

滋賀県立大学 研究シーズ集

Research Seeds 2018



滋賀県立大学

滋賀県立大学研究シーズ集2018の発刊にあたり

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

現在の大学には、開かれた大学として地域社会への貢献が求められており、本学では、研究成果や学術情報の公開等によって、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。また、地域連携に関する窓口の一本化や研究成果の活用、技術相談、受託・共同研究の受入等によって、地域連携、産官学連携活動を積極的に推進しております。

このたび、本学教員の取り組む研究テーマについて、よりわかりやすい内容で幅広く情報発信を行うため、「研究シーズ集2018」として取りまとめましたので、ご活用ください。

なお、今後当センターのホームページにも掲載する予定ですので、併せてご利用いただければ幸いです。

2018年 8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

〔研究シリーズ〕

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	湖西地域における地下水システムの時空間変化を探る	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
	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	4
		教授	上河原 献二	環境政策の制度に関する研究	5
		教授	高橋 卓也	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
		助教	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	陶器 浩一	狭小間口で自由な建築空間を可能にする木造新工法	10
		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	11
		教授	高田 豊文	耐震補強用の木製面格子壁の性能評価	12
		教授	白井 宏昌	建築とツーリズムに関する研究 建築のカスタマイズに関する研究	13
		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	14
		講師	伊丹 清	建築開口部の断熱・遮熱性能に関する研究	15
		助教	永井 拓生	地域資源（自然素材・森林資源・空き家・古建築等）を活かした建築工法の開発および建築資産の再生・保存・修復	16
	生物資源管理学科	教授	大久保 卓也	琵琶湖とその集水域の環境問題の解決に向けた研究	17
		教授	杉浦 省三	魚類の栄養と飼料に関する研究・開発	18
		准教授	原田 英美子	植物の力を利用し地球環境問題を解決する	19
		准教授	入江 俊一	リグニン分解酵素群高生産ヒラタケ	20
		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	21
		准教授	清水 顕史	イネの栄養ストレス耐性遺伝子の探索と生物情報利用	22
		助教	飯村 康夫	土壌学から環境問題を考える	23
		助教	畑 直樹	環境制御や育種による高付加価値野菜の生産	24
工学部	材料科学科	教授	バラチャンドラン ジャヤデワン	機能性金属・合金ナノ材料合成技術開発・工学応用	25
		教授 准教授 助教	松岡 純 吉田 智 山田 明寛	ガラスの融液物性・熱物性と破壊現象の研究	26
		教授	奥 健夫	次世代太陽電池・量子情報材料	27
		准教授	宮村 弘	新規機能性金属材料の探索と評価	28
		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	29
		助教	鈴木 厚志	次世代型有機太陽電池の開発、金属内包フラーレンを利用したNMR量子コンピューターの開発	30
		助教	鈴木 一正	溶液プロセスを用いてナノ～メソ～マイ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	31
		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 (プラスチック材料とゴム系材料の新規複合化技術)	32
		教授	金岡 鐘局	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	33
		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～	34
		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	35
		准教授	谷本 智史	ペプチド材料を用いた水中からの金イオン捕集 および刺激応答性有機/無機ハイブリッド微粒子材料の創製	36
		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	37
		助教	竹原 宗範	生分解性の多機能性ポリマーの微生物による生産 および新規なエステル加水分解酵素に関する研究	38
		助教	伊田 翔平	リビング重合による機能性高分子材料の精密設計	39

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	移動を支援する福祉ロボットおよび腰痛予防のための学習支援システムの研究	40
		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	41
		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	42
		教授	奥村 進	エコデザイン・メンテナンス・品質設計・システムの情報化	43
		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	44
		教授 助教	田邊 裕貴 和泉 遊以	強く、軽く、高性能！な機械を目指した材料研究	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	技能訓練システムおよび技能の解析	47
		准教授	安田 孝宏	物体まわりの流れと流体力に関する研究	48
		准教授 助教	大浦 靖典 田中 昂	機械の運動や振動、騒音など 動的な現象の解析と制御に関する研究	49
		助教	西岡 靖貴	軽量／柔軟なアクチュエータ開発 および人に触れるロボットへの応用に関する研究	51
		助教	栗本 遼	気泡運動の数値シミュレーション	52
		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
	教授		岸根 桂路	超高速回路設計技術～応用システムへの展開	54
	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	55
	准教授		土谷 亮	CMOS集積回路におけるアナログ回路設計技術の研究	56
	助教		井上 敏之	高性能無線通信システムのためのRFフロントエンドICに関する研究	57
	教授		乾 義尚	リチウムイオン二次電池と燃料電池の解析	58
	教授		作田 健	磁気信号による微小欠陥・異物検出技術	59
	准教授		福岡 克弘	電磁現象を利用した高精度な非破壊検査技術の開発	60
	准教授		坂本 眞一	『熱音響』、『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	61
	助教		平山 智士	電磁力を利用した大電力遮断技術の研究	62
	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	63
	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	64
	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	65
	准教授		畑中 裕司	検診眼底画像解析に基づく診断支援システムの開発	66
	助教		小郷原 一智	惑星画像を対象とした特徴検出および追跡アルゴリズムの開発と惑星大気研究	67
	助教		榎本 光一郎	画像計測システムによる観測技術の確立	68
	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	69	

地域ひと・モノ・未来情報研究センター

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	濱崎 一志	地域文化財の保存と活用	70	
		教授	中井 均	戦国時代を考古学する	71	
		教授	亀井 若菜	絵画を読み解く 日本美術史・視覚表象研究	72	
		准教授	塚本 礼仁	「産地」の地理学的研究 ー食べ物から伝統的工芸品までー	73	
		助教	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	74	
		助教	鈴木 開	朝鮮燕行使からみた東アジアにおける外交・交流の歴史	75	
	生活デザイン学科	教授	面矢 慎介	デザイン知の活用による地域振興とコーディネート	76	
		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	77	
		教授	印南 比呂志	企業の製品価値づくりと地域ブランド力の向上	78	
		教授	森下 あおい	服飾デザインと製品開発	79	
		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	80	
		准教授	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	81	
		講師	佐々木 一泰	空間デザインと地域空間デザインの研究	82	
		助教	山田 歩	マーケティング・消費者行動	83	
		助教	南 政宏	プロダクトデザイン ブランディングデザイン	84	
	生活栄養学科	教授	矢野 仁康	食生活の改善による健康増進	85	
		助教	遠藤 弘史			
		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	86	
		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	87	
		教授	福渡 努	食品成分の新規機能と有効利用	88	
		准教授	今井 絵理			
		助教	畑山 翔			
		准教授	小澤 恵子	高齢者の栄養 ー摂食・嚥下障害者への食形態支援ー	89	
		准教授	奥村 万寿美	生活習慣病と栄養ケア・マネジメント	90	
		准教授	廣瀬 潤子	QOL向上を目指した栄養食事指導 ー母乳栄養の神秘に迫りますー	91	
	人間関係学科	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	94	
		准教授	原 未来	ニート・ひきこもり等の状態にある若者への支援	95	
		助教	後藤 崇志	人の主体的なふるまいに関する心理学研究	96	
	国際コミュニケーション学科	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	97	
	人間看護学部	人間看護学科	教授	伊丹 君和	看護・介護者の腰痛予防のためのボディメカニクス学習システムの開発	98
			教授	岩谷 久美子	助産師教育の安全管理に関する研究	99
			教授	越山 雅文	婦人科癌の早期診断	100
			教授	糸島 陽子	エンドオブライフケア実践者のためのコミュニケーション教材	101
教授			平田 弘美	老人保健施設で働く介護者のストレスと認知症高齢者の攻撃的行動との関連	102	
教授			横井 和美	ホリスティックケアにおける音楽療法と看護の協働 感覚を意識した安全な立ち上がり支援のためのアセスメントツールの開発	103	
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)	104	
教授			河野 益美	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	105	
准教授			森本 安紀			
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 子どもの発達に関する知識の応用	106	
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	ウォルター クリンガー	航空管制の安全を脅かす母語話者の発音の乱れと対策の研究	108		
地域共生センター	准教授	鶴飼 修	地域特性を活かした「地域ビジョン」の創造支援 ー地域診断法及び総合的な学習の時間における展開ー	109		
	助教	上田 洋平	多世代共創・市民参加による地域文化を活かした まちづくり手法の開発 / 地域づくり人材の育成	110		
産学連携センター	教授	安田 昌司	スマートコミュニティ (エネルギー政策) 技術経営 (産学連携、技術移転)	111		

湖西地域における地下水システムの時空間変化を探る

環境科学部 環境生態学科 教授 小泉 尚嗣

研究分野 : 地震地下水学

<http://www.ses.usp.ac.jp/ses/seitai/kyouin/koizumi.html>

琵琶湖の環境を下支えする湖西地域の地下水システムの時空間変化を明らかにし、その変化要因を探る。

■滋賀県湖西地域の地下水と地殻変動・降雨との関係

琵琶湖に流入する水の1-2割程度が地下水と言われていて、その主要部分を湖西地域の地下水が占めると考えられている(図1)。熊谷ら(2015)は、潜水ロボット「淡探」によって、2008年12月に琵琶湖西部の最深部付近で湧水とガスの噴出口(ベント)を発見し、2010年12月時点で、ベントが認められる地域が拡大していることを見だし、湖西の地下水システムに何らかの変動が生じていることを示した。地下水の変化要因としては、地下水を涵養する降雨の変化(図2)、地下水を使用する人間活動の変化、地下水を含む地盤の変形(地殻変動)(図3)といった理由が考えられる。湖西地域の地下水調査を行い、その時空間変化を明らかにすると共に、変化要因を探る。



図1: 琵琶湖の地下水湧出量分布 (琵琶湖研究所ニュース, 1985)

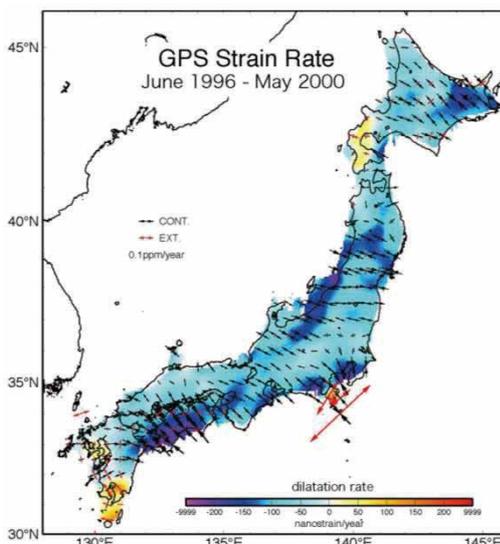


図3 1996~2000年のGPSから計算された日本列島の変形率(Sagiya et al., 2000). 寒色系が縮みで暖色系が伸びを表し、色が濃いほど変形率が高いことを示す。矢印は伸び縮みの方向を示す。新潟から神戸に至る縮みの大きな領域を新潟-神戸歪集中帯といい琵琶湖はそれに属する形になっている。

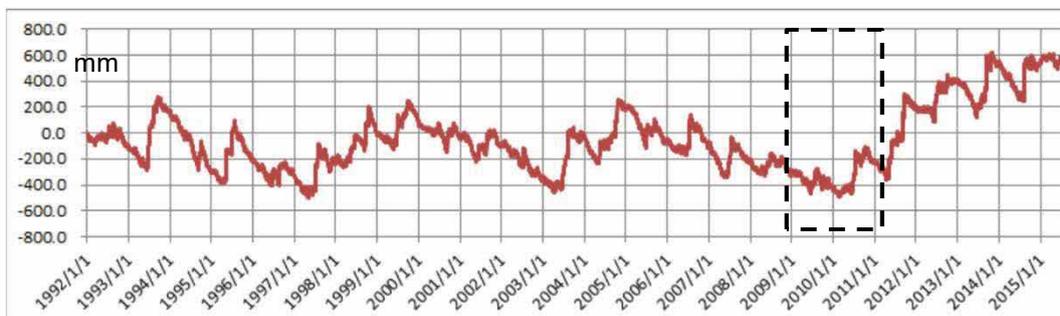


図2: 1992年~2015年の降水量の平均からのズレをしめしたものの、2009年~2010年に、減少傾向だった降雨が増加に転じている。

<共同研究等の状況>

- ・琵琶湖周辺に地下水観測点を持つ産業技術総合研究所地質調査総合センターと協力して研究を進める予定。

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

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、プランクトン生態学

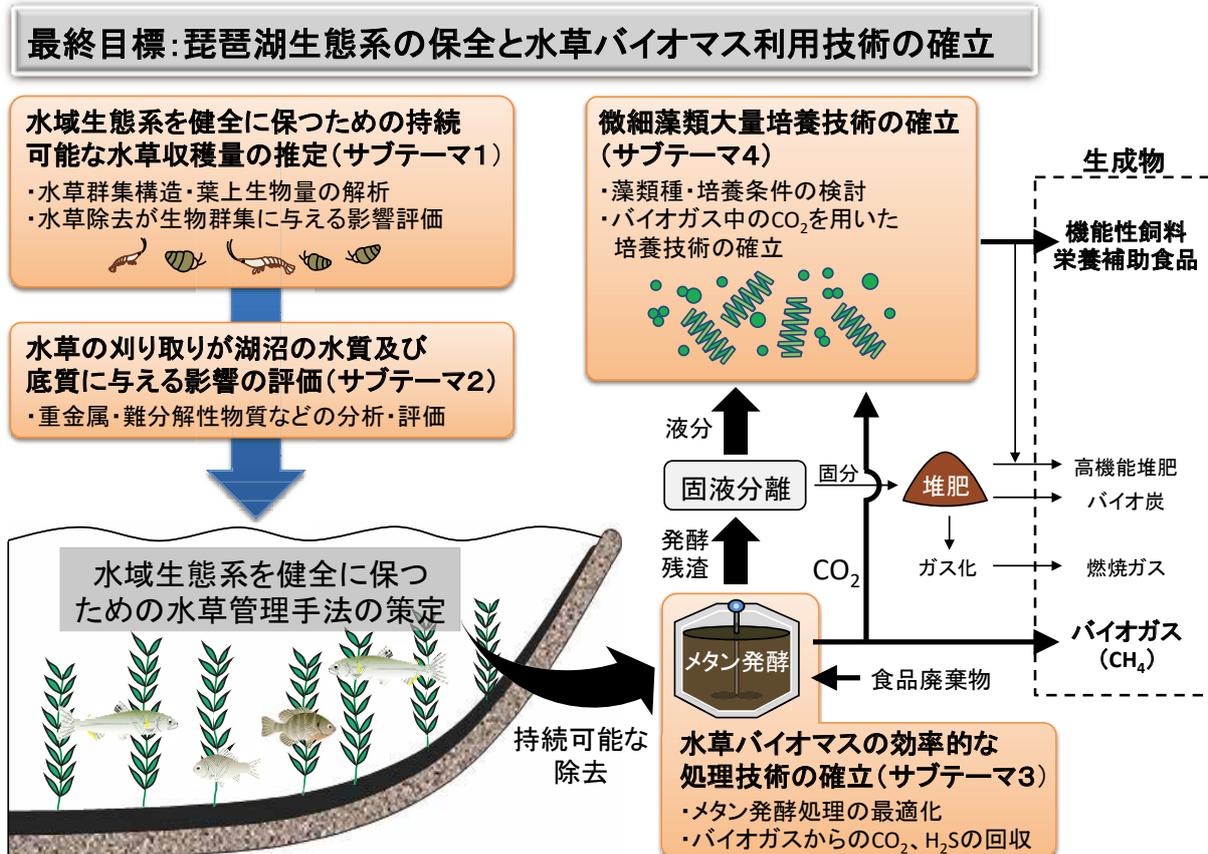
http://www.ses.usp.ac.jp/ses/seitai/kenkyushitsu/ban.html

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

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://www.ses.usp.ac.jp/ses/seitai/kenkyushitsu/goto.html

主に、水圏生態系（干潟、琵琶湖とその集水域）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（底性微小藻類、植物プランクトン）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、琵琶湖湖底付近における貧酸素化問題に関する研究も行っている。

■光学的手法による植物プランクトンの一次生産速度の測定

植物プランクトンの光化学系IIにおける電子伝達速度（ETR）と炭素固定速度との関係性を評価し、低放射照度域では顕著な正の相関関係があることを示した。現在、その結果に基づいて、琵琶湖北湖沖における植物プランクトンの一次生産速度の連続測定を行っている。

■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

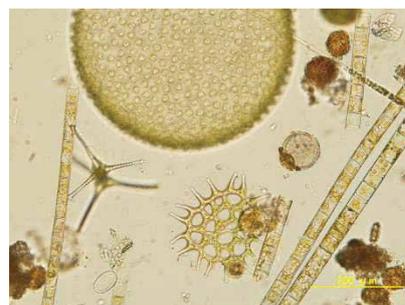
琵琶湖湖心部では既存の水中アルゴリズムが適用できるが、一方、沿岸域への適用は困難であることが明らかとなった。現在、他の水中アルゴリズムの適用を検討し、沿岸域を含めたクロロフィルa濃度推定の精度向上を試みると同時に、衛星データの大気補正法や迷光の影響を調べている。

■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生態系に及ぼす影響

温暖化に伴う湖底での貧酸素水塊の発生メカニズムと生態系への影響を研究している。特に、「植物プランクトンによる一次生産」と「年間を通じた表層から湖底への有機物沈降量」を明らかにしようと研究を進めている。つまり、表層で生産された有機物や外来性有機物がどの程度湖底まで輸送され、また、湖底への輸送量が一年を通じてどの程度変動するのかを評価する。この研究に基づいて、温暖化による湖水循環の変化が一次生産物の沈降粒子束にどのような影響を与えるのかを研究している。



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://kanayaken.web.fc2.com/>

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。2018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

- ・ 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
- ・ 大阪府高槻市廃棄物減量等推進審議会
- ・ 京都府八幡市環境審議会

環境政策の制度に関する研究

環境科学部 環境政策・計画学科 教授 上河原 献二

研究分野 : 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

(1) 地球環境条約制度が長い実施の過程でどのように変化するのか、(2) 地球環境条約制度の実施とは何かについて研究している。それらを法律学・政治学・環境政策の重複する領域としてとらえている。また、最近では、獣害や外来生物問題など野生生物管理の制度・体制（ガバナンス）が地域のレベルでどのようになっているのかについて関心をもって研究を始めている。

■地球環境条約制度における変化の比較類型論

地球環境条約制度の変化に関する研究は少ないが、その中では、控えめな状態から出発して次第に有効性を増していくという、いわば逡増モデルというべき理解が示されてきた。しかし、現実にはるかに多様であり、E. B. Haasが国際機関の変化の説明に用いた、比較的平穩に発展していく「逡増成長モデル」、激しい対立混乱に陥る「混乱非成長モデル」、対立を乗り越えていく「管理された相互依存モデル」を用いて説明することが有効であることを示した。変化をもたらす要因として、締約国の増加に伴う力の均衡の変化、科学的知見と政治的目的の共有の度合いなど5つの主要な要因を挙げた。

■地球環境条約制度の国内実施

日本では地球環境条約の実施とは、「義務の履行」と考える見方が圧倒的であった。そしてそれは国際制度が国内制度に影響を与える過程としてみられてきた。しかし、ワシントン条約の実施の事例研究により、条約実施は、国際制度と国内制度が双方向に変化していく過程であることを示した。

また、条約の国内実施を「義務の履行」とだけ理解することは不十分であり、学習を通じた政策の移転の過程という側面も重要であることを、日本における外来生物法導入過程の事例研究により示した。

2013年3月まで環境省に勤務していたため、環境行政の実務経験が長い。実務を担当した日本における臭気行政と官能式臭気測定制度や騒音対策に関する英語論文も以前書いており、それらは多様な言語の論文に引用されている。

市場と環境を結びつける

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、環境問題に取り組む。

■ テーマ群 1 : 環境経営

- ・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? — 各々の組織形態(規模・業種等、たとえば中規模大学)に適した環境マネジメントシステム(⇒環境マネジメントシステムの有効性には、組織構造、企業文化、構成員のモチベーション等が関わっていると考えられる。どのように改善できるか。)
- ・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。(⇒企業の環境行動は、消費者、顧客によって大きく左右されると考えられる。環境と消費者とをつなぐツールとして環境ラベルをもっと役立たせる方法を提案。)
- ・環境配慮購入の実態調査(⇒企業、役所などによる環境配慮購入は大きな流れとなっている。その現実はいかなるものなのか調べ、改善策について考える。)
- ・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、ビジネスの具体的な課題を解明していく。)
- ・その他、環境経営に関連したテーマ

■ テーマ群 2 : 森林・林業の政策・計画および自然資源問題

- ・森林所有者の意識・行動調査 — 経済資産目的からの転換。
- ・市町村の森林整備計画 — より親しみやすく実質的な計画にするには?(⇒従来、国や都道府県の計画を下してくるだけという色合いが強く、「形骸化」しているとの評価が多くあった。2011年度から、市町村の森林整備計画の自由度が増し、関係者にとって分かりやすいものとするのが求められている線形計画法・整数計画法などの数理的な手法とGISを組み合わせた手法の開発も進めている。)
- ・集落共有林(入会[いりあい]林; コモنزの森林)の経営 — 構成員の関心を高める方策、自然公園的利用、etc.
- ・近江商人の植林活動(⇒近年、企業の社会的貢献としての森林整備が注目されています。実は、滋賀県から全国に雄飛した近江商人も植林活動に取り組んでいました。その掘り起し。)
- ・炭素吸収機能の販売 — カーボン・オフセット、カーボン・クレジット
- ・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
- ・上記以外の森林・林業にかかわるテーマ
- ・鉱業などの天然資源利用産業の持続可能性問題

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

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

持続可能な流域社会の実現に向けた政策研究

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

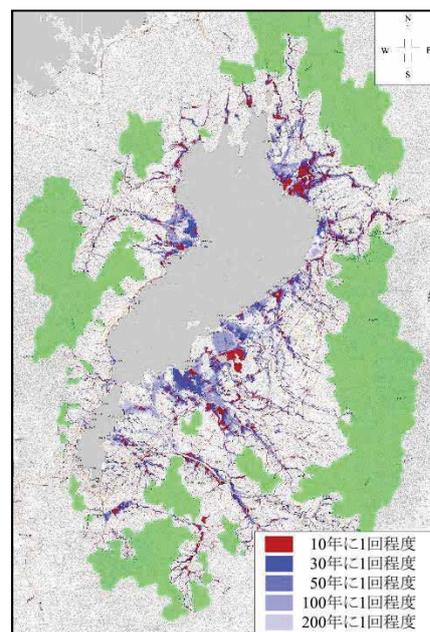
これまで琵琶湖や河川、水路では、治水施設や利水施設が積極的に整備され、流域の安全性や利便性は向上したが、一方で、固有種が減少するなど生態系の劣化が進んだ。そこで、実際に良好な環境が失われた湖辺、河川、水辺を対象に、在来種・固有種の生息・生育環境の再生方法について研究している。

■ 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 助教 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」に関心をもち、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。

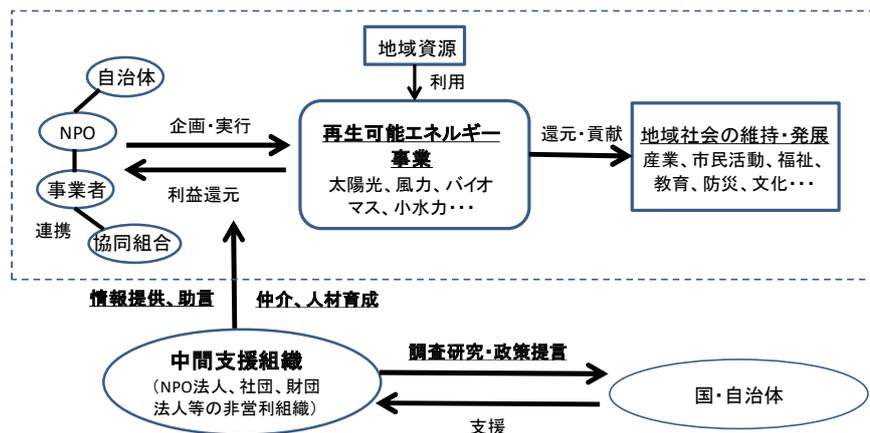


図 地域協働型再エネ事業と中間支援組織のイメージ

■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。

狭小間口で自由な建築空間を可能にする木造新工法

環境科学部 環境建築デザイン学科 教授 陶器 浩一

研究分野：建築設計、構造計画

この研究は、狭小間口の小住宅を対象に、壁面全体と床面全体で面的な連続ラーメンを構成することにより間口方向に壁のない筒抜けの空間をつくる“木質面ラーメン構法”の開発です。

従来、木造住宅の耐震性能は筋交い、合板の面内せん断抵抗により確保してきました。狭小間口住宅で大きな地震被害が生じるのは、両方向に等しく壁量が必要という木造構法と狭小間口住宅の特性が合っていないということによります。我々が開発した木造構法は、壁面全体と床面全体で面的な連続ラーメンを構成することにより間口方向に壁を全く用いることなく十分な耐震性能を確保するものです。



架構イメージ



実施工風景

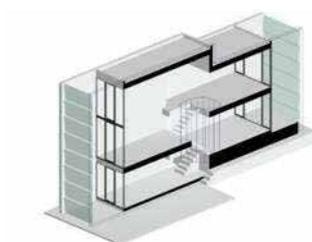


2層実大実験試験体

この構法を都市の住宅密集地における狭小間口住宅に適用すれば、限られた敷地の中で空間を閉鎖することなく開口幅を十分有効に活用した自由な居住空間を可能にします。

また、合板やツーバイフォー規格材など、ごく一般的な材を使って実現します。特殊な材料や高度な技術を用いないので汎用性が高く、広く普及することが見込まれます。これにより、わが国の住宅環境における最大の課題である小住宅の耐震性、居住環境向上に貢献します。

実大実験を行い、一般の木造建築に比べて優れた変形能力を有することを確認しました。また、実験結果を基に3層住宅の試設計をおこない、この研究開発で対象とした範囲内で3層住宅としての必要な耐力を保持することが可能であり、実建物への適応が可能であることを確認しています。



開放的な室内空間

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：ランドスケープデザイン、景観計画

<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と言う。諸事象の解読から地域の将来像を描くことに取り組んでいる。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る。

■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る。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る。これまでの成果の一部を以下に挙げる。

- 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利活用計画
- 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

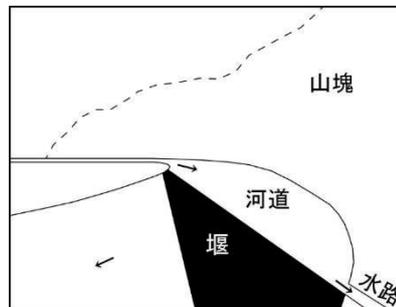
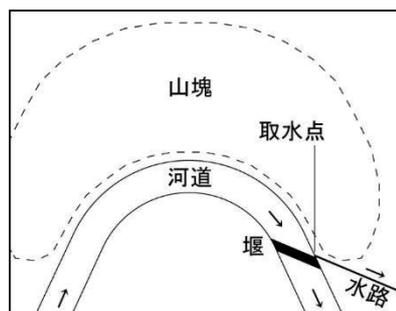


東近江市奥永源寺振興計画（2011年）における元中学校を活用した道の駅の計画案（作図：木村真也）

■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る。これまでの成果の一部を以下に挙げる。

- 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、滲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た。

耐震補強用の木製面格子壁の性能評価

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。



写真1 面格子壁の実験の様子

■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。



写真2

写真3

■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。

建築とツーリズムに関する研究

建築のカスタマイズに関する研究

環境科学部 環境建築デザイン学科 教授 白井 宏昌

研究分野 : 建築史、建築設計理論

ツーリズム（観光）政策は大都市だけでなく、人口減少に悩む地方都市にとっても、ますます重要な位置を占めていく。その時、建築はどのような貢献ができるのだろうか。日本および世界での様々な事例を研究することで、建築が地域のツーリズム振興に果たし得る役割を考察する。

■建築とツーリズムに関する研究

2013年、日本を訪れる外国人観光客は1,000万人を超え、2020年には2,000万人に増加すると考えられる。本研究ではこれまでの国や滋賀県の観光政策を歴史的に調べるとともに、観光によるまちづくりの成功事例を調査することで、これからの滋賀県の観光を通じたまちづくり、あるいは空間政策に関して探求する。



観光による
まちづくりの事例
(長野県、小布施町)

建築に求められる機能的要求、空間的要求は年月とともに変わり、建築は姿を変えていく。そのような変化を許容する建築を考える際、時代とともに初期の建築をいかにカスタマイズさせていくが重要なテーマとして浮かび上がってくる。これまでのカスタマイズ建築の歴史的研究を通して、これからの持続可能な建築デザインを考察する。

■建築のカスタマイズに関する研究

カスタマイズ可能な建築システムの事例として、J.N. ハブラーケン（オランダ）らが取り組んだオープン・デザイン・システムやその影響を受けた日本建築に関する歴史的考察を行う。特に、建築デザインの初期設定を与えるデザイナーとそれを変容させてくユーザーの関わりに注目し、これからの持続可能な建築を探求する。



オープン・デザイン・
システムを持つ建築の
事例

左)
Molenvliet project,
Frans van der Werf, 1974

右)
Medical Faculty Housing,
Lucien Kroll, 1970-1976

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

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。

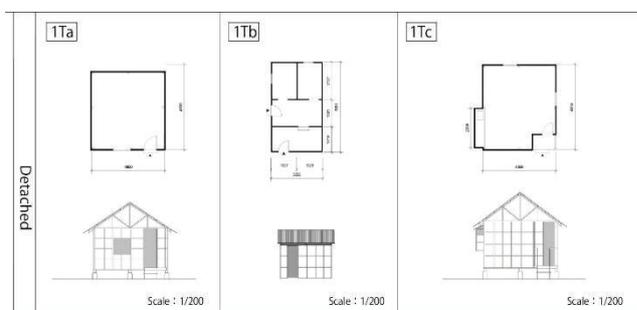
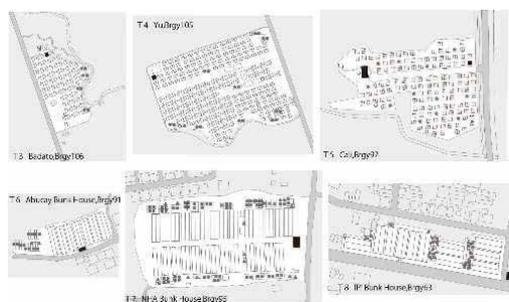
タクロバン市では、台風によって発生した高潮による被害の住宅復興を契機に、防災と環境保護の理由から40mを「建築規制区域」として住宅再建を禁じている。そのため沿岸部に集中する貧困層の居住地は一掃され、その住民は市の北部または内陸に位置する仮設住宅地に再定住を余儀なくされる。

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、さらに短期間での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。



建物開口部の断熱・遮熱性能に関する研究

環境科学部 環境建築デザイン学科 講師 伊丹 清

研究分野 : 建築環境工学、建築設備

住宅や建物における冷暖房負荷の削減には、開口部の断熱性能向上が果たす役割は大変大きく、また夏期の日射遮蔽や冬期の日射熱有効利用という点では、種々の遮蔽物の取り外しを伴う開口部の適切な遮熱性能の評価・選択が望まれています。低CO₂社会の実現に向けた高機能・高性能な住宅・建築の普及には、開口部製品の適切な開発、適切な建築開口部の設計はとても重要です。これら開口部の熱性能を計算で求めるための計算法の研究と計算ツール開発を行うとともに、関連する研究に関わってきています。

■ 解析ツールの開発

2次元断面モデルの伝熱解析を行うためのツール群、特に開口部材（サッシ断面）を解析対象として特化したツールを開発してきている。1. 窓枠部に複数存在する中空層の非線形性を考慮した定常伝熱解析を行う 2. 解析法に境界要素法(BEM)を用いているため斜材等をそのままモデル化できる、などを特徴とする。ツール群は以下の4つのプログラムから構成される。メーカーが部材の開発・設計に用いるCADデータを有効に活用して解析モデルを作成していくツール (FinDxf)、DXFフォーマット形式のデータを利用。解析プログラムへの入力データとして、種々の設定が適切になされているかどうかを確認するツール (Indchk)。2次元伝熱場を境界要素法(BEM)を用いて解析するツール (TB2D/BEM)。解析の結果から得られる温度分布・熱流分布をコンター表示するツール (ContPlot)。図1にこれらツール群とデータの流の関係を示し、図2に解析結果の温度分布コンター表示の例を示す。

■ 開口部材の断熱性能の解析(熱貫流率の計算)

開口部の断熱性能の計算法が2011年にJIS化され、このJISに適合する解析ソフトとして、これらツールは多くのサッシメーカーで製品開発に利用され、関連する研究にも活用されている。また、多くの開口部メーカーによって具体的な窓やドア商品の断熱性能値がこのツールにより計算され、窓の総合熱性能評価プログラムWindEye注 (Webベース、ALIAより提供) の枠部詳細DB (データベース) として登録されている。ブラインドなどの日射遮蔽物をもつ場合を含む窓全体としての熱性能値を計算する総合熱性能評価プログラムWindEyeは、当方の詳細計算ツールとともに、開口部の省エネルギー化に、さらには建物の省エネルギー化に貢献している。2014年には断熱改修窓もこのJISの適用範囲に含む改正がなされている。注) 一般社団法人リビングアメニティ協会(ALIA)のHPより利用可能。鹿児島大学 二宮教授が開発。

■ 開口部材の遮熱性能の解析(日射熱取得率の計算)

上記のツール群は、開口部が日射熱を透過・吸収して室内に侵入する量の解析もでき、遮熱性能の評価に利用できる。国土技術政策総合研究所(つくば)のソーラーシミュレータを用いた開口部の遮熱性能試験結果との比較により整合性・精度が確認されている。遮熱(=日射熱取得)性能の計算法は、2014年にJIS化されている。

特許・共同研究等の状況 :

- ・ 国土交通省 平成23~24年度 建築基準整備促進事業34「開口部材の日射侵入率等熱特性に関する調査」
- ・ 板硝子協会 「改修窓のガラスに関する断熱性能の研究」(平成25年度受託研究)

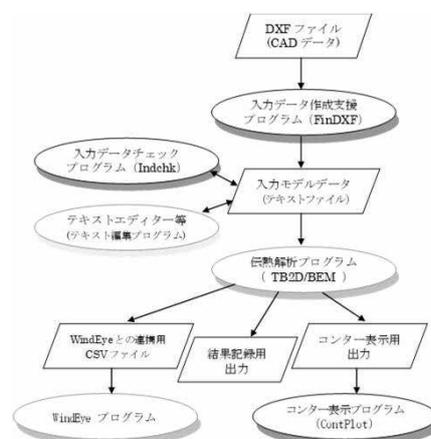


図1 解析ツール群とデータの流れ

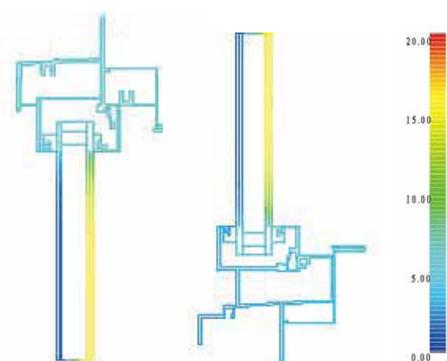


図2 解析結果の温度分布図(上枠・下枠周辺部)

地域資源（自然素材・森林資源・空き家・古建築等）を活かした建築工法の開発および建築資産の再生・保存・修復

環境科学部 環境建築デザイン学科 助教 永井 拓生

研究分野：構造設計、構造力学、材料力学、連続体力学、有限要素法、木質構造、建築保存・修復・再生

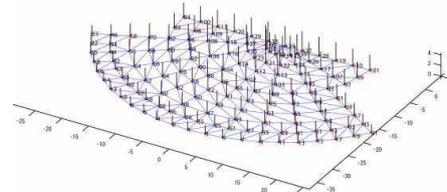
建築の実務設計への適用することを前提とした、様々な素材や工法を用いた建築構造、さらにそれらの応用・実践の研究を行っています。実際に多くの建築プロジェクトが進行中です。大学ではアムスラー万能試験機（200トン）、水平載荷アクチュエータ（最大ストローク200mm）を用いた加力試験が可能であり、構造や工法の開発・評価を行っています。

■在来工法天井の安全性評価および耐震天井の開発

1995年阪神淡路大震災、2011年東日本大震災では、体育館や公民館といった中・大空間の部屋を持つ公共建築物で、天井材が落下し、死傷者が出るなど甚大な被害がありました。天井落下の原因は様々に言われていますが、天井は通常、業者の責任施工であり、設計の範囲で安全性を十分に議論されてこなかった領域で、現在国交省からも耐震性確保の通達が出されるなど、大きな問題となっています。また、2012年12月には山梨県の中央自動車道笹子トンネルで大規模な天井落下事故が起き、大変な事故となりました。経済成長期に建設された建築物や土木構造物、さらに言えば普段あまり気にされない、非構造材の接合部の劣化は、いつ突然の事故を生じるか分からない、深刻な問題です。当研究室では、天井材の地震時の振動挙動や耐震性を予測する研究を行ってきており、その知見を活かした耐震天井や工法の開発を行います。



屋内プールの天井落下事故の様子



吊天井の地震時応答解析

■竹と膜の展開構造の開発

日本の里山であれば、ほどこでもと言ってよいくらい、竹林は当たり前光景です。しかし、竹林は放っておくと荒れて荒廃し、ときには周辺の集落に被害をおよぼすこともあり、竹を定期的に伐採し有効に利用していく事は日本の国土保全の観点からもとても重要なことです。竹は伐採しても3～4年でまた完全に再生し、無限とも言ってよい貴重な資源です。

私たちはこれまで竹を建築の構造材として使う研究を進めてきており、実際に東日本大震災の被災地で、建築物を竣工させています。さらに、竹の特徴である柔軟性を活かした膜構造としての研究も進めています。とくに、被災時の応急的な仮設建築に有効であり、また、夏季の集会所などに用いれば快適な空間を作ることが可能です。



被災地に建設した竹の建築

■市場ニーズに応える木材生産と長期的視座に基づく森林管理および山の環境づくり

建築用木材の市場動向を踏まえた上で、木材生産量を設定・調整しながらも、各森林、山の環境に適した伐採・植林方式を考案し、人の暮らしに結び付く豊かな里山の再生を目指す研究を行います。

また、木材消費のマーケティングおよび該当森林敷地の生態系調査を行い、川上の森林資源の現状と川下側のニーズとをいかに結びつけるかという問題についても、研究を行います。



小径無垢材とEW木材を合理的に使用した木造集合住宅

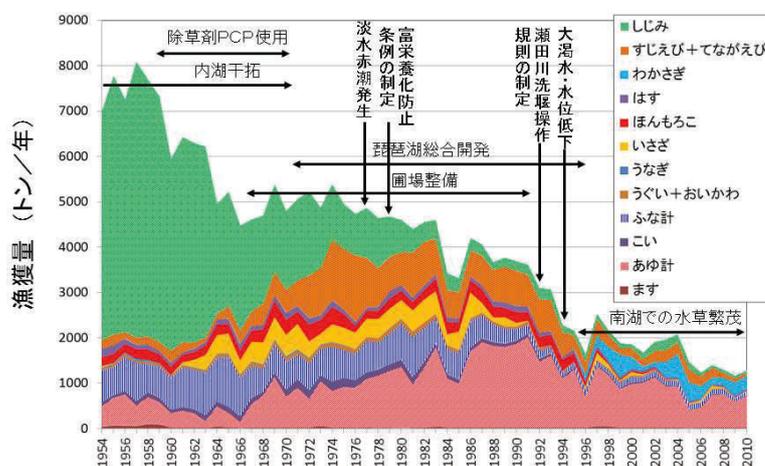
琵琶湖とその集水域の環境問題の解決に向けた研究

環境科学部 生物資源管理学科 教授 大久保 卓也
 研究分野 : 環境工学、水質工学、生態工学、水文学

概要：琵琶湖とその集水域で発生している環境に関わる問題の解決に向けた研究を進めています。例えば、農業濁水の琵琶湖（水質と生物）への影響とその発生防止対策、河川における瀬切れ（瀬枯れ）の実態把握とその原因・対策検討、在来魚介類の減少要因の解明とその対策に関する研究などを進めています。大きな視点では、森、川、里、湖間の水や栄養塩のつながり・連環を意識した研究を進めたいと考えています。また、大学内にある実験圃場で水や物質の挙動に関する基礎的な研究を進める予定です。

■在来魚減少の原因解明と対策の検討

琵琶湖における貝類を含めた漁獲量は、1970年前後には6000～8000トン／年であったものが、2010年前後には1600～1800トン／年となり激減している。この原因としては、湖岸の人工護岸化、河川改修、堰堤や取水堰による魚類の移動の分断、水位の人為的管理、ブラックバス等の外来魚の侵入の影響などが指摘されている。しかし、それらの原因についての科学的解明はまだ不十分である。本研究室は、魚類生息環境の改善方法を検討するための基礎研究として、琵琶湖流入河川において魚類調査を行い、種別個体数・現存量と流況、水質等の河川環境との関連性について検討を進めている。



琵琶湖における漁獲量の推移

■河川での瀬切れの実態把握と解決方法の検討

琵琶湖に流入する河川の中で愛知川、犬上川、高時川、安曇川などでは、春季から秋季にかけて一時的に流れが途中で無くなる「瀬切れ」が発生する。これは、河床が砂礫質で水が地下に潜りやすいという地質の影響もあるが、頭首工等での農業用水取水の影響もある。流域での水収支を定量的に把握することにより、瀬切れの原因解明と解消対策の検討を進めている。



■農地における窒素、リン等の挙動把握と適正管理方法の検討

栄養塩や濁水などの琵琶湖への流入負荷を低減するための農地での施肥管理、水管理、土壌管理等の方法の検討を進めています。

魚類の栄養と飼料に関する研究・開発

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，栄養生理学，養魚飼料学，水産増養殖

☒<http://www.h4.dion.ne.jp/~corelax/>

- 低価格高性能な養魚用配合飼料の開発研究（食料問題を解決する持続可能な養殖技術）
- 環境にやさしい低リン飼料の研究開発普及（琵琶湖から全世界へ発信する水環境技術）

滋賀県では、アユ、ホンモロコ、ビワマスなどの淡水魚が養殖されている（図1，2）。しかし、近年は飼料原料の価格高騰により、養魚経営は厳しさを増している。同様の問題は世界規模で起きており、「安くエサを作ること」は、世界共通の重要課題となっている。

雑草、水草、油かす、米ぬか等の身近な原料を、様々な技術で加工処理することで、消化率を改善し栄養価を高めることができる。当研究室は、低価格で高性能な養魚飼料の開発研究を行っている（図3）。



図1. 養殖ビワマス（約40 cm）



図2. 養殖ホンモロコ（約10 cm）

養殖場の排水にリンが高濃度に含まれていることは良く知られているが、このリンは殆ど全て飼料に由来する。飼料の組成・製法を工夫することで、リンの環境負荷量を10分の1以下に削減することができる。

リンによる環境負荷は、琵琶湖を含む閉鎖性水域でとくに問題となる。すなわち、水草や植物プランクトンの異常増殖（赤潮，富栄養化），低酸素などの環境破壊をもたらす。当研究室は、琵琶湖および世界の水環境を守る「低リン技術」の研究開発に取り組んでいる。



図3. ¥50/kgの配合飼料



図4. 飼育実験施設（上：屋内，下：屋外）で、淡水魚類の成長率試験，飼料栄養素の消化吸收率試験，環境負荷試験などを行っている。



図5. 栄養関連遺伝子の発現解析

植物の力を利用し地球環境問題を解決する

環境科学部 生物資源管理学科 准教授 原田 英美子

研究分野 : 植物生理学、植物・分子生物学/細胞工学

重金属集積植物は地上部に高濃度の金属を集積することができる特異な植物である。このような植物を用いて植物の金属耐性・蓄積機構を解明し、地球環境問題解決につながる種々の技術開発へ応用する。野外での調査と実験室内での化学分析、植物生理実験などの複数の手法を組み合わせる研究を進めている。

ハクサンハタザオ (*Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera*)

アブラナ科に属し、モデル植物シロイヌナズナのもっとも近い類縁種で、亜鉛やカドミウムを地上部に高濃度で蓄積する。伊吹山に生育しているハクサンハタザオの特異な性質に着目し、重金属集積機構を解明する研究を行っている。写真左は、日本産ハクサンハタザオ、右はヨーロッパ原産の亜種 (*A. halleri* ssp. *halleri*) である。汚染土壌を植物を用いて浄化するファイトレメディエーションへの応用が期待できる。



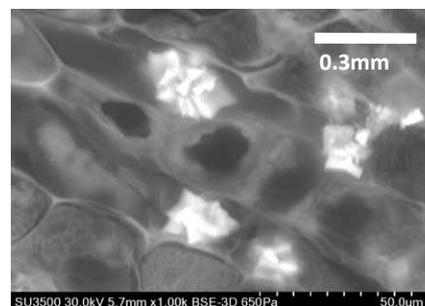
オオカナダモ (*Egeria densa*)

単子葉植物、トチカガミ科に属する南米原産の水生植物である。栄養繁殖のみで効率よく増殖し、琵琶湖湖南湖の植物の優先種の一つとなっている。水中の種々の金属を植物体全体から取り込んでいる。レアメタルなどの微量の有用金属を環境中から効率的に回収する方法 (ファイトマイニング) への利用を想定し、金属の吸収機構の解明を行っている。屋内での実験のため、水生植物を人工的に生育させる系も構築している。



ヤナギ (*Salix* sp.)

ヤナギは、バイオマスが大きく、木本植物にしては生長が早く、経験的にストレスに強いことが知られている。これに加えて、種々の重金属を集積する性質も持つことから、汚染環境の改善に利用できると考えられる。右の図は走査型電子顕微鏡で観察したヤナギ樹皮中の結晶で、カルシウム、ストロンチウムなどの無機元素を高濃度で含んでいる。



研究キーワード :

重金属集積植物 (hyperaccumulator)、ファイトレメディエーション (phytoremediation)、ファイトマイニング (phytomining) 重金属、カドミウム、亜鉛、マンガン、セシウム、水耕栽培、電子顕微鏡、HPLC、金属分析、分子生物学、水生植物、木本植物、琵琶湖、伊吹山

リグニン分解酵素群高生産ヒラタケ

環境科学部 生物資源管理学科 准教授 入江 俊一

研究分野：応用微生物、分子生物、バイオマス変換

ヒラタケは木質リグニンを分解するためにラッカーゼ（Lac）、マンガンペルオキシダーゼ（MnP）、万能型ペルオキシダーゼ（VP）を分泌している。リグニン分解やこれらの酵素生産を調節している調節経路を解析し、経路上の遺伝子を組換えることで野生型と比較して数倍のリグニン分解能やリグニン分解酵素生産能を持つヒラタケ育種方法の開発に成功した。高いリグニン分解能は生物学的リグノセルロース処理に応用可能であり、特にLacは口臭予防、工場廃液処理、ジュース混濁防止剤、環境浄化等、幅広い利用性が確認されている。MnPやVPも通常より高い酸化還元ポテンシャルを持つ基質を酸化可能な優れたペルオキシダーゼであり、産業的利用が期待される。本法により、これらの酵素群を多量に含む培養ろ液を簡便に得ることが可能である。

■ラッカーゼ大量生産

白色腐朽菌のリグニン分解系発現がサイクリックAMP（cAMP）が関与するシグナル伝達経路により調節されていることは以前から報告されていたが、詳細については未解明であった。我々は、ヒラタケにおけるリグニン分解系発現の調節において、cAMPの下流に正の調節を行うプロテインキナーゼA触媒サブユニット（PKAc）が関与する経路と、負の調節を行うカルモデュリンが関与する経路があることを突き止めた。さらに、PKAc遺伝子を過剰発現することにより、ヒラタケが持つ主要なリグニン分解酵素群が転写レベルで誘導されることを明らかとした。本方法により得られた組換えヒラタケの培養ろ液には、これらのリグニン分解酵素群が高い活性で含まれる。

特に白色腐朽菌が生産するLacは広い基質特異性、pH耐性、耐熱性に優れ、利用性が高いと言われており、口臭予防、工場廃液処理、ジュース混濁防止剤、環境浄化等、幅広い利用性が確認されている。本技術により安価なラッカーゼ製剤生産システムの開発が期待できる。また、MnPやVPも幅広い毒物や環境汚染物質の酸化が可能であることが示されている。本法により育種されたヒラタケより、これらの酵素を大量に含む培養ろ液を直接用いた工場廃液処理や酵素生産などが期待される。

■ヒラタケ変異体によるリグノセルロース資源前処理技術

食品と競合せず、十分な賦存量が存在するリグノセルロース資源を利用したバイオリファインリーの実現が期待されている。その際に問題となる障害の一つが、セルロースと複雑なマトリクスを形成しているリグニンの処理である。現在、低コストで低環境負荷なリグニン処理方法開発が模索されているが、白色腐朽菌を用いた生物学的分解方法は主要な候補の一つとなっている。

本法により育種されたヒラタケはリグニン分解能も数倍向上することが判明しており、リグノセルロース前処理技術への応用も可能である。

＜特許・共同研究等の状況＞

- ・特許「ラッカーゼ高発現白色腐朽菌育種法」（特開2014-109103）
- ・特許申請中「真正担子菌のリグニン分解能を増加させる方法」

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

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。

イネの栄養ストレス耐性遺伝子の探索と生物情報利用

環境科学部 生物資源管理学科 准教授 清水 顕史

研究分野 : 植物遺伝育種学

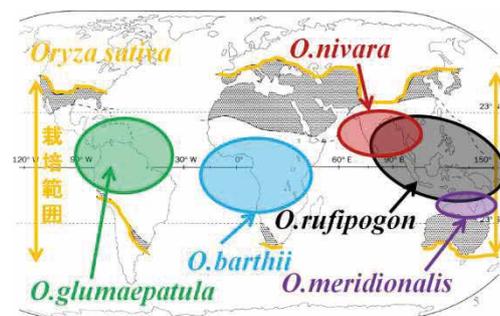
☒ <http://www.eonet.ne.jp/~vor-dem-gesetz/>

世界の農耕地には元素の欠乏や過剰として特徴付けられる様々な問題土壌(不良土壌)が存在しています。 広大な面積を持つ問題土壌において持続的な農業生産を可能にするための解決策の一つは、耐性品種を導入することです。 低投入で持続的な農業を可能にする新たな耐性品種育成に向けて、様々なイネ遺伝資源を利用した有用遺伝子の単離を進めています。

高速シーケンス技術の発展により、網羅的な遺伝子多型情報およびトランスクリプトーム情報の入手が容易な時代になりました。これらビッグデータを利用するための、バイオインフォマティクス研究も進めています。

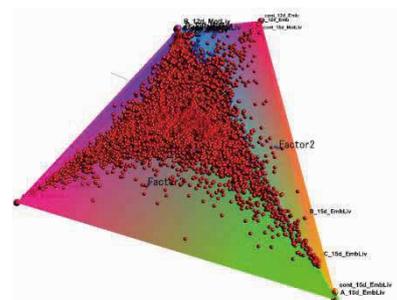
■遺伝資源からの有用遺伝子の発掘

我々の食べている栽培イネ(*Oryza sativa*)には、品種として利用されているよりも遺伝的多様な資源をもっています。研究室では、人類が未だ利用できていない有用遺伝子の探索を進めています。最近では、*O. rufipogon*, *O. nivara*, *O. barthii*, *O. glumaepatula*, *O. meridionalis*などの起源地の異なる野生イネ(右図)がもつ、リン欠乏ストレス耐性遺伝子の探索を行っています。具体的には、野生イネ染色体断片を栽培イネに導入したIntrogression系統を用い、有用遺伝子のマッピング・ポジショナルクローニングを進めています。



■遺伝子組換えイネによる遺伝子効果の検証

単離した遺伝子の効果の検証や機能解析を行う目的で、遺伝子の過剰発現(OX)または機能抑制(OR)する系統を用いた研究を進めています。



■生物情報の育種学的利用

高速シーケンサーを利用することで、生物の遺伝子やその転写産物の配列情報を網羅的に解析することが容易に行えるようになりました。データベースに蓄積されるこれら様々な生物情報から、有益な遺伝子を発掘するためのツール開発(左図および特許)も行っています。

大量データを解析できるワークステーション2台(12CPU 256Gメモリ、8CPU 112Gメモリ)を使ったデータ解析支援も行っています。

オミクス・データのCA plot viewerによる解析例

マイクロアレイ(3万種)+メタボローム(96種)の統合データを同一次元上で解析した(組織および処理経過日数の異なる20種のラットを用いた)。

<特許>

「発現プロファイル解析システム及びそのプログラム」

特開2010-218150 国際特許PCT/JP2010/001867 <http://patentscope.wipo.int/search/en/W02010106794>

土壌学から環境問題を考える (土壌学研究室)

環境科学部 生物資源管理学科 助教 飯村 康夫

研究分野：土壌学

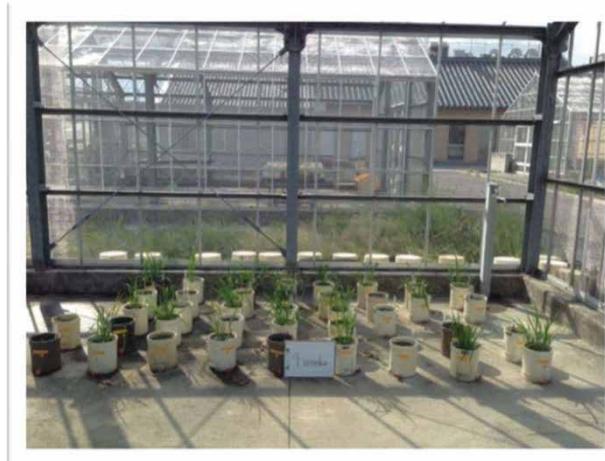
土壌は持続的且つ安定で多様な食糧生産を支える唯一無二の存在であると同時に、地球温暖化をはじめとした環境問題とも密接に関わっている。私たちの研究室では“土壌とは何か？”をベースに、土壌が本来持っている様々な機能(役割)を特に化学的な視点から理解し、我々の生活に応用していくことを目指している。近年は特に「環境問題」をキーワードに下記のような研究に取り組んでいる。

■環境変化と土壌炭素動態に関する研究

土壌には大気や植物の2~3倍もの炭素が主に有機物として安定的に存在している。しかし、今後の環境変化(気候変動や植生遷移等)によっては土壌炭素動態バランスが崩れ土壌からの炭素放出量が増大し地球温暖化が加速されるとの懸念もある。特に黒みが非常に強い黒色土壌は数千年前の炭素を多量に含んでいることからその炭素動態は世界的な注目を集めている。我々は100年スケールでの植生遷移(ススキ草原→落葉広葉樹林)に伴う黒色土壌の諸特性変化、特に黒色土壌炭素の量・質がどのように応答するのか？について実際のフィールド研究から詳細に調べてきた。その結果、(1)炭素量は植生遷移に伴い土壌では減少するが、地上部植生での固定量が増大すること、(2)土壌無機物量・組成や物理性は顕著な変化が認められないこと、(3)土壌腐植は褪色すること。また、これは主に平均滞留時間が数千年もあつた土壌炭素成分の分解・消失によること、(4)これらの減量・褪色は、森林化、特に落葉広葉樹林に遷移することで糖類(主にグルコースやセルロース)に富んだリター層が発達し、より多くの糖類が雨水と共に長期間、継続的に土壌へ供給されることで微生物活性が上がることで分解・消失が進行する(プライミング効果)可能性が高いこと、を定量的データから明らかにした。現在はこのようなプライミング効果の普遍性について定量実験を行っている。

■バイオチャーを用いた水田稲作農法に関する研究

近年、畑におけるバイオチャー農法が環境保全型、且つ、持続型・循環型農法として世界的な注目を集めている。「バイオチャー」とは人為的に土壌へ散布された炭化物の総称で、肥沃性・生産性向上に加え、水質改善・温室効果ガス抑制といった環境負荷低減効果が期待されている。水田でも同等の効果が期待できるが、水田稲作に対するバイオチャー効果の科学的検証は未だ少なく不明な点が多い。そこで本研究では水田でのバイオチャー効果を生産面および環境負荷の両面から科学的に検証することを目的とし実践している。



バイオチャーポット試験(植え付け後4週目)



チャンバー法による温室効果ガス測定

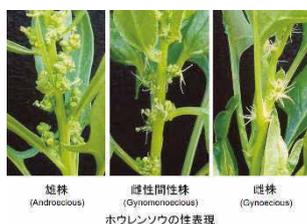
環境制御や育種による高付加価値野菜の生産

環境科学部 生物資源管理学科 助教 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 ⁻¹ FW)	
	Autumn	Winter
Original seed	4.39 a	3.44 a
Gynomonocious 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

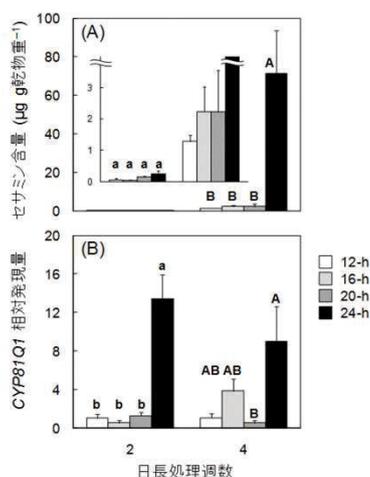
ナイジェリア等で葉菜利用されているゴマの葉（葉ゴマ）の新規機能性野菜利用と生産実用化



■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）

機能性金属・合金ナノ材料合成技術開発・工学応用

工学部 材料科学科 教授 パラチャンドラン 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て機能性金属・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行っている。また、更なる機能性ナノ粒子合成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、開発したナノ粒子を触媒として二次的なナノ材料を開発し、それらの材料を用いて新たな技術開発が望まれているエネルギー・環境分野の発展に貢献する。

■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。予備実験の結果、新規に開発したFe-Pt微粒子は金属Pt触媒よりも高いCO耐性を示した。そこで、各元素の水素酸化能を考慮し、遷移金属とPtやPd含む2元、3元合金の合成技術の開発を行っている。その中でも特にノベルなNi-Pd-Ptナノ粒子(図1)の合成に成功しており、特性評価を行っている。

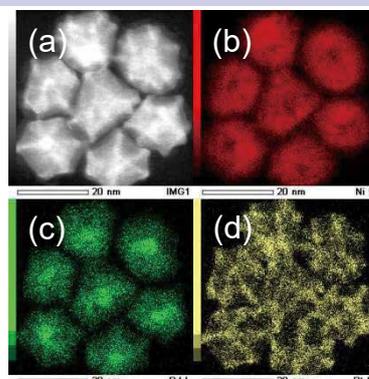


図1. 新規ナノ構造を有するNi-Pd-Ptナノ粒子
RSC Advances, 4 (51), 26667 – 72(2014)

■導電性ナノ材料の開発

微細な線状形状の金属粒子からなる「金属ナノワイヤ」は、透光性の樹脂に導電性を付与するための導電フィラーとして有望視されている。中でも、銀ナノワイヤは工業的な生産技術の開発が進み、銀ナノワイヤを用いたタッチパネルがすでに実用化されている。銀は高価な金属であることやマイグレーションや銀に特有の光の反射などのことから銅ナノワイヤの開発が望まれている。本研究室では、銀やニッケル被覆銅ナノワイヤの合成技術を開発している。また、熱伝導材料としてのポテンシャルを評価・応用についても研究を行っている。

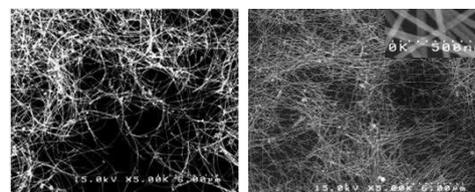


図2. 開発された(a) Cu-Ni(特願2014-036073)および(b)銀ナノワイヤ(特願2013-034361、特願2014-008052)の走査型顕微鏡写真

■光電変換材料の開発

大量供給が可能であり、かつ低コスト代替材料の開発が急務である。代替材料の候補としてCuO, Cu₂OやCuSのナノ結晶が有望視されている。本研究室で開発した金属Cuナノ粒子の合成プロセスでは、高結晶性のCu₂Oナノ粒子が中間体として生成する。CuOやCu₂Oナノ粒子合成技術を開発するほか太陽電池材料としてCu-Zn-Sn-S/Seのナノ粒子の開発や物性評価などを行っている。

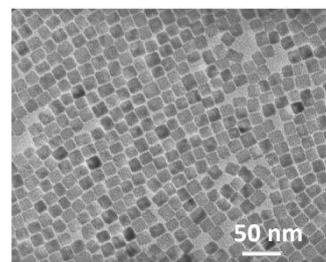


図3. アルコール還元法を用いて開発された単分散Cu₂Oナノ粒子の原子顕微鏡写真
Mat. Res. Express, 1, (1-13) (2014) 015032

■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、 准教授 吉田 智、 助教 山田 明寛

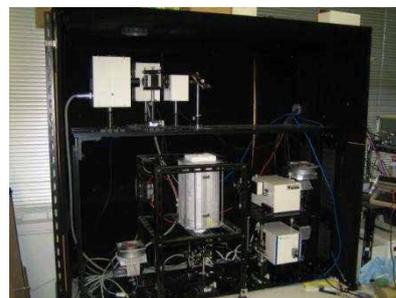
研究分野：無機材料

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

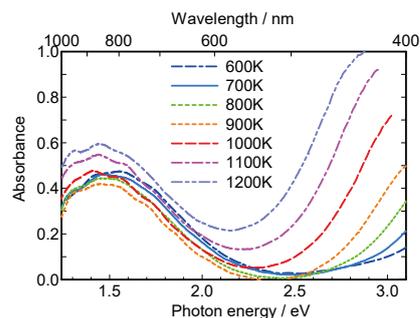
ガラスの製造プロセスにおいて、またガラスを利用して平面ディスプレイパネルや積層電子部品などをつくるプロセスにおいて、ガラスが高温でとけた融液の物性を把握しておくことは重要である。また低温での熱物性は、物理的なモデルの構築が高温域に比べると比較的容易であり、高温物性を予測する基礎となる。そこで、室温以下から1800Kまでの広い温度範囲で、種々の物性について、測定方法の開発と物性の組成依存性・同位体比依存性の研究を行っている。具体的には融液では、酸化還元特性、比熱、粘性、放射熱伝達特性（光吸収特性）、密度について、また室温付近以下では熱伝導率や比熱について研究している。



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関係に改めて着目し、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。



$0.5\text{CuO} \cdot 2.5\text{Na}_2\text{O} \cdot 7.5\text{SiO}_2$
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

工学部 材料科学科 教授 奥 健夫

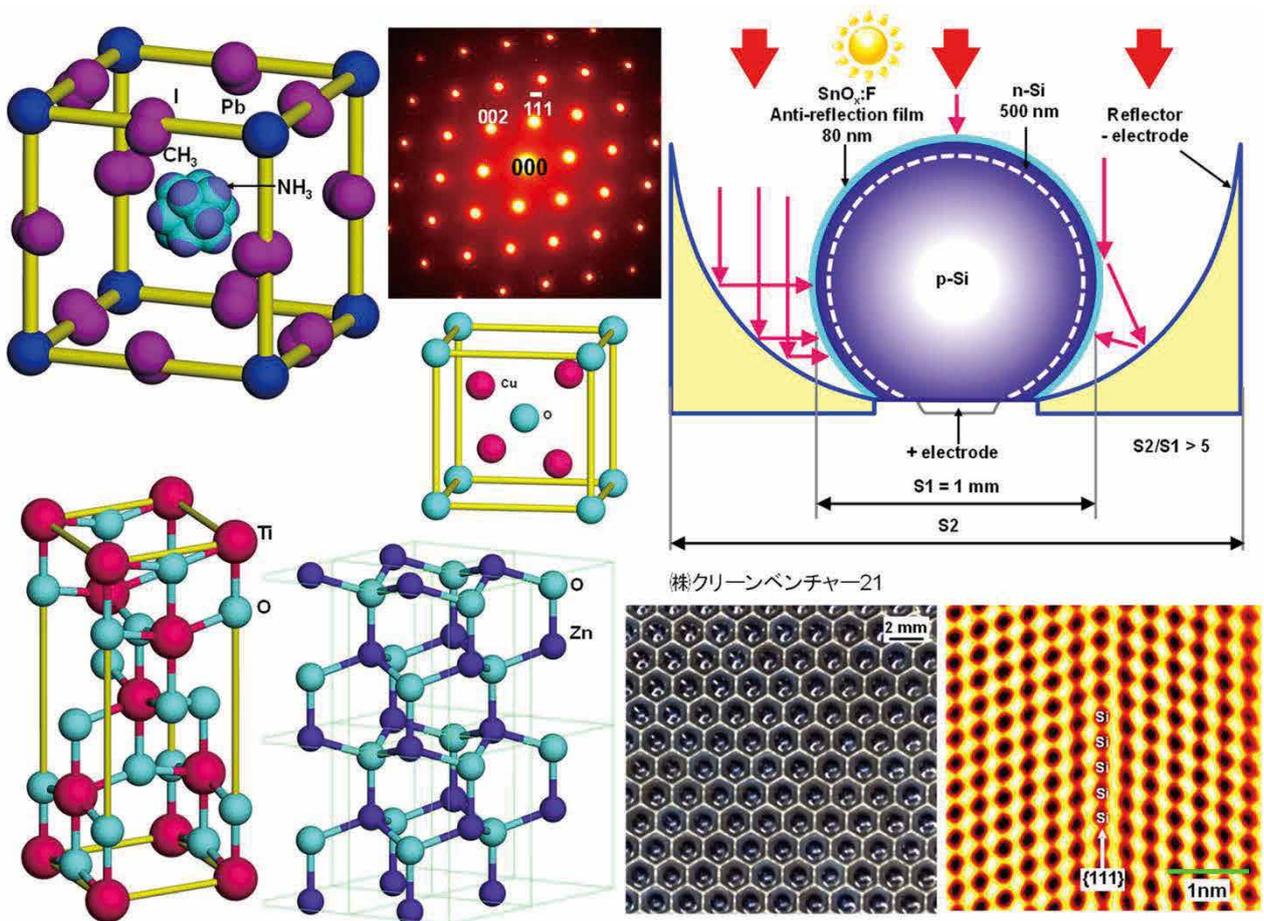
研究分野：エネルギー環境材料

http://www.mat.usp.ac.jp/energy/hp

「エネルギー環境材料」分野のキーワードは、「光・量子情報・エネルギー」。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、ペロブスカイト系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、安価で環境にも配慮した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（フラーレン・フタロシアニン・ポリシラン・P3HT等）や無機半導体（Si・ZnO・TiO₂・Cu₂O）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・結晶学及び第一原理計算により、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。



株クリーンベンチャー21

<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（球状シリコン太陽電池、ポリシラン・TiO₂、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>

概要 : ①プラズマを用いる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

■ プラズマを用いる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。

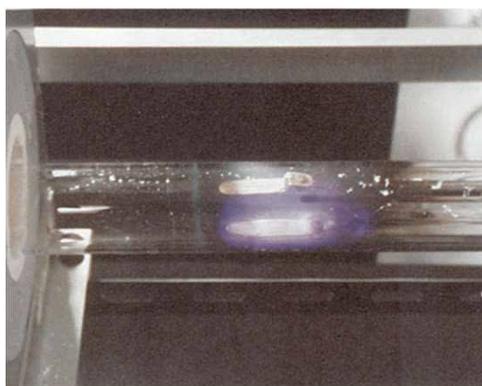


図1: プラズマによる合金の表面処理

■ 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、高圧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圧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CaCu₅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。

<特許・共同研究等の状況>

・ 共同研究 2 件実施中

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

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) ゼルゲル法による酸化超薄膜の作製、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。

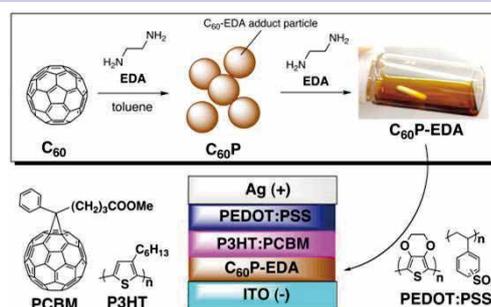


図1 フラーレン-ジアミン付加体をバッファ層に用いた有機薄膜太陽電池

■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、ナノ粒子とゼ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。

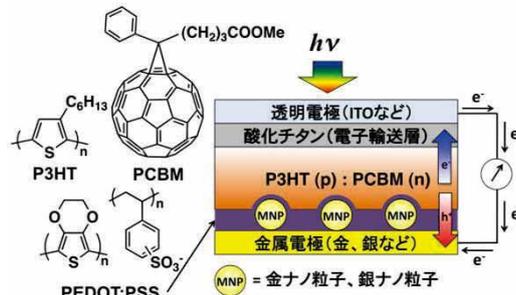


図2 金属ナノ粒子を組み込んだ有機薄膜太陽電池

■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。

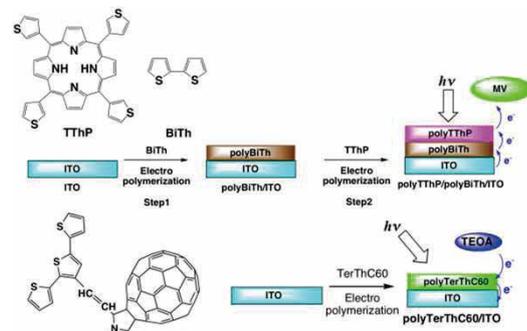


図3 電解重合法によるポリチオフェン-光機能分子複合膜を用いた光電変換

<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。

次世代型有機太陽電池の開発、金属内包フラーレンを利用したNMR量子コンピューターの開発

工学部 材料科学科 助教 鈴木 厚志

研究分野：有機太陽電池、エネルギー変換材料 有機半導体 量子コンピューター

http://www.mat.usp.ac.jp/energy/hp

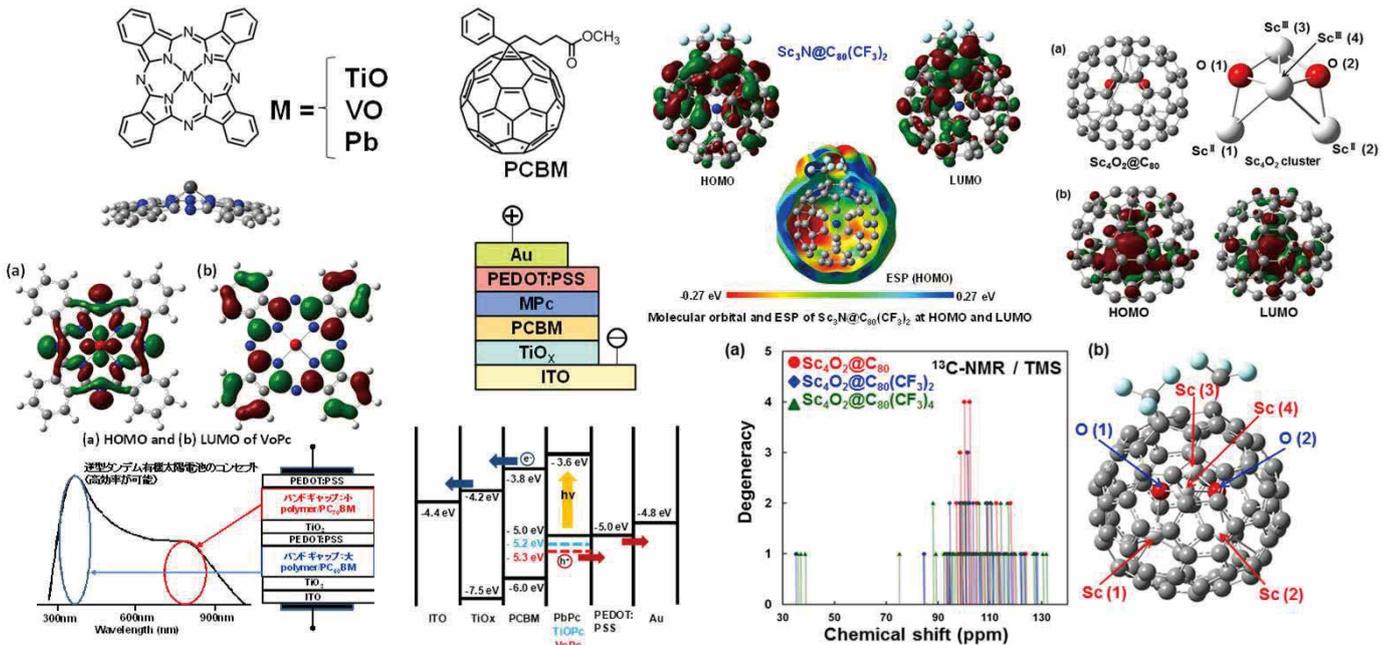
革新的性能を有する新世代型有機太陽電池、有機-無機ハイブリッド系太陽電池を開発し、変換効率の向上を目指す。金属内包フラーレンや金属錯体を利用したNMR量子コンピューターを構築し、ビット数、重なり、緩和時間を制御しながら量子計算の高速化を目指しています。

■次世代型有機薄膜太陽電池の研究開発

P-N型有機薄膜ヘテロジャンクション型太陽電池の開発
シャトル型フタロシアニン系有機薄膜太陽電池の開発
ポリマー系有機太陽電池の構築とその物性評価
ペロブスカイト系有機-無機ハイブリッド太陽電池の開発

■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の開発

金属内包フラーレン、金属錯体の核スピンを利用したNMR量子コンピューターを構築し、重なり、緩和時間を制御しながら量子計算の高速化を目指す。



シャトル型フタロシアニン系有機薄膜太陽電池の開発

金属内包フラーレンを利用したNMR量子コンピューターの開発

想定される応用技術の分野

1. 有機太陽電池、二次電池、有機TFT、有機EL
2. 炭素クラスター、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
3. 情報科学、量子化学計算

期待されるビジネスのイメージ

1. 次世代型有機薄膜太陽電池の開発
2. 軽量化、フレキシブルな太陽電池の開発
3. 量子コンピューター、量子情報計算

<特許・共同研究等の状況>
「有機薄膜太陽電池の製造方法および有機薄膜太陽電池」 特願2011-00095
「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

工学部 材料科学科 助教 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

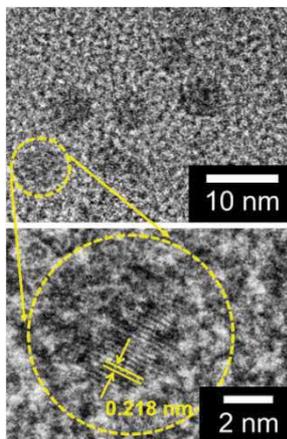
<http://metal1.mat.usp.ac.jp/~metal-labo/>

ゾルー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。

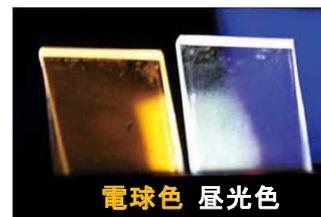
現在、C-dotsと金属酸化物との複合化を行い、材料間界面での相互作用を誘起することで、固体蛍光材料の発光効率の向上や発光波長の調律に関する研究を行っている。一例として、蛍光性半導体である酸化亜鉛（ZnO）とC-dotsを接近させると、エネルギー移動が誘起され、C-dotsの蛍光が増感する。エネルギー移動を誘起したZnO-C-dots複合薄膜をゾルーゲル法により作製し、C-dots濃度に応じた様々な色度の蛍光薄膜を得ることに成功している。



グラファイト状層状構造からなる10nm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)

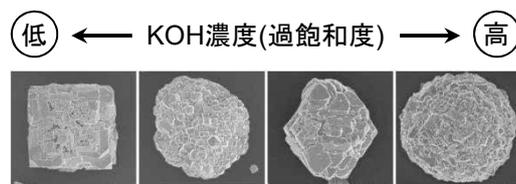


ZnO薄膜内のC-dots濃度に伴う蛍光色の変化

■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应用するため、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BiFeO₃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。

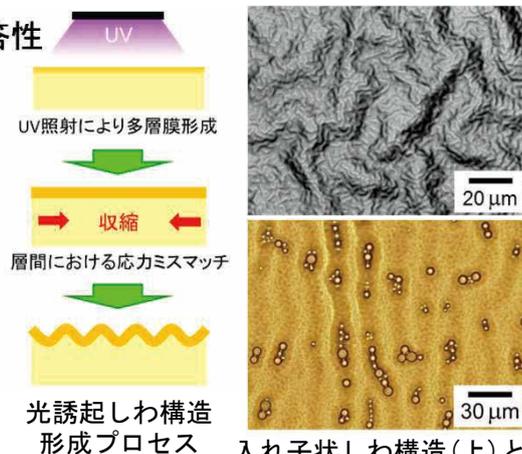


数十μmスケールで形態制御されたBiFeO₃粒子

■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 (プラス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

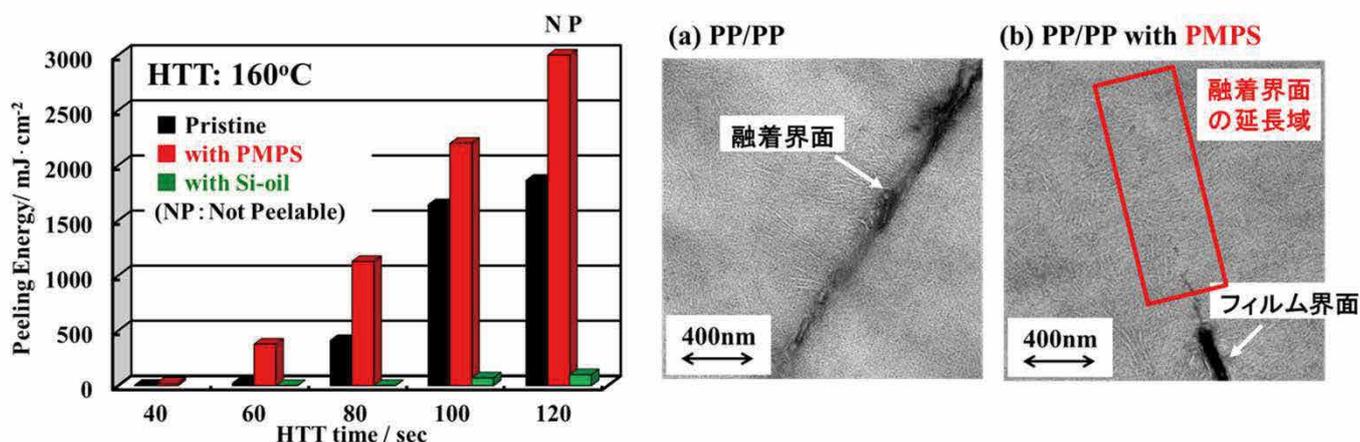
研究分野 : 有機複合材料研究分野

<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。

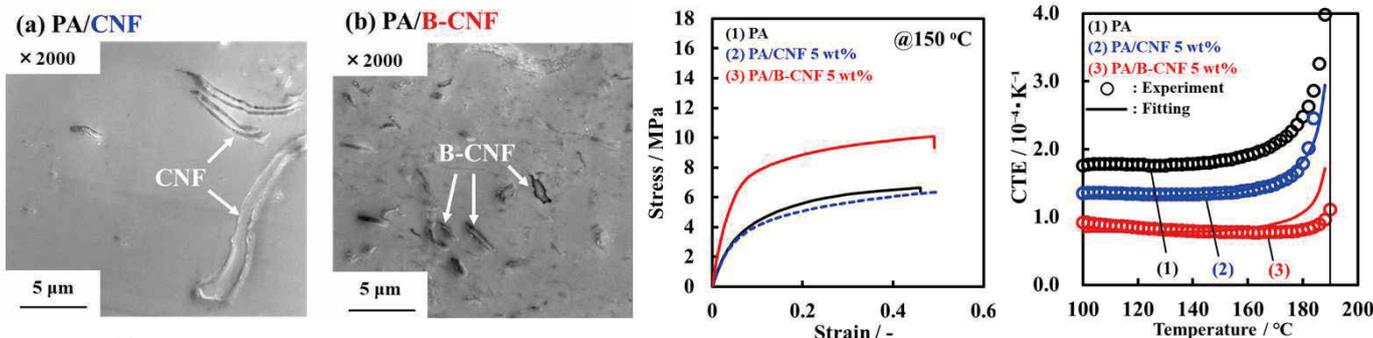
■ポリシラン添加による樹脂およびゴム材料の融着特性の改善技術

- 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>

- ・ 2017年度 受託研究3件 (企業2件、滋賀県1件)、共同研究7件 (企業4件、滋賀県2件、他大学共同1件)
- ・ 特許出願2件、出願準備中1件、技術コンサルタント (受託) 2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

工学部 材料科学科 教授 金岡 鐘局

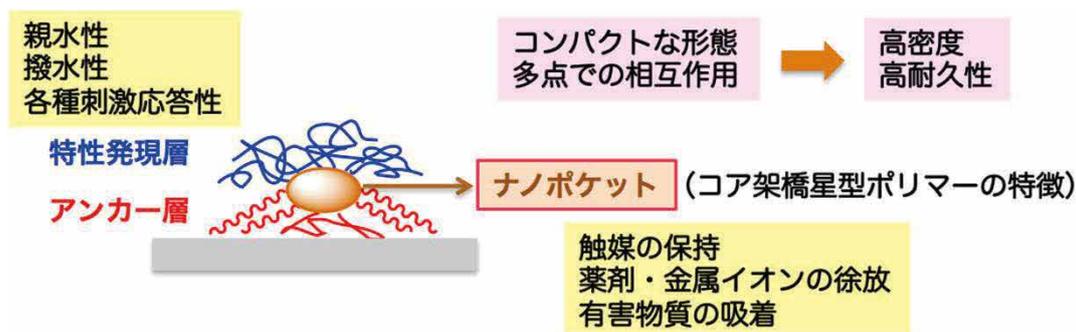
研究分野 : 高分子精密合成、高分子機能

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

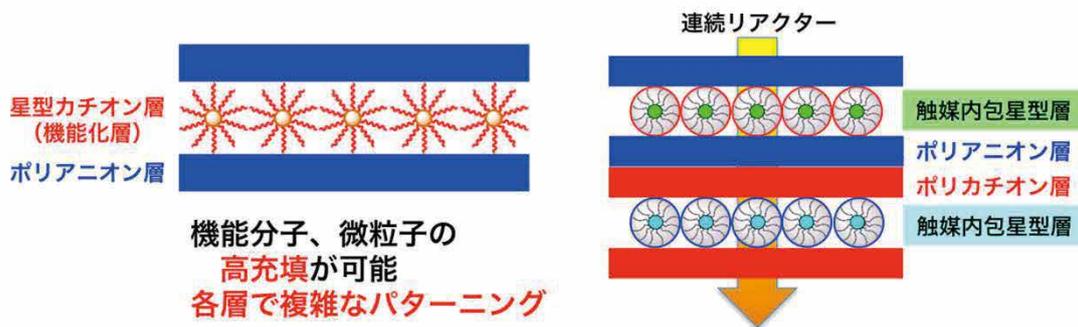
材料表面をポリマーで高密度に修飾するには、grafting-from法が有効であるが、その手法はやや複雑である。コンパクトな形態で多数の枝をもつ星型ポリマーを用いれば、単に表面に吸着させる手法で、多点相互作用により高効率で種々の無機または有機材料の修飾が可能になると期待される。また、星型ポリマーのマイクロゲルコアにさまざまな物質を保持することにより、簡便な方法での機能化が可能となる。



■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～

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

http://www.mat.usp.ac.jp/enviro-mat/index_j.html

工
学
部

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・リチウムイオン二次電池用正極活物質等の開発、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

アントラキノンと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。

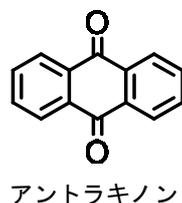
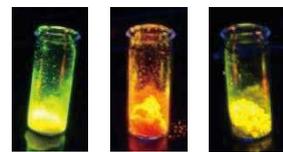
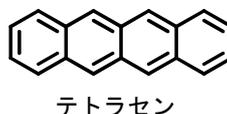


図1 同一の物質が色の異なる固体状態をとる様子

■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げられる。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。正孔輸送能をもつ分子の合成は多数行われてきたが、電子輸送能をもつ分子は報告例は少ない。そこで、テトラセンに電子吸引性の置換基を導入した新しい分子の開発を行っている。



φ 0.90 0.42 0.18
図2 固体状態の蛍光特性



図3 色調の変化

■リチウムイオン二次電池用正極有機材料の開発

現在のリチウムイオン二次電池の正極材料としては、コバルト酸リチウムが広く用いられている。しかし、レアメタルのコバルトを含むため供給リスクが存在する。そこで、資源が豊富な有機材料に注目が集まっている。充放電を行う骨格としてアントラキノンにさらにベンゼン環がつながったアセンキノンに着目して合成研究を行っている。低分子の有機電極材料の欠点として電池に用いられる溶媒に溶けこむためサイクル特性が低くなることがあげられている。この欠点を克服するために、分子間相互作用を強めた新しいアセンキノン分子の合成に取り組み始めている。

<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

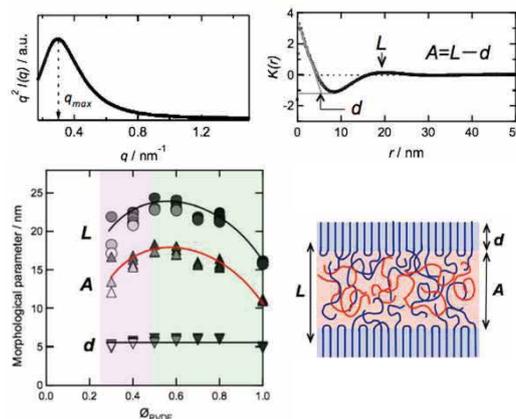
工学部 材料科学科 准教授 竹下 宏樹

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

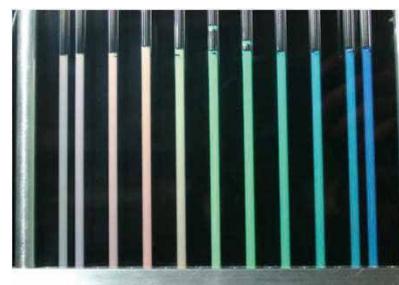
結晶性成分や液晶性成分を含む高分子混合系材料中には、成分間相分離や結晶化・液晶化が複合した構造が形成される。材料の高性能化を目指した材料設計のためには、これら構造の形成機構の解明が不可欠である。我々は、結晶性高分子、液晶性高分子、非晶性高分子、低分子液晶等を含むモデル系において、複数の相転移現象の複合による構造形成の機構解明を目指した研究を行っている。



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しうることの特徴とする。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。



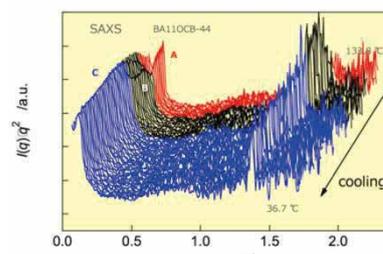
マイクロゲルコロイド結晶が見せる構造色

■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

ペプチド材料を用いた水中からの金イオン捕集 および刺激応答性有機/無機ハイブリッド微粒子材料の創製

工学部 材料科学科 准教授 谷本 智史

研究分野：高分子界面科学

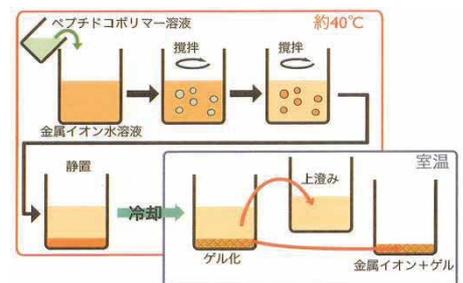
<http://www.mat.usp.ac.jp/polymer-chemistry/index.html>

ペプチド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。特に金属イオンとの相互作用特性を活かすことで、電子産業などからの貴金属イオンを含む廃水の処理プロセスへの適用を検討している。

■ペプチド材料を用いた水中からの金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金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。

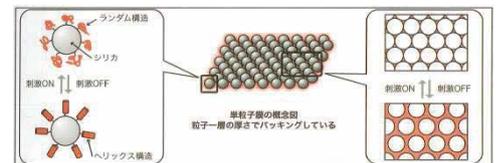


ペプチドコポリマーによる
金属イオン回収手順

■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。

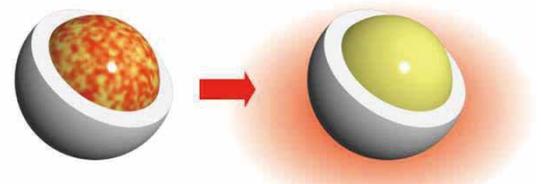


刺激応答性微粒子の二次元配列膜

■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徐放材料としての可能性を秘めている。



コアシェル微粒子からの薬物放出

<特許・共同研究等の状況>

テーマ1に関しては(財)滋賀県産業支援プラザとの共同研究として実施し、特許取得済み。テーマ2・3に関しては現時点で共同研究なし。

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

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

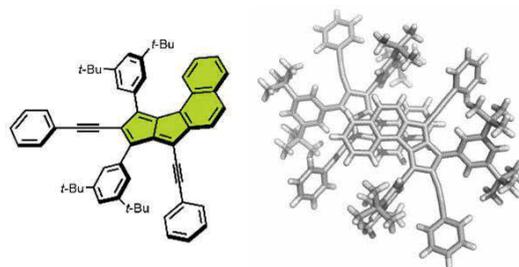
<http://www.mat.usp.ac.jp/enviro-mat/kato.html>

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 π 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。

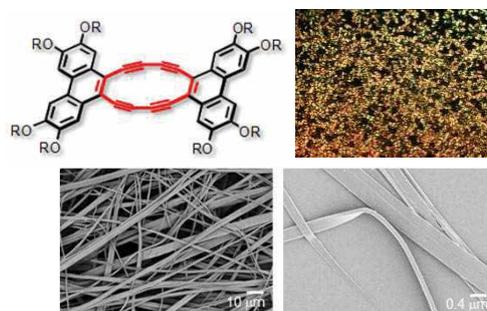


安定な反芳香族化合物と、その分子配列

■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。

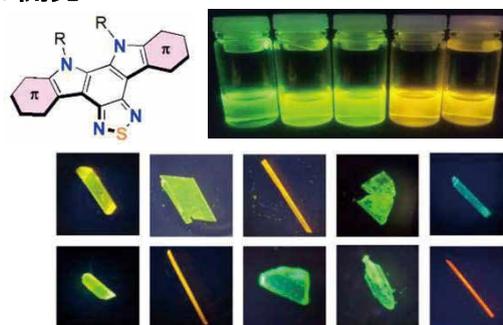


複屈折（液晶性）と1次元ファイバー

■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 および新規なエステル加水分解酵素に関する研究

工学部 材料科学科 助教 竹原 宗範

研究分野 : 有機環境材料

http://www.mat.usp.ac.jp/enviro-materials/index_j.html

生体触媒である酵素とそれらを生産する微生物のはたらきにより、4機能性の新規アミノ酸ポリマーの合成を行っている。これらポリマーは生分解性に優れ、多様な機能性を有する。また、酵素用いた穏和な条件下での環境負荷物質の分解を目指している。

■生分解性の多機能性ポリマーの微生物による 生産に関する研究

塩基性アミノ酸のホモポリマーであるポリ-ε-リジン(ε-PL; 図1)は特定の土壤放線菌により分泌生産される。ε-PLは抗菌活性を示し、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。またε-PLは抗ファージ・抗腫瘍活性や抗体産生促進能など多様な機能を有していることが示された。そこで本研究では、ε-PLの生産性の改善や新たな機能性の付与を目指し、関西各地の土壤サンプルを探索することで、塩基性アミノ酸ポリマーを生産する微生物を多数見出した。

当該の菌から分離したポリマーはε-PLおよび新規物質であるポリ-γ-L-ジアミノブタン酸(γ-PAB; 図1)であり、これらは各々が固有の重合度を持つことや抗菌・抗酵母活性を有することを見出した。さらに、汚泥に対する凝集活性や、陶土に対する分散活性についても評価を行ってきた。現在、これら塩基性アミノ酸ポリマーを水溶液中・温和な条件下で化学修飾することで、機能性の改変と向上を試みている。

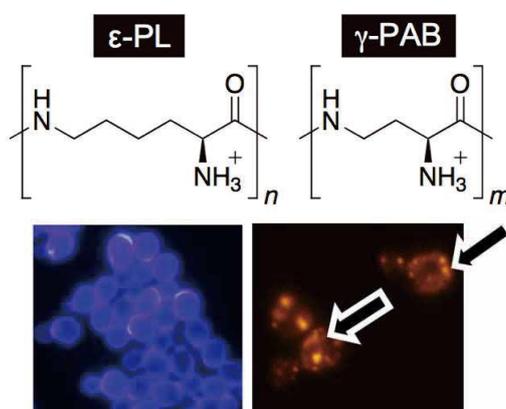


図1. 塩基性ポリアミノ酸(上)が示す抗菌作用: 酵母菌の細胞壁合成に関わる情報伝達の秩序を乱す(下段)

■新規なエステル加水分解酵素に関する研究

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なるが、これらを加水分解する酵素に関する知見は少なく、分解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を生産する土壤細菌を分離、さらに菌体からDET加水分解酵素を精製して塩基配列を解析した。本酵素は種々の芳香族カルボン酸エステルに加えて種々のエステル基質も分解することを発見し、現在、その酵素反応機構の解析を行っている(図2)。

さらに、本酵素の芳香族カルボン酸ポリマーやオリゴマーに対する反応性を検討するとともに、これら基質に対する反応性について人為的な改変も行っている。

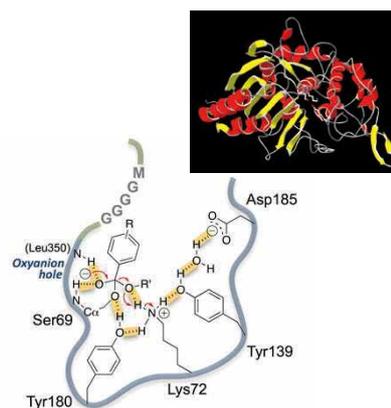


図2. 新奇な芳香族カルボン酸エステル加水分解酵素の推定三次元構造(上)と酵素反応機構(下)

<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

リビング重合による機能性高分子材料の精密設計

工学部 材料科学科 助教 伊田 翔平

研究分野 : 機能性高分子合成

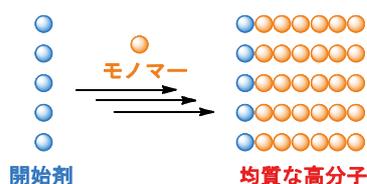
http://www.mat.usp.ac.jp/polymer-chemistry/index_j.html

『精密重合』とも呼ばれるリビングラジカル重合を用い、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。高分子の構造を精密にデザインすることにより、高分子材料の性質や機能を最大限に活かすことができると考えられ、特に刺激応答性ゲルの開発に取り組んでいます。

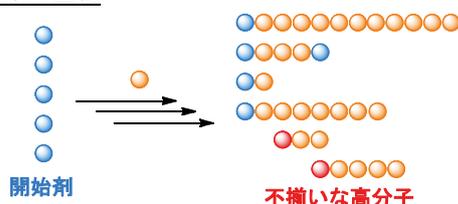
■リビング重合による高分子の構造制御

高い機能を持つ高分子材料を開発する上で、高分子の構造を精密に制御することは重要となります。しかし、従来より用いられている重合法では、得られる高分子の分子量（長さ）は不揃いで、モノマーの配列（並び方）を制御することはできません。それに対し本研究では、リビングラジカル重合と呼ばれる合成法を用いることにより、狙い通りの分子量を持ち、均質な構造を持つ高分子の合成を行っています。また、この技術を用いることにより、線状高分子だけでなく、ブロック共重合体や星型高分子といった、モノマーの配列や構造がデザインされた高分子の合成が可能になります。

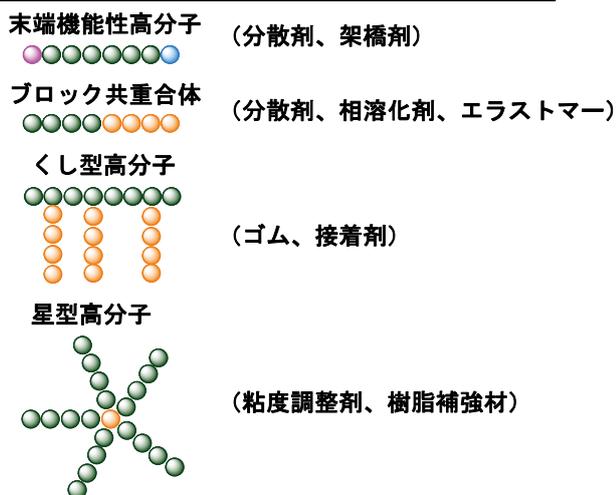
リビング重合



従来の重合



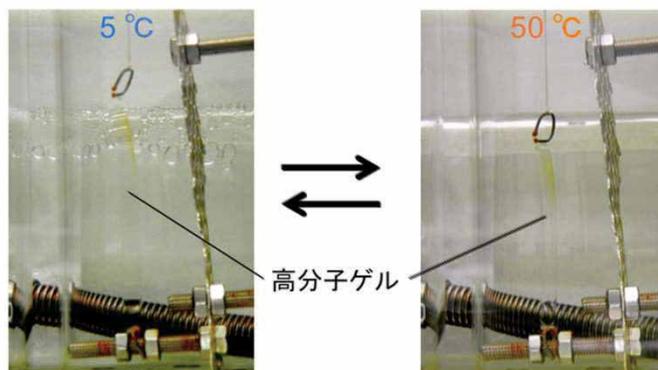
リビング重合で合成可能な高分子と期待される用途



■高分子ゲルの構造制御と機能創成

上記のリビングラジカル重合を用い、様々な機能性高分子の開発に取り組んでいます。そのひとつとして、高分子が架橋されて三次元網目構造をとったゲルがあります。

特に、右図に示すように温度変化に応答して体積を大きく変化させる「温度応答性ゲル」はその性質からセンサーや力学素子への応用が望まれます。この温度応答性ゲルについて、構造を制御に基づく機能の開発・物性のコントロールに取り組んでいます。



温度変化に対して伸び縮み・・・センサーや力学素子への応用

移動を支援する福祉ロボット および腰痛予防のための学習支援システムの研究

工学部 機械システム工学科 教授 安田 寿彦

研究分野：福祉ロボット、メカトロニクス、非線形システム

□<http://www.mech.usp.ac.jp/~maw/index.html>

移動は日常生活の中で基本的な機能のひとつである。単独での移動が困難な方のために、できるだけ介助を受けずに移動ができるように、ベッドなどから車いすへの移乗を介助するロボット、インテリジェント移動支援機器などを開発している。また、看護や介護に携わる方々の腰痛を予防するために腰部負担が少ない動作の学習を支援するシステムを開発している。

■電動移動支援機器の開発

電動車椅子の操縦には微妙な操作を要求される。電動車椅子に操作者の能力に応じたインターフェイスを搭載し、さらに、障害物検知センサーとコンピュータを用いて知能化して、安全かつ快適に利用できるインテリジェント電動車椅子の開発に取り組んでいる。たとえば、走行能力が低くても、操作能力が低い人が、自力で移動できることが重要である。さらに、ハンディキャップのある子ども達の早期の移動体験を支援するための移動機器の開発にも取り組んでいる。



■自立支援型移乗(乗り移り)介助ロボット

車椅子の利用者の中にはベッドから車椅子への乗り移りやトイレ利用時の移乗に介護を必要とされる方がおられる。このような方々の自立支援には介護者なしの移乗が極めて有用である。要介護者が自分自身で操作して移乗を可能とする福祉ロボットの開発・実用化を目指している。



■アシスト機能を備えた片手用車いすの開発

片手のみで車椅子を使用される方は 操作時の身体的負担が大きく人力で駆動する車椅子では屋外での長距離移動等が困難である。操作者の残存能力を生かし各種のアシスト機構によって 操作者の負担を少なくし かつ安全性を増すことが必要である。このために、片手で進行方向を確実に指示できるユーザーインターフェースの開発やパワーアシスト・上り坂下り坂の安全走行機能を実現している。



■腰部負担の少ない看護・介護動作自己学習支援システム

看護や介護に携わる方々の腰痛が問題となっている。ボディメカニクスを活用して、腰部の負担の少ない動作を行うことが腰痛予防に有効である。動作中にリアルタイムで大きな前傾角度を警告する機能や動作状況を記録し再生する機能を利用して、看護・介護動作を学習するシステムを開発している。



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

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、高セタン価燃料を用いた低圧縮比ディーゼル機関の新燃焼方式に関する研究、天然ガスを燃料とする希薄ガス機関に関する研究などを主なテーマとしている。

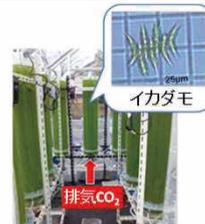
■新方式によるバイオディーゼル燃料を用いたトリジェネレーションシステムの開発

コージェネレーションをさらに進化させた「トリジェネレーション」※に着目し、電気・熱・二酸化炭素を抽出し有効利用するシステムを開発し実証する研究を行っている。具体的には、①琵琶湖水系から得られる微細藻類などから油脂を抽出する基礎技術の確立 ②藻油バイオディーゼル燃料を製造しトリジェネレーションエンジンシステムで安定的に運転する技術の開発 ③トリジェネレーションから得られた二酸化炭素による微細藻類培養の実証研究 ④接触分解法を用いた藻油からの炭化水素燃料生産の研究 などに取り組んでいる。

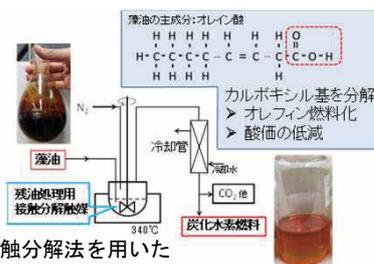
※コージェネレーション(=電熱併用)における燃料から生産される熱・電気に加え、発生する二酸化炭素を温室栽培などで有効活用するエネルギー供給システムを意味する造語。



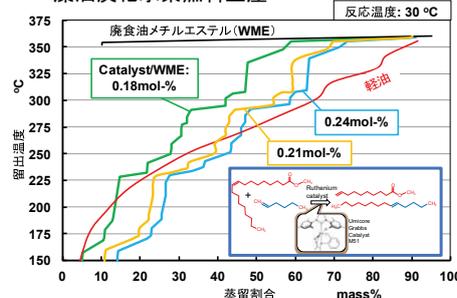
アミン水溶液を用いた排気CO₂の選択分離回収装置



藻体培養装置



接触分解法を用いた藻油炭化水素燃料生産



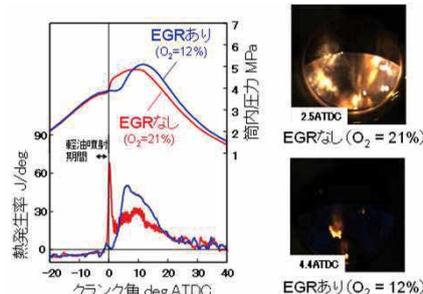
メタセシス反応によるバイオディーゼル燃料の軽質化

■クロスメタセシス反応によるバイオディーゼル燃料の軽質化・蒸留特性の改善に関する研究

植物油から製造したバイオディーゼル燃料は、通常の軽油に比べて沸点が高く蒸発性が低い。そのために、エンジン内で蒸発できなかった燃料が潤滑油に混入する潤滑油希釈が課題となっている。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。

■希薄天然ガス機関の燃焼改善に関する研究

内燃機関からのCO₂排出量削減を目的として、希薄天然ガス機関の研究を行っている。具体的には、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において、可変圧縮比を用い負荷に応じて燃焼を制御する方法や、着火補助油を多段噴射することによって、高圧縮比条件で問題となる燃焼騒音を低減する方法などの研究を行っている。



天然ガス-軽油二元燃料機関の燃焼解析結果と火炎画像

特許・共同研究等の状況 : バイオディーゼル燃料用酸化防止剤及びバイオディーゼル燃料(特許出願番号: 2010-133165)、バイオディーゼル燃料に関する受託および共同研究、技術コンサルティング多数

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

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い、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。

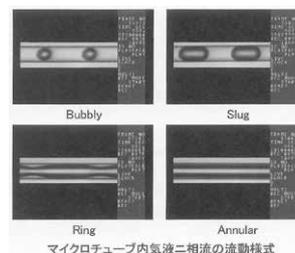
更に、今後UVPで流速計測を行うことが重要な計測手法の一つになるものと予測され、その計測方法の改良・新たな測定対象を目指して研究を進めている。また、マイクロバブルを超音波反射体として利用するための検討も行っている。

■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 μm ~250 μm 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。



<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。

エコデザイン・メンテナンス・品質設計・システムの情報化

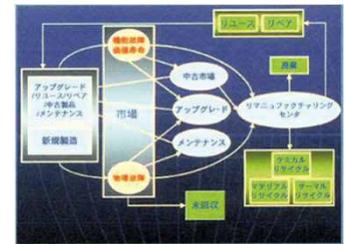
工学部 機械システム工学科 教授 奥村 進

研究分野：ライフサイクル工学・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・情報化に関する研究を行っている。

■環境調和型製品の設計に関する研究

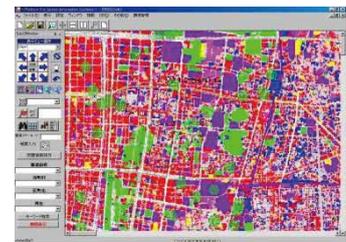
地球環境問題がクローズアップされるにつれて工業製品の開発・設計・製造・使用・廃棄のいずれの段階においても地球に与える負荷を少しでも軽くするエコデザインが模索されている。本研究では、環境調和型製品の設計理論の構築・工業製品のグリーン性評価法の開発・循環型製品の市場残存量・回収量の予測などに関する研究を行っている。



循環型製品のフロー図

■品質設計・パラメータ設計に関する研究

高品質な製品を製造するためには製品の機能性の評価・改善が必要で、そのためにはシステム中のパラメータを最適化することが肝要である。本研究では、品質特性に関する損失関数の期待値と分散を考慮した評価関数を導入し、非線形最適化問題として定式化を行う新たなパラメータ設計法を提案し、目的特性が複数存在しても良好な解を得ることができる。



開発した土壌汚染管理システム

■メンテナンスマネジメントに関する研究

設備を長期間に渡って使用していくためにはメンテナンスが重要な役割を果たしている。過大なメンテナンスはコストの上昇を引き起こし逆にそれが過少であると設備の信頼性を低下させてしまう。本研究では、最適検査プログラムに関する理論構築を行うとともに、その結果を実設備に適用し、その有効性の検証・研究に取り組んでいる。

■地理情報処理システム(GIS)に関する研究

データの視覚化をコンピューターの地図上で行うとその分布状況や相互関係が明確になり 高度な意思決定が行えるようになる。本研究ではGISの高度利用ができるようwebサービスやリッチクライアントを用いたGISの開発を行い、すでに農業管理システムや土壌汚染管理システムとして実用化を図っている。

<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・GIS

透過・屈折を伴う波動伝播に対する数学的散乱理論

工学部 機械システム工学科 教授 門脇 光輝

研究分野：偏微分方程式論、特に数学的散乱理論

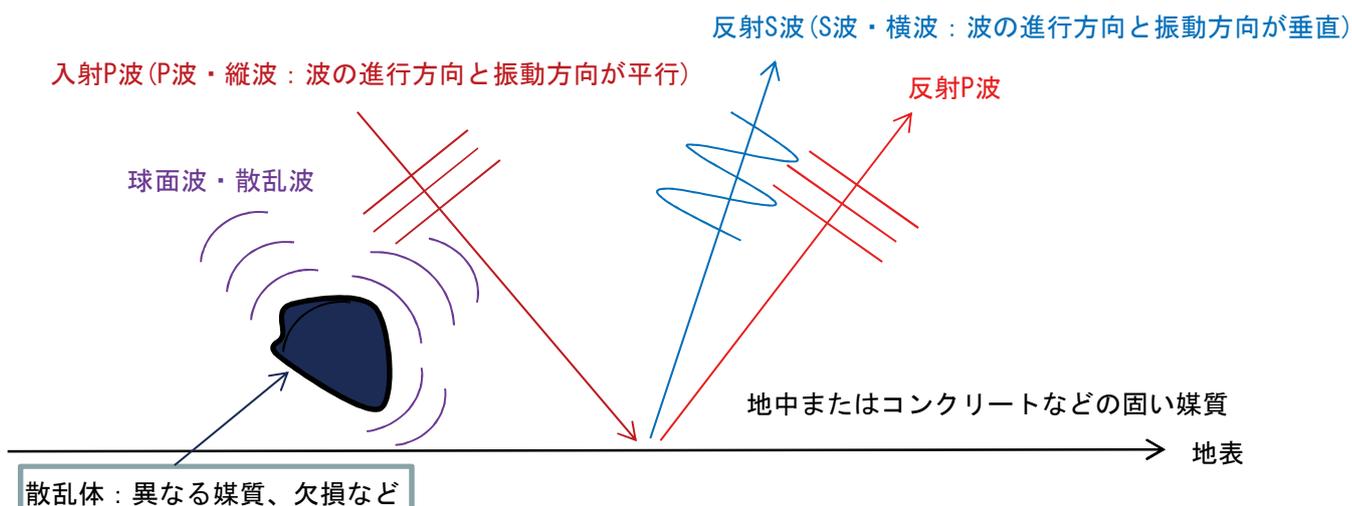
工
学
部

透過・屈折を伴う波動伝播に対する数学的散乱理論を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。

現在進行形の研究としては、二層媒質中の音響波動伝播と半無限領域(半空間)における弾性波動伝播(地震波)に対して、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散乱波が発生する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進めている。このような研究は、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、異なる媒質が占める領域または無限境界を持つ領域で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な状況ではない。なお、以下にイメージで示す半無限領域における弾性波の入射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。



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

強く、軽く、高性能！な機械を目指した材料研究

工学部 機械システム工学科 教授 田邊 裕貴、助教 和泉 遊以

研究分野： 材料強度学，破壊力学，表面改質，非破壊検査

□<http://www.mech.usp.ac.jp/~prw/index.html>

高性能で軽くて強い材料の開発や部品の高機能化と信頼性向上に関する研究に取り組んでいます。コーティング技術や熱処理による機械材料の強化、機械やその部品の破壊メカニズム解明、損傷評価に基づく余寿命評価法の開発など、機械材料に関する幅広いテーマに取り組んでいます。

■セラミック薄膜の機械的特性とその高機能化に関する研究

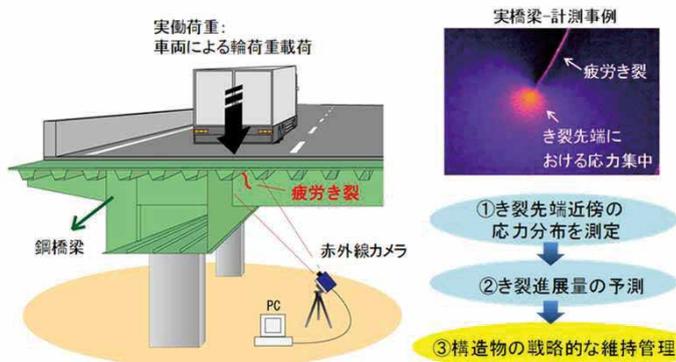
セラミック薄膜の機械的特性を総合的に向上させ、さらなる高機能化を図るための成膜条件の決定指針、さらには鋼基板の前処理や成膜後の熱処理等も含めたセラミック被覆鋼の総合的な製造指針を示すことを目的とした研究を行っている。



レーザ熱処理によるセラミックス被覆鋼の高機能化

■非破壊評価法に基づく経年構造物の余寿命評価

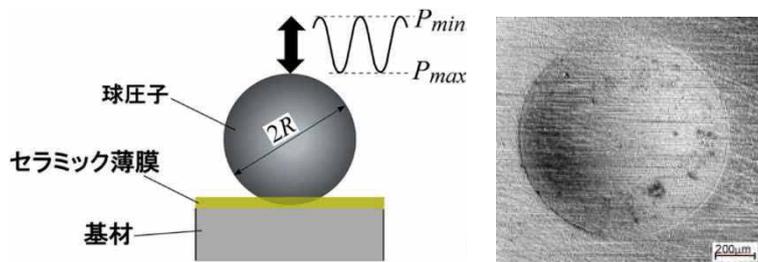
破壊力学的評価に基づく構造物の疲労き裂進展予測を、き裂周辺の磁束密度分布あるいは赤外線応力測定結果を用いて行う、新しい非破壊評価法の開発を行っている。これにより、機器の使用停止、補修・補強、荷重抑制等の対策を迅速かつ的確に講じることができる合理的な維持管理手法を確立させる。



赤外線応力測定によるき裂進展予測法の概略

■セラミック被覆金属材料の薄膜におけるき裂発生強度，摩耗特性，はく離強度評価法の確立に関する研究

様々な膜質のセラミックをコーティングした金属基板表面に球圧子を静的、または繰返し荷重条件で押付ける試験を行って、薄膜におけるき裂発生荷重の分布特性、はく離発生荷重繰返し数、摩耗量を求めることにより、薄膜の強度特性の絶対的評価法の確立を目的とした研究を行っている。



繰返し球圧子押込み試験により薄膜に発生したリングクラック

主な共同研究先：富山大学，神戸大学，龍谷大学，川田工業株式会社，日本アイ・ティ・エフ株式会社，富士高周波工業株式会社，本州四国連絡高速道路株式会社

柔らかい素材を用いたロボットの開発と制御

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

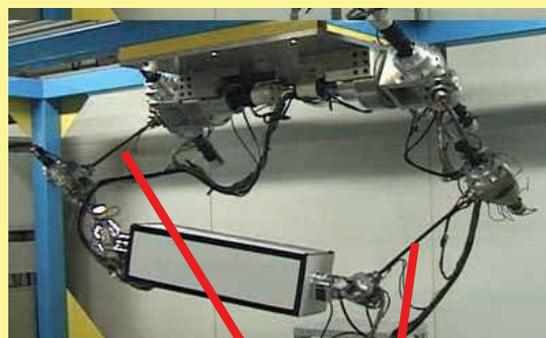
<http://www.mech.usp.ac.jp/~maw/index.html>

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、軽量の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



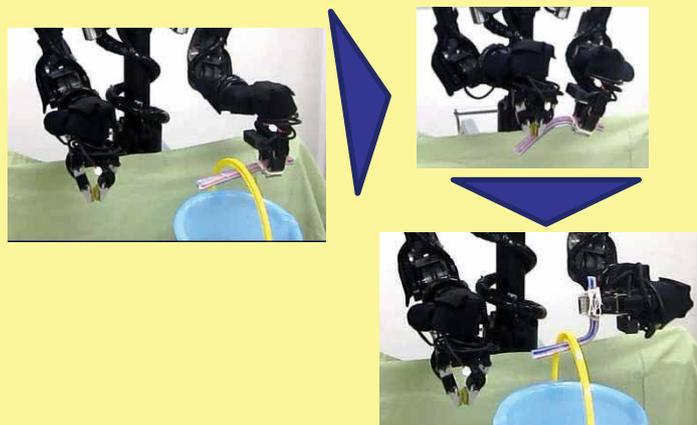
ばねのように振動するロボットアームのリンク

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



技能訓練システムおよび技能の解析

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、人間工学、人工現実感

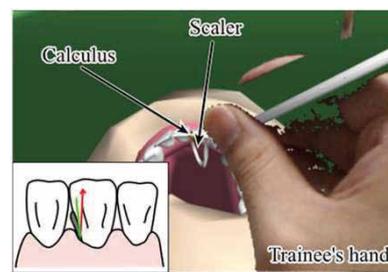
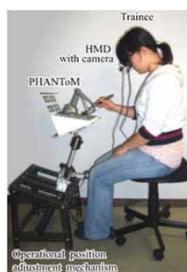
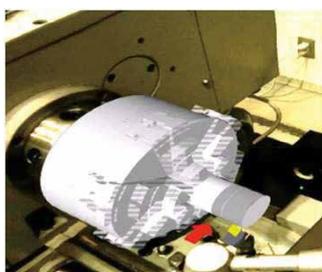
製造現場で人が行う作業にはコツやカンが必要であるが、それを新規の作業者に正しく伝える（技能伝承）ことは難しい。その課題に対して、人工現実感によるシミュレータを使った訓練方法、身体動作や筋活動の測定結果にもとづいて客観的な技能評価方法を提案する。切削加工作業、電気溶接作業、歯科診療作業を対象として、効率的に技能伝承を行う手法について研究している。

■バーチャルリアリティを利用した訓練システム

人工現実感により仮定の作業環境をシミュレートし、その内で人間に訓練をさせるシステムである。訓練に使用する消耗品が少なく、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ができる。現在は、シミュレーションの精度を上げて訓練効果を向上させることや、仮想環境でしかできない訓練方法を模索している。



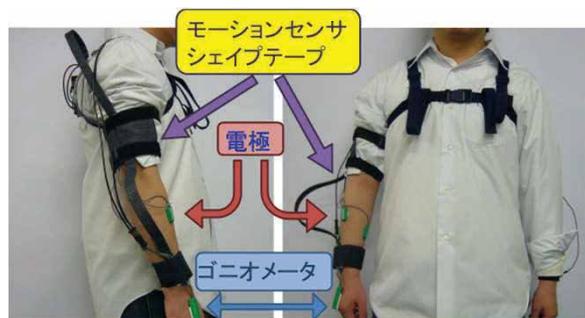
普通旋盤作業のシミュレータ



歯石除去作業のシミュレータ

■作業中の動作や操作力に基づく技能の評価

技能者が作業を行っているときの身体の動きや力の使い方等を様々なセンサーで測定し、そのデータに基づいて客観的に技能のレベルを評価する。さらに、作業における不足点を見つけてアドバイスを自動で行うことを目指している。



溶接作業における右腕動作と表面筋電位の測定

物体まわりの流れと流体力に関する研究

工学部 機械システム工学科 准教授 安田 孝宏

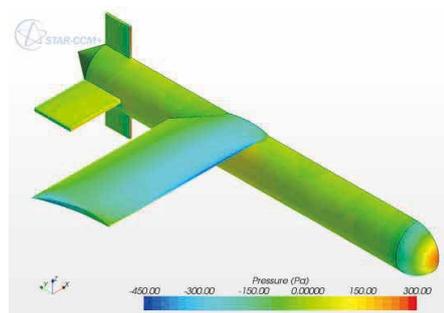
研究分野 : 流体力学

☒ <http://cont4.mech.usp.ac.jp/>

物体周りの流れと流体力との関連や、流体抵抗、流体騒音の低減について数値計算や可視化風洞を用いて調べている。また、格子ボルツマン法を用いた高レイノルズ数領域における効率的な数値計算手法の開発も行っている。

■低レイノルズ数領域で用いる翼型の研究

琵琶湖の水環境の詳細な調査のため、従来のスクリー方式よりも低コストで潜水、移動できる水中グライダー方式調査機に着目し、水中グライダーの移動環境である低レイノルズ数領域に最適な翼形状を曳航水槽実験や数値計算を用いて開発している。特に、最近では翼前縁形状を波形状化することによる翼性能の向上を試みている。



水中グライダー表面の圧力分布（計算結果）

■船体抵抗の低減や流体機械の流体騒音の低減に関する研究

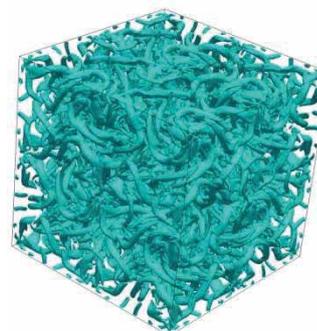
近年、輸送機械や流体機械等の省エネおよび低騒音化が重要な課題となっている。本研究では船舶を複数の胴体にし、配置や形状を最適化することで造波を干渉させて造波抵抗を低減する研究や、流体機械から生じる流体騒音を低減する研究を実験や数値計算を用いて行っている。



可視化風洞

■高レイノルズ数領域で高効率な非定常・非圧縮性流体の計算手法の開発

近年のコンピュータの発達に伴い、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る。これらをより身近なものにするためには、さらなる高効率な計算手法の開発が求められる。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の高レイノルズ数での安定性を改善することで、乱流の大規模並列計算に適した計算手法の確立を目指している。



格子ボルツマン法による一様等方性乱流の数値計算

<特許・共同研究等の状況>

空気エジェクター内流れ、回転機械内流れの可視化実験や数値シミュレーションに関する共同研究を行っている

機械の運動や振動、騒音など 動的な現象の解析と制御に関する研究

工学部 機械システム工学科 准教授 大浦 靖典、助教 田中 昂

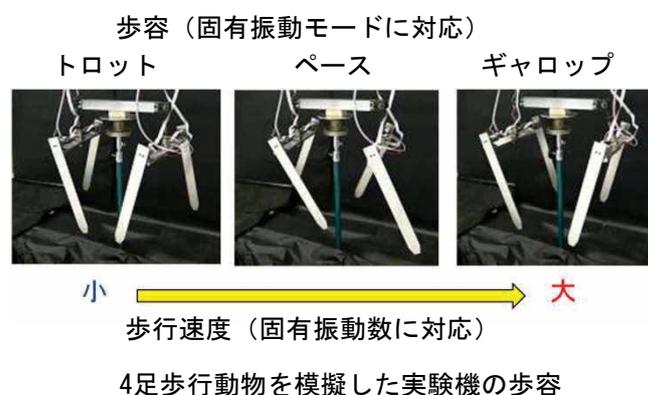
研究分野：機械力学、振動工学

http://www.mech.usp.ac.jp/~hnw/index.html

多自由度振動系の固有振動の励起手法の開発、振動機械の共振点駆動、2足歩行・4足歩行の解析、ディスクブレーキの鳴き、身体動作負担の評価など、主として人体や機械における運動・振動の解析や振動の利用と制御について研究している。

■分散制御による多自由度振動系の共振点駆動

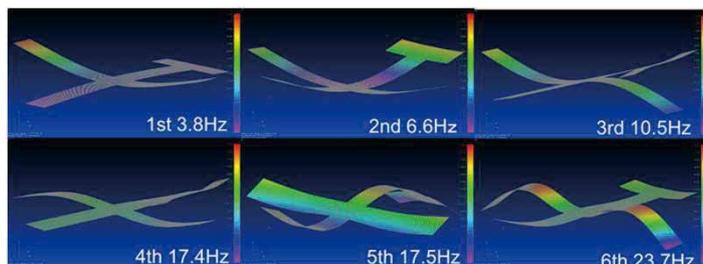
多数の固有振動をもつ多自由度振動系を、分散配置したアクチュエータを用いて、共振点で効率よく加振する方法を開発した。8自由度の台車を用いた実験では、路面の摩擦変動が大きい場合でも、安定して振動モードを形成できた。歩行や遊泳における外部抵抗の変動に対応できる。また、胴体と脚4本、肩と腰に自由度をもつ4足歩行動物を模擬した実験機では、加振周波数に応じて振動モードが切り替わることを確認した。歩行速度（加振周波数）に応じて歩容（振動モード）が自ずと切り替わる制御方式を提案することで、エネルギー効率がよい駆動を実現できる。



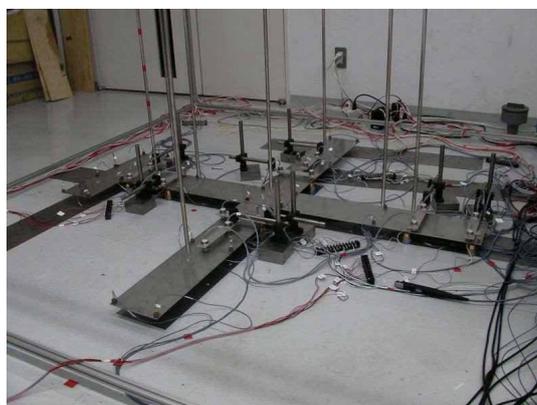
摩擦の大きい路面における8自由度のばね・質点系とみなせる連結台車のモード形成

■強制引込みによる大形構造物の多点加振試験

航空機などの固有振動が励起しにくい大形構造物を対象に、強制引込みを利用した多点加振試験法を開発している。構造物に多数配置した局所フィードバックされたアクチュエータのうちの1つを固有振動で強制加振し、各アクチュエータの振動を同期させる（強制引込み）。各アクチュエータ間の制御力を集中制御する必要を無くすことで、加振点の位置や数を自由に行うため、精度よく固有振動が励起できる。



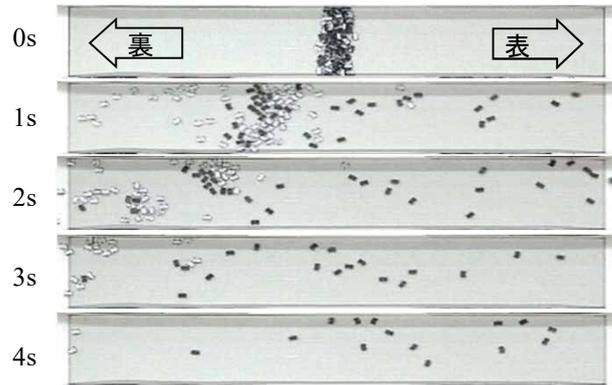
航空機を模擬した構造物の固有振動



航空機を模擬した構造物の多点加振試験

■振動を利用した物体の搬送と分別

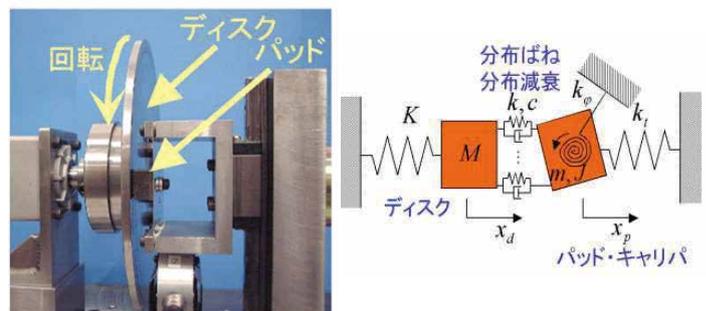
自励振動による共振点追尾や引込み現象を利用した同期制御によって、振動機械の効率の良い駆動を実現した（分散形振動搬送、楕円振動搬送）。さらに、共振周波数付近で振動機械の高速断続駆動を可能にした。お菓子などの袋詰め工程の高速化に役立つ（高速定量供給）。また、楕円振動搬送により摩擦係数や表面形状の異なる物体を左右に分別できるようにした。電子部品の表裏分別に適用できる（分別搬送）。



電子部品の表裏分別

■ディスクブレーキの鳴き発生メカニズムの解明

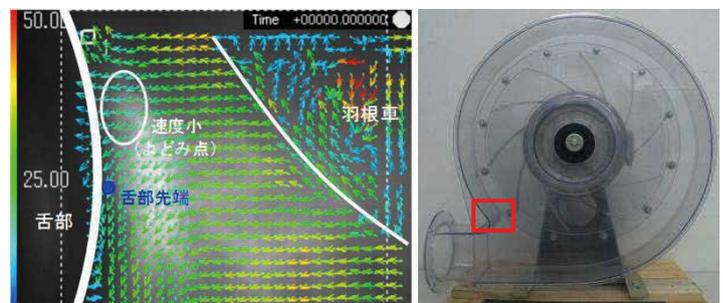
ディスクブレーキを模擬した実験装置を用いて、鳴きの発生メカニズムを明らかにした。実験結果に基づき、ディスクを並進の1自由度、パッドを並進と回転の2自由度をもつ振動系で表し、安定解析を行った。解析の結果、鳴きには、ディスクやパッドの振動特性だけでなく、摩擦接触部に分布するばね特性の押付圧依存性が大きな影響をもつことがわかった。本研究の成果は、鳴きにくい摩擦材の開発やパッドの支持方法、パッド端面の面取りなど鳴き対策の指針となっている。



鳴き試験機と解析モデル

■遠心送風機の内部流れの可視化

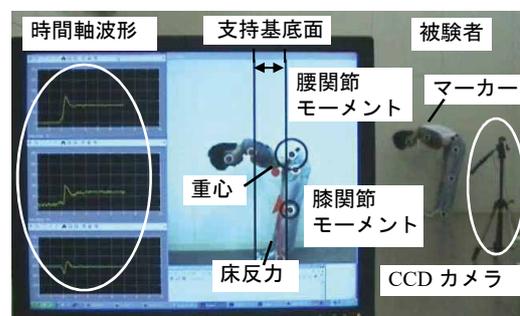
遠心送風機に発生する騒音の原因を究明し、騒音低減技術を確立する。羽根通過周波数騒音を対象に、送風機内部の流れ、速度、速度変動、圧力変動を測定した。また、乱流騒音の発生場所を特定するため、送風機内部の流れを可視化し、流れの急激な変化や渦の発生を確認した。測定結果に基づき、翼や流路の形状を最適化することで、騒音の低減だけでなく、効率の向上が期待できる。



可視化用送風機を用いた粒子画像流速測定法による解析

■CCDカメラを用いたリアルタイム動作解析

動作画像の取得と同時に逆力学解析を行い、関節に働く力やモーメントを算出し、画像に重ねて表示する装置を開発した。日常生活や介護の場面で現れる立ち上がり動作などの良し悪しを、力学的根拠に基づいてその場で判断できる。リハビリテーションや看護教育において、負担の少ない動作を効果的に学習するためのツールになりうる。



動作解析の表示画面

<特許・共同研究等の状況>

特許：特願2008-220737（振動制御）、特願2006-073048（搬送装置）、特願2005-044540（搬送装置）など
共同研究等：19件（2007年～2012年）

軽量/柔軟なアクチュエータ開発 および人に触れるロボットへの応用に関する研究

工学部 機械システム工学科 助教 西岡 靖貴

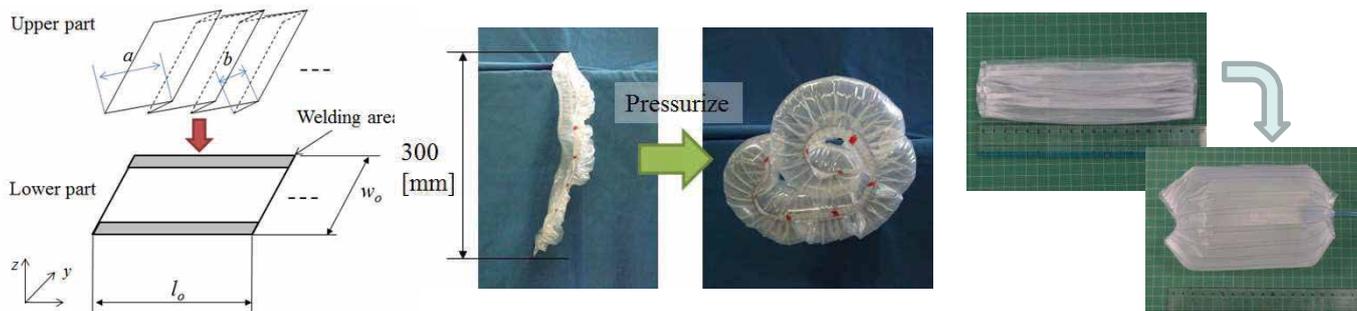
研究分野：アクチュエータ、ソフトメカニクス、空気圧制御システム

http://www.mech.usp.ac.jp/~maw/index.html

ロボットの医療、介護、支援装具といった分野への応用が多く見られる。しかし、このような人と直接接触する機械システムの場合安全性が重要となる。本研究ではこのようなシステムの本質安全の実現を目的とした軽量/柔軟なアクチュエータ開発を実施し、また人に触れるロボットへの応用を進めている。アクチュエータを含む機械システムが極めて軽量・柔軟になれば、予期しない接触においても使用者の安全性が保たれる。

■極軽量・柔軟なアクチュエータ

プラスチックフィルムを利用した極めて軽量かつ、柔軟な袋状の空気圧アクチュエータを開発している。プリーツと呼ばれる折り込み構造を施したフィルムと、平坦なフィルムを熱溶着により袋状にしている。この内部に圧縮空気を入れることで、折込部が開き、大きな屈曲運動を生成できる。また、両面をプリーツ加工を施したものにすれば、人間の筋肉の様な収縮運動を生成できる。図に示す様な屈曲型のものであればおよそ300[mm]の長さで30[g]程度であり、先端に4.7[N]程度の力を発生できる。



■軽量・柔軟なロボットハンド

産業用ロボットに備えつけられていたロボットアームは、医療・介護ロボット、生活支援ロボットなどへも応用され始めてきている。このような分野では安全性が特に重要となる。上記アクチュエータをロボットハンドへ応用している。掌サイズのものから大型（指が1m程度）のものまで開発中である。人と触れた際の安全性や、様々な形状や柔らかさをもつものを掴めるロボットハンドを目指している。



■ウェアラブルデバイスへの応用

筋力支援などを目的とした人が見に着けるロボットとして、ウェアラブルロボットの研究が多く見られる。本研究では、身に着けやすさに軽量性、柔軟性、小型化が重要であると考え、本アクチュエータの支援装具や装着型ヘルスケアデバイスへの応用を進めている。右図は血圧計への利用例である。



気泡運動の数値シミュレーション

工学部 機械システム工学科 助教 栗本 遼

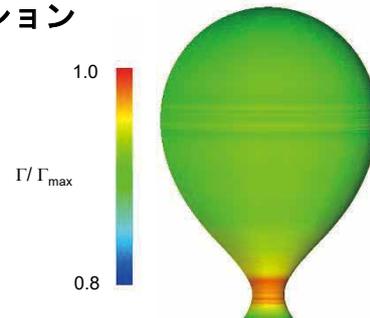
研究分野 : 流体工学

http://cont4.mech.usp.ac.jp

液体中の気泡運動に対して、界面活性剤や微細粒子などの流体中に含まれる異物質や外力が影響を及ぼすことが知られている。実験では取得が困難な物理量の分布を数値シミュレーションにより取得することで、様々な系における気泡運動の理解を目指している。

■界面活性剤を含む液体における気泡の数値シミュレーション

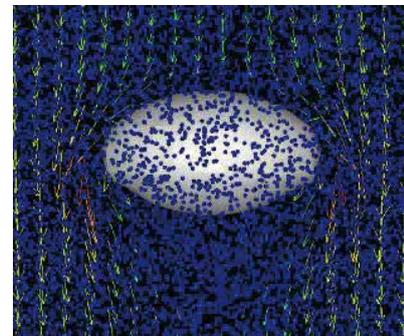
液体中に界面活性剤が含まれる場合、界面活性剤が気泡の界面に吸着することにより、気泡界面において表面張力の分布が生じる。界面活性剤を含む液体中の気泡運動を理解するためには、界面における界面活性剤及び表面張力の分布を取得する必要があるが、実験において取得するのは現在のところ不可能である。そこで、数値シミュレーションを用いて濃度及び表面張力分布を取得し、界面活性剤が気泡運動に及ぼす影響を調べている。



オリフィスから離脱する直前の気泡界面における界面活性剤濃度分布

■微細粒子を含む液体における気泡の数値シミュレーション

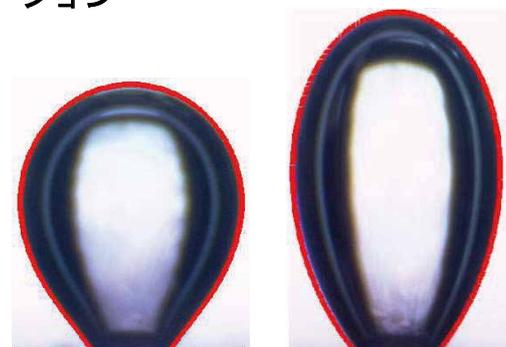
気泡の大きさに比べて十分小さい微細な粒子であっても、気泡運動に影響を及ぼす。粒子濃度が低い系であれば実験により気泡運動を可視化することが可能であるが、スラリー系のように粒子濃度が高い系となると流れの可視化は困難である。そこで、液体中に気泡及び微細粒子が混在する流れの数値シミュレーション手法を開発している。



微細粒子を含む液中を上昇する気泡
(白色：気泡，青色：微細粒子，ベクトル：流れ場)

■電場を印加した液体における気泡の数値シミュレーション

宇宙環境において沸騰冷却を利用するためには、浮力に替わる外力を流体に作用させることで伝熱面で発生する蒸気泡を離脱させる必要がある。そこで、液体に電場を印加することで蒸気泡の離脱を促進させることについて研究している。数値シミュレーションを用いることで、流体に作用する力の分布を取得できることにより、気泡離脱が促進される要因を把握できるだけでなく、多大なコストを必要とする微小重力環境におけるデータを容易に取得できる。



電場無し 電場有り
気泡形状に及ぼす電場の影響
(赤線は数値シミュレーションにより取得した気泡形状)

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

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。

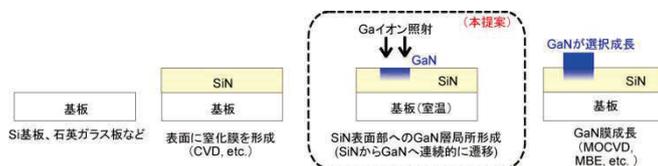


図1. 提案したプロセスの概略図

■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)。

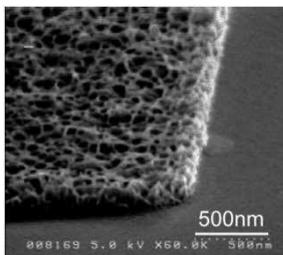


図2. Ge基板表面上に形成されたナノスポンジ構造

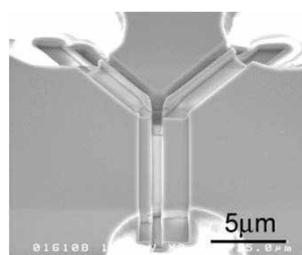


図3. FIBでガラス基板上に形成したマイクロ流路の例

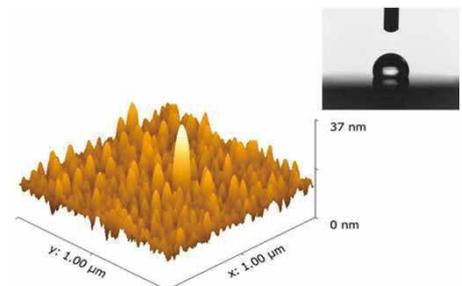


図4. Gaイオンを照射したシリコン基板の表面AFM像と、水滴を滴下した時の接触角の例

<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)

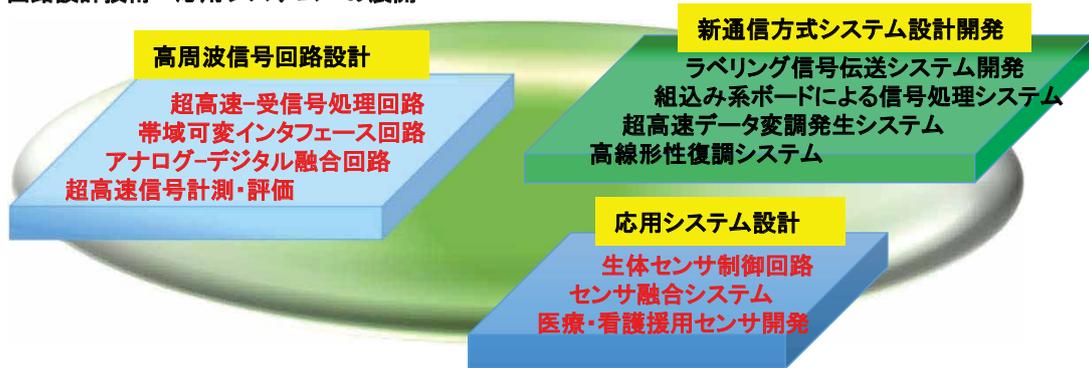
窒化物半導体成長用基板 (共同出願、特願2013-176635、特許第6181474号)

超高速回路設計技術～応用システムへの展開

工学部 電子システム工学科 教授 岸根 桂路
研究分野： 集積システム

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、光通信システム用モジュールICの研究から、スマート通信方式の提案・実装、センサ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



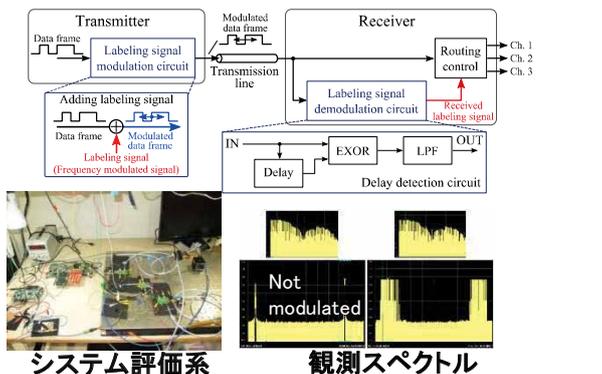
微細CMOSによる 超高速 光電気融合通信システム用回路の研究・開発

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。



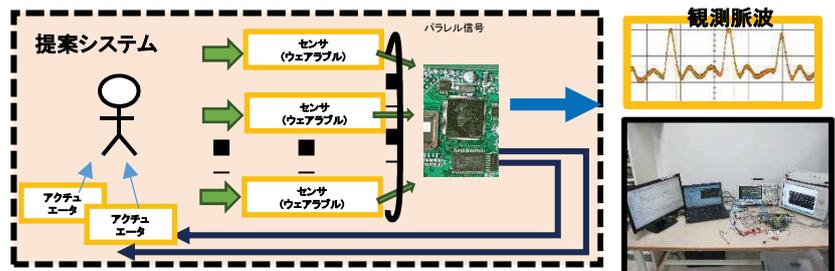
新通信方式 信号伝送システムの開発

高効率な伝送システムの実現にむけ、既存データ信号の通信フレーム構成を改変することなく、付加データ（ラベリング信号）を位相変調によりアドオンをする方式を提案しています。組込み系FPGAボード、高速アナログ回路、フィルタを組み合わせシステム構築し、受信部チャンネル切替動作を確認しました。



センサ融合-高速リアルタイム制御システムの開発

複数のセンシング信号を同時処理し、処理信号に基づき、アクチュエータの制御をする等、計測-演算-アクチュエータ制御をリアルタイムで実現することを目指します。



＜共同研究・特許等の状況＞

- 超小型光受信フロントエンドにむけた超低電力クロック同期回路の研究（企業との共同研究）
- シングルチャンネル-マルチポート制御インターフェース回路の研究（科学的研究費補助金）

半導体超薄膜作製とその超高速非線形光学応答

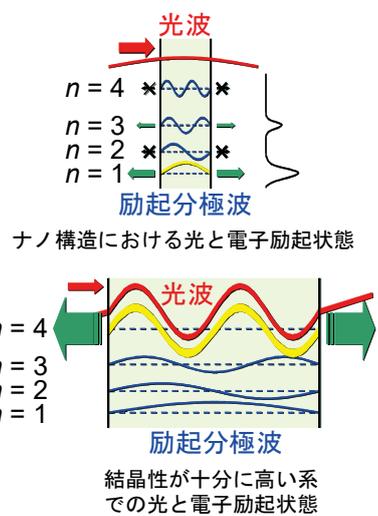
工学部 電子システム工学科 准教授 一宮 正義

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。

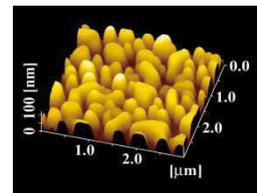
■高品質微小結晶における光と分極の特異な相互作用

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。

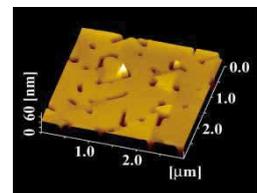


■新奇手法による高品質CuCl薄膜の作製

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。



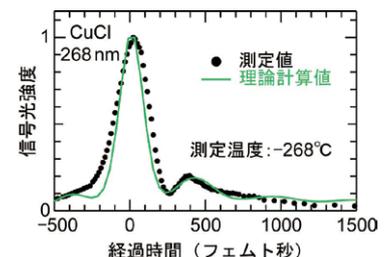
従来の製法によって作製したCuCl薄膜の表面原子間力顕微鏡 (AFM) 像



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。これが室温などの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えば、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。



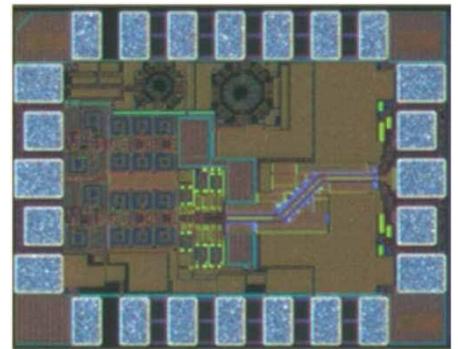
CMOS集積回路におけるアナログ回路設計技術の研究

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、アナログRF回路、低消費電力技術

概要: CMOS集積回路での超高速通信用回路や、デジタル回路の低消費電力化を支えるアナログ回路の設計技術を研究しています。また、それら回路技術を応用したデバイス・システムへの展開も検討しています。

■ 光通信用高速アンプ

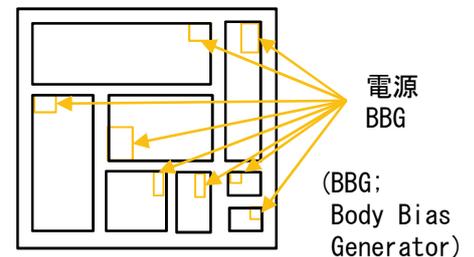
光通信は従来の長距離通信だけでなく、より短い距離への通信にも利用されようとしています。高性能な計算機だけでなく、自動車の車内ネットワークへも導入の検討が進んでおり、光通信用回路の需要は高まっています。この研究ではCMOSを用いて高速でノイズに強い光受信回路の設計を行なっています。CMOSは化合物半導体に比べてアナログ回路の実現には不利な点が多いですが、CMOSで高性能なアナログ回路を実現できれば、ロジック回路との混載など多くのメリットを受けることができます。



高速アンプ試作チップ.

■ 低消費電力化のためのアナログ回路

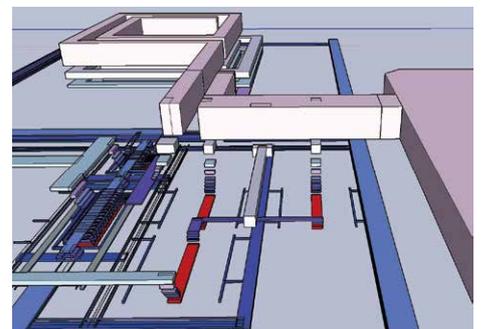
低消費電力化は集積回路の至上命題と言ってもよい課題です。製造プロセス微細化では低電力化は達成できなくなっており、様々な工夫が議論されています。その一つが、デジタル回路の電源や基板バイアスをアナログ的に調整し、回路の動作中にも細やかな性能調整を行なうという方法です。つまり忙しいときは高速に、暇なときは低電力で低速に動作する、ということ細かい単位で調整します。そのための電源回路は小さく、広い電源電圧範囲でも動作でき、さらには簡単に設計できるものである必要があります。そのような要求を満たす電源回路の検討を行なっています。



低電力チップの概念図。
分割された領域それぞれが最適な状態で動作するようアナログ回路が調整する

■ アナログ回路設計支援環境の構築

集積回路の設計において、デジタル回路の設計は高度に自動化され、動作を記述したプログラムコードから数百万、数千万といった規模の回路図や物理的な配置を自動的に決定するシステムが使われています。一方でアナログ回路は自動設計が難しく、同じ回路であっても熟練者と初心者で大きく性能が異なってしまいます。このことはアナログ-デジタル混載チップの実現において大きなハードルとなっています。そこで、アナログ回路で使われる要素を配線まで含めてブロック化し、それを並べると回路が完成するというシステムを検討しています。熟練者のフルカスタム設計された回路より性能は劣りますが、初心者でも簡単に確実に動作させることができる環境の実現が目標です。



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

高性能無線通信システムのためのRFフロントエンドICに関する研究

工学部 電子システム工学科 助教 井上 敏之

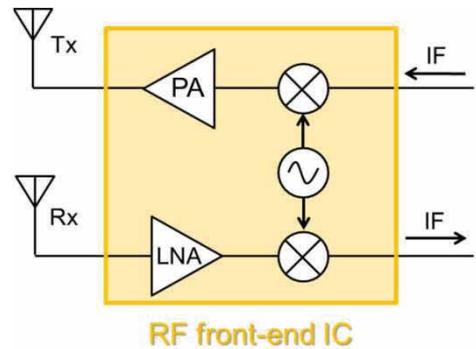
研究分野：集積回路、無線通信、光ファイバ無線

<http://www.e.usp.ac.jp/~ectw/index.html>

スマートフォン等の携帯端末の急速な普及に伴い、高速・大容量の無線通信の必要性が高まっています。また、安全・安心な社会の実現のために、センサネットワークによる周囲の状況の変化に関する情報の取得および制御が重要となります。本研究では、これらの無線システムのためのRFフロントエンドICの提案・実証を行います。

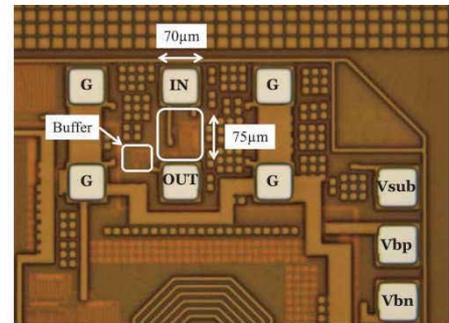
■小型・低電力RFフロントエンドIC

CMOS技術を用いることにより小型で低消費電力のRFフロントエンドICを安価に実現できます。また、後段の信号処理を行うデジタル回路と混載したシステムオンチップ (SoC: System on a chip) への応用も可能であることから、移動体端末やワイヤレスセンサ端末等の小型化や低消費電力化が期待できます。アンテナで受信した微弱なRF信号の増幅に用いる低雑音増幅器 (LNA: Low noise amplifier) においては、インダクタを用いることにより、容易にインピーダンス整合して高利得が得られる一方で、狭帯域・チップの面積の増大により広帯域化・小型化の点で問題があります。そこで、インダクタレスCMOS-LNAにより小型化・広帯域化の実現を目指します。



■ミリ波・テラヘルツ波帯IC

近年、移動体端末の急速な普及に伴い、無線通信容量が増加の一途をたどっています。そのため、広帯域を確保できるミリ波帯やテラヘルツ帯無線通信システムが注目を集めています。そこで、これらに応用が可能なミリ波・テラヘルツ波帯ICの実現を目指します。既存のCMOS-ICでは高速化や高出力化に限界があることから、高移動度を有する化合物半導体 (InP等) プロセスを用いた超高速ICの実現を試みます。

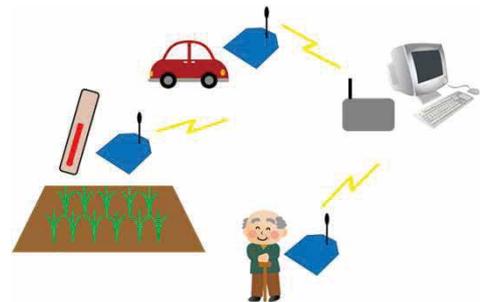


インダクタレスLNAの例

M. Parvizi et al., IEEE Trans. Microw. Theory Tech., 64, p1843, 2016.

■センサネットワークシステムへの応用

高齢化社会の進行に伴う見守り支援システムの重要性や、工業・農業分野等での効率的な生産・安全性の確保の観点から、センサネットワークシステムの実現が期待されています。上記で述べたRFフロントエンドICの技術を生かし、無線通信を利用したセンサネットワークシステムの構築に取り組んでいきます。このような取り組みにより、本学の「地域ひと・モノ・未来情報研究センター」が推進する『スマート看護』・『スマート農業』・『スマート観光』に貢献できる技術開発を目指します。



センサネットワークシステムの例

リチウムイオン二次電池と燃料電池の解析

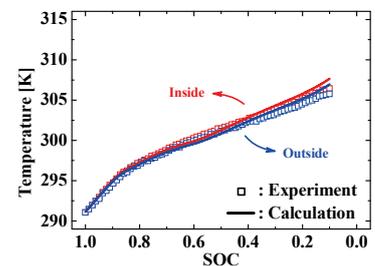
工学部 電子システム工学科 教授 乾 義尚

研究分野：パワーエレクトロニクス、電力工学、エネルギー変換

ハイブリッド自動車や電気自動車、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旨として、リチウムイオン二次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を行っている。

■リチウムイオン二次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

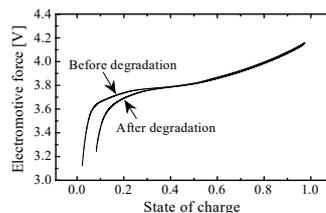
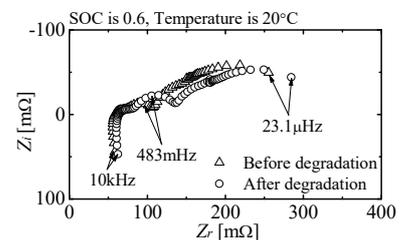
ハイブリッド自動車用リチウムイオン二次電池の制御系の設計に必要な、リチウムイオン二次電池の充放電時の温度と電圧の過渡応答シミュレータの開発を行っている。



温度上昇のシミュレーション結果

■リチウムイオン二次電池の非破壊の劣化評価・寿命推定手法の開発

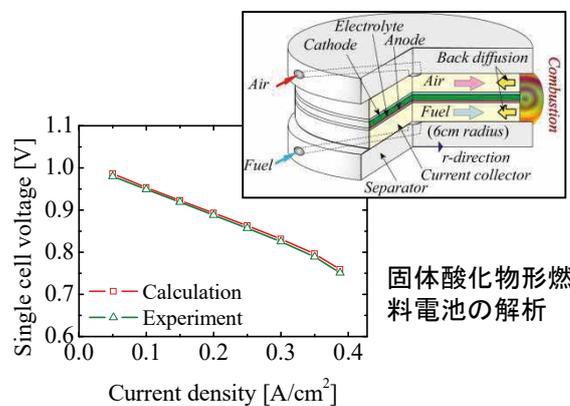
リチウムイオン二次電池は、その繰り返し使用に伴う劣化が避けられない。このことを考慮して、リチウムイオン二次電池の、交流インピーダンス特性と開放電圧を評価指標として用いる、非破壊の劣化評価・寿命推定手法の提案・開発を行っている。



劣化前後の交流インピーダンスと起電力

■固体酸化物形燃料電池の数値シミュレーション

現在脚光を浴びている固体高分子形燃料電池よりも発電効率の高い次世代型燃料電池である固体酸化物形燃料電池の数値シミュレーションコードの開発を行っている。開発したコードによる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る。



固体酸化物形燃料電池の解析

磁気信号による微小欠陥・異物検出技術

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、生体活動にともなう磁気信号を検出する装置に応用できます。

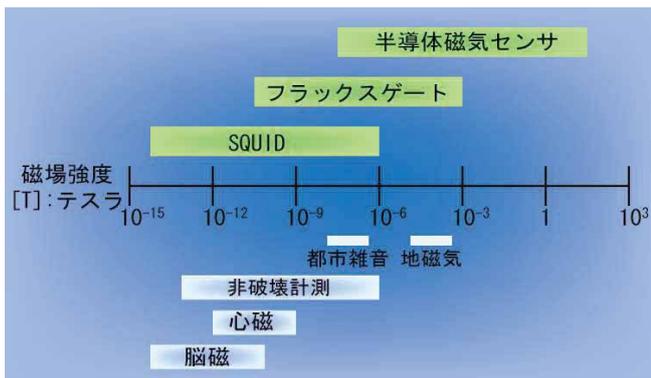


図1 磁気強度と対応する各種センサ

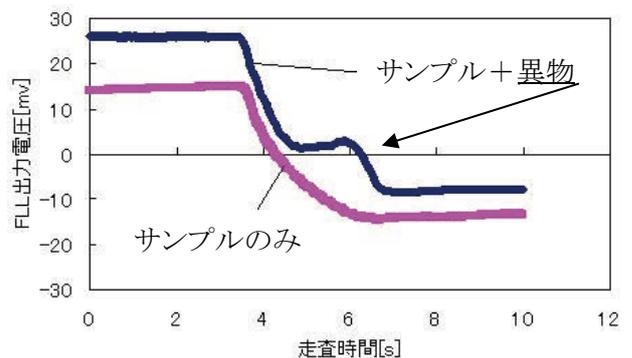


図2 粉末サンプル中の微小異物検出

■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。

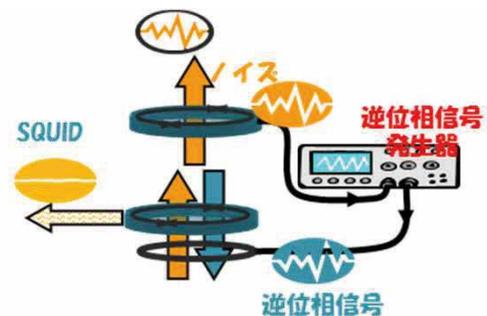


図3 アクティブ・ノイズコントロールシステム

電磁現象を利用した高精度な非破壊検査技術の開発

工学部 電子システム工学科 准教授 福岡 克弘

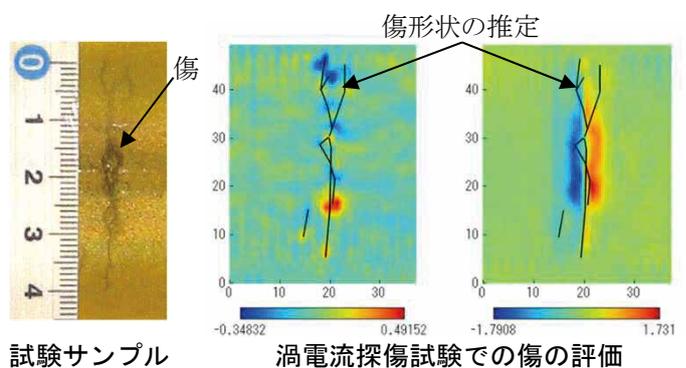
研究分野：非破壊検査、電気計測、電磁界解析

http://db.spins.usp.ac.jp/

鉄道や自動車などの運輸機械、化学プラントや発電施設の構造物などを安全に使用するためには、非破壊的かつ高感度に傷を検査する必要があります。また、傷が発見された場合には、傷のサイズを定量的に評価し、構造強度に問題がないかを判断することが非常に重要です。電磁気現象を応用した非破壊検査手法である“渦電流探傷試験”および“磁粉探傷試験”の高感度化・高機能化を検討しています。

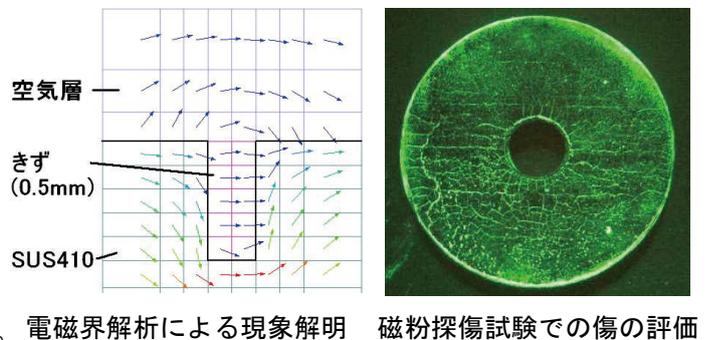
■渦電流探傷試験の高感度化と傷の定量的評価に関する研究

近年、各種プラントや運輸機械の破損による重大事故が報告されており、構造物の傷を精度よく非破壊的に検査する手法の開発が望まれています。また、傷が見つかった場合は、構造強度に影響があるかを判断するため、傷の形状を定量的に評価することも重要です。そこで、非接触で高速に検査が可能な渦電流探傷試験法に着目し、傷を高感度に探傷する手法、および電磁界解析技術を取り入れた傷の定量的評価手法の開発を実施しています。



■磁粉探傷試験の高感度化と傷の定量的評価に関する研究

磁粉探傷試験は微小な傷を検出することができるため、産業界の多くの分野で採用されています。しかし、現在の磁粉探傷試験においては傷の有無と、ある程度の傷の形は把握できるものの、傷の幅、長さ、深さに関して定量的に評価する手法は確立されていません。そこで、傷に付着する磁粉量の分析、漏洩磁束密度の計測および電磁界解析を行うことにより、傷の定量的評価手法の開発を実施しています。



想定される応用技術の分野

1. 各種金属材料の非破壊検査
2. 有限要素法解析による電磁気現象の評価
3. 運輸機械分野における安全点検評価
4. 電気・エレクトロニクス分野における品質評価
5. 電力・ガス・石油プラント構造物や架橋の検査

期待されるビジネスのイメージ

1. 構造物や機械部品の高速・高感度な非破壊検査
2. 探傷結果の定量的評価・欠陥形状の推定
3. 鉄鋼・金属分野における材料分析評価
4. 電気電子回路基板の断線検査
5. 食品異物検査などの金属探知

<特許・共同研究等の状況>

- ・共同研究：自動車部品メーカー、非破壊検査機器メーカー、磁気応用機器メーカー、ガラスメーカーなどと複数件
- ・特許：「被検査体の磁化装置、磁粉探傷装置、被検査体の磁化装置の調整方法」（特許5403828）
- ・特許：「分割型ヨーク磁化器」（特許5401528）
- ・特許：「被検査体の磁化装置の調整方法」（特許5465803）
- ・特許：「マルチヨーク型磁化器」（特開2014-059258）
- ・特許：「被検査体の磁化方法、被検査体の磁化装置、磁粉探傷装置」（特許6289857）

『熱音響』、『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 電子システム工学科 准教授 坂本 眞一

研究分野：熱音響工学・超音波エレクトロニクス

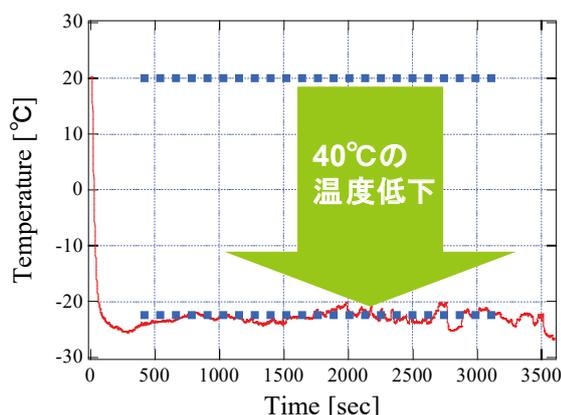
☞<http://www.shin-ichi.org/>

■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。



熱音響システム写真



熱音響冷却システム冷却特性例

■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。

■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。

<特許・共同研究等の状況>

十数件, 特許出願中. 共同研究実施中.

電磁力を利用した大電力遮断技術の研究

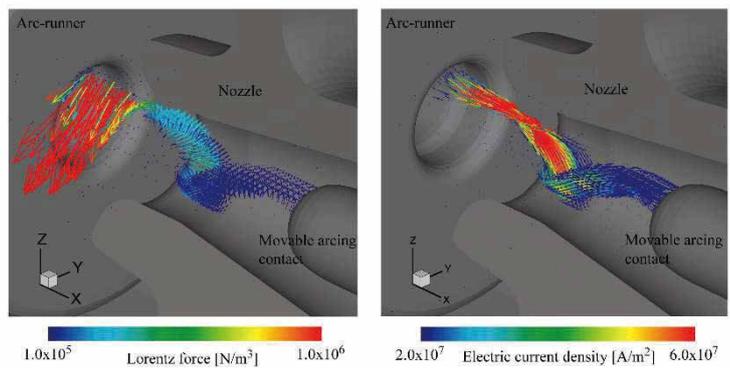
工学部 電子システム工学科 助教 平山 智士

研究分野 : 電磁流体力学、プラズマ工学

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

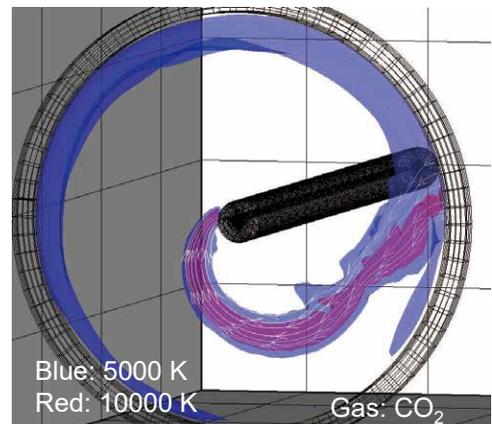
電力系統内で事故が発生した際には迅速に電流を遮断する必要があり、遮断器がその責務を担っている。遮断器における電流遮断の成否は電極間に生じるアークプラズマの特性に強く依存する。電磁力によりアークプラズマを回転させることで、プラズマの温度低下を促進できると期待される。電磁気学および流体力学にもとづく高度な数値シミュレーションにより遮断器内部の現象を再現することで、印加磁界が電流遮断能力に与える効果について検討している。



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

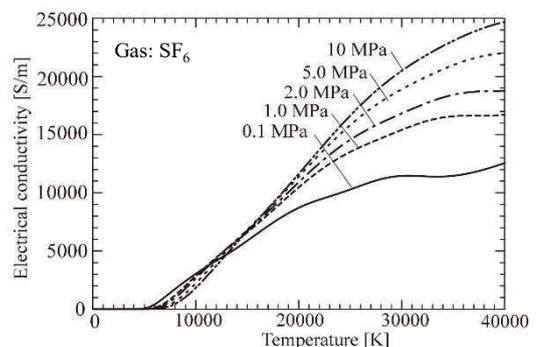
電流遮断ガスとしての優れた特性から、 SF_6 ガスが遮断器では一般的に利用される。一方で、 SF_6 ガスは非常に強い温室効果を持つため、環境負荷の低いガスの使用が検討されているが、現時点では SF_6 に匹敵する電流遮断ガスは見つかっていない。本研究では、電磁力により遮断能力を補うことで、低環境負荷ガスを利用した遮断器の実現を目指している。現在は、 SF_6 代替ガスの最有力候補として考えられている CO_2 ガス環境下での基礎的な検討を行っている。



CO_2 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_6 や CO_2 といった電流遮断ガスだけでなく、空気(N_2 、 O_2)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_6 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

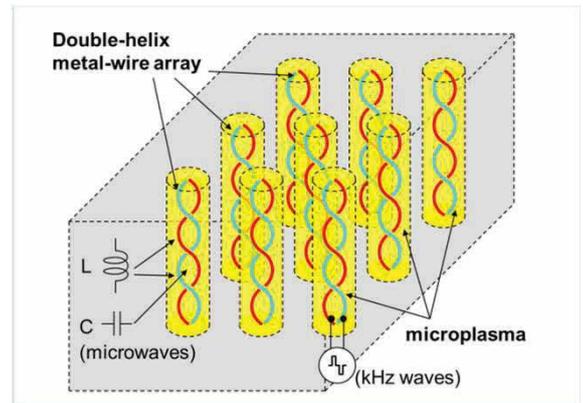
工学部 電子システム工学科 教授 酒井 道

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表示低周波・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

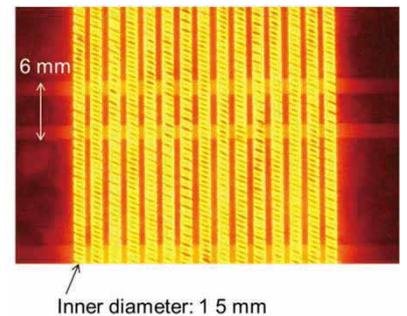
・「メタマテリアル」とは、2000年前後に提案された考え方で、電磁波の波長より十分小さな単位構造を巧みに設計すると、その全体構造の屈折率を負にしたり、いわゆる“透明マント”の効果を実現できたりする、というものです。我々は、そのような構造に、微小なプラズマを埋め込むことで、ダイナミックに変化する負の屈折率状態を世界で始めて観測しました(図1)。マイクロ波に対してこのような効果を示す構造をデバイス化して、将来の無線通信技術を支える新規ハードウェアとして発展させることを目指しています。



■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。

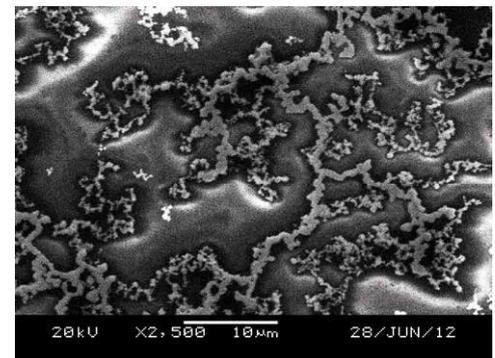


図2. 大気圧プラズマプロセスにより形成された銀ナノ粒子のフラクタル状ネットワーク構造。半透明かつ導電性を示し、特異な光学応答性も示す。平面上ならびに微粒子上での形成に成功した。

<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。

データ分析支援環境の構築による知識創発支援

工学部 電子システム工学科 教授 砂山 渡

研究分野 : データマイニング、知能情報工学、教育学

工
学
部

世の中では、多様かつ膨大なデータが蓄積される一方、それらを分析するための環境の不足、また分析する人間のスキル不足により、データが有効に活用されていない現状があります。そこで、さまざまな目的に対応できる汎用型データ分析環境の開発、ならびにデータ分析スキルの獲得を支援する環境を構築しています。

■データ分析のための統合環境TETDM

複数のデータ分析ツールを1つの環境内で扱うことができる統合環境TETDM (<http://tetdm.jp>)を開発しています(図1)。データ分析のプロセス

1. データ収集
2. データ分析
3. 分析結果の収集(思考の発散)
4. 知識創発(思考の収束)

のそれぞれを支援することで、分析結果を単に集めるのではなく、得た結果を有効活用できるシナリオの構築までを支援します。すなわち、データの背後に潜む、本質的な因果関係を知識として発見し、発見された知識をもとに次の活動の戦略へとつなげます。

データの有効活用を見込むニーズに対して、本統合環境をカスタマイズして、多様な目的に活用できます。

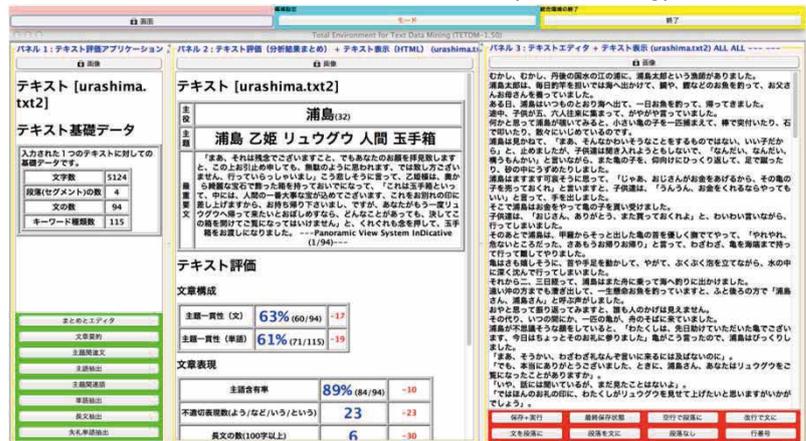


図1 TETDMによるテキスト分析結果の表示例

■データ分析スキルの獲得支援

データが示す結果の意味を解釈して、データの背後に潜む本質的な知識を理解できるのは、データマイニングの専門家ではなく、データの活用を見込む現場の人間です。そのため、データを活用したい現場の人間が、さまざまな人のデータ分析時の操作内容を再現、確認できるインターフェースを提供することで、データ分析のスキルを身につけられる環境の構築を目指しています。

スキル獲得は、本質を表す簡潔な知識の説明とその繰り返しによる経験で実現されます。スキル獲得の研究として、これまでに英文法感覚を身につけるために、他人の解答履歴をオーバーラップ表示させるインターフェース(図2)の開発や、意欲的に学習を継続するために、ゲームの要素を取り入れた学習システム(図3)の開発などを行っています。

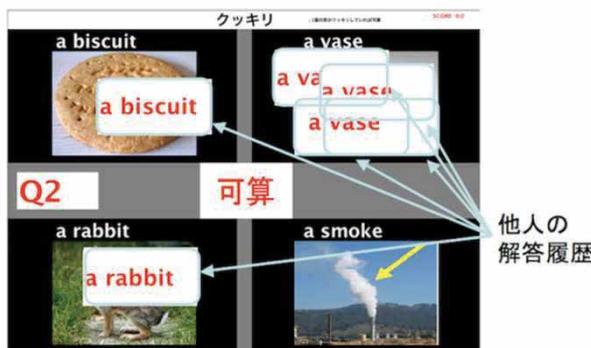


図2 英文法感覚を学ぶための学習支援インターフェース

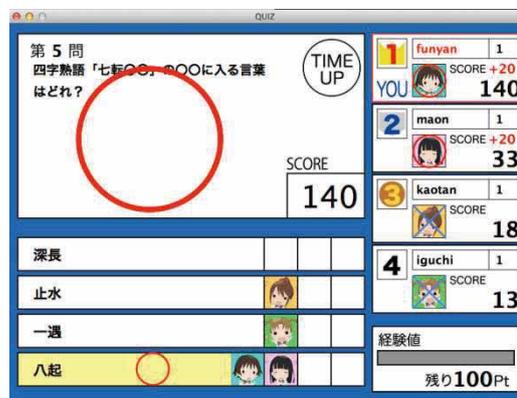


図3 オンラインゲームによる学習システム

ICT技術を活用した人間行動の解析とその応用

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ーを搭載したスマートフォン等が挙げられます。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、人間文化学部の小澤恵子准教授と共に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データ収集を実際に行っています。

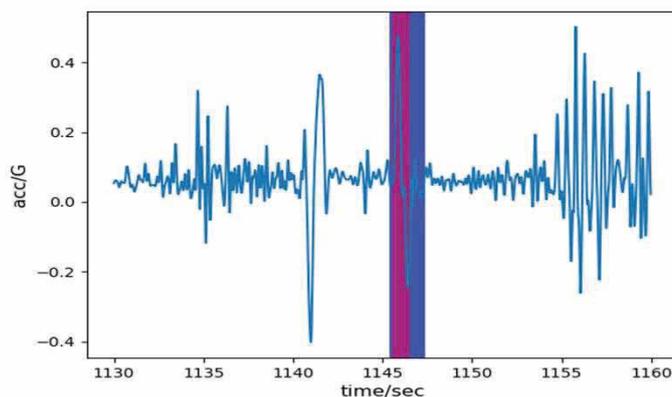
音声信号の解析は、振動、異常音の発見抽出、そして診断といった分野への応用が可能です。また画像信号処理は物体の識別・認識・追跡等の応用があります。

■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るようになりました。例えばスマートフォンには少なくとも5種類程度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。



嚥下時の音声と深度画像の取得例。VE画像との対応関係を調べています。



重力加速度の影響を除去した行動時の合成加速度の例。赤の網掛け部分が立ち上がり動作を行った時刻です。青の網掛け部分は加速度データから推定した動作時刻で、赤とほとんど同じ位置が推定できています。

<特許・共同研究等の状況>

- ・ 厨房調理者の行動把握について大手飲食チェーン店との共同研究を実施しています。

検診眼底画像解析に基づく診断支援システムの開発

工学部 電子システム工学科 准教授 畑中 裕司

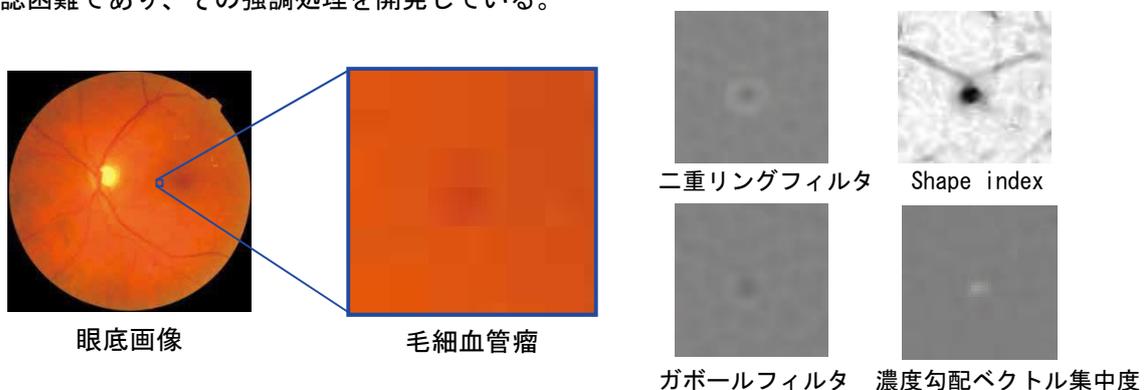
研究分野 : 医用画像工学、医用システム、知能情報学

http://www.e.usp.ac.jp/~ecpw/

検診における眼底検査からは、多種の疾病情報が得られる。それらを早期に発見し、早期に治療することは、QOL向上に直結する。眼底検査の主要な所見を自動検出・自動解析することによって医師の診断を支援するシステムの研究開発に取り組んでいる。

■病変の自動検出法の開発

人間ドックなどの検診で撮影される眼底画像から、糖尿病網膜症の診断所見である毛細血管瘤、出血および白斑を自動検出し、医師の診断を支援するシステムの開発に取り組んでいる。特に、毛細血管瘤は微小で視認困難であり、その強調処理を開発している。



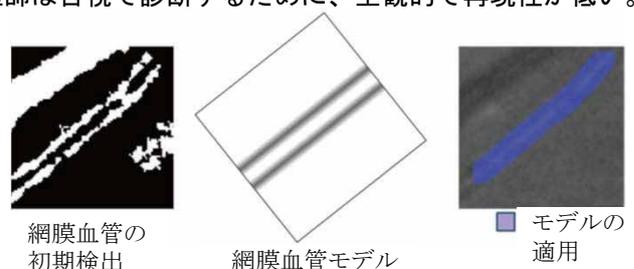
■緑内障の診断支援に関する研究

緑内障は、本邦における失明の最大要因であるが、正常眼圧緑内障 (NTG) は眼圧検査では発見できない。われわれは眼底画像からNTGの有用な所見である視神経乳頭陥凹拡大に着目している。血管の屈曲点を自動検出し、その点から視神経乳頭の輪郭を自動検出する手法の開発を進めている。



■高血圧性眼底・網膜動脈硬化性眼底の診断支援に関する研究

人体で唯一、血管を直視できる領域が眼底である。網膜血管の口径変化の判定によって高血圧性眼底や網膜動脈硬化性診断を分類するが、検診において、医師は目視で診断するために、主観的で再現性が低い。画像解析に基づく血管口径の自動計測法を確立することによって解決しようとしている。網膜血管には血柱反射が生じ、網膜血管が低コントラストになることがあるが、一般的な線検出法では対応が困難である。その問題を、網膜血管のモデルを定義し、その当てはめによって解決する手法を開発した。



<特許・共同研究等の状況>
大学医学部との医工連携によって研究を進めている

惑星画像を対象とした特徴検出および追跡アルゴリズムの開発と惑星大気研究

工学部 電子システム工学科 助教 小郷原 一智

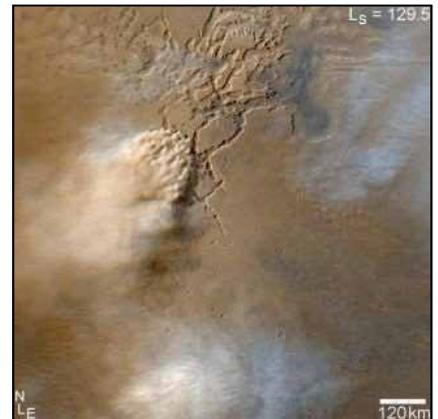
研究分野：信号処理、特徴検出、惑星気象学

☐<https://sites.google.com/site/marsogohara/home>

数10年後に迫った人類の火星到着を見据えて、火星観測画像から気象災害であるダストストームを自動検出するアルゴリズムを検討している。また、日本の惑星探査プログラムにも参加し、金星探査機「あかつき」(Planet-Cプロジェクト)メンバーとしてデータ処理パイプラインの開発を行っている。

■火星観測画像に写るダストイベントの自動検出

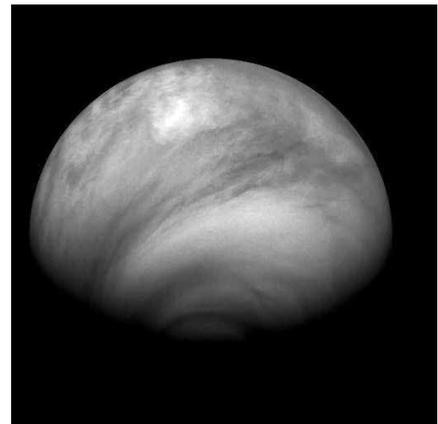
火星には気象災害が存在している。数mのダストデビル(塵旋風)と呼ばれる渦から、数1000km規模にもなるダストストーム(砂嵐)まで実にさまざまな形態をとっている。火星周回衛星や着陸機にこのようなダストイベントを自動検出してアラートを発出するシステムを実装しておけば、火星地表で活動する飛行士を命の危険から守ることができる。数10年後の実用を考えて、現在は基礎検討を行っている。



↑ Mars Reconnaissance Orbiter搭載のMars Color Imagerによって撮影された火星のダストストーム。

■雲追跡による金星スーパーローテーションの研究

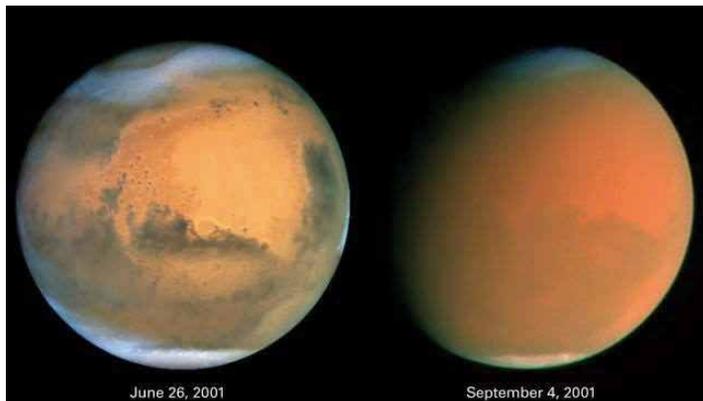
金星は硫酸からなる雲層に全球を覆われている。その雲層では100m/s(時速360km)にもなる”スーパーローテーション”と呼ばれる高速の東風が吹いている。いまだに解明されていないこのスーパーローテーションの形成維持メカニズムを解明するため、金星に適用可能な高精度雲追跡アルゴリズムを開発している。同様の基盤技術を用いて地球でも雲追跡がなされており、求めた雲移動ベクトルは天気予報システムに入力され、予報精度の向上に貢献している。



↑ Venus Express搭載のVenus Monitoring Cameraによって撮影された金星の紫外画像。

■火星ダストストームの数値シミュレーション

火星大循環モデル(Mars General Circulation Model)を用いて、火星のダストストームの拡大メカニズムを研究している。宇宙航空研究開発機構(JAXA)のスーパーコンピュータを用いて、50メンバーからのアンサンブルシミュレーションを行い、火星のどこでダストストームが拡大しやすく、またそれはどのような大気現象に支配されているのかを特定した。



←ハッブル宇宙望遠鏡によって観測された火星のグローバルダストストーム。左が発生前で、右が発生後。全球規模で砂が舞い上がることで、火星表面の様子が見えなくなっている。

画像計測システムによる観測技術の確立

工学部 電子システム工学科 助教 榎本 洸一郎

研究分野 : 画像工学、システム情報科学、4農林水産業、実応用

コンピュータビジョン技術による農林水産業や自然環境、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。



画像計測
トラッキング
自動計測
画像認識

定量化
分析・可視化
効率化
他データとの統合

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

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)

ドローンを活用した環境計測技術



前処理 (水面の反射・歪み補正)

空撮画像

オルソ画像

Deep Learning

特徴抽出部

識別部

地形の判別

<共同研究>

- 北海道水産指導所、瀬戸内水産研究所

「TouchDeMeasure」: タッチ教示を用いた画像計測支援ツール



一般画像

顕微鏡画像

タッチ教示 + **スケールの自動識別**

自動計測

No.1 15cm
No.2 7cm
No.3 16cm

<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) CIEL
- 製品化: (株) CIEL、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

物理現象を記述する偏微分方程式の数学解析

工学部 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, to appear in Applied Mathematics Letters.
- [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.
- [3] Y. Sugiyama, Degeneracy in finite time of 1D quasilinear wave equations, SIAM J. Math. Anal., Vol. 48, (2016) 847-860.

■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.