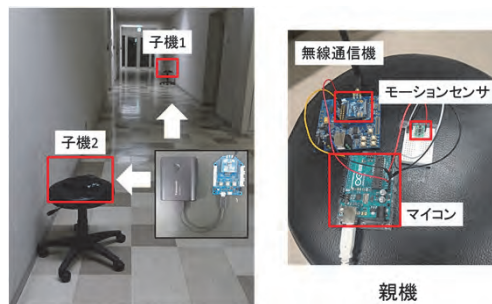
## ■アンテナ制御用高周波IC

従来の生体センシング向けマイクロ波・ミリ波帯レーダは、検知範囲がごく限られており固定されているので、複数人のモニタリングへの適用が困難でした。そこで、無線通信等に適用されているビームフォーミング技術を取り入れることにより、対象者の位置を限定することなく、フレキシブルなモニタリングが可能となります。本研究では、アンテナ制御のための集積回路（IC）に着目し、構成要素である発振器、周波数ミキサ、増幅器、移相器等の回路ブロックを生体センシング用途にチューニングすることにより、高感度なセンシングを可能とすることを目指します。



## ■センサネットワークシステムの活用

病院や保育・介護施設において、対象者の生体センシング情報を見守り者がリアルタイムに把握することが重要となります。対象者に万が一のことがあった場合に、その対象者の状態と位置を複数の見守り者が把握し、一番近くにいる見守り者がすぐに駆けつけることができる、といったことを可能とするためには、施設内全体のネットワークのデザインが不可欠となります。本研究では、無線モジュールを施設内に複数個配置し、無線モジュールを持った対象者・見守り者と相互に通信させることにより、状態と位置をリアルタイムに把握可能なシステムの構築を目指しています。





# リチウムイオン電池や燃料電池の解析

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 電子システム工学科 教授 乾 義尚

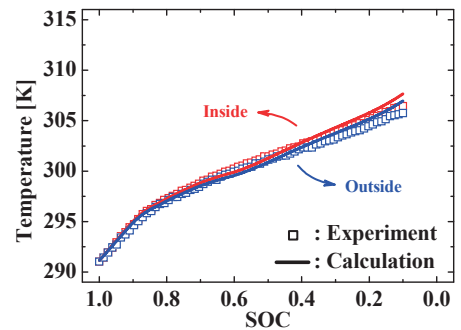
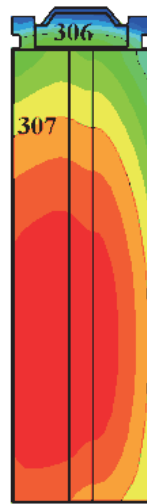
研究分野 : 電気エネルギー工学、電力工学

研究室HP : <http://www.e.usp.ac.jp/~eprw/>

概要：電気自動車やハイブリッド自動車、小型分散電源、コジェネレーション等への応用に資することを目的として、リチウムイオン電池や固体酸化物形燃料電池の動作特性シミュレーション技術の確立を目指した研究を行っています。

## ■リチウムイオン電池充放電時の温度と電圧の過渡応答シミュレーション

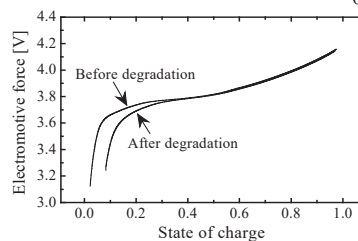
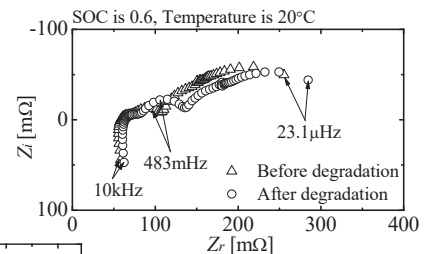
電気自動車やハイブリッド自動車の駆動用電源として用いられているリチウムイオン電池バッテリーパックの制御系の設計に必要な、リチウムイオン電池の充放電時の温度（発熱量）と電圧の過渡応答シミュレータの開発を行っています。計算には電池の交流インピーダンス特性の測定値を用いるシステム的手法を用いていますが、その汎用性を向上させるために、交流インピーダンス特性の測定手法の改良や素過程分離手法の確立を目指した研究にも取り組んでいます。



温度上昇のシミュレーション結果

## ■リチウムイオン電池の非破壊の劣化評価・寿命推定手法の開発

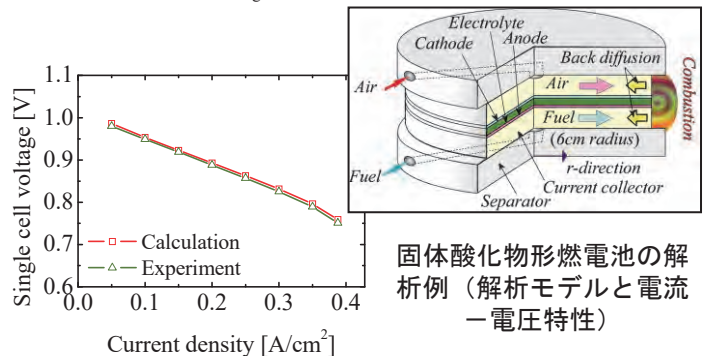
リチウムイオン電池は、その繰り返し使用に伴う特性劣化が避けられません。この劣化には最大出力の低下と電流容量の減少の2種類があり、それぞれ内部インピーダンスの増大と起電力の低下に起因しています。このことを考慮して、リチウムイオン電池の、交流インピーダンス特性と起電力を評価指標として用いる、非破壊の劣化評価・寿命推定手法の提案・開発を行っています。



劣化前後の交流インピーダンスと起電力の測定結果

## ■固体酸化物形燃料電池の数値シミュレーション

現在実用化が進んでいる固体高分子形燃料電池よりも発電効率が高い次世代型燃料電池である、固体酸化物形燃料電池の動作特性の数値シミュレーションコードの開発を行っています。開発したシミュレーションコードによる、セル電圧や電流分布、流路内ガス流れの分布、セル内温度分布等の計算結果は実験結果とよく一致しており、その研究開発用の強力なツールとしての使用が期待できます。



固体酸化物形燃電池の解析例（解析モデルと電流－電圧特性）



# 磁気信号による微小欠陥・異物検出技術

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 電子システム工学科 教授 作田 健

研究分野：センシング工学、磁気計測

超高感度磁気センサー：超伝導量子干渉素子” SQUID” を使い、微小磁気信号を利用した検査技術に関する研究を行っています。磁気信号は、空間に広がるので、非破壊、非接触による検出が可能です。また、内部に埋もれている傷や異物からの検出も可能です。これらの特徴を生かして、非破壊検査、微小異物検出、生体磁気計測などへの応用を試みています。

### ■微小異物検出

・鉄やステンレスなどは磁気を発しています。この磁気を検出することで、製品中に混入した微小な磁性異物の検出ができます。いかに小さな異物まで検出できるかは、感度によっているので、ここでも高感度のSQUIDが生きてきます。また、生体活動にもなる磁気信号を検出する装置に応用できます。

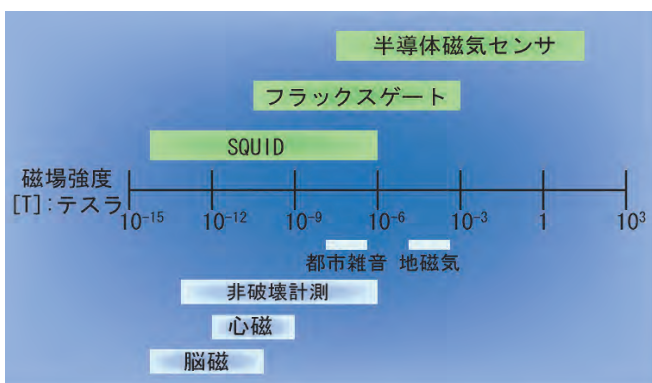


図1 磁気強度と対応する各種センサ

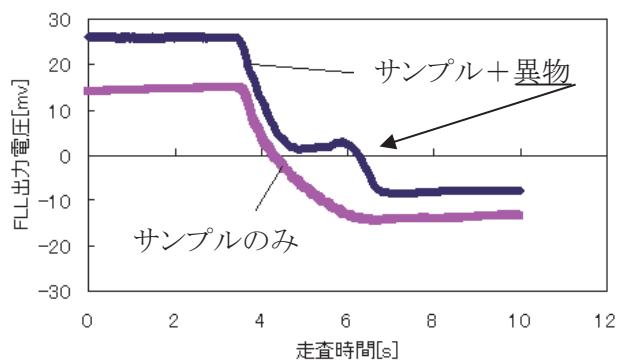


図2 粉末サンプル中の微小異物検出

### ■磁気計測時の動的信号処理・雑音処理

・ステンレスなどは磁気を発しています。この微小信号検出はいかに雑音と区別するかがカギとなります。そこで、これらの環境雑音の動的抑制、信号抽出アルゴリズムなどの磁気信号計測時のリアルタイム信号処理について検討しています。

### ■磁気空間分布制御

・微小異物計測は、異物を磁化させることから始まります。この磁化のための励起磁場を空間的、時間的に制御することで、可動部を持つことなく異物の位置を特定できると考えます。この磁界の空間分布制御についての研究も行っています。高速の異物検出が可能になります。

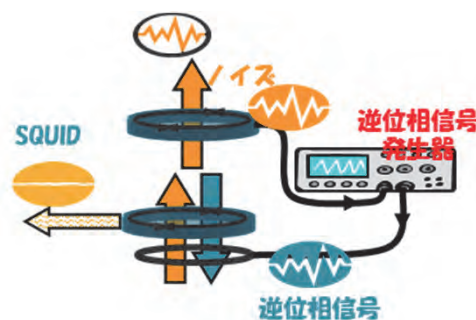


図3 アクティブ・ノイズコントロールシステム

# 『熱音響』『モーター故障解析』『超音波エレクトロニクス』『エネルギー・環境』に関する研究・開発

工  
学  
部



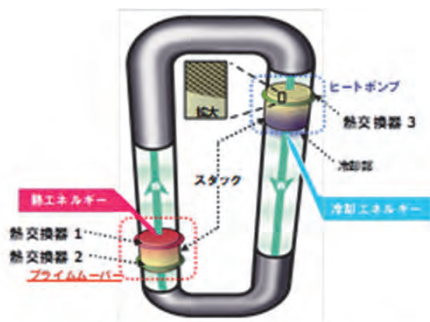
工学部 電子システム工学科 准教授 坂本 真一  
 研究分野：熱音響，超音波，故障解析，超音波センサー  
 研究室HP：shin1sakamoto.com

## ■エネルギー・環境

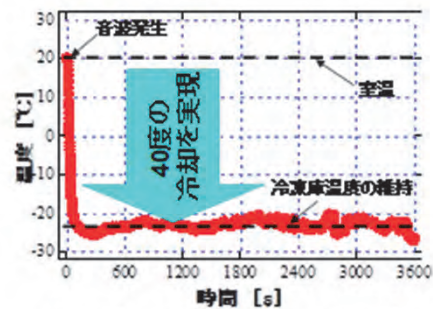
地球温暖化をはじめとする地球環境破壊やエネルギー資源の枯渇などの問題について関心が高まっている。これらの課題を解決するため、エネルギー効率の向上、未利用エネルギーを入力エネルギーとする新エネルギーシステムの開発、エネルギーの複合利用によるエネルギーの有効活用について研究を進めている。

## ■熱音響

熱音響技術を応用した熱音響システムは、入力エネルギー源を選ばないことが最大の長所である。つまり、太陽熱エネルギーなどの自然エネルギー、自動車や工場などの廃熱を入力エネルギー源として利用することができる。その他にも、地球環境の破壊につながる有毒な充填ガスを用いる必要がないこと、可動部が無く構造が簡単のため信頼性が高いことなどが長所として挙げられる。一方、現状において、システムの形状の自由度が低いことやエネルギー変換効率が低いことなどが課題として残る。これらを解決し、システムの実用化を目指して研究を進めている。



熱音響冷却システムの概略図



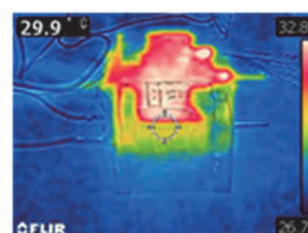
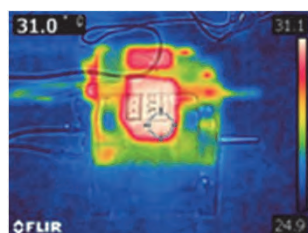
熱音響冷却システムの冷却特性

## ■超音波エレクトロニクス

超音波とは聞くことを目的としない音波である。超音波を利用することで、光学的なセンサが利用できない状況においても、詳細なセンシングが可能となる。医療の分野では超音波診断装置などで広く利用されているが、超音波センシングはその他の幅広い分野での応用が見込まれる。センシング技術の向上、新たなセンシングの方法やその適応例の開発を目指して研究を進めている。

## ■モーターの故障解析

エネルギー変換機の代表である電気モーターは種類や環境を問わず、いたるところで用いられ、日常生活に欠かすことのできないデバイスとなっている。このモーターが一度故障などで、利用できなくなると日常生活に大きな支障をきたす。これまでの時系列予知では検証が難しかった故障予知に向けて、エネルギー保存則を考慮した新しい方法を考案した。音、熱のエネルギーを新たに入力し、そのエネルギーの移動を故障予知に導入する方法である。また、この故障予知に機械学習を取り入れることにより、予知精度の向上を目指し、安全で快適なモーター利用の推進を目指している。下図は直流モーターの熱解析結果である。左図が正常、右図が故障サンプルの解析結果である。



# 電磁力を利用した大電力遮断技術の研究

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 電子システム工学科 講師 平山 智士

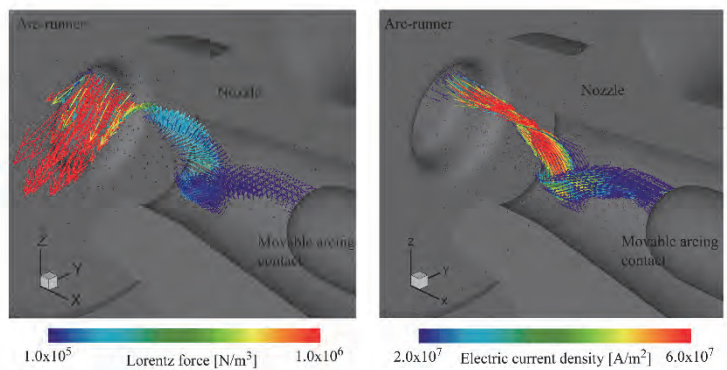
研究分野 : 電磁流体力学、プラズマ工学

研究室HP : <http://www.e.usp.ac.jp/~eprw/>

概要：大電力系統用遮断器では、放電により生じる高温のプラズマを冷却することで電極間を電氣的絶縁状態に回復させ、電流を遮断する。電磁力によりプラズマの挙動を制御し、冷却を促進させることで遮断器の高性能・小型化を目指し研究を進めている。

## ■磁界印加型交流遮断器の数値シミュレーション

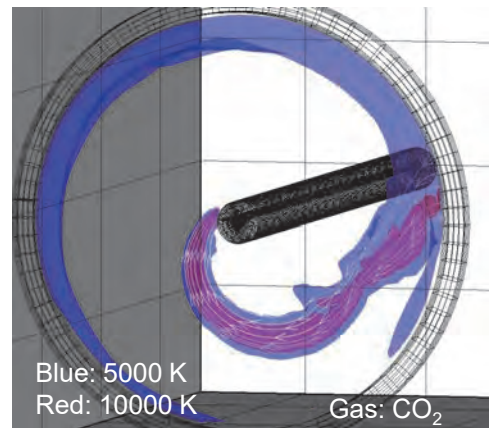
電力系統内で事故が発生した際には迅速に電流を遮断する必要があり、遮断器がその責務を担っている。遮断器における電流遮断の成否は電極間に生じるアークプラズマの特性に強く依存する。電磁力によりアークプラズマを回転させることで、プラズマの温度低下を促進できると期待される。電磁気学および流体力学にもとづく高度な数値シミュレーションにより遮断器内部の現象を再現することで、印加磁界が電流遮断能力に与える効果について検討している。



大電力遮断器のシミュレーション例：電磁力(左)と電流密度(右)の三次元分布

## ■電磁力を利用した低環境負荷遮断器の研究

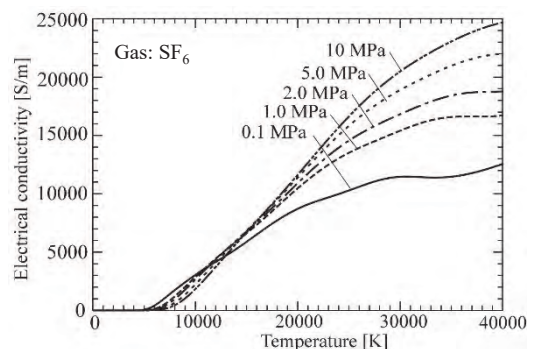
電流遮断ガスとしての優れた特性から、SF<sub>6</sub>ガスが遮断器では一般的に利用される。一方で、SF<sub>6</sub>ガスは非常に強い温室効果を持つため、環境負荷の低いガスの使用が検討されているが、現時点ではSF<sub>6</sub>に匹敵する電流遮断ガスは見つかっていない。本研究では、電磁力により遮断能力を補うことで、低環境負荷ガスを利用した遮断器の実現を目指している。現在は、SF<sub>6</sub>代替ガスの最有力候補として考えられているCO<sub>2</sub>ガス環境下での基礎的な検討を行っている。



CO<sub>2</sub>ロータリーアークのシミュレーション例：等温面と電流流線

## ■高温プラズマの熱力学的諸量・輸送係数計算

遮断器内のアークプラズマや周囲ガスの温度・圧力は非常に広い範囲（温度：300~40000 K、圧力：0.1~5.0 MPa）で変動し、それに伴い質量密度、内部エネルギーといった熱力学的諸量や電気伝導率、熱伝導率といった輸送係数も大きく変化する。本研究では、プラズマ中の組成変化（解離、電離、再結合）やエネルギーモード（並進、振動、回転、電子励起）、各粒子間の衝突断面積を考慮し、熱統計力学にもとづき熱力学的諸量・輸送係数を計算する。SF<sub>6</sub>やCO<sub>2</sub>といった電流遮断ガスだけでなく、空気（N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>）やアルゴンといったガスへも本研究は応用可能である。



SF<sub>6</sub>プラズマの電気伝導率の理論計算結果



# 機能性単位粒子の集合体・ネットワーク構造による高機能発現に関する研究

関連するSDGsの国際目標

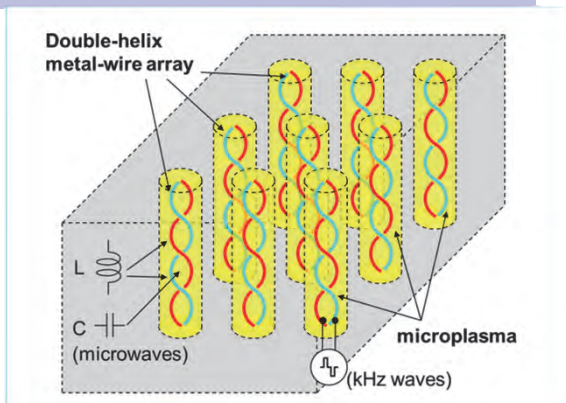


工学部 電子システム工学科 教授 酒井 道  
研究分野 : メタマテリアル科学、プラズマ理工学

ミリメートルからマイクロメートルサイズの単位構造により構成された構造体が示す低周波・電磁波・光に対する応答性は、その単位構造の設計次第で大きく制御可能です。そのような高機能構造体を設計・作製し、マイクロ波・赤外デバイスへの応用などについての研究を進めています。

## ■ミリメートルサイズ構造による動的メタマテリアルの生成

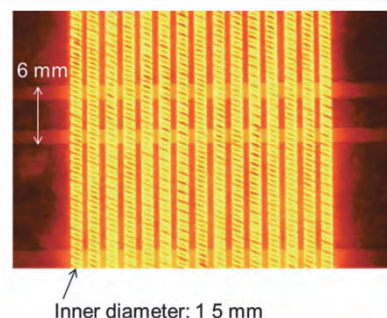
・「メタマテリアル」とは、2000年前後に提案された考え方で、電磁波の波長より十分小さな単位構造を巧みに設計すると、その全体構造の屈折率を負にしたり、いわゆる“透明マント”の効果を実現できたりする、というものです。我々は、そのような構造に、微小なプラズマを埋め込むことで、ダイナミックに変化する負の屈折率状態を世界で始めて観測しました(図1)。マイクロ波に対してこのような効果を示す構造をデバイス化して、将来の無線通信技術を支える新規ハードウェアとして発展させることを目指しています。



## ■ミクロンサイズ微粒子の表面修飾法に関するプロセス開発

・ミリメートルよりさらに小さなマイクロメートルサイズの微粒子は、電子産業のみならず、食品・化粧品等も含め、実に様々な産業において活躍しています。その表面にいかにか高機能性を持たせるか、どのようにしてそのプロセスを実現するかがポイントであり、我々は主には大気圧プラズマを用いる手法を提案し、実際に開発を進めています。例えば、最近、マイクロメートルサイズの微粒子の表面に炭素被膜を成膜したり、金属ナノ粒子集団の自己組織化構造の形成に成功(図2)したりしています。

図1. 動的な負の屈折率体の概念図(上)と実験で生成された実構造(下)。



## ■ミクロンサイズ微粒子集団の診断と応用検討

・ミクロンサイズの微粒子に表面設計などで高機能性を付与するのに成功すると、その微粒子1個1個が単独のデバイスとなったり、その集合体が非常に特異な出力を示したりするようになります。我々は、そのような微粒子に外力による可動性を持たせたり、あるいは集団としての振る舞いを電気・光応答で診断したりしています。将来的には、「メタマテリアル」のテーマと融合させ、赤外光に対する動的な特異媒質の創成へつなげたり、あるいは新規のエネルギーデバイスへ展開させたりすることを検討しています。

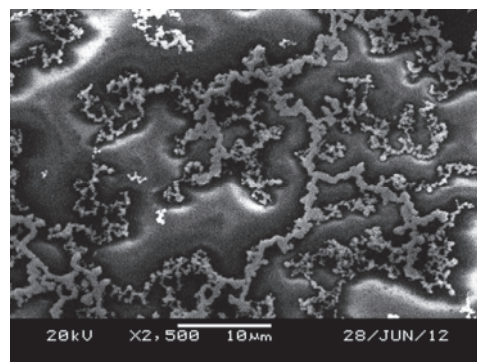


図2. 大気圧プラズマプロセスにより形成された銀ナノ粒子のフラクタル状ネットワーク構造。半透明かつ導電性を示し、特異な光学応答性も示す。平面上ならびに微粒子上での形成に成功した。

<特許・共同研究等の状況>

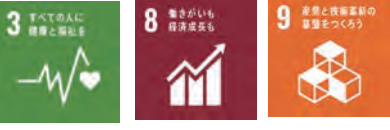
・随時、特許の出願などを行っています。また、上記テーマに直接関係は無くても、応用可能な技術(例: 大気圧プラズマによる表面改質 等)の産業応用について、技術展開を前向きに支援させていただきます。





# ICT技術を活用した人間行動の解析とその応用

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 電子システム工学科 准教授 宮城 茂幸

研究分野：デジタル信号処理、画像処理、時系列解析

ICT技術の発展により、これまで考えられなかったような装置が出現しています。その例として、被写体までの距離を測定できるカメラや各種センサを搭載したセンサモジュール等が挙げられます。本研究ではこのような機器を利用し、人間の行動を解析し認識する手法を開発しています。またそれらの技術を実際の現場に適用し、実用化のための課題を解決することを目指しています。

## ■ 音声信号と深度画像処理の応用

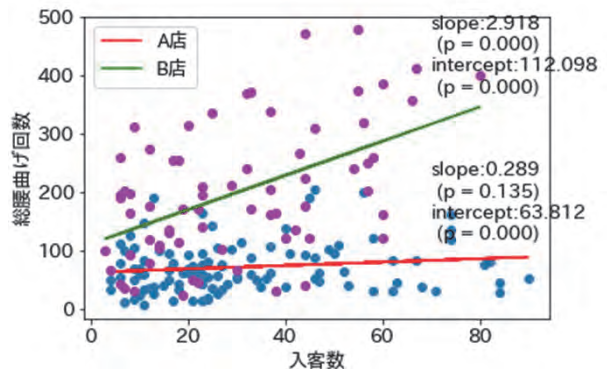
従来のRGB画像とは異なり、深度画像ではカメラから対象物までの距離を測定し可視化することができます。この性質を利用すると物体の形状をデータとして取得することができ、RGBカメラの情報と組み合わせることにより、様々な分野へ応用が考えられます。また音声信号処理は古くから研究されており、多様な解析手法がすでに確立しています。

これら2つの処理を組み合わせた一つの応用例として、嚥下機能評価システムの構築に取り組んでいます。草津総合病院の森谷季吉医師の協力のもとで収集されたデータを利用し解析を行っています。

音声信号の解析は、振動、異常音の発見抽出、そして診断といった分野への応用が可能です。また画像信号処理は物体の識別・認識・追跡等の応用があります。



計測データの一部



同一の業務にも関わらず、店舗により腰掛け（負担）の違いが発生していることを客観的に把握できます。

## ■ センサー信号による行動識別

さまざまなセンサが小型化され日常で利用されている機器に搭載されています。例えばスマートフォンには少なくとも5種類以上のセンサが搭載されています。各種センサの信号を解析することにより、人間の行動を推定することができます。歩行やジョギングあるいは車両への搭乗といった行動の推定はすでに実用化されています。これら以外にもより複雑な行動を把握できる可能性があり、様々な分野での人間の行動を識別することに取り組んでいます。

## <特許・共同研究等の状況>

- 株式会社吉野家: 外食産業のオペレーション改善に向けたセンサによる行動データ収集とその分析（平成28年度～令和元年度）
- 株式会社 Air Business Club: 物流システムにおける需要予測、配送ルート設定、パレット等画像分析に係る手法の検討（令和元年度～）



# 画像計測システムによる観測技術の確立

## 関連するSDGsの国際目標



工学部 電子システム工学科 講師 榎本 洸一郎  
研究分野 : システム情報科学、画像工学、計測支援

農林水産業・自然・生物  
など様々な分野に対して、  
画像計測システムの開発を  
通して、新たな知見の発掘  
に取り組んでいます。



## ホタテガイ漁業のための自動計測システムと海底可視化



### 海底動画

### 底質判別 (深層学習)

### ホタテガイ検出

元画像 線状成分 検出結果  
図 ホタテガイ検出例

背景を 粒状成分、ホタテガイを線状成分と仮定しホタテガイを検出する。

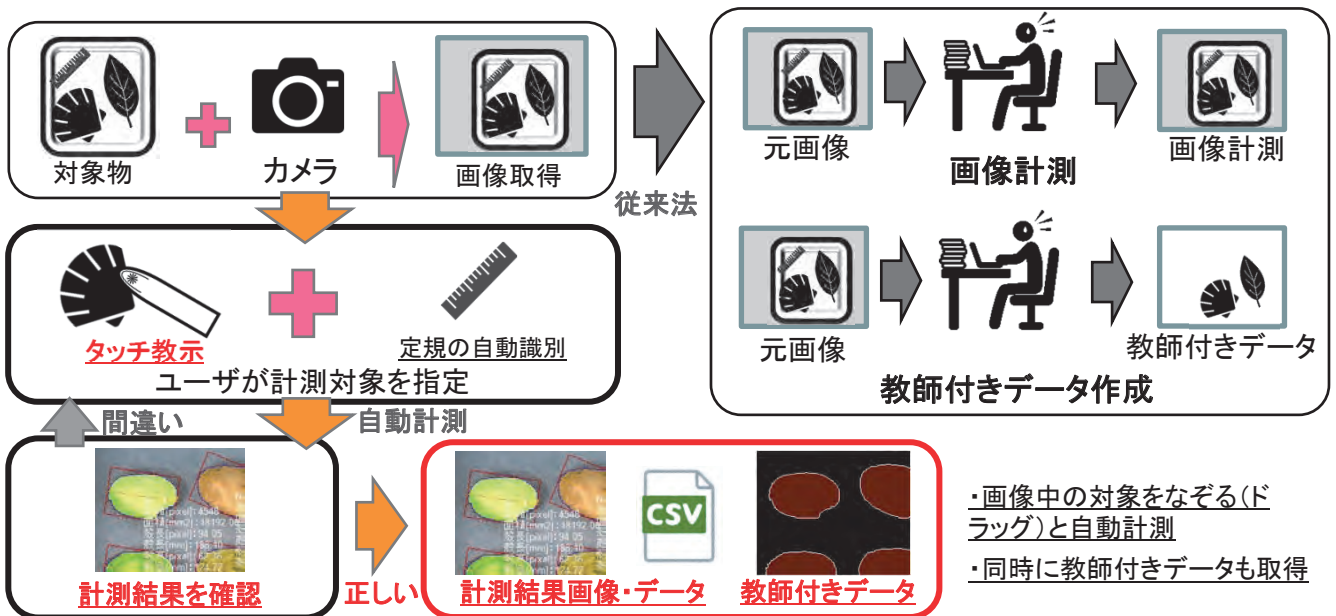
### 底質・資源量の可視化

解析結果と GPS ログを統合することで、ホタテガイ資源量マップおよび海底環境の可視化を実現する。

### <共同研究>

・北海道総合研究機構 網走水産試験場、工業試験場、熊本大学、恵比寿システム (株)

## 「TouchDeMeasure」：画像計測と教師付きデータの同時支援ツール



### <特許・共同研究等の状況>

- ・共同研究先：北海道総合研究機構、全国各地の水産研究機関、(株) C I E L
- ・製品化：(株) C I E L、新潟エスラボとの共同研究による角層細胞計測ソフトウェアの一機能

# MEMSセンサを用いた温度・熱流束測定

関連するSDGsの国際目標



工学部 ガラス工学研究センター(機械システム工学科兼務)

講師 出島 一仁

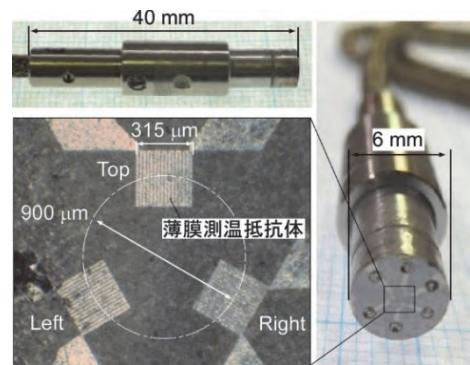
研究分野 : 熱工学、伝熱工学, MEMS

研究室HP : <http://www.mech.usp.ac.jp/~prw/index.html>

微細加工の一つであるMEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) 技術を利用し、高分解能な温度・熱流束測定技術の開発を行っている。特に、開発したセンサを用いてエンジンの燃焼室における燃焼ガスと壁面間の熱伝達メカニズムを調べ、エンジンの熱効率向上へ貢献することを目指した研究を行っている。

## ■ 金属基板MEMSセンサの開発

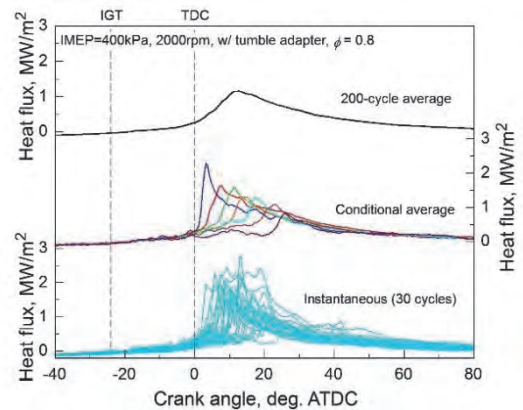
- ・アルミ合金上に一辺315ミクロン、膜厚約0.5ミクロンの薄膜測温抵抗体を3つ形成することで、エンジン壁面の高速な温度変化を乱流渦と同等の空間スケールで測定し、燃焼ガスと壁面間の熱伝達メカニズムを調べている。
- ・エンジン研究で一般的な熱電対式に対し、測温抵抗体式は感度制御による高S/N比測定が可能というメリットがある。さらに、電圧印加による発熱を利用した熱流束較正が可能であり、測定結果の信頼性を確保できる。



エンジン用MEMSセンサ\*

## ■ 熱流束のサイクル変動

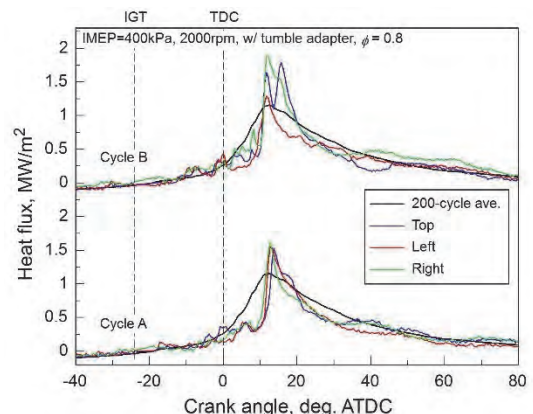
- ・測温抵抗体による高S/N比測定の結果、ノイズの大きいエンジンにおいても熱流束を1サイクル毎に評価することが可能となった。瞬時熱流束を捉えることで、熱伝達現象の実像を明らかにしつつある。
- ・従来は数百サイクルのアンサンブル平均熱流束の議論に終始していたが、瞬時熱流束はアンサンブル平均値より高く鋭いピークを有し、サイクル毎のばらつきが大きいことがわかった。さらに、ピーク位置に関する条件付きアンサンブル平均値を調べると、ピーク位置が上死点に近いほど熱流束が大きくなる傾向があることが明らかとなった。



エンジン壁面熱流束のサイクル変動\*

## ■ 瞬時熱流束の局所空間分布

- ・MEMS技術の利用により、隣接3点同時測定を実現した。その結果、隣接点でも位相やピーク値が異なる瞬時熱流束が得られ、ガス側にサブミリメートルオーダーの乱れが存在することが実験的に確認された。
- ・隣接3点で得られた瞬時熱流束の位相差から、熱流束変動を引き起こす流体塊の移動速度を推定する手法を開発した。これにより、センサを1本挿入するだけで、熱流束だけでなく流動情報を取得でき、熱伝達と流動を関連付けた調査がより簡便に行えるようになると期待される。



エンジン壁面熱流束の局所空間分布\*

\*出島一仁他, エンジン用隣接三点MEMS熱流束センサの開発, 日本機械学会論文集, Vol. 84, No. 867(2018).

# 物理現象を記述する偏微分方程式の数学解析

関連するSDGsの国際目標



地域ひと・モノ・未来情報研究センター

准教授 杉山 裕介

研究分野 : 偏微分方程式

熱、微生物、半導体中の電子の動き（拡散現象）、気体や弾性体内を伝わる密度波、道路を行き交う車両の粗密（波動現象）などは、偏微分方程式を使って記述することができる。コンピュータの発展に伴って、数値計算で近似解を計算することは容易になってきたが、近似やモデルの正当化はもちろん、近似の精度が落ちてしまうような無限個の情報や特異点を含むような計算には、数学が必要不可欠となる。微積分、幾何学、確率論などを用いて、このような偏微分方程式の研究を行っている。

## ■波動現象を記述する双曲型偏微分方程式の研究

気体や弾性体内を伝わる密度波や道路を行き交う車両の粗密などは、双曲型偏微分方程式（もしくは、波動方程式）と呼ばれる微分方程式で記述することができる。これらの現象を記述する方程式は、一般に、非線形である。つまり、波の重ね合わせの原理が成立しない。このような非線形の方程式においては、初期データが滑らかであっても、有限時間でその滑らかさが失われるような現象（特異性）が発生し得る。特異点付近では、不安定性が生じ、数値計算も適用が難しくなる場合が多い。我々の研究では、様々な双曲型偏微分方程式に対して、特異性が発生する条件やその種類、さらに発生する時刻の評価などを与えた。

共同研究者：

Yunguang Lu (中国 杭州師範大学)

参考文献

- [1] Y.-G. Lu, Y. Sugiyama, Existence and nonexistence theorems for global weak solutions to quasilinear wave equations for the elasticity, Applied Mathematics Letters, Vol. 84, (2018) 118-123.
- [2] Y. Sugiyama, Singularity formation for the 1D compressible Euler equations with variable damping coefficient, Nonlinear Analysis Series A: Theory, Methods & Applications, Vol. 170, (2018) 70-87.

## ■分数冪拡散項を持つ移流拡散方程式の解の漸近挙動

電場の影響を受けながら運動する半導体内の電子や化学物質の影響を受けながら拡散する粘菌の密度分布などは、移流拡散方程式で記述することができる。通常、拡散過程は、ブラウン運動に従うが、我々の研究では、拡散項を（通常ラプラシアンに対応した部分を）分数冪ラプラシアンに置き換えている。これによって、不連続な粒子の拡散過程を記述できるようにしている。半導体内の電子は、ドーパントをジャンプするように動くため、分数冪ラプラシアンに置き換えたモデルの方がより正確に物理現象を記述するとされている。我々の研究では、この方程式の可解性（解の存在や一意性）や解の漸近挙動（解が時間無限大の未来でどのような関数へと近づくか）という問題を研究した。

共同研究者：

山本征法（新潟大学）

加藤圭一（東京理科大学）

参考文献

- [1] M. Yamamoto, Y. Sugiyama, Asymptotic behavior of solutions to the drift-diffusion equation with critical dissipation, Annales Henri Poincaré, Vol. 17, (2016) 1331-1352.
- [2] Y. Sugiyama, M. Yamamoto and K. Kato, Local and global solvability and blow up for the drift-diffusion equation with fractional dissipation in the critical space, Journal of Differential Equations, Vol. 258, (2015) 2983-3010.



M E M O

【滋賀県立大学 研究者一覧】

研究者別 研究分野・キーワード一覧

学部学科等	職名	氏名	研究分野・キーワード
環境生態学科	教授	西田 隆義	生態学
	教授	小泉 尚嗣	地震地下水学 地震, 地下水, 地殻変動
	教授	伴 修平	水圏生態学、プランクトン生態学
	教授	丸尾 雅啓	水圏化学、分析化学
	教授	浦部 美佐子	陸水生物学, 生態, 底生動物, 寄生虫, 分類
	准教授	野間 直彦	植物生態学
	准教授	後藤 直成	陸水学, 環境科学, 生物地球化学, 物質循環
	准教授	吉山 浩平	理論生態学
	准教授	堂満 華子	古環境学, 微古生物学 (浮遊性有孔虫)
	准教授	細井 祥子	環境微生物学、分子微生物学
	講師	籠谷 泰行	森林生態学
	講師	肥田 嘉文	環境科学、影響評価科学
	講師	尾坂 兼一	森林水文学 生物地球化学
	講師	工藤 慎治	大気科学, 大気汚染物質, 環境動態, 発生源解析
環境政策・計画学科	教授	金谷 健	廃棄物管理論
	教授	井手 慎司	水環境管理
	教授	上河原 献二	環境法、環境政策、地球環境条約制度、自然保護制度、外来水生植物管理
	教授	高橋 卓也	環境経営, 森林政策・計画
	教授	香川 雄一	環境地理学、都市社会地理学、政治地理学
	准教授	瀧 健太郎	流域政策・計画、EcoDRR、グリーンインフラ、防災・減災
	准教授	林 幸司	環境経済学, 環境政策
	准教授	村上 一真	環境経済学, 開発経済学, 環境政策論, 地域経済・政策論
	准教授	和田 有朗	環境政策, 環境計画, 環境システム, 地域システム
	講師	平岡 俊一	持続可能な地域づくり、市民参加・協働、NPO、環境社会学
	講師	平山 奈央子	湖沼流域ガバナンス、水資源管理、住民参加
	講師	白木 裕斗	エネルギーシステム学, 環境システム学
環境建築デザイン学科	教授	陶器 浩一	建築設計、構造計画
	教授	村上 修一	ランドスケープデザイン、景観計画
	教授	高田 豊文	建築構造学 応用力学 木質構造 地震防災
	教授	白井 宏昌	建築史、建築設計理論
	教授	芦澤 竜一	環境建築学
	准教授	金子 尚志	都市・建築環境設計、パッシブデザイン、クリマデザイン (室内気候のデザイン)
	准教授	ヒメネス ベルデホ ホアン ラモン	建築史・意匠 都市計画・建築計画
	准教授	轟 慎一	都市計画、地域計画、都市政策、地域環境デザイン、景観論、集落論、生活空間論
	准教授	山崎 泰寛	近代建築史、建築メディア論、展覧会
	准教授	川井 操	都市史、建築計画
	講師	迫田 正美	建築歴史・意匠、建築空間論
	講師	高屋 麻里子	日本建築史、都市史
	講師	鄭 新源	建築環境工学、建築環境設備、環境性能評価、環境心理
	講師	永井 拓生	建築構造、構造力学、数値解析、自然素材、建築保存・再生
生物資源管理学科	教授	大久保 卓也	環境工学、水質工学、生態工学、水文学
	教授	須戸 幹	環境化学
	教授	杉浦 省三	魚類栄養学、養魚飼料学、水産増養殖
	教授	泉 泰弘	作物学、栽培学
	教授	原田 英美子	植物科学、重金属、水生植物、伊吹山
	教授	入江 俊一	応用微生物、分子生物、バイオマス変換、リグニン、木質バイオマス
	准教授	岩間 憲治	土壌物理学、灌漑排水学、GIS (地理情報システム)
	准教授	上町 達也	園芸学
	准教授	高倉 耕一	個体群生態学、行動生態学
	准教授	清水 顕史	植物遺伝育種学
	准教授	増田 清敬	LCA、環境経済学、農業経済学
	准教授	皆川 明子	生態工学、農業土木
	講師	飯村 康夫	土壌学
	講師	畑 直樹	蔬菜園芸学、植物工場
	講師	泉津 弘佑	植物病理学
	講師	中川 敏法	反芻家畜、飼料開発、未利用資源、家畜飼養学、飼料開発学、動物栄養学
	講師	住田 卓也	植物病理学
講師	加藤 恵里	獣害対策、農村ホスピタリティ、農山村、コミュニティ、自然、地域資源、地域振興、野生動物管理	

学部学科等	職名	氏名	研究分野・キーワード
材料科学科	教授	バラチャンドラン ジャヤデワン	金属材料、材料科学、ナノ材料化学
	教授	松岡 純	ガラス科学、熱物性、力学特性、無機材料
	教授	奥 健夫	エネルギー環境材料、光、量子情報、エネルギー、太陽電池
	准教授	宮村 弘	金属材料学、金属間化合物、表面処理
	准教授	秋山 毅	エネルギー環境材料
	講師	鈴木 厚志	エネルギー環境材料 太陽電池 量子コンピューター
	講師	鈴木 一正	有機-無機複合材料、蛍光材料、溶液プロセス
	教授	徳満 勝久	有機複合材料、高分子物性
	教授	金岡 鐘局	高分子精密合成、高分子機能
	教授	北村 千寿	有機環境材料、有機化学
	准教授	竹下 宏樹	高分子構造、高分子物性
	准教授	谷本 智史	高分子機能設計、ブロックポリマー、相分離、ミセル、ペプチド、吸着、表面、界面、微粒子、バイオミネラリゼーション、キチン・キトサン、貴金属イオン
	准教授	加藤 真一郎	構造有機化学、超分子化学、物理有機化学
	講師	竹原 宗範	生体機能材料、応用微生物学、遺伝子工学、生物学、有機環境材料
	講師	伊田 翔平	高分子合成、精密合成、リビング重合、高分子ゲル
工学部 機械システム 工学科	教授	安田 寿彦	福祉ロボット、メカトロニクス、非線形システム
	教授	山根 浩二	内燃機関、バイオディーゼル、燃焼、ディーゼル噴霧、油化学
	教授	南川 久人	流体工学、混相流工学、気泡工学、ファインバブル
	教授	奥村 進	ライフサイクル工学、品質設計、メンテナンス工学
	教授	門脇 光輝	偏微分方程式論、特に数学的散乱理論
	教授	呉 志強	振動工学、計算工学、振動、共振、形状最適化、最適設計、FEM解析
	教授	田邊 裕貴	材料強度学、破壊力学、表面改質、非破壊検査
	准教授	山野 光裕	ロボット工学、メカトロニクス、機械制御
	准教授	橋本 宣慶	生産加工学、人間工学、人工現実感
	准教授	河崎 澄	エネルギーと動力、燃焼工学、内燃機関
	准教授	安田 孝宏	流体工学
	准教授	大浦 靖典	機械ダイナミクス、振動工学
	准教授	和泉 遊以	材料強度学、破壊力学、表面改質、非破壊検査
	講師	西岡 靖貴	アクチュエーター、ソフトメカニクス、空気圧制御システム
	講師	田中 昂	機械力学、振動工学、構造ヘルスマニタリング
電子システム 工学科	教授	柳澤 淳一	デバイス工学、半導体プロセス工学、イオンビーム工学
	教授	岸根 桂路	集積システム、アナログ・デジタル融合集積回路
	准教授	一宮 正義	デバイス工学、光物性、超高速分光
	准教授	土谷 亮	集積回路、アナログRF回路、低消費電力技術
	講師	井上 敏之	集積回路、無線通信、光ファイバ無線
	教授	乾 義尚	パワーエレクトロニクス、電力工学、エネルギー変換、燃料電池
	教授	作田 健	センシング工学、磁気計測、磁気センシング応用
	准教授	坂本 真一	熱音響工学、超音波エレクトロニクス
	講師	平山 智士	電磁流体力学、プラズマ工学
	教授	酒井 道	メタマテリアル科学、プラズマ理工学
	教授	砂山 渡	データマイニング、知能情報工学、教育工学
	准教授	宮城 茂幸	デジタル信号処理、画像処理、時系列解析
ガラス工学 研究センター	講師	山田 明寛	無機材料
	講師	出島 一仁	熱工学、伝熱工学、MEMS



学部学科等	職名	氏名	研究分野・キーワード
地域文化学科	教授	中井 均	日本考古学
	教授	市川 秀之	日本民俗学
	教授	亀井 若菜	日本美術史
	教授	京楽 真帆子	平安京、都市社会史、女性史
	教授	東 幸代	日本近世史
	教授	塚本 礼仁	人文地理学
	教授	石川 慎治	保存修景、建築史
	准教授	萩原 和	景観まちづくり、都市農村における地域計画
	准教授	横田 祥子	社会人類学、宗教人類学、地域研究
	准教授	櫻井 悟史	歴史社会学、文化社会学、犯罪社会学、日本近現代史
	准教授	金 宇大	世界遺産学、アジア考古学
	講師	木村 可奈子	東アジア国際関係史
	講師	高木 純一	日本中世史、村落史
	生活デザイン学科	教授	宮本 雅子
教授		印南 比呂志	地域デザイン、道具デザイン、伝統産業、ブランディング、地場産業論、伝統工芸、職人研究
教授		森下 あおい	服飾デザイン、家政・生活学一般
教授		藤木 庸介	建築計画、伝統的居住文化の維持・保全、都市計画、家政・生活学一般、自律的観光
准教授		横田 尚美	服飾文化史、西洋服装史、日本洋装史
准教授		山田 歩	行動経済学、ナッジ、消費者心理学、マーケティング
講師		佐々木 一泰	空間デザイン、建築デザイン、構法研究、建築史・意匠、家政・生活学一般
講師		南 政宏	プロダクトデザイン、ブランディングデザイン、デザインディレクション、家政・生活学一般
講師	徐 慧	視覚伝達デザイン、グラフィックデザイン、イラストレーション	
生活栄養学科	教授	矢野 仁康	病態栄養学、分子細胞生物学
	教授	中井 直也	運動栄養学
	教授	辰巳 佐和子	臨床栄養学、腎臓内科学、骨代謝学
	教授	福渡 努	栄養神経科学、栄養生理学、食品機能学 食品、栄養、代謝
	准教授	奥村 万寿美	臨床栄養学、栄養食事指導、食育、栄養教育、給食経営管理
	准教授	廣瀬 潤子	食品免疫学、栄養教育論、小児栄養
	准教授	佐野 光枝	食品学、栄養生化学、分子栄養学、発生生物学、食生活学
	准教授	遠藤 弘史	病態栄養学、分子細胞生物学
	准教授	今井 絵理	公衆栄養学、栄養疫学、応用栄養学、食生活学
	准教授	東田 一彦	運動生理・生化学、スポーツ栄養学
	講師	桑原 頌治	栄養学、臨床栄養学、腎臓内科学
	講師	畑山 翔	基礎栄養学
講師	田中 大也	病態栄養学、分子細胞生物学	
人間関係学科	教授	高梨 克也	コミュニケーション科学、身体動作学
	教授	松嶋 秀明	臨床心理学
	教授	上野 有理	発達心理学、比較認知科学、霊長類学
	教授	丸山 真央	地域社会学、都市社会学
	准教授	大野 光明	歴史社会学、社会運動論、社会運動史、沖縄、軍事化、「戦後」史
	准教授	木村 裕	教育方法学
	准教授	杉浦 由香里	教育学
	准教授	原 未来	若者支援、ひきこもり、青年期教育
	講師	中村 好孝	社会学（社会学史、障害者福祉）
	講師	後藤 崇志	社会心理学・教育心理学・認知心理学
国際コミュニケーション学科	教授	棚瀬 慈郎	文化人類学、チベット学、チベット地域研究
	教授	呉 凌非	言語処理・言語学
	教授	ジョン リビー	英語
	教授	ボルジギン プレンサイン	社会史、現代中国研究、モンゴル研究
	教授	小熊 猛	認知言語学、英語学、英語教育
	准教授	山本 薫	英文学・英国小説
	准教授	吉村 淳一	ドイツ語学
	准教授	河 かおる	朝鮮近代史
	准教授	マーティン ネークス	留学英語対策講座
	准教授	橋本 周子	思想史、文化史、フランス史
	講師	谷口 真紀	新渡戸稲造研究、ジーン・シャープ研究 クエーカー信仰・国際平和・非暴力
	講師	中谷 博美	認知言語学、語用論、英語教育

人間文化学部

学部学科等	職名	氏名	研究分野・キーワード
人間看護学部	人間看護学科	教授 伊丹 君和	基礎看護技術、教育学
		教授 本田 可奈子	救急看護、看護教育、看護管理
		教授 安原 治	神経生理学・神経科学一般 神経内科学 神経解剖学・神経病理学 解剖学一般（含組織学・発生学）
		准教授 米田 照美	基礎看護学、看護管理学、医療安全教育、危険認知、視線計測、看護師（看護学生・看護師）
		講師 関 恵子	基礎看護学
		講師 千田 美紀子	基礎看護学
		教授 岩谷 久美子	生涯発達看護学、母性看護学、助産学、助産管理、安全管理
		教授 古株 ひろみ	臨床看護学、小児看護、家族看護
		教授 越山 雅文	産婦人科学、母性看護・助産、女性の健康・周産期ケア、浮腫診断・治療、子宮頸がんの診断・予防
		准教授 板谷 裕美	母性看護学、助産学、母乳育児、助産ケア
		准教授 川端 智子	小児看護、子どもと喫煙、未成年の喫煙防止教育、NICU
		准教授 古川 洋子	地域看護学、母性看護学、助産学、いのちの教育、産み育て支援、社会的養護
		講師 玉川 あゆみ	地域看護学、小児看護学、発達障害児の外來受診、家族支援
		講師 藤平 麻理子	生涯発達看護学、母性看護学、助産学、シミュレーション教育、医療安全教育
		講師 渡邊 友美子	母性看護学、助産学
		助手 濱野 裕華	母性看護学、助産学
		教授 糸島 陽子	エンドオブライフケア、成人看護学、生命倫理
		教授 横井 和美	臨床看護学、基礎看護学、慢性期の看護、看護管理
		准教授 荒川 千登世	臨床看護学、成人看護学、急性期ケア、回復期ケア、看護教育
		准教授 岡本 紀子	老年看護学、感染予防
		講師 生田 宴里	臨床看護学、クリティカルケア看護、成人看護学
		講師 岡崎 瑞生	看護学、老年看護学、生活の質
		講師 小野 あゆみ	成人看護学、慢性期ケア、肝疾患患者の看護
		講師 片山 将宏	成人看護学、慢性疾患看護、脳血管障害、外來看護
		講師 喜多下 真里	成人看護学、がん看護、緩和ケア
		講師 中川 美和	成人看護学、慢性期ケア、糖尿病患者の看護
		講師 松井 宏樹	老年看護学
		教授 甘佐 京子	生涯発達看護学、精神看護学、家族看護学、学校精神保健、家族支援、早期介入
		教授 河野 益美	地域看護学、在宅看護学、在宅緩和ケア、家族支援
		准教授 小林 孝子	公衆衛生看護学
		准教授 馬場 文	公衆衛生看護学、児童虐待防止対策
		准教授 牧野 耕次	生涯発達看護学、精神看護学、かかわり、巻き込まれ、involvement
		准教授 森本 安紀	在宅看護学、民俗学
		講師 川口 恭子	公衆衛生看護学、保健師活動、ひきこもり、家族支援
講師 下通 友美	精神看護学		
助手 門田 奈都紀	公衆衛生看護学		
助手 國丸 修平	成人看護学		
准教授 大脇 万起子	臨床看護学、家族看護、育児・療育支援、ツール開発		
全学共通教育推進機構	教授 福井 雅英	臨床教育学、教師教育、教育実践史	
	准教授 坂本 輝世	外国語教育論、ライティング教育	
地域共生センター	准教授 鶴飼 修	都市計画・建築計画、地域研究、地域計画、地域活性化、環境共生まちづくり、コミュニティ・ビジネス	
	講師 上田 洋平	地域学、地域文化学	
地域ひと・モノ・未来情報研究センター	准教授 杉山 裕介	偏微分方程式	

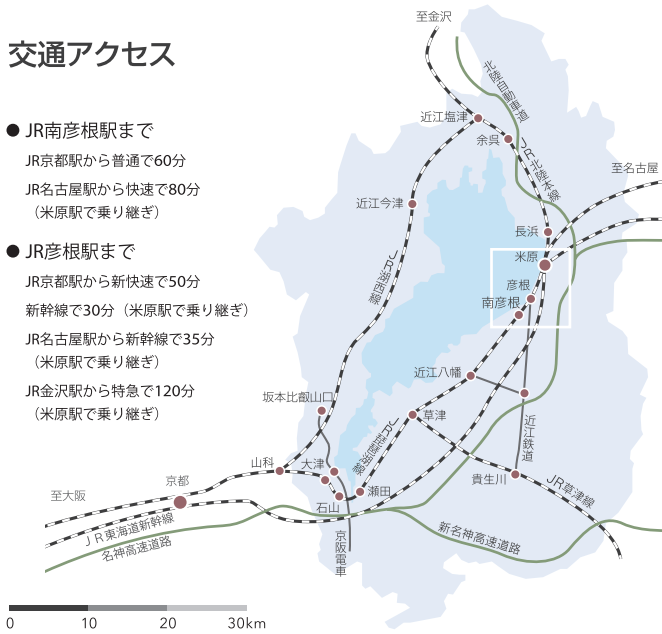
※詳しい研究者情報は、ホームページ (<http://db.spins.usp.ac.jp/>) をご覧ください。





## 交通アクセス

- JR南彦根駅まで  
JR京都駅から普通で60分  
JR名古屋駅から快速で80分  
(米原駅で乗り継ぎ)
- JR彦根駅まで  
JR京都駅から新快速で50分  
新幹線で30分(米原駅で乗り継ぎ)  
JR名古屋駅から新幹線で35分  
(米原駅で乗り継ぎ)  
JR金沢駅から特急で120分  
(米原駅で乗り継ぎ)



## 大学周辺マップ

- JR南彦根駅から大学まで  
バスで15分(南彦根駅西口:南彦根県立大学線)  
タクシーで10分
- JR彦根駅から大学まで  
バスで25分(彦根駅:三津屋線)  
タクシーで15分
- 名神彦根ICから大学まで  
車で20分(6.5km)



## 公立大学法人滋賀県立大学産学連携センター

〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町2500  
 TEL: 0749-28-8610 FAX: 0749-28-8620  
 E-mail: sangaku@office.usp.ac.jp  
 ホームページ: <https://www.usp.ac.jp/chiikisangaku/center/>