



教育研究の特色と強み

102研究課題

鹿児島大学大学院 理工学研究科

本件に関するお問い合わせ先

〒890-0065 鹿児島市郡元1丁目21-40

鹿児島大学大学院 理工学研究科
地域コトづくりセンター

E-mail : kotozukuri@gm.kagoshima-u.ac.jp

TEL : 099-285-7689

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 1

医学部との連携

OCTアンギオグラフィー画像解析に基づく黄斑変性症診断支援

共同研究先:坂本泰二教授ら

成果:科学研究費(基盤(B))獲得
審査付論文1編、学会発表3+件

統合的画像解析による睡眠状態の自動認識

共同研究先:中村雅之教授ら

成果:科学研究費(基盤(C))獲得
学会発表2件

機械学習による咽頭摘出者への一般会話支援システム

共同研究先:佐々木健助教

成果:科学研究費(基盤(C))申請中
学会発表2件

農学部・共同獣医学部との連携

知能ロボットによる養鶏飼養衛生管理(鶏Roomba)

共同研究:共同獣医学部・小澤真准教授

成果:国フロ(農研機構)(2017年)

学会発表4件、特許1件

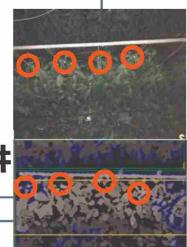


スマート農業加速化実証プロジェクト(ピーマン収量予測)

共同研究先:農学部・神田英司准教授

成果:国フロ(農研機構)(2019年)

新聞報道2件(2020/1/25農業新聞、
2020/10/3南日本新聞)、学会発表2件



農業分野の課題解決に向けたローカル5Gの利活用(お茶の画像解析)

共同研究先:農学部・末吉武志 助教

成果:国フロ農水省・総務省(2020年)



	予測クラス	ヘルペス
a	0.999	0.000 0.000 0.000 0.010 0.000
i	0.000 0.999	0.000 0.006 0.000 0.000
u	0.000 0.000	0.999 0.066 0.000 0.000
e	0.000 0.009	0.000 0.000 0.999 0.000
o	0.021 0.000	0.050 0.000 0.000 0.974 0.000
n	0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.999



鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 2

ドローン活用・水族館との連携

複数ドローン協調による湧水町 アーモンド畑の広域モニタリング

共同研究先: 農学部・神田英司准教授
成果: 新聞報道1件(2017/3/25 南日本新聞)
学会発表3件



複数ドローン協調による海浜場の 水深・濁度・漂砂計測/離岸流検出

共同研究先: 海洋土木プログラム・柿沼太郎准教授
成果: 審査付論文1編 投稿中
学会発表3件



機械学習を用いた水槽中遊泳魚の 種別認識・情報呈示

共同研究先: かごしま水族館・佐々木章館長ら
成果: 新聞報道2件(2016/8/29 南日本新聞、
2018/7/26 南日本新聞), 学会発表2件

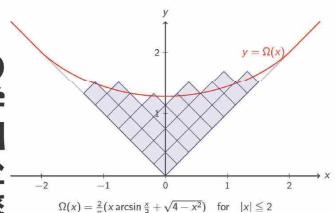
対称群の漸近的表現論と ランダムヤング図形の研究

対称群とは、 n 個の数字 $1, 2, \dots, n$ の並び替え全体のことですが、最も基本的な群の一つであり、古くから研究されています。近年はさらに n が大きいときの漸近的な性質が調べられています。対称群の表現論と呼ばれる研究手法では、ヤング図形と呼ばれる組合せ論的な対象物が中心的な役割を果たします。 n が大きいときの振る舞いの研究では、関数解析学や確率論も用いながら、新たな知見を得ることができます。

我々は対称群の射影表現に対するアナロジーの研究を積極的におこなっています。通常表現(線形表現)と同じ結果になることもあります。捻れが観測され予想できない結果が得られることがあります。漸近的な振る舞いでは、射影表現に対応するランダムなヤング図形は、線形表現と同じような現象が見られることが分かってきました。

人材育成

2014年度以降の卒業生は18名であり、大学院への進学(鹿児島大、九州大)や高校教員、公務員、企業などに就職しています。修課課程では代数学、表現論、関数解析学、解析的整数論、確率論など、幅広い分野に適用した人材を育成しています。



鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 3

ドローンとAIによる海岸漂着 プラスチックごみ定量化手法の構築



- 海洋プラスチックごみ汚染問題は、最も深刻な地球環境問題の一つ(SDGs)
- しかし、海岸漂着プラスチックごみを定量化する方法と言えば、未だに人手によるごみ回収がほとんど。

→ 客観的な定量化手法が未整備

ある離島の海岸に漂着したプラスチックごみ。

ドローンとAIを用いた定量化手法の構築に挑戦 (環境省 環境研究総合推進費 戰略的研究開発 SII-2からの支援)

漂着ごみの定量化手法



- ドローンから得られた位置情報を元に海岸を立体化
- 色と高さ情報を元に、AIがプラスチックごみを自動判定(青と紫)→誤差5%程度で体積推定が可能。
- 詳細は、Kako et al. (2020, Marine Pollution Bulletin)

この成果が認められ、環境大臣室や国連環境計画(UNEP)の
国際会議にて招待講演。

今後は、自治体と協働した実証実験を通して、効率的且つ経済的なごみ回収事業の策定、重点的なごみ回収海岸の決定などの環境政策に資する計画。

電波望遠鏡デジタル相関器開発

〈学術的異議〉銀河の磁場構造の起源は何か、を解明すること。

〈背景〉鹿児島大学理学部の研究チームは初めて右図のような銀河の磁場ベクトルマップを描く手法を開発。なぜ、このような磁場構造ができたのか?これは未解決の課題。



〈プロジェクト〉もし磁場構造が、ダイナモにより形成しているならば、渦状腕の数と磁場の反転回数が比例するはず。統計的調査を行うため、山口大学と協力して単一鏡で多数の銀河の偏波観測を行う予定。電波望遠鏡のアンテナで受信した電波信号の相互相関をとる装置が必要。鹿児島大学グループではFPGAボードと高速アナログ-デジタル(AD)変換器を用いて開発中。

〈人材育成への寄与〉デジタル化が急速に進む現在、本プロジェクトを通してデジタル機器のハードウェアとソフトウェアを繋ぐ人材の育成に貢献しています。



鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 4

RBCO全超伝導回転機の開発

回転機を超伝導化することによって大幅な高効率化と小型・軽量化を図り、低炭素社会の実現を目指すプロジェクトです。

発電機で発生した電気エネルギーの多くは、電動機により消費しています。回転機の超伝導化による高効率化は、現状の電力供給・需要形態におけるエネルギー変換効率を向上させ、多大なCO₂削減効果をもたらします。

第2世代高温超伝導線材（REBCO線材）は、高磁界中で大電流を流せるため、鉄心を用いずに高磁界を低損失で発生させることができます。このことから電動機の高効率化とともに、小型・軽量化が可能です。

交流通電をする電機子巻線に発生する交流損失は、効率を下げます。この交流損失の低減が大きな技術課題です。

本プロジェクトチームの保有する低損失化技術と大電流容量化技術は、3相66/6.9kV-2MVA超伝導変圧器の試作に適用され、その有効性が実証されています。本プロジェクトでは、この技術が回転機の電機子巻線にも適用できることを実証しようとしています。

本プロジェクトに関わった大学院修了生は5名で、民間企業で活躍しています。

革新的航空機用電気推進システムの研究開発

航空機の低炭素化を進めるために、超電導技術を活用し、小型・軽量・高効率の航空機用電気推進システムを開発するプロジェクトです。

年率4～5%で輸送量が伸びている航空機の低炭素化は、重要な課題です。従来のターボファンエンジンの高効率化は限界に近づいているため、電動化検討されています。そのためには、鉄心ができるだけ減らした「軽量」で「高効率」の電動機、ならびにその駆動システムが必要です。

本プロジェクトでは、プロジェクトチームの有する独自の低損失化技術（JST-ALCA事業でほぼ実証を完了）を適用した回転機を始め、送電システムや駆動システムを含む試作と検証を行います。

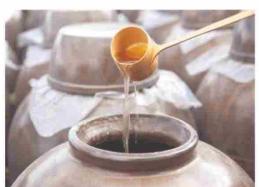
本プロジェクトは昨年度から開始されており、関わった大学院修了生は1名で、民間企業で活躍しています。現在は2名の大学院生、2名の学部生が関わっています。学部生2名は大学院に進学します。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 5

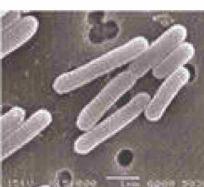
黒酢に含まれる十/構造体の機能解明

【要約】 当研究室では、黒酢中に含まれる自然免疫系を活性化できる球状十/構造体の健康維持機能の解明を通じた地域貢献を目指している。

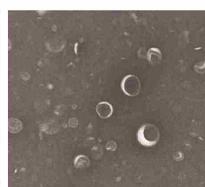
【社会的意義】 黒酢は鹿児島県特産の醸造酢であり、健康維持機能を持つことが報告されています。しかし、その機能性成分はよく分かっていませんでした。当研究室では、黒酢の発酵細菌である酢酸菌が膜小胞と呼ばれる球状十/構造体を产生して自然免疫系を活性化できることを明らかにしました。またこの膜小胞が黒酢中にも含まれていることも見出しています。そこで、この膜小胞とヒトの健康維持機能の関係を明らかにすることで、黒酢の高機能化や新規商品の開発への寄与を目指しています。



黒酢



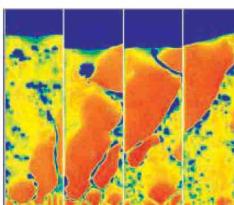
酢酸菌のSEM像



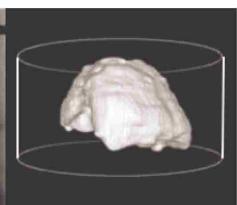
膜小胞のTEM像

次世代合成燃料製造のための流動触媒反応装置の基礎研究

GTL技術と呼ばれる次世代の合成燃料製造プロセスの開発が積極的に行われている。この燃料はクリーンであることと原料の多様性が特徴である。燃料製造反応は大きな発熱をともなうために流動層反応器が適している。しかし、かつて米国でのプロジェクトが頓挫するなど、設計や運転において適正な流動化状態を維持することが難しい。そこで、合理的な反応装置の設計の指針を得ることを目的として研究を実施してきた。その間、企業との共同研究や技術指導（6社）を通して社会貢献を行ってきた。また、2005年度以降、継続して科学研究費に採択され、化学工学会粒子流体プロセス部会2011年度動画賞、化学工学会の学術誌 J. Chem. Eng. Japan で Outstanding Paper Award (2014) および化学工学会論文集 優秀論文賞 (2018) を受賞しており、学術的な評価も高い。これらの研究に携わった大学院生の2008年以降の学会発表は154件で、そのうち22件が学生賞などの受賞をしており、人材育成においても大きな貢献をしてきた。



ガス切替えによって引き起こされる予期しない非流動化現象を捉えた可視化画像



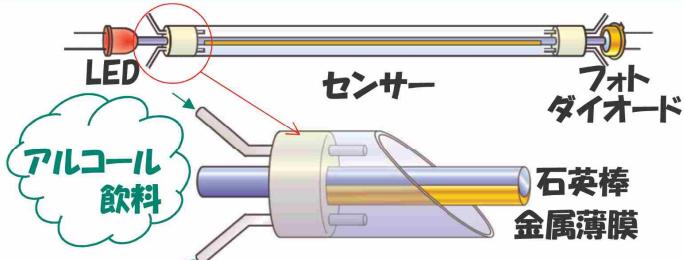
高速X線CTスキャナによる装置内部を上昇する気泡の3D画像

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 6

安くて高性能なアルコール濃度センサー

・石英棒の側面に金属薄膜層(厚さ数十 nm)を形成することで、安く簡単にアルコール濃度が測定できるセンサーを開発した(下図)。

・この技術を利用して、飲料の管理や産業用のセンサー開発のために、3件の共同研究も行っている。



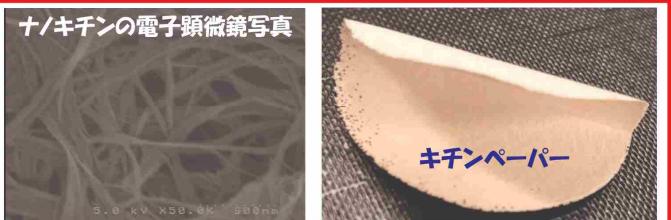
種別	ラベル	測定値
焼酎	25	25.3
ジン	37	37.6
ウイスキー	40	40.5
日本酒	15-16	15.6
赤ワイン	14	13.5

- ・食に関する研究であることから、地元の食品および酒造会社へ人材を輩出している。
- ・システム構築に付随するソフトウェアの開発により、化学系研究室であいながら多くのシステムエンジニアを排出している。

バイオマス多糖からのナノ構造材料の創出

我々は、化石資源から変換生産されるプラスチック等の有機材料を使って豊かな生活を営んでいる。しかし、マイクロプラスチック問題などの観点から、代替資源の活用による材料の構築は次世代に向けて成し遂げなければならない重要な課題である(SDGs)。植物繊維中に含まれるセルロースやカニの甲殻に含まれるキチンなどの多糖(糖がつながった高分子化合物)は地球上に最も豊富に存在するバイオマス高分子であり、最も有力な石油代替資源である。高分子化合物のナノ構造化は新規な機能を発現するための有力な手法として知られている。例えば、ナノセルロースは軽量・高強度・高弾性・低熱膨張などの機能を持つ機能性高分子材料としての利用が進められている。そこで、セルロース以外の多糖からナノ集合体構造を構築することで高度な機能を発現し、新しい材料としての利用形態のための基礎研究を展開している。

例えば、キチン分子を様々な手法によりナノスケールで規則的に集合化させてナノキチンを構築することに成功している。ナノファイバ化することで、通常、粉末状のキチンを紙のように加工することができ(キチンペーパー)、生体材料などの新しい利用形態が考えられ、キチンの有効利用につながる基盤的成果となっている。

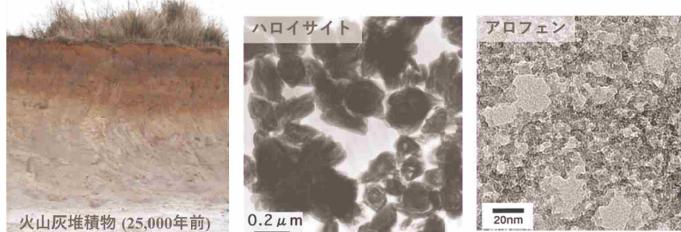


本研究の成果により多くの学会発表と学術雑誌、書籍等への論文掲載を行ってきた(最近10年間で110報以上の原著論文掲載)。科研費や助成財団からの外部資金も獲得している。また、最近10年間で40名以上の修士学生が修了し、民間企業で活躍している。これらの学生は、学会発表でポスター賞も受賞している。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 7

天然鉱物資源の環境浄化材料としての利用研究

南九州に広く分布している火山灰堆積物中では、ハロイサイトやアロフェンなどの高反応性天然鉱物の生成が知られています。これまで、これらの天然鉱物の化学特性と鉛、ヒ素、セシウム、ヨウ素酸、リン酸等の環境負荷イオンに対する反応性の定量評価及び反応メカニズムに関する研究を行ってきました。その結果、火山灰中のこれらの天然鉱物は種々の環境負荷イオンと強く反応する特異的な性質をもつことを確認し、環境浄化材料としての高い利用価値を有することを明らかにしてきました。



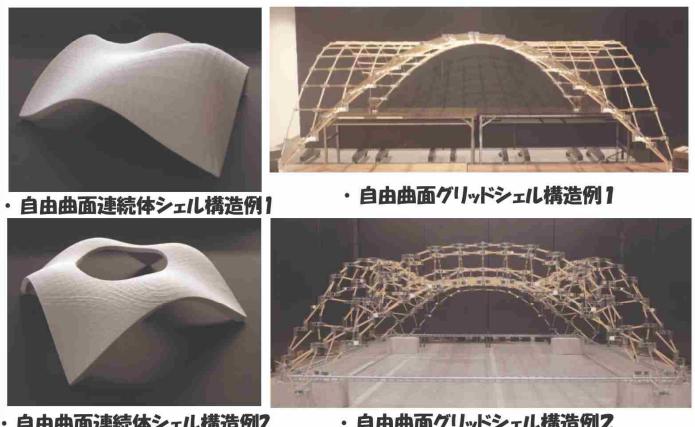
鹿児島県には、このような未利用天然鉱物資源が膨大に産出します。現在は、これらの天然鉱物資源の鹿児島県での分布や産状調査を行うとともに、環境浄化機能のより詳細な定量評価等の検討を行っています。

本研究分野の卒業生は地元の鉱物資源関係企業を含め様々な資源開発関係企業、材料関係企業などに就職して活躍しています。

自由曲面シェル構造の優良解形態の利用

建築物の自由曲面シェル構造は、形状と力学特性が密接に関係した構造形態であり、設計者の直観や感性による形態決定が困難である。特に意匠性や機能性を同時に考慮した自由曲面構造の力学特性は複雑であり、設計初期段階に設計要求と力学的合理性を勘案した形態の提示が望まれる。このような曲面形態の決定手順として、構造最適化による構造形態創生がある。本プロジェクトは、発見的な手順により、大域的最適解や局所最適解およびそれらの周辺の比較的評価の高い解を優良解と定義して、それらを積極的に利用する解法の研究である。

自由曲面シェル構造には、骨組構造系のグリッドシェルと連続体の鉄筋コンクリートシェル構造がある。得られた解形態は、3Dプリンターや実験模型を作成して、形態確認を行う。本プロジェクトでは、日本建築学会賞(論文)に繋がる業績を挙げている。また、この関連のテーマで研究室から3名の博士を輩出している。



鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 8

低分子抗体(VHH)を使った診断・治療方法の確立

抗体医薬品は、様々な疾患への治療薬の開発が進められていますが、その高い療価(治療費)が問題となっています。この薬価の低減に向け、また、新たな機能を有する薬剤を開発するため、低分子(フрагメント)抗体が期待されています。

我々は、ファージディスプレイ技術を用い、**低分子抗体としてVHH抗体の開発研究**を進めてきました。VHHとは、アルペカなどのラクダ科の動物が持つ重鎖抗体の抗原結合ドメインで、極めて安定で、大腸菌などで安価に生産できる利点を持っています。この開発システムを、**産総研、京都大学、アーカーリース社との共同**で立ち上げることに成功しました(下左図)。



このシステムを用いて、抗原特異的なVHHの単離から、**新たな医薬品、診断薬の開発**に向けて、多くの大学、企業との共同研究を進めています。それらの成果の一部は、新聞等にて紹介されました(上右図:朝日新聞2020年8月31日、日経バイオテク2020年2月17日「低分子抗体の本命はVHH抗体」等)。

本プロジェクトに関連した抗体技術の普及のため、多くの企業、大学から、(受託)研究员、学生(2名の社会人博士学生を含む)を受け入れ、社会に貢献しています。

任意境界形状を有する膜構造の形態・立体裁断図同時解析技術の確立

建築物の任意境界形状を有するサスペンション膜構造や空気膜構造の形状を決めるには、まず、等張力状態の形(シャボン玉による形態)となる形態解析を行い、その形態と経験に基づいて立体裁断図を決めていた。本研究は最適化技術を用いて、形態と裁断図の同時解析を行う。同時解析を進めるに当たり、**新たな有限要素技術を提案した**。提案解法により平面の状態から立体形態が認識できるようになった。空気膜構造の想定形態(図1:勾玉型)に対して、平面上の膜材から同時解析を実施し、得られた立体裁断図(図2)より膜材を裁断して、裁断線の縫合・溶着構成後に空気圧の導入で皺の無い滑らかな曲面形態が得られる(写真)。この業績は日本膜構造協会より特別論文賞の受賞に繋がった。現在、構造物の大型化に必要な補強ケーブル導入の形態・裁断図同時解析の理論を構成し、実証実験を行っているところである。これらにより最近よく利用されている膜構造の形態と裁断図同時解析が確立される。

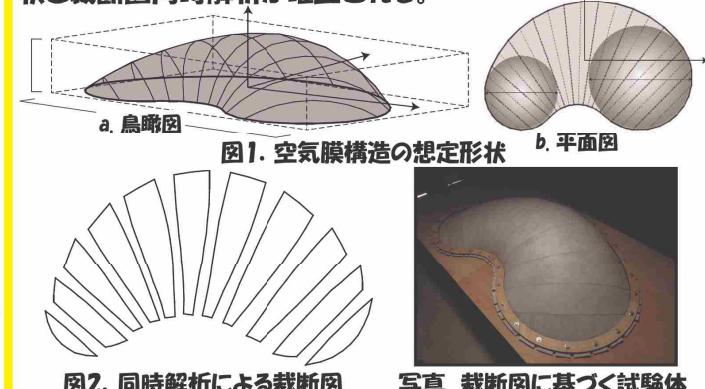


図1. 空気膜構造の想定形態

b. 平面図

図2. 同時解析による裁断図

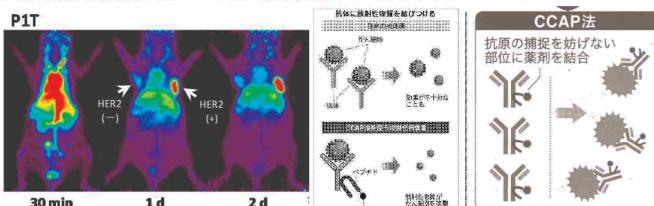
写真 裁断図に基づく試験体

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 9

放射性抗体医薬品によるガンの診断・治療法の開発

現在、抗体医薬品は、その標的に対する極めて高い結合特異性を武器に、ガンや自己免疫疾患を中心に様々な疾患の治療薬が数多く開発されています。しかし、放射性標識した抗体による**ガンの診断・治療薬の開発**は、高い効力が期待されるにもかかわらず、限局的にしか行われていませんのが現状です。

本プロジェクトは、理工学研究科理学系の伊東が開発した抗体の部位特異的修飾法である**CCAP法**(特願2017-118735)を使って、**ガンマ線放出核種標識抗体によるガンPETイメージングフロー**(下右図:マウスによるイメージ図)、並びに、 α 線放出核種標識抗体による**ガン治療薬の開発**を行っています。



本プロジェクトは、**AMEDの医療研究開発革新基盤創成事業**(日本メジフィックス社代表、鹿児島大学他、3者分担)に採択され、8年かけて実用化研究(総予算20億円)を行っています。これらについては、いくつかの新聞報道(上中図:日経産業新聞2017年4月6日、(上右図:南日本新聞2017年5月3日)、他もなされています)。

本プロジェクトの共同研究先企業に、本技術を大学で研究した博士後期課程修了者(博士(理学))、並びに修士修了者各1名が就職しています。

臓器移行性抗体を使った高機能性抗体治療薬の開発

抗体医薬品の研究開発の流れとして、より多くの疾患治療への効果的な適応に向か、高い機能性をもつ抗体医薬品が求められています。その中の1つが、標的のガン細胞に薬剤を特異的に送達し、死滅させる薬剤、抗体薬物複合体です。

本プロジェクトは、新たな高機能性抗体医薬品の創製に向けて、**臓器特異的移行性抗体AccumBody**(鹿児島大学、商標登録済)を使った、**脳、筋、腸疾患を標的とした抗体医薬品バイオロジクスの開発**を行っています。

「オールジャパンでの医薬品創出」プロジェクト
公開シンポジウム~革新的な新薬創出への挑戦~



「オールジャパンでの医薬品創出」プロジェクト
公開シンポジウム~革新的な新薬創出への挑戦~

伊東祐二 南日本新聞
1983年3月、九州大学医学部卒業。1986年3月、鹿児島大学医学部大学院修了。博士(理学)。同年4月、鹿児島大学助手。1991年9月、同准教授。2000年4月、同教授。2003年1月、M.G. Federici研究所研究員。2010年4月より現職。フジタ・バイオ・フレイズ株式会社取締役社長。鹿児島県ペプチドのデザイン研究会会員。

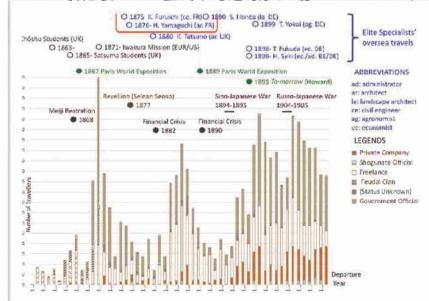
本研究は、先の**AMED革新的バイオ事業**(代表:伊東、総予算5億6千万円)の中で進み、世界で初めて脳に高濃度で抗体を貯留できる技術を開発しました(上左図、特願2018-559466)。この成果は高く評価され、AMED「オールジャパン医薬品創出」プロジェクトの公開シンポジウムでの発表の機会を得ました(上右図)。本研究は、**AMED先端的バイオ事業**(代表:伊東、総予算:5億2千万円)に引き継がれ、鳥取大学、東京薬科大学との共同で研究が進められています。

財育成としては、本プロジェクト関連の共同研究先企業から、4名の社会人博士後期学生を受け入れています。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 10

近代初頭の留学生が受けた建築教育が産業基盤形成に果たした役割に関する研究

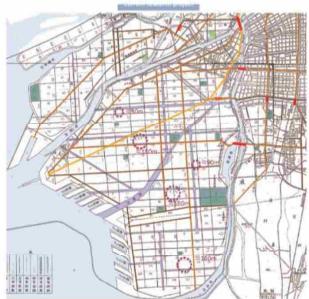
我が国はいかなる学習を通して短期間に近代的産業基盤を形成するだけの技術力を獲得し得たのか。文部省派遣留学生らが学んだ建築教育の実態と理論的特質を明らかにするとともに、帰国した留学生による産業基盤施設の建設に関する業績の再検証を通して、理論の影響、産業基盤形成に果たした役割、その歴史的意義を明らかにする。



Fluctuations in the number of Japanese business travellers to Western countries



Japanese students and the classmates of l'Ecole Centrale



Analysis of Plan for Osaka in 1899 by H. Yamaguchi



The Workers City of Mulhouse (1855)



Muslin Mill Co. Ltd. (Osaka, 1900)
■外部資金: 前田記念工学振興財団, JSPS科研費(基盤B, 18H01617)以上代表: 木方
■研究交流: Erasmus Mundus TPTI, visiting scholar (Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne)

Project Based Learning 「奄美の寺子屋」

〔現代の機能・技術と伝統とを融合したデザイン〕

「奄美の寺子屋」は奄美市名瀬に建つ事務所ビルで、設計から完成までを研究室学生と共に実施したPBLプロジェクトである。内部機能は事務スペースや倉庫等の他に、街へと開いた寺子屋を設けている。施主は鹿児島の離島を中心とした活動を行っており、離島住民と強い繋がりを形成しており、離島住民が出張等で奄美へ来た際に利用できるサテライト的な空間でもある。構造は鉄骨ラーメン構造とし、奄美の伝統的建築である高倉(ボレグラ)の形式を援用し、また、奄美の高く強い日射しに対して、南面はテラスの奥行きを利用し、直射光を防ぎつつ採光と南にあるおがみ山への眺望を確保し、東・北面は外壁より床をセットバックさせて吹抜(千ムニ)を設け、熱対策と共に、上階を緩やかに繋ぐ機能も受け持たせており、とした。

〔人材育成への寄与〕

このプロジェクトで学生達は設計実務を体験し、また、現場監理を通して生の現場を実感している。更に、吹抜の手摺り棚は学生のワークショップにより制作しており、学生達は設計から見積、発注、現場施工と建築プロセス全体を小規模であるが実習することができた。以上が評価され、この作品は日本建築学会作品選集2020に入選している。



鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 11

西之表商店街活性化 今あるものを生かしたまちづくり

2015年に『多福國の「種」をさがす』まちづくりを講演。新しい施設をつくるのではなく、**今あるものを生かして商店街を活性化すること**を提案。2017年から毎年調査とワークショップを重ね報告書を作成した。鹿児島大学の提案内容が一步一步実現し、この11月には歩いて楽しむまちとするため、一方通行の社会実験を実施するまでになった。また、商店主や学生が、ワークショップでグループのまとめ役を担い、まちづくりの担い手が育ちつつある。



シラスコンクリート住宅 シラスコンクリートを建築分野に活用する

2016年から海洋土木工学科の武若先生と協同でシラスコンクリートを現場で打設するRCシラスコンクリート住宅の計画に着手。一部の実大実験を行いながら3年半かけて2019年9月に竣工した。

シラスを建築分野の鉄筋コンクリートの細骨材に使うことにより、地域産材の利用と環境保全(細骨材は現在海から採取されている)に貢献する。事例を増やして、建築分野でのシラスコンクリートの一般認定を目指すし、仕上や打設方法について検証し、鹿児島シラスの全国展開を目標とする。



鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 12

木の特性を最大限に活かした木質構法の開発

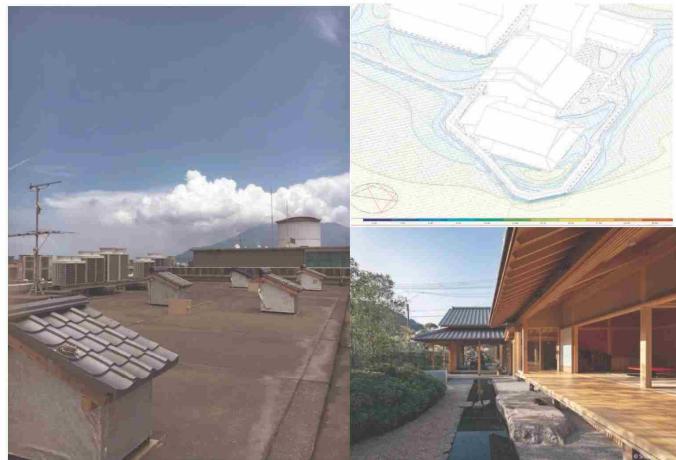


[概要] 鹿児島の製材所、工務店との産学協同で取り組む、木をふんだんに用いる(一般的な木造の約5倍)新しい木質構法の研究開発。地域の木材資源と地域の技術でつくる汎用性の高い構法により、1) 地域産業の活性、2) 地域資源の有効活用、3) 環境負荷の低減、4) リースナブルで高性能な建築の提供、の実現を目指す。

[これまでの成果] 実験による構造・環境性能の検証及び、実案件での建築実証を重ねてきた。取り組みは地元のメディアで紹介されるとともに、2020年度かぎん文化財団賞を受賞した。また現在は、県の助成を受け、耐力壁の国土交通大臣認定取得へ向けた取り組みを行っている。

[人材育成] 本プロジェクトに携わった学生(4名)は、実験や実案件での設計や建設を通して理論と実践を学び、活躍中である。

鹿児島の気候・風土に根ざした住宅の建築実証



[概要] 鹿児島の工務店と京都の設計事務所との産学協同で取り組む、地域の風土に適応した住宅の研究開発プロジェクト。鹿児島の気候や文化を体現する建築を創造することで、1) 地域産業の活性、2) 地域の魅力・文化の発信、3) 環境負荷の低減、の実現を目指す。

[これまでの成果] コンピューターシミュレーションによる最適な建物配置と採風・防風の関係の検証及び、実験による伝統的な瓦屋根の熱性能の検証・改善を実施し、実案件の設計に反映した。実証された建築は、鹿児島の文化を発信する拠点として、観光の面からも注目されており、取り組みは地元のメディアで紹介された。

[人材育成] 本プロジェクトに携わった学生(2名)は、実験や実案件での設計や建設を通して理論と実践を学び、民間企業と他大学の大学院で活躍中である。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 13

初等教育段階における建築教育の実践と研究



被災地仮設団地の復興支援の実践と研究



[概要] 鹿児島の工務店との産学協同で取り組む、小中学生向けの建築教育の実践と研究。座学・見学・工作・建設を織り交ぜた教育を年次で実施することで、1) 一般教養としての“住教育”的促進、2) 建築や環境に対する民度の向上、3) 手と頭で思考する能力の養成、をはかる。

[これまでの成果] 他に例の無い活動として、2018年木の建築賞にて“木の活動賞”、2019年ウッドデザイン賞にて“林野庁長官賞”、2020年の“日本建築学会教育賞(教育貢献)”、2020年キッズデザイン賞にて“キッズデザイン協議会会长賞”を受賞した。毎年、助成金も獲得している(国土緑化推進機構など)。

[人材育成] 本プロジェクトに携わった学生は60名を超え、学んだ生徒は150名を超える。“習い事”として建築を学ぶことで、将来の地域社会をつくる人材が育つことを期待する。

[概要] 九州の建築系の研究室が共同で取り組む、被災地支援の実践と研究活動。熊本震災で被災した地域に整備された仮設団地の使われ方の調査や、住民の要望を聞き取り、生活を“加勢”することで、1) 非常時の建築の役割、2) 建物を建てない建築的復興支援、3) マイ/リティへの対応、などの今日的な社会の課題について知識を集積し、次に展望を模索する。

[これまでの成果] 仮設住宅の環境改善や、集会所の設計・建設支援など、各地の状況や要望に合わせた支援活動を2016年から3年間実施した。活動は日本財團の助成を受け実施され、成果は、九州各地のメディアで新しい災害支援のかたちとして報道された。

[人材育成] 本プロジェクトに携わった学生は50名を超え、社会における建築の役割について学んだ。その経験を活かし、民間企業や役場などで活躍中である。

森林資源の適切利用に向けた工農連携



【概要】 農学部の森林計画研究室と共同で取り組む、森林資源の適切な利用に関する研究。3Dスキャニングによる樹形の点群データベースが木材の流通や利用形態に与える影響を考察し、森林資源の活用につながる新たな方法を利用の方法を検討する。

【これまでの成果】 森林資源の定量的なフローを整理し、山から建物まで、木に関係するセクションが議論するまでのプラットフォームの作成を行なった。成果は国内外の学会等で発表した。2020年度は、研究助成を獲得し(米盛誠心育成会)、3D点群データの利用可能性について、文献ならびに聞き取り調査を行っている。

【人材育成】 本プロジェクトに携わった学生は(5名)は、森林分野に関する英語文献や視察を通して新しい視点を学び、海外や国内の企業等で活躍中である。

オリンピックを契機とした 都市改造に関する研究 -ソウル編-

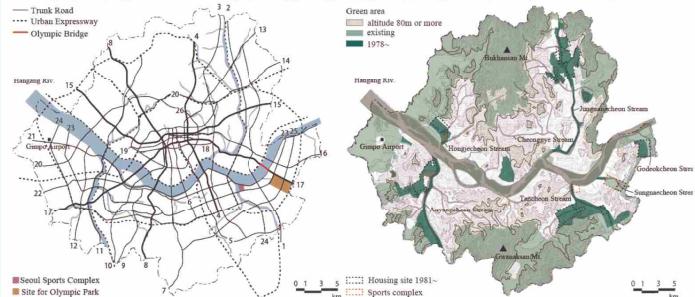
オリンピックを開催することでホスト都市においては、選手や観光客の輸送のための施設や道路網が拡充され、競技施設が立地する都市公園が整備される。ソウルの場合、朝鮮戦争後の高度経済成長期とオリンピック開催という国家的イベントが相俟って、その都市改造に拍車がかけられた。それについて都市デザインの立場から読み解く。



破壊された都市 漢江沿岸の開発

ソウル総合運動場

- ・整備や拡充が必要だった道路が、オリンピック開催の際選択的に建設されることで、当時のソウルの都市計画に極めて大きな影響を及ぼした。
- ・また、大規模運動施設や選手村建設のための都市の新しい用地は既存の緑地地域、つまり「山」と「川」を繋ぐ緑地地域から生み出された。

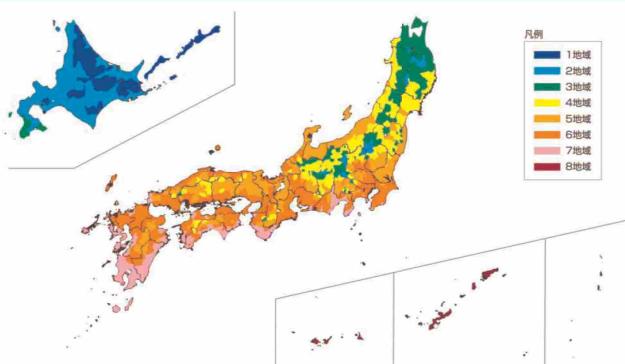


オリンピック施設と都市基本計画における道路網／緑地網との関係

建築環境と気候に関する研究

建築の室内環境や冷暖房に消費するエネルギーはその土地の気象の影響を強く受ける。このため建築物省エネ法では地域毎に断熱・遮熱の水準を定めている。この地域区分にこれまでの研究成果が採用された。

省エネ基準地域区分



開口部の日射熱取得率の 測定法に関する研究

窓に付属するフラインドやスクリーン等は遮熱効果があるが、評価方法が確立されていないため、住宅の省エネ基準では対象外となっている。本研究では屋外の実環境で、開口部の日射熱取得率を測定する方法を確立した。

今年度から国土交通省の基準整備事業でスクリーン類を測定し、データを整理している。この測定方法はJIS化とISO化を計画している。



日射熱取得率測定装置

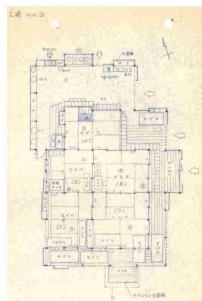
民家研究者野村孝文に関する研究

野村孝文(1907-1986)は、京城高等工業学校、鹿児島大学、九州大学、九州芸術工科大学、九州産業大学で教授として勤めており、一貫して民間調査を行った。野村が行った現地調査に関する資料は絶余曲折の末、2019年からは鹿児島大学図書館に重要書として保管されており、その歴史的価値について調べている。



鹿児島大学図書館に重要書として所蔵されている野村資料

鹿児島大学が所蔵する資料のうち、最も古いものは1949(昭和24)年8月の調査記録であることが明らかになった。特に、県内各地の農家の平面図が記録された1958年の鹿児島県農村住宅調査は、その時期としては文化庁の民家緊急調査か1970年代に県内で実施される前にあたる。このことから、野村の民家調査には先見性があり、その図面は当時の鹿児島県内の民家の状況を網羅的に記録した一次資料として価値があると言える。

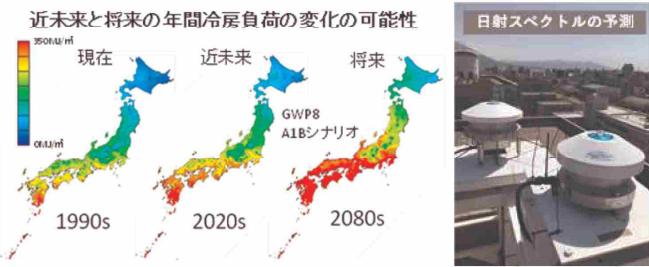


現地調査資料事例

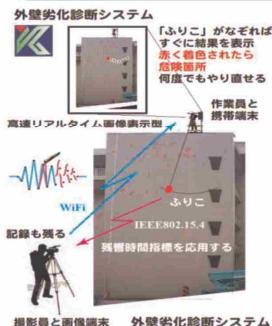
気候変動に適応できる建築の設計支援を目指した将来気象データの開発

温暖化が進行する中、気候変動下の建築の室内環境やCO₂排出等を日本と世界を対象にシミュレーションにより予測可能にする研究プロジェクト。将来の気候変動に適応できる建築の設計をシミュレーションにより支援することを目的として、それに必要な将来気象データを開発している。独自の技術として、①気象観測値、②気候モデルの将来予測値、③建築の環境シミュレーション技術の3つを融合して、将来の気候変動が建築環境に及ぼす影響を予測する解析技術を開発している。平均約21kmの間隔で日本全域を網羅した将来気象データを他に先駆けて開発した。この研究成果は、2019年度に、日本建築学会より、*Japan Architectural Review*の優秀論文賞を受賞。

現在は、科学研究費補助金基盤研究(B)の外部資金を受けて、市町村レベルの気候変動の建築への影響を5km間隔で予測可能にする解析技術や、予測範囲を世界全域に拡張する基礎技術の開発を推進中。



音響解析と動画像解析を応用する高速・高精度・低コスト外壁打診システム 異分野融合:建築と情報生体工学

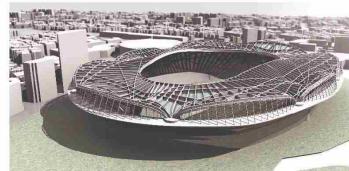


- 鉄筋コンクリート造建物の外壁の仕上げ材の浮きを診断する技術を建築の教員と情報生体工学の教員で共同開発
- 足場を用いずに、外壁を叩くタッピングマシンで収集された打音データをマシン内に装着されているマイクロコンピュータを使って半減方法(特許技術)による音響処理を行い、Wi-Fiでコンピュータに送信するとともに、タッピングマシンの位置をカメラで判定し、それらをリアルタイムで画像処理し、外壁面の仕上げ材の浮きの有無を表示して、対象の外壁面の調査終了直後に、それを保存・印刷できるシステム
- 大手企業2社、大手コンサルタント、材料商社の計4社と事業化を進めている。

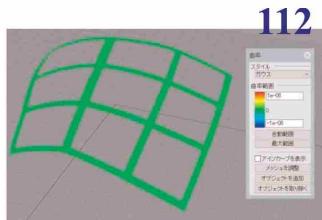
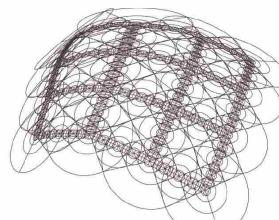
施工性・力学的合理性に優れた建築構造

本研究プロジェクトでは、JST CREST数理的情報活用基盤の共同研究グループ課題として採用された課題である。可展面や測地線など性質のよい曲面を形状要素にもつ新しい離散曲面の幾何学を創始し、美的形状の理論を取り入れ、その上に構造解析・最適化手法を構築する。その枠組みで美とアート性を備え、安全・安心を担保する構造物設計を効率的かつ低成本で可能にする革新的ソフトウェア基盤を開発する。

本研究プロジェクトを通じて、設計諸分野で独自に蓄積された知識や技術を数学の力で形状の幾何学として統合し、得られた成果は、緻密で美しい製品を生み出すが高コストに苦しむ日本のものづくり再生の基盤とする。



測地線グリッドシェル構造:直線部材の加工による製作性に優れた構造



112

曲率線グリッドシェル構造:1軸の曲げ加工のみによる製作性に優れた構造

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 18

光スイッチ型海洋分解性の可食プラスチックの開発研究

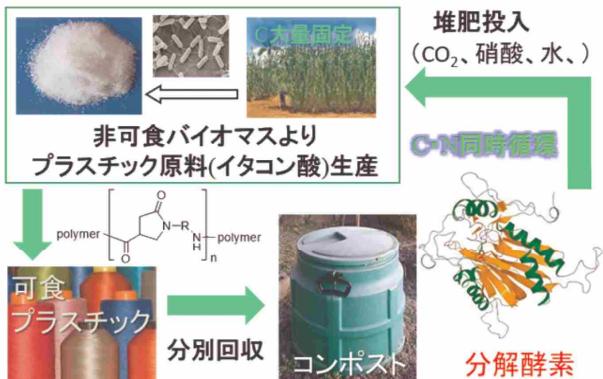
NEDO「ムーンショット型研究開発事業」(2020年～2029年予定)

参画機関：北陸先端科学技術大学院大学(代表機関)、鹿児島大学、神戸大学、名古屋大学、東京理科大学、東京農工大学、産業技術総合研究所、大阪産業技術研究所和泉センター

本プロジェクトでは、世界規模の問題である海洋プラスチック問題対策に寄与するために「使用時は十分な耐久性を持つ一方、海洋環境において強い太陽光照射の下で光スイッチ分解性を示すようになる新たなポリアミド系プラスチック」を開発します。

既存のプラスチックは、間違って食べてしまった際に分解されずにそのまま消化管内に留まるため、野生生物が犠牲になってしまっていますが、本プロジェクトで開発するプラスチックは、海洋生物が誤飲したり周りにわって人間の食料中に混ざり込んでしまっても、消化管内で物理的障害や化学的毒性を生じない「食せるプラスチック」の開発を目指すことが最大の特徴です。

鹿児島大学では、新たに開発するポリアミド系プラスチックを分解する微生物・酵素の探索と、炭素・窒素循環を目指したコンポストシステムの開発を担当し、本分野で活躍できる人材を育成します。



実測暴露情報に基づく環境化学物質管理手法の開発

目的：水環境中に存在する化学物質の管理手法を、現在の数理モデルによる濃度推算から、実環境試料からの検出濃度に変更するための高効率分析技術を開発すること

戦略：質量分析の急激な技術革新を利用。水環境試料中から高頻度で検出される物質を網羅的に探索。分子式推定→構造推定→同定→定量。高リスク物質が実環境から高頻度で検出されることを実証→有効性を示す。

効果：排出係数の誤差に起因する濃度推算の誤差を含まない

弱点：適切な試料を選定して網羅的な探索に資する必要がある

社会的意義：化審法など、化学物質管理政策への貢献

学術的意義：環境質量分析学の構築（下図参照）

人材育成状況：環境分野への人材輩出（博士号取得者：4名など）

外部資金獲得状況：2019～2020年度(60,094,000円)、2016～2018年度(30,000,000円)、2014～2016年度(162,655,000円)、2011～2013年度(154,076,000円)他

経験則に基づくフラグメントーション反応迅速解析方法の体系化

運動量移行断面積に基づく構造推定技術の開発

環境質量分析学

量子化学計算に基づくフラグメントーション反応検証方法の体系化

精密質量分析による分子式推定方法の体系化



図 環境質量分析学の概要と用いる装置の例

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 19

マイクロスフィア・スクリーニング法を用いた燃料ガス产生微生物の島嶼環境からの探索

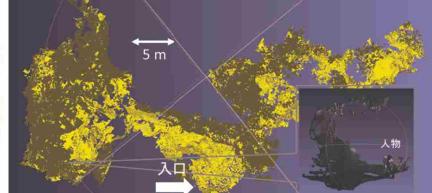
社会的・学術的な意義

地球上には様々な環境があり、我々の住んでいる温暖で酸素が豊富で食物が手に入れやすい環境とは全く異なる過酷な条件の環境がたくさんあります。極低温や極高温の環境に耐えて、あるいは強い酸や塩基を含む環境に耐えながら、わずかな栄養源を工夫して分解してエネルギーを得る微生物が実際に存在しています。このような極限環境微生物の中には、物質変換の過程で水素ガスやメタンガスなどの可燃性ガスを放出する微生物がいるため、これらの微生物を利用すれば、廃棄物や有用性の低い有機物などから、容易に燃料になるガスを生産することができるようになります。

そんな微生物をスクリーニングするため、ひとつひとつの微生物を個別に住まわせる小さなガラスの容器を作り、ガスを生産する能力がある微生物だけが、その容器の中で自身の作り出したガスの浮力のために容器ごと浮上してきて分離される、というしくみを用いて、燃料ガスを生産するスーパー微生物を見つける方法を開発し、マイクロスフィア・スクリーニングと名付けました（右上図）。

人材育成の状況

地域資源の産業化を実現する社会的仕組みづくりを考察し、島嶼地域の微生物資源としてどのようなものがあり得るのか、それをどのように利用するのか、その権利をどのように守るのかをデザインする活動として学生のフィールドワーク活動を企画し、炭素源が制限された温泉や洞窟（左図）などの環境でのサンプリング技術をはじめ、遺伝子配列の解析技術までを総合的に習得して燃料ガス产生微生物を探索しています。



医薬品開発を指向した生体分子量子化学計算プログラム「PAICS」の開発と応用

社会的・学術的な意義

一般的に医薬品を開発するには、膨大な時間的および金銭的コストを要するため、その開発プロセスをいかに効率化するかが重要となります。研究者が利用できる計算機資源が飛躍的に増加している今日、コンピュータを利用したインシリコ技術が、医薬品開発を効率化する第一の選択肢といえます。従って、生体分子の量子化学計算を実行するプログラムを開発し、医薬品開発へ応用することは重要な社会的および学術的意義があります。

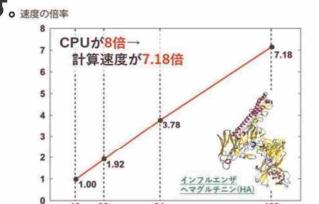
PAICSの開発と特徴

現在ソースコードが公開されており、国内外の大学・研究機関・企業から約200件のユーザー登録実績を上げています。多くの量子化学プログラムがFortran言語で開発されているのに対し、C言語で開発されているのがPAICSの特徴の一つです。

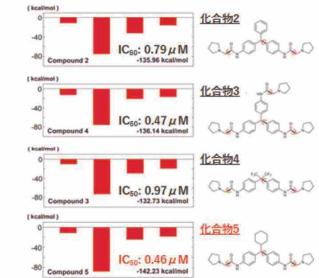
また、MPIによる並列計算が可能で、10万円程度の安価な計算機から計算機センターのスパコンまで幅広い計算機で動作します。

応用研究例

抗アリオノ活性を有する低分子化合物「GN8」とその標的である正常型アリオノタンパク質の分子間相互作用を、PAICSを用いて詳細に解析することで、より効果の高い新たな化合物を設計することに成功しました。

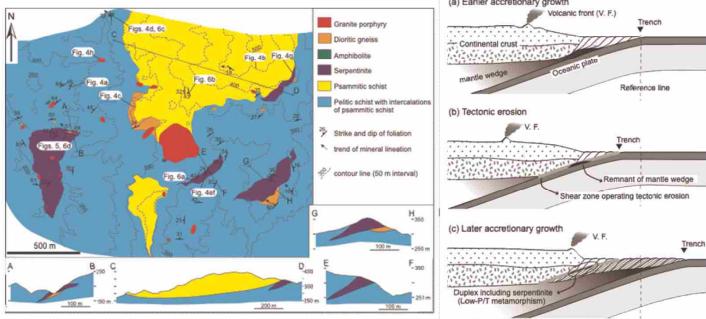


ユーザー登録数	
国内	98(企業: 23)
海外	101
合計	199



地球表層のテクトニクス

大陸と海洋はどのようにして現在の姿になったのか？ヒマラヤのような巨大な山脈はどのようにしてできるのか？などの疑問から出発し、地質調査と岩石の成分分析によって、世界各地の地質構造を解明している。たとえば、左下の図は徳之島の調査から作成された地質図であり、その構造が右下のような過程を経てできること（テクトニクス）を読み取れる。



研究成果（地質図）は自然史についての人類の理解を広げることに貢献すると併に、地下資源の探掘や土木工事のための基礎資料として活用される。この分野で卒業研究等を行なった学生は、鉱業、地質調査業などに多数が就労していて、教員や公務員としても活躍している。

文部科学省 「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」 次世代火山研究者育成プログラム

大規模な火山災害を受けて、減災に貢献する人材、火山研究を志す人材を育成するため、日本の火山研究者が一体となって学生を教育するプロジェクト。理工学研究科はその一翼を担っている。



次世代火山研究者育成プログラム

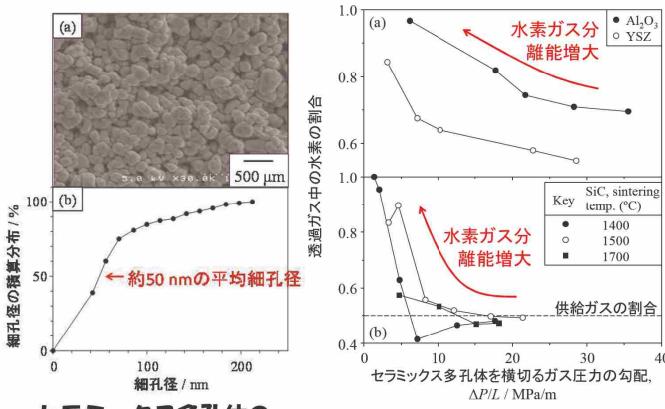
対象：修士課程、博士課程在学生

理工学研究科：参加機関として国内フィールド実習のうち霧島実習を担当し、火山知識をもつ、教員、公務員などの育成。（協力：南西島弧地震火山観測所）

募集定員：毎年14名程度。理工学研究科の参加者は、修士課程 H29: 1名、H30: 2名、R1: 2名、R2: 1名

セラミックス多孔体を用いた水素と二酸化炭素のガス分離

現在利用される水素のほとんどは、ナフサの水蒸気改質で得られる高温の水素と二酸化炭素を分離して製造されている。従来の高分子膜での分離では高温ガスを直接分離できない、またガスを加圧する必要がある。本研究ではセラミックス多孔体を用いて高温で低圧の混合ガスの分離を目指している。本研究は鹿児島大学重点域研究（エネルギー）の一部として行われた（H28～H30年度）。また、JSTのマッチングプランナープログラムに採択された（H27～H28年度）。得られた成果は3件の研究論文で発表された。さらに、特許として登録された（特許第6671590号）。

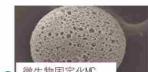


セラミックス多孔体の
(a)微構造と(b)細孔径分布

種々のセラミックス多孔体の
水素ガス分離

機能性マイクロカプセルに関する応用研究

機能性マイクロカプセルは、対象となる芯物質を包括固定化し、1) 包括する芯物質の機能を最大限引き出す、2) 液体の芯物質の固体として取り扱える、3) カプセル化する壁材を介して芯物質を時間的、空間的な徐放制御をする、4) 強固なカプセル壁材を用いることで芯物質を長期保存、安定化、遮蔽する、5) ナノサイズ、マイクロサイズ、ミリサイズと使用用途に応じて粒径制御可能などの特徴を有している。これらの特性を活かして、過去10年（2011年度以降）にわたり、マイクロカプセル（MC）に関する企業ならびに科学研究費によるプロジェクト研究を実施している。



プロジェクト研究内容

- (株)MCラボ、ファーウェイジャパン、東邦ガス(株)：蓄熱MC
- (株)MCラボ：消火剤MC、サッカ分解菌MC、脱窒MC、土壤改良MC 他
- アグロカネショウ(株)、サンケイ化成(株)、日本曹達(株)：農薬MC
- 日立化成(株)：リチウムイオン電池の長寿命化のためのMC活用、他
- 鹿児島共済会南風病院：認知症予防MC、（バイオマーカー）
- (株)トクヤマ：有機色素MC、放射線遮断MC、中空MC
- 日鉄ケミカル&マテリアル(株)：自己修復MC
- 日油(株)：化粧品用途のエマルションゲル
- 住友ベーライト(株)：可塑剤遮蔽MC
- 新日本科学(株)：ウナギの養殖用MC
- 山本化成(株)：フォトクロミック色素MC
- 住友理工(株)：重合用白金触媒MC
- ミツカンHD：食用MC

+カプセル分散液
⇒ セキュリティインク

特定の波長によ
り光る偽造防止
用インクに応用

挑戦的萌芽研究(2011.4-2014.3)：電場応答MC

基盤研究B(2012.4-2016.3)：自己修復MC

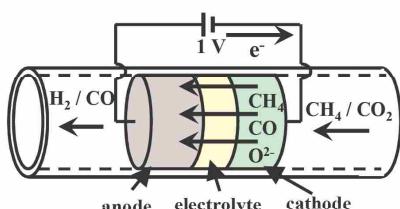
基盤研究B(2017.4-2020.3)：自己修復MC

挑戦的研究(萌芽)(2019.7-2022.6)：微生物MC

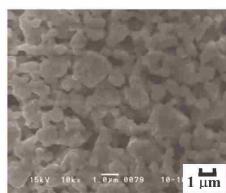
過去10年間（2011年度以降）、上記16社とのニーズに対応した応用研究や科学研究費による基礎研究を通じて、多くの卒業生（100余名）を排出してきた。また、MC化技術に関して、上記コラボレーションしている企業とは別で、技術相談を受けてきた。上記研究開発に携わってきた大学院生の学会発表は262件で、そのうち18件が学生賞（優秀プレゼン）として表彰された。教育研究活動を通じ、人材育成に大きな貢献を果たした。

酸化物イオン伝導性セラミックスを用いた電気化学反応によるバイオガスからの水素製造

未利用の再生可能エネルギーとして、注目されているバイオガスをイオン伝導性を有する多孔質セラミックス（ガドリニウム固溶セリア）と金属触媒を用いて、電気化学反応により、水素を製造する方法を開発した。地球温暖化ガスであるメタンを二酸化炭素をドライリフーミング反応により、有用な水素と一酸化炭素に変化させる方法である。JSTのマッチングプランナープログラムなど5つの試験・自業に採択され研究を推進してきた。6つの特許を出願し、そのうち5つはJST知財集約・活用Gへ譲渡され活用が期待されている。2019年にはJST新技術説明会で発表し、実用化に向けた活動を継続している。また、関連するバイオガスを燃料とした固体酸化物形燃料電池に関する研究は2件の科学研究費に採択された。これらの研究に従事してきた学生とともに、関連論文も含めて18件の研究論文を発表している。



多孔質ガドリニウム固溶セリア
(GDC) 電解質を有する電気化学セルを用いたバイオガスの改質



GDC多孔質膜の微構造

数理情報による生物現象の解明

【研究内容】

生物らしさを最もよく表している現象は、自ら秩序を形成する自己秩序形成である。この自己秩序形成には、時間的及び空間的なものが存在する。例えば、時間的秩序形成として脳波、心拍、呼吸、サーフェィアンリズム等があり、空間的秩序形成には、キリンやシマウマにみられる模様などがある。これらの自己秩序形成は、カオスやフラクタルと密接な関係がある。また、自己秩序形成を情報論的な立場から検討した場合、非線形化学反応 (Belousov-Zhabotinsky反応 (BZ反応)) も、生物と同じ現象であるため、このBZ反応を用いて実験・理論・コンピューターシミュレーションから数理情報に基づいた自己秩序形成の研究を進めている。

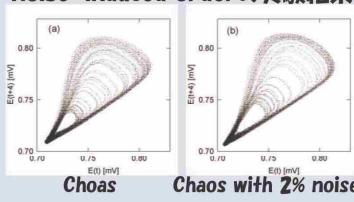
【研究成果の一例】

●カオスにおけるNoise-induced order現象の発見及び理論的解明
カオスとは、複雑な時間的振動を示す現象である。このカオスに、ノイズを加えると周期性が増す現象（カオス+ノイズ=秩序）をコンピュータシミュレーションで発見し、それを確率統計力学により理論的に証明し、BZ反応による実験で確認することに成功している。この現象は、レーザー等の物理的な現象だけでなく、株価変動などの経済にも見出されている。本研究成果は、新聞やWikipediaで紹介されている。

生物にみられる自己秩序形成



Noise-induced orderの実験結果



ノイズを加えると線の数が減っていることが確認できる。これが、周期性が増しNoise-induced orderが起きたことを示している。

超音波を応用した 化学プロセス、ソリューションのための基礎研究

超音波は圧力の波であり、液体に強力な超音波を照射するとファインバブルが生成し、バブルから多様な物理・化学作用が生み出される。衝撃波や水分子が分解されたOHラジカルなど、これらの作用を巧みに操作して、革新的な化学プロセスを生み出すため、以下の基礎研究を行ってきた。

エマルジョンからの油／水分離促進

グリシン結晶のサイズ制御と成長促進

超音波霧化によるサブミクロン粒子のサイズ分離

これらの研究は4件の科学研究費に採択されている。さらに成果を書籍として和書の「化学便覧」、「化学工学便覧」や洋書の「超音波化学ハンドブック」として公表してきた。2017年以降の研究に携わった11名の大学院生の学会発表は22件で、そのうち6件が学生賞などの受賞をしており、人材育成においても大きな貢献をしてきた。



エマルジョンへの超音波照射で凝集した油滴



超音波により生成したナノミストを含む霧



超音波により形と大きさが整えられたグリシン結晶

生体安全性の高い医療用ヒドロゲルの開発

新しい医療である再生医療が注目されている。再生医療の実現には生体組織の再生を促すバイオマテリアルが必要である。ヒドロゲルは、その柔らかさから生体に埋入しても炎症反応を引き起こしにくい優れた医療材料である。しかし、従来のヒドロゲルは毒性の高い化学物質を使用して作られることがあることから、そのような物質を含まない、生体安全性の高い医療用ヒドロゲルの開発研究を行ってきた。



その研究は、2011年以降に継続して3件の科学研究費に採択されており、さらに2014年度化学工学会研究奨励賞を受賞するなど、学術的に高い評価を得ている。また、これまでに3社の企業との共同研究により社会貢献を行ってきた。以上の研究に携わった大学院生の学会発表件数は49件で、そのうち、8件が学生賞などを受賞しており、人材育成においても大きな貢献を果たしてきた。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 24

火山地域におけるUAV等を活用した降灰後土石流発生予測に関する研究プロジェクト

近年、桜島をはじめとする九州地方の火山活動が活発化しており、大規模な火山噴火時には、土砂災害防止法に基づく緊急調査（土石流発生域の降灰状況や降雨浸透能の変化等）が行われる。しかし、噴石等の被災の危険性のある区域は、立ち入り規制区域が設定されるため、調査員による現地立ち入りが出来ない等の課題がある。

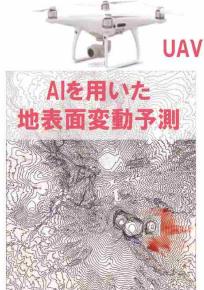
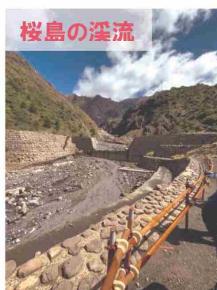
一方、UAV等の機能・性能は、日進月歩で技術革新が行われており、緊急調査に利用できる「UAV搭載用：各種モニタリングセンサー」の開発を目指すと共に、桜島を主なフィールドとした基礎データ分析、AIによる地表面変動の定量化、センサー開発等に関する実証実験を踏まえ、火山地域における降灰後の降雨による土石流の発生予測に関する研究を行う。

具体的には以下の3つのプロジェクトに取り組んでいる。

PJ1：火山動態モニタリングセンサーの開発に関する研究

PJ2：AIによる地表面変動の定量化に関する研究

PJ3：土砂移動検知センサーの開発に関する研究



AIを用いた
地表面変動予測

南九州地域にある特殊土および産業廃棄物を地盤材料として有効活用する研究プロジェクト

南九州地域には、鹿児島県本土のシラスや奄美地域の赤土、火山灰など特殊土が広く分布している。また、工場などから産業廃棄物が輩出されている。これらの特殊土や産業廃棄物の有効活用に関する地域的課題がある。

◆フェロニックルスラグの地盤材料としての利用可能性に関する研究（宮崎県の企業との共同研究）

ステンレス鋼の原料となるフェロニックルスラグを製鍊する際に排出されるフェロニックルスラグの有効活用を検討するため、その保水性や透水性を把握する室内試験を実施。また、ミカン畠など農耕地に適した排水性や保水性有する地盤材料に利用できるかどうか現場計測を実施。

◆団粒化促進剤混合土による運動場の排水性能に関する研究プロジェクト（鹿児島県の企業との共同研究）

運動場の排水性能を向上するために団粒化促進剤が開発されている。現状、団粒化促進剤による運動場の排水性能向上について定量的な評価が十分でないことが課題。本研究プロジェクトでは、排水性能の定量的評価手法を確立することを目指した研究を実施。また、確立した評価手法により、鹿児島県内の特殊土の運動場材料への利用可能性について検討。



鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 25

脳型情報処理の解明について - 物体認識の脳内仕組み -

認識、学習、意志決定などの高次脳機能に関する脳内情報処理について研究しています。脳のさまざまな認知機能の中でも、特に視覚に注目して、視知覚の形成を追求しています。具体的には、新しい行動パラダイムを開発し、神経活動の時空間パターンを測定する脳活動イメージング法などの最先端の手法を駆使して侵襲及び無侵襲な実験的研究を行い、高次脳機能の神経基盤を同定します。

また、ロボットなどの人工装置の高度化のためには脳の優れた知覚機能、制御機能、判断機能などの原理を抽出します。

被験者が「思う」だけでコンピュータが操作できるようなフレイン・マシン・インターフェイスを開発しています。



原始惑星系円盤での惑星の「種」の成長過程

[概要]

原始惑星系円盤とは惑星の母体となる天体です。当プロジェクトではその内部における惑星の「種」であるダストの成長過程についてスーパーコンピュータを用いた3Dシミュレーションによって研究しています。

[人材育成への貢献]

博士課程進学予定学生1名（学振DC1採択）、修士課程進学予定学生2名、卒業研究学生のべ6名

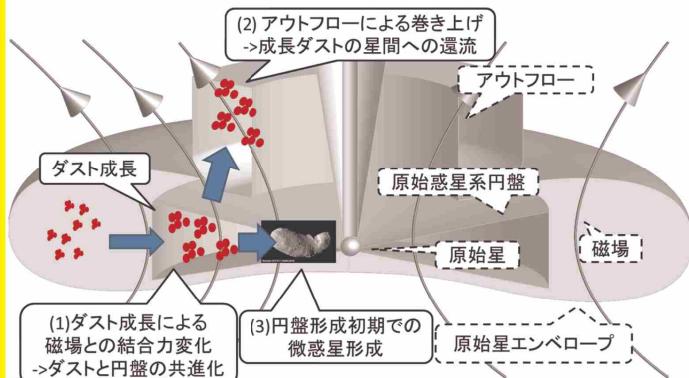
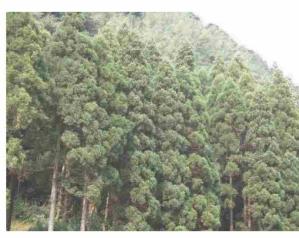
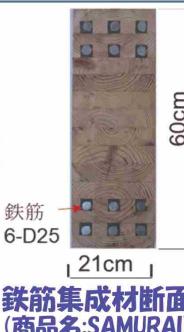


図1:原始星周囲の構造と本研究の概念図

伐採期を迎えていた大量のスギ材の大規模建築への利用拡大



杉の森林 (鹿児島県)



鉄筋集成材断面
(商品名: SAMURAI)



竹中工務店ビル
東京都江東区木場

- 鹿児島県をはじめとする九州内には大量の伐採期の杉の森林がある。
- これまで、建築の分野では木材は住宅建築が主
- 今後、地球環境問題への対応として木材の大型の建物・高層建物への利用が望まれている。
- 鉄筋集成材を山佐木材と鹿児島大学で共同開発
- 竹中工務店が2時間耐火の技術を開発

自社高層ビルに採用(2020年2月竣工 東京都江東区木場)

商品名: SAMURAI燃エンウッド

八代海海底地すべりプロジェクト

平成28年熊本地震の発生を受け、鹿児島県内への影響が大きい震源断層の南部延長の八代海域についての調査の必要性が高まった。2018年度に、鹿児島大学が中心となり東京大学・北海道大学・海洋研究開発機構などのプロジェクトチームが学術研究船「白鳳丸」を用いた研究航海を実施し、八代海において採泥および浅部地下構造探査を行った。

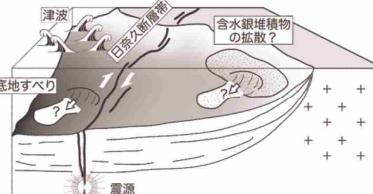


図1. 八代海における海底の模式図

研究航海で採取されたコアを用いて、地質学および環境化学・海洋生物学による多面的分析を行い、海底下の底質マスフラックスを見積もることにより、①地震による海底地すべり履歴と津波ポテンシャルを評価、②海底環境に与える影響を明らかにする。特に水銀をトレーサーとして用いる事で地震による海底環境の搅乱状況を評価する点が独創的。

人材育成 研究航海に参加した学生6名は大学院(東京大1・九州大2)、鹿児島県庁1、建設コンサルタントなど2、学会賞受賞1。その後も大学院進学や気象庁へ輩出。

水銀の環境動態解明研究

常温で唯一液体である水銀は、温度計、血圧計、医薬品など私たちの生活を支える様々な利用がなされてきました。その一方で、毒性も高く、その化合物の一つであるメチル水銀は、水俣病の原因物質です。その毒性のために、世界的な水銀規制条約である「水銀に関する水俣条約」が2017年に発効され、環境中に放出された水銀の挙動解明が求められています。



鹿児島湾での調査



コメのメチル水銀汚染

このプロジェクトでは、火山、鉱山、工業活動等によって環境中に放出される水銀の振る舞いを明らかにするための調査研究を国内外で進めています。例えば、鹿児島湾では海底火山活動に由来する水銀の生態系への影響を明らかにするため、定期的に海水や生体試料に含まれる水銀の化学形態別分析を実施しています。また、最近、コメに含まれるメチル水銀が東南アジア等で問題となっており、水銀に汚染された土壌中でメチル水銀がどのように生成し、コメに蓄積していくのかの研究も進めています。

これらの研究の遂行に関わった学生は、研究者、分析機器メーカー、教員、公務員などの道に進んでいます。

世界自然遺産化への情報提供 ～奄美群島の野生植物の調査研究～

奄美群島の野山の植物を調べる

奄美群島において2007年より野生植物に関する現地踏査、および遺伝的分析を行ってきた。学長裁量経費、科学研究費補助金、民間財団助成金、文部科学省特別経費、奨学寄附金により、当初、野生植物の調査の空白域とも言われていた奄美大島南部や徳之島の山地において、環境省職員、学外研究者、現地の野生動植物保護推進員らと協力して、絶滅に瀕する固有種などの野生植物の分布や遺伝的特性の調査研究、外来植物の影響調査などを行った。各島の野生植物分布リストを鹿児島大学名で公表し、世界自然遺産の推薦書の付属資料作成に生かされた。また、専門書や学術論文の他に「鹿児島環境学」や「奄美群島の生物多様性」など一連の一般向けの書籍を分担執筆した。



行政や地域へ科学的情報を提供する

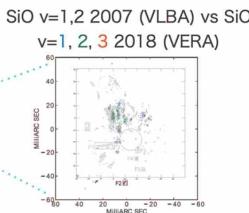
上記の調査研究に基づいて、環境省や国土交通省の審議会、世界自然遺産推薦地の科学委員会、自治体の審議会等で、島嶼の環境保全や土地利用に関して提言をおこなってきた。霧島錦江湾国立公園、奄美群島国立公園、甑島国定公園の設置に係る現地調査や意見交換会にも参加した。また、国や自治体主催の自然環境に係る公開セミナー、シンポジウム、環境系NPO主催の講習会に講師等として参加し、科学的な知識や技術の普及に努めた。

人材育成

島嶼での現地調査や遺伝子分析を体験した学生は、林野庁や県庁自然保護課などの公務員、野外活動の指導も実験指導もできる中高理科教員、環境調査会社や臨床検査会社で活躍している。大学院で学んだ留学生は母国の研究所や大学で指導的立場にある。

星形成領域、晚期型星星周領域における磁場の役割の研究

年をとっても活発 - 磁気活動が活発な超新星爆発直前の巨大星を捉える



社会的貢献: 恒星(星)は宇宙の基本的構成要素であり、太陽系の起源、地球上の生命の起源は星にある。私たちは星から誕生したと言っても過言ではない。

星は重さ(質量)によって、異なる進化をたどる。太陽の8-10倍以上の大質量星は、莫大な量の水素を燃やしてヘリウムに変える核融合反応によって星が輝く主系列星の段階が終わると、赤色超巨星と呼ばれる超巨大、莫大な放射を行う終末期に入る。赤色超巨星は収縮・膨張を繰り返し、大規模な質量放出の後、超新星爆発を起こして中性子星、またはブラックホールへと進化する。

私たちは、太陽の25倍の質量の赤色超巨星、おおいぬVY星の星周領域を詳細に観測し、星の半径(6.6天文単位)の20倍から80倍程度、離れた場所で、100ガウスから600ガウスという、非常に強力な磁場を計測した。

これまで晚期型星は巨大化した星の形状から、強い磁場は存在しないだろうと考えられていた。一方で、今回、強力な磁場が星周領域で観測されたことから、磁場の起源と考えられる中心星の磁場強度は、50キロガウス、もしくはそれ以上の強力な磁場を持つ可能性が示唆される。少なくともVY星については、太陽で見られるようなダイナモ機構が活発に働いており、強力な磁場を生みだしている可能性が高いと考えられる。

人材育成: これまで、毎年2、3名程度の卒業生を輩出している。卒業後の進路は、進学、九州の大手企業への就職である。アリゾナ州立大学(米国)のサマースチューデントを受け入れ、データ解析、論文作成プロジェクト、鹿児島大学の学生との交流を行った。

石油備蓄基地の津波防災に関する研究

2011年東日本大震災では、沿岸部の石油備蓄基地が被災し、タンク内のオイルが流出し火災が発生した。南海トラフ地震でも、例えば、石油備蓄基地を擁する志布志では、最大7mの津波が来襲すると予想されており、タンクの津波防災を検討しておく必要がある。そこで、理工学研究科が有する平面水槽を用いた水理実験と数値解析に基づき、タンク周辺の津波の挙動と、タンクに働く波力を関して研究を実施している。



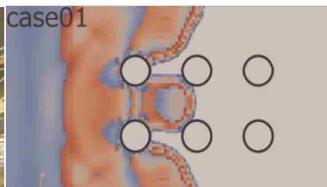
海洋波動実験棟の平面水槽



タンクに作用する津波の実験

水位分布と、タンクに働く波力の時間変化を計測している。

海洋波動実験棟は、学生実験及び卒業・修士論文研究のみならず、共同研究・受託研究や、オープンキャンパス、そして市民への解説等に使用されている。

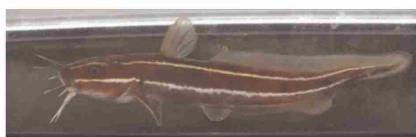


津波挙動の3次元数値解析

前列のタンク間で加速された水塊が、中央列円柱の斜め前面に衝突した。

魚類の味覚系の多様性

魚類は脊椎動物で最も種数の多い動物であり、水圏の多様な環境に適応している。味覚は生命の維持に必要な食物の評価に重要な役割を果たす感覚であり、魚類ではさらに餌を探す段階から機能している。我々は魚類という動物の多様性について、味覚という観点から評価することを目指して、魚類の味覚の感覚器や、その情報を処理する脳の構造などを調べている。



錦江湾にも生息する海産のナマズ目魚類のゴンスイ(左上)は、口の周囲にヒゲ(触鬚)を左右4本ずつ、計8本有しており、そこには味を感じる器官である味蕾(みらい)が分布しており、それでエサをみつけることができます。ヒゲの味蕾(右上の写真の緑色の構造)は進行方向(前方)で、逆方向(後方)よりもたくさん分布していて、エサなどをみつけるのに有利なつくりになっています。また、味蕾はヒゲだけでなく全身に味蕾が分布しています。4本のヒゲや胴体からの情報は脳の中別々の場所に表現されています(右下)。このようなことが分かることで、夜行性のゴンスイが海の底付近で視覚に頼らなくても効率よくエサを探せるような仕組みが分かってきます。

これらの研究について、成果を論文として発表するのみでなく、関連する内容について、一般向けの書籍の分担執筆(2018年一件、2019年一件)や、新聞の子供向けの科学欄への寄稿(2020年一件)を行っています。

この研究グループの卒業生は過去7年間で学部生19人、大学院生2人であります。進路は公務員(鹿児島県庁、宮崎県庁、霧島市役所)、企業(食品関係、情報サービス、金融など)、大学院進学(鹿児島大学大学院修士課程、東京大学大学院修士課程)などです。

光で動く炭素フィルム

【概要】 炭とダイヤモンドの中間の性質を持つアモルファス炭素薄膜やそれに窒素を添加したアモルファス窒化炭素薄膜などのアモルファス炭素系薄膜は、炭に近い特性を有すると太陽電池や光触媒に、ダイヤモンドに近いとカミソリ刃の保護膜や放射線検出器としての応用が期待されています。多彩な性質を示すアモルファス炭素系薄膜の一部に、光を浴びると動く光-力学的エネルギー変換能を見出し、この性質を活かした光駆動デバイスの開発に取り組んでいます。

【社会的・学術的な意義】 光エネルギーを直接使ってものを動かす技術は、エネルギー損失の少ないエコな方法です。アモルファス炭素系薄膜は、大面积化が容易なため、太陽光の強度に合わせて自動開閉する調光フィルムなどが作製可能なことから、農業用ビニールハウスなどへの応用を検討しています。

【人材育成の状況など】 在校生の教育以外にも、SSHでの高校生向け講演やイバーション・ジャパン大学見本市など産学官への取り組みも積極的に行ってています。



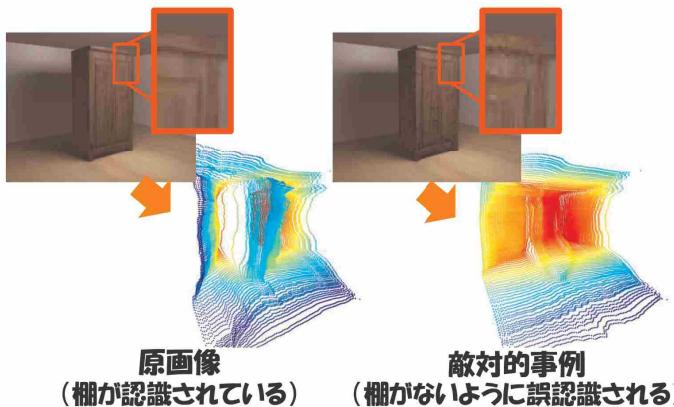
光駆動デバイスのメリット:
バッテリーや配線が不要で
遠隔操作可能

応用先: 非接触スイッチ、
自動調光フィルム、体内や
宇宙で働くロボットの部品
など

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 30

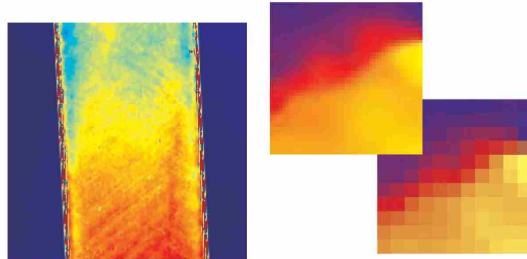
進化計算を用いた深層学習の脆弱性の検証(画像・音声認識、深度推定への応用)

画像認識や音声認識を中心に普及が進む深層学習は、特有の脆弱性を含んでいることが知られています。本研究は、学習器の内部情報が不要であり外部からブラックボックス的に学習器の脆弱性を検証する技術を提案する。市販のシステムやサービスの脆弱性を検証できる点、および、転移性攻撃とは異なる新たな脆弱性を発見できる点に特徴がある。2018年より開始した研究ではあるが、1件の研究助成を受け、2本の査読付論文を発表した。また、1件の学術賞を受賞した。



複屈折イメージング装置の開発

デバイス材料開発に利用できる複屈折イメージング装置の開発を行っている。現在、十万個以上の検出器を並べて光の「位相」と「偏光」を制御しながら、同時に検出し、解析する技術を開発している。これらの技術は身近な製品にもすでに応用されており、例えば滲みか少ない液晶パネルや、一度に大量の情報を載せることができる光通信技術などがある。将来的には絶対に破られることのない量子暗号通信の秘密鍵として、光の位相や偏光が利用されることも期待されている。



ディープラーニングを取り入れた複屈折画像に特化した鮮明化技術の開発も行っている。それぞれの装置で拡大できる最大倍率が決まっているが、この技術を用いればその装置の最高性能以上の画像が得られる。このような技術は、すでに導入されている検査装置を手軽にアップグレードできるばかりでなく、ライフサイエンス分野ではこれまで難しかった、細胞を生かしたまま一分子を観察する手法に応用され始めている。

最近5年間の卒業生の進路は、鹿児島大学大学院への進学の他、京セラ、九電工、ルネサスエレクトロニクス、上野精機、名村造船所、コーチガス日本等の九州に拠点を持つ企業だけでなく、関電工、ダイキン工業、三菱自動車、新東日本製糖等の全国各地の企業に就職している。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 31

RBCO全超伝導回転機の開発

回転機を超伝導化することによって大幅な高効率化と小型・軽量化を図り、低炭素社会の実現を目指すプロジェクトです。

発電機で発生した電気エネルギーの多くは、電動機により消費しています。回転機の超伝導化による高効率化は、現状の電力供給・需要形態におけるエネルギー変換効率を向上させ、多大なCO₂削減効果をもたらします。

第2世代高温超伝導線材(**REBCO線材**)は、高磁界中で大電流を流せるため、鉄心を用いずに高磁界を低損失で発生させることができます。このことから電動機の高効率化とともに、小型・軽量化が可能です。

交流通電をする電機子巻線に発生する交流損失は、効率を下げます。この交流損失の低減が大きな技術課題です。

本プロジェクトチームの保有する**低損失化技術と大電流容量化技術**は、3相66/6.9kV-2MVA 超伝導変圧器の試作に適用され、その有効性が実証されています。本プロジェクトでは、この技術が回転機の電機子巻線にも適用できることを実証しようとしています。

本プロジェクトに関わった大学院修了生は5名で、民間企業で活躍しています。

セラミックスナノファイバ導電性不織布のエレクトロニクスへの応用

セラミックスは本来は曲げられないのですが、ナノサイズの細いファイバ(糸)状にし、不織布を形成することで曲げられるようにしたのが右の写真です。これは電界紡糸法を用いて、セラミックスの原料を含む溶液を注射針の先から押し出す際に強い電界の力で引っ張り、細く伸ばしたあとに高温で焼いたものです。

この不織布は高温でも化学的に安定で、多種多様なセラミック材料と組み合わせることで、これまでに無い電子デバイスを作り出すことが可能です。例えば、左の写真のように2種類のセラミックスナノファイバを混合させた布ができます。当研究室では、将来のウェアラブル・デバイス(服のように着ることができる電子装置)への応用や太陽電池や蓄電池など、再生可能エネルギー分野への応用の研究も行っています。



透明導電性光ファイバ(シリカ)セラミックス
ナノファイバ不織布の電子顕微鏡写真
セラミックス不織布の電子顕微鏡写真
曲げ試験の様子

この新奇なセラミックス素材の開発によって、過去10年間で博士号取得者2名、博士前期課程修了者25名、学部卒業生32名を送り出し、産業界に優れた人材を輩出しています。過去10年間の主な就職先:京セラ10名、ソニーセミコンダクタ4名をはじめとして、電子部品メーカー、自動車メーカーなど

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 32

宇宙開発に貢献する通信技術 人工衛星KSAT2と宇宙機しんえん2

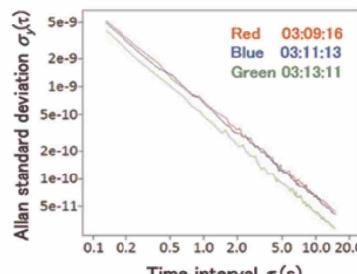
人工衛星や宇宙機(地球重力圏を離脱するもの)の研究開発ではそれ自身の研究に主眼がおかがれがちであるが、通信系が期待通りに動作しないと一切の情報を得ることができない。福島研は物理宇宙プログラムと連携し、人工衛星関連プロジェクトのうち、地球と宇宙の間をつなぐ無線通信システムの開発に貢献し、ミッションの成功に導いた。

KSAT2による水蒸気観察

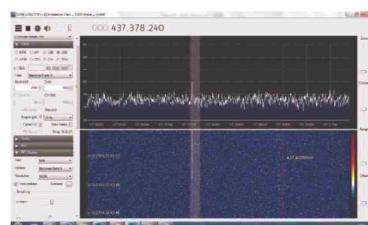
局所的な天気予報の実現のため、KSAT2から発射された13GHz帯ビーコンからごく小さな位相差(=距離差=水蒸気量)から大気中の水蒸気分布を観測することに成功した。このプロジェクトでは、進捗管理も学生に任せることで大学院生にプロジェクトマネジメントをOJT形式で習得させた。

しんえん2との超長距離通信

地球重力圏から離脱するために、非常に遠方からの非常に微弱な電波を受信しなければならない。世界のアマチュア無線家を連携先として、地球から230.8万kmの地点まで追跡することができた。



3つの時間で微妙な位相差が確認された。特に時刻03:13:11は顕著!



最長距離の通信は、日本では観測できない時間帯にオランダのアマチュア無線家の協力によって成功!

革新的航空機用 電気推進システムの研究開発

航空機の低炭素化を進めるために、超電導技術を活用し、小型・軽量・高効率の航空機用電気推進システムを開発するプロジェクトです。

年率4~5%で輸送量が伸びている航空機の低炭素化は、重要な課題です。従来のターボファンエンジンの高効率化は限界に近づいています。そのため、電動化検討されています。そのためには、軽量化を実現するだけではなく、「軽量」で「高効率」の電動機、ならびにその駆動システムが必要です。

本プロジェクトでは、プロジェクトチームの有する独自の低損失化技術(JST-ALCA事業でほぼ実証を完了)を適用した回転機を始め、送電システムや駆動システムを含む試作と検証を行います。

本プロジェクトは昨年度から開始されており、関わった大学院修了生は1名で、民間企業で活躍しています。現在は2名の大学院生、2名の学部生が関わっています。学部生2名は大学院に進学します。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 33

システム機器診断のための超小型ハーネス フリーセンサーシステムの研究開発

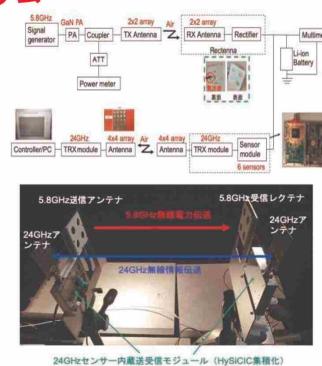
月面基地建設や小型衛星を多数用いた衛星インターネット構築等宇宙開発が加速している。本プロジェクトでは、マイクロ波電力回収によるセンサーシステムを実現する基盤技術を構築している。本プロジェクト成果により、ハーネスフリーかつパッテリレスなセンシングシステムを実現し、衛星機器内、月面基地内のリアルタイム診断を容易にし、衛星の軽量化、月面基地建設の簡易化、経済化に貢献している。

本プロジェクトでは以下に示すデバイス開発からシステム実証まで広範囲な技術分野の研究開発を実施している。また、学生等に種々な技術の有機的つながりを構築する考え方を身につけさせるなど、学生・若手技術者の育成にも貢献している。

- HySiC(Hybrid Semiconductor IC) 基盤技術
- 無線電力伝送デバイス・システム
- マルチセンサーシステム

本プロジェクトでは、24GHz/5GHz帯を用いた無線情報電力同時伝送システムを実現し、無線によるエネルギー供給と6種のセンサー情報の取得するハーネスフリーセンサーシステムのプロトタイプを構築・実証した。

本プロジェクトは、鹿児島大学、JAXA/ISAS、民間企業がコンソーシアムを組むプロジェクトであり、本学生も5名参画した。本校の卒業・修了生は、情報通信分野を含む民間企業で新たな研究開発に取り組んでいる。



宇宙開発に貢献する通信技術 小型ハイブリッドロケット

ロケットの研究開発においても通信は不可欠な技術である。成功失敗に関わらず、実機の機体は回収できないことが多いからである。機械工学プログラムが開発中の小型ハイブリッドロケットと地上管制側の無線通信システムを開発し、ロケットのデータを受信することに成功した。

フライト中のロケットデータ受信

本プロジェクトでは、420MHz帯特定小電力無線を使用する送信側ロケット一管制局の通信システムを開発した。福島研は両局で使用するPC周辺回路開発の一部を担った。受信側の通信機器は電波法の制約を受けないため、高利得円偏波が特徴のヘリカルアンテナを製作した。本プロジェクトは、打ち上げ実験中にロケット・データを期待どおり取得した。



受信信号の例

K>R.O.X:101085.31260.-24.1008.949270.-1324050.
1471610.400.-176.-329.1875.2.0
K>R.O.X:101086.31250.-12.1008.-608440.-2067030.
1984640.399.-177.-326.1875.2.0
K>R.O.X:101090.3126.-48.-36.1032.-2123870.-1635200.
1987160.400.-177.-330.1875.2.0

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 34

実社会の問題に対する 機械学習アプリケーションの開発

安全、安心、快適、便利な持続可能な社会の実現に寄与することを目的として、ディープラーニングなどの機械学習を用い、実社会の諸問題に対処するアプリケーションの開発を、電気電子工学分野の修士論文と卒業論文の研究テーマとして実施している。

本開発を通して、諸問題に対する機械学習アプリケーションの効果的な構築法を考案することで社会貢献し、また、システムエンジニアなどのITエンジニアとして実社会で活躍できる人材を育成している。

土地種別の分類、土砂災害の危険箇所推定、地盤強度推定、顧客から問い合わせの自動分類に関する研究成果を国内学会、国際学会で発表し、研究成果を発表が評価され、以下の7つの表彰を受けている。

- ◆ 2019年度 学生優秀講演賞(日本知能情報ファジィ学会九州支部)
「単語の条件付き確率とTFによる特徴量を用いた問い合わせ文書の分類」
 - ◆ Certificate of Merit for The 2019 IAENG International Conference on Artificial Intelligence and Applications
“Land-Use Classification Using Convolutional Neural Network with Bagging and Reduced Categories”
 - ◆ 2018年度 優秀講演者(土木学会西部支部研究発表会)
「CNNを用いた立体地図と空中写真からの土砂災害の危険箇所推定」
 - ◆ 2018年度 学生優秀講演賞(日本知能情報ファジィ学会九州支部)
「ニューラルネットワークによる地質を考慮した地盤強度の推定」
「CNNによる航空写真を用いた土地利用分類の特定カテゴリの認識精度改善に関する一考察」
 - ◆ 2018年度 学生優秀ポスター発表賞(日本知能情報ファジィ学会九州支部)
「感情分析を用いた保険商品の問い合わせの重要度分類に関する考察」
「ニューラルネットワークによる地盤強度推定」



図. 学生による開発の様子

表. 土地利用分類における正答率(%)										
手法	茶畠	竹林	ゴルフ場	畑・水田	池	果樹園	河川	広葉樹林	針葉樹林	全体
従来法	76	74	85	66	82	60	54	38	66	66.9
提案法	80	84	100	86	80	80	68	62	76	79.8

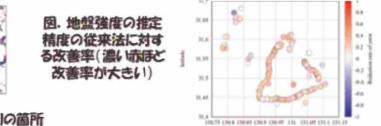


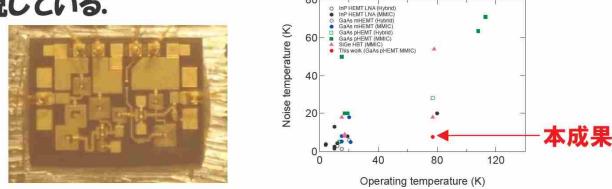
図. 危険箇所の推定結果: グレーとピンクは誤りの箇所

高性能レーダ実現のための、極低温低雑音受信機の研究開発

ゲリラ豪雨等の発生等に代表されるように急激な気象変化の早期発見が求められている。本プロジェクトでは、**気象レーダの高性能化**を目的に、受信部の雑音性能と分解能の向上と経済化を目的としている。

本プロジェクトでは、受信部をX帯かつ極低温動作(77K)させることにより、雑音性能と分解能の向上を実現している。具体的には77K・X帯低雑音增幅器IC(LNAMMTC)と超伝導フィルタを一体化した受信部の実現である。

鹿児島大学は、使用する半導体デバイスの高精度モデル化、LNAMMICの設計・試作を主に担当し、77Kで動作するX帯GaAsLNAMMICを開発した。その性能は77Kで世界最高性能であるのみならず、10-20K時動作の他LNAと同等の性能を実現している。



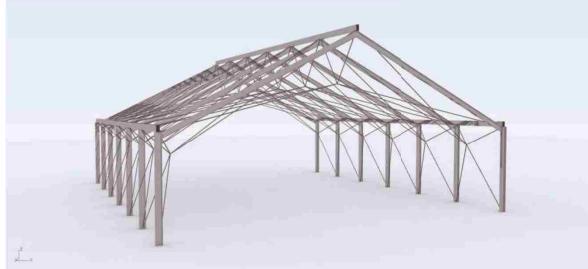
本プロジェクトは、鹿児島大学と民間企業の共同研究プロジェクトであり、本学生も3名参画した。学生はプロジェクト研究を通して、半導体デバイス、回路設計技術、極低温下での物性、測定評価技術等の個別技術の修得のみならず、研究プロジェクトの進め方を学んでいる。卒業・修了後は、情報通信分野を含む民間企業で新たな研究開発に取り組んでいる。また、本成果はレーダ分野のみならず、宇宙機器、量子通信、電波天文、等への適用も可能であり、今後の社会のコアとなる分野へ貢献している。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 35

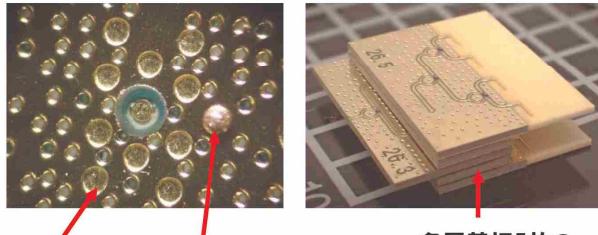
張力安定構造を利用した 耐風性を有する農業用ハウス

地球温暖化による熱帯の海水面温度上昇に伴い、**風速の強い台風**の発生割合が**増加する傾向**にあることが示されている。特に南九州地方では、年間の台風襲来数も多く、台風襲来時にビニール被膜状態で台風を凌ぐことが望まれている。根本的な耐風対策を立てるには、農業用ハウス自体の構造を見直す必要がある。

本研究では、軽量でありながら剛性が調節可能な張力安定構造を農業用ハウスに導入することで、曲げ抵抗性の構造システムから部材性能を十分に発揮できる軸抵抗型の構造システムへ転換し、従来より高い剛性を持つ農業用ハウスの構築を目指す。



Beyond5Gワイヤレス端末に活用できる3次元実装技術として、多層基板を銅ボールで複数枚積層する構造にすることで、物理的な構造支持のみではなく、高さ方向にもミリ波信号を伝送可能な方法を提案します。銅ボールを利用することで、従来のBGA実装機などがそのまま流用可能などのメリットはあります。しかし、フロー時などの基板反り耐性や銅ボール位置ずれによる実装歩留まり悪化が課題でした。そこで、銅ボール搭載部の多層基板表面に、掘りこみ構造を新設し、そのへこみ部分に銅ボールを落とし込むことでこれらの2つの課題を克服しました。



**掘りこみ部 銅ボール
(深さ90um) (直径0.35mm)**

銅ボールを用いた縦配線部 の拡大写真

提案技術を応用して試作した 60GHz帯アンテナ

社会還元において想定される活用例

- ・Beyond5Gワイヤレス端末内のミリ波帯信号伝送線路
 - ・その他ミリ波帯信号を基板間で伝送するデバイス
人材育成への貢献
 - ・国際会議GSMMにおいて、指導学生がBest Student Paper Award 受賞(2019.05).

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 36

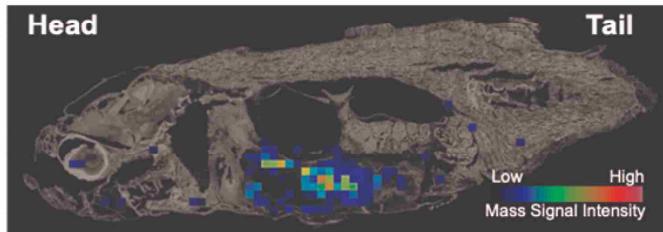
合金ナノ粒子マスプローブによる ナノ材料の動態追跡

金銀合金ナノ粒子は、パルスレーザー光照射に伴って高効率に金・銀を放出する質量分析用プローブとして機能する。質量分析では超高感度な検出が可能であり、環境中や生体内に拡散したナノ粒子の動態を長期にわたって追跡することで、ナノ材料の環境リスク・生体リスクを評価する。



コアシェル粒子 金銀合金ナノ粒子 金銀合金シェル粒子

銀は脱離イオン化効率が高いが化学的に不安定であり、化学的に安定な金と合金化し、さらに化学修飾を確実にするために金のシェルを付与する



ゼブラフィッシュ体内のナノ粒子の分布

光で充電できる蓄電池(光蓄電池)の開発

★ 持続可能な社会のためには、
太陽エネルギーの利用が不可欠！

★ 今後の電気エネルギーの需要増大に備えて、
効率的な蓄電技術が不可欠！

社会貢献度の高い
研究テーマ

太陽電池と蓄電池の開発が最重要課題

現在の太陽電池とそのエネルギー利用の欠点

・天候に左右され、安定した電源になり得ない

・大きな電力を得るには、大面积が必要

蓄電機能を持った太陽電池を作れば良い

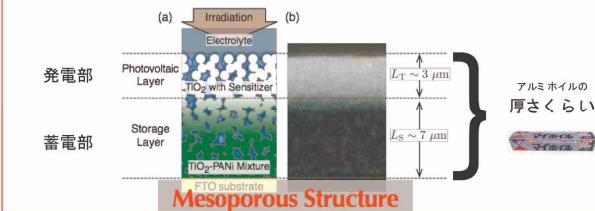
これは「既存の蓄電池+太陽電池」でも可能！

・しかし、この組合せは、高コストで非実用的

我々の研究

光で充電できる蓄電池(光蓄電池)の開発

材料レベル(ナノテク)で2つの機能(光発電と蓄電)を融合
低コストかつ環境負荷の低い技術で光蓄電池を実現する



自動車関連メーカーとの共同研究に取り組み

・車載を目指して研究開発中

・積極的に学生を企業との研究打合せに参加してもらい

・実業と研究の両方を経験することで、

幅広い知見を持った人材育成に取り組んでいる

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 37

コンピュータ支援エンジニアリング(CAE) 技術者の育成

研究開発や製品開発においてコンピュータ/ソフトウェアを使用したコンピュータシミュレーションを実施することで製品の設計を最適化し性能改善に役立てるCAE技術者の活躍の場が広がっている。CAEの一般的なプロセスであるブリーフ処理、解析、ポスト処理の一連の処理を研究を通じて修得し、CAE技術者の育成に貢献する。

一例として、多くの分野で活用されている有限要素法により臨床的に安全を評価を実施することが難しい歯牙の応力解析を示す。図1は、CT画像から作成した下顎第一小臼歯の歯牙モデルである。図2は、2点の咬合力による応力解析により得られたミーゼス応力分布であり、歯牙の力学的安全性の評価に役立てることが可能となった。

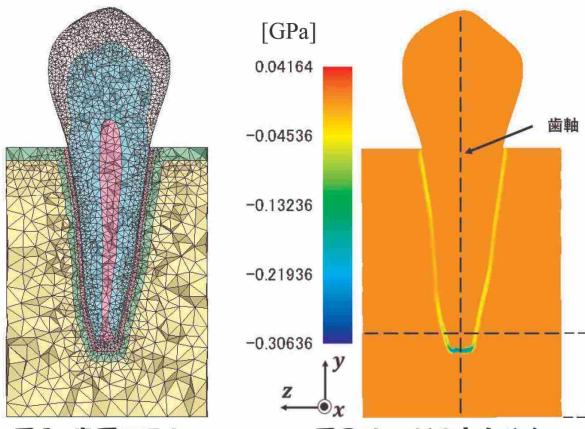


図1 歯牙モデル

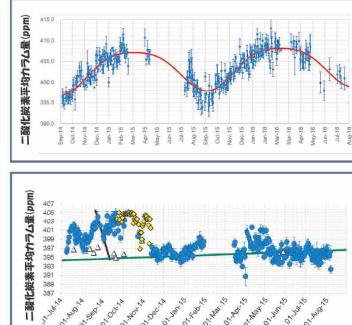
図2 ミーゼス応力分布

温室効果ガス計測システムの 開発と国内外での計測

温室効果ガスの変化を把握するためにGOSAT IIなどの温室効果ガス観測衛星により、地球規模で行われているが、地上から成層圏の平均カラム量を観測できる観測機器が求められ、Fiber Etalon Solar Carbon (FES-C)をJST支援「世界標準を目指した光学的二酸化炭素自動計測器の実用化開発」で開発し、その後、JST研究成果展開事業(先端計測分析技術・機器開発プログラム)課題「CO₂大気カラム濃度自動計測装置の活用・普及促進」により、計測・解析システムを整備した。国立環境研究所の観測機器との同時計測により開発した機器の評価を行い、大規模な森林火災が発生するインドネシア・カリマンタン島・パランカラヤに設置して、二酸化炭素の平均カラム量を計測した。現在は、南鳥島で計測を行っている。また、FES-C計測器以外にも、グレーティングによる分光器を内蔵した Optical Spectrum Analyzer (OSA)の自動データ収集システムやOSAの観測データ解析システムを自ら作製し運用している。OSAを中国の四川省や日本の東京学芸大学附属高校に設置して、温室効果ガスの計測およびデータ解析を行った。

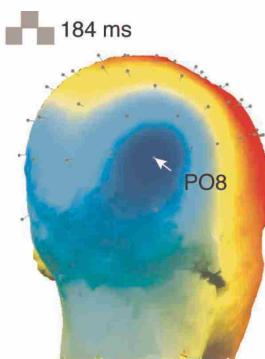
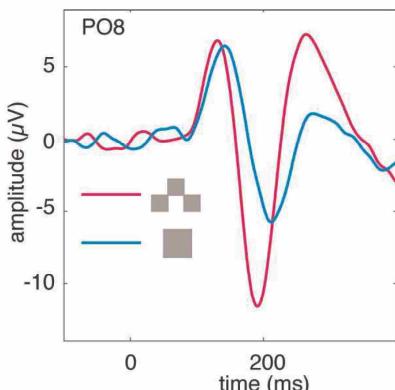
研究組織 東京大学

名古屋大学
総合地球環境学研究所
鹿児島大学
明星電気株式会社 他



鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 38

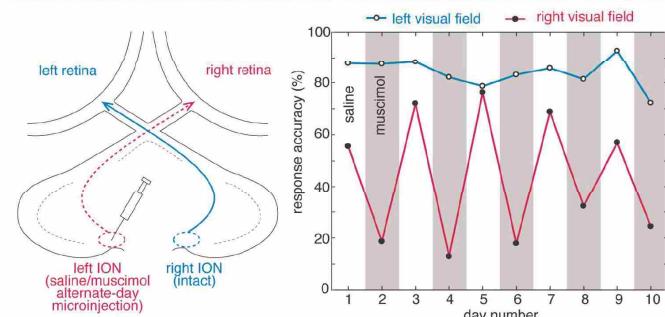
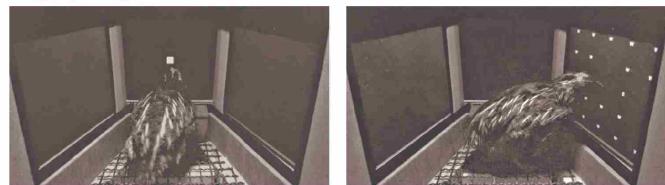
外側後頭皮質は图形の構造を分析する領域か?
 (2020年度 生理学研究所 生体機能
 イメージング 共同利用実験 採択課題)



- 複数の基本图形で構成された単純複合图形(三つ組正方形など)を呈示すると、外側後頭皮質(LO)に限局した頗著な事象関連電位のN1成分が誘発されることを見出した。
- 単一の基本图形を呈示しても、LOに限局した頗著なN1成分は誘発されないことから、複数要素で構成された構造を持つ图形によってLOが活性化することが示唆された。
- 生理学研究所の7テスラfMRIを用いて、LOが複数の要素で構成された图形の構造を分析する領域なのか明らかにする。

空間的注意の神経機構の進化を探る: 鳥類の向網膜系の視覚探索における機能

- 鳥類は、中脳の向網膜神経核から対側網膜へ遠心性に投射する向網膜系を持ち、網膜へ向網膜信号を送っている。
- 妨害刺激の中から標的刺激を見つけ出し、それをつつくように学習させたウズラの向網膜神経核にムシモールを微量注入して向網膜信号を遮断すると、対側視野に呈示された標的の検出力が著しく低下する。
- 視野の狭い範囲に刺激を呈示すると妨害刺激に依存した「視覚消失」的な識別力の低下を示し、ほぼ全視野に刺激を呈示すると「空間無視」に類似した刺激検出力の低下も示した。



鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 39

超高速・省エネルギーのための 新しい超伝導材料の創成

独自のレアースレス(省資源)薄膜材料の創成

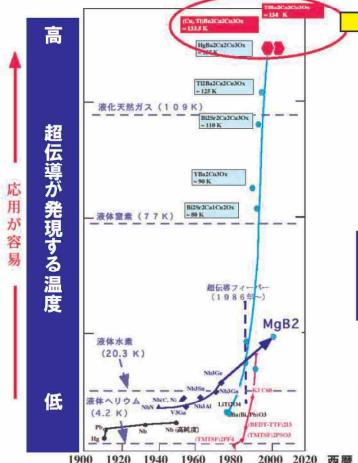
発見に貢献した常圧下で2番目に高い超伝導発現温度を持つTI-1223系高温超伝導体を出発点とし、その類縁構造であり、毒性元素、希少元素を含まない(Cu, C)系が同等の超伝導特性を発現することを見出し、その性能向上、応用に向けた薄膜化技術の開発を行っている。

外部連携、人材育成等:

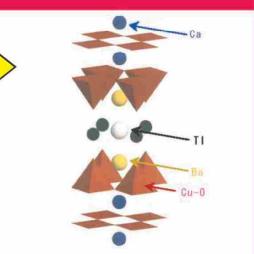
文科省系プロジェクト参画・国際(日-印)交流事業、国内外特許取得
 海外大学、海外研究所との交流(含む大学院生)
 博士後期修了生が国立・民間研究機関で研究・開発分野に採用

新しい電子材料の系統的探索

高い温度で応用可能な超伝導材料の探索



最高レベルの臨界温度を持つ 新高温超伝導体の発見



常圧下で2番目の高温で超伝導になる物質(TI-1223)の発見に貢献
 $T_c = 133\text{ K}$

TI-1223に含まれていた毒性元素無しての超伝導発現、薄膜化に成功
 (Cu, C)系超伝導薄膜材料
 現在: 高性能化・実用化を追求中

クリーンエネルギーのための 太陽電池の高効率化技術の開発

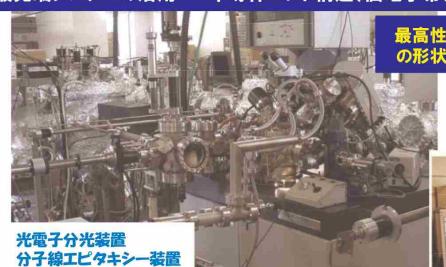
電子構造の直接解明と高性能化指針の導出

太陽電池の性能を支配するデバイス内のpn接合の電子構造を、通常は評価困難である電子非占有準位含めて総合的に評価するための、先端的システムを建設し、国内外から分析を依頼される高性能電池の実態解明とさらなる性能向上指針を導出している。この研究により薄膜型太陽電池において、世界最高の変換効率(23.35%)の達成に貢献した。

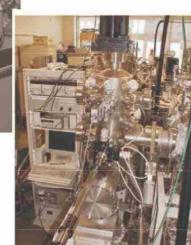
外部連携、人材育成等:

経産省、NEDOプロジェクト参画(20年間連続)、国際(日米独)拠点形成プロジェクト参画、国内企業との共同研究
 大学院生の国際会議での受賞、国立・民間研究機関での研修等

最先端システムの活用・半導体バンド構造(価電子帯、伝導帯の独立決定)



最高性能が得られるpn接合の形状を世界で初めて決定



太陽電池分野でpn接合の伝導帯・価電子帯の独立測定、
 バンド接続が精密決定可能なのは
 世界で鹿児島大学を含む数機関のみ
 (最高性能の太陽電池が集まり、最先端の研究・情報発信ができる)
 日米欧の指導的研究期間研と連携

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 40

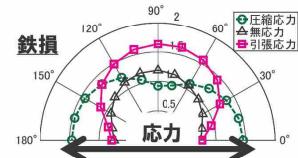
高効率・低損失モータの設計・開発に関する研究

- 近年、エネルギーの有効利用の観点からモータの高効率化が求められ、損失を低減することが重要である。

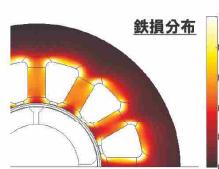
当研究室では、材料特性を正確に評価し、その材料を最大限に活かすようなモータの構造設計と製造技術の開発を目指している。そこで、応力を加えることで鉄心材料の磁気特性が変化する現象に着目し、以下の研究に取り組んでいる。

- (1) 応力ベクトル磁気特性評価手法を用いたモータや鉄心材料の応力効果の解明
- (2) 応力効果を利用した新しいモータや材料開発及びモータの磁気・機械・熱設計技術の開発
- (3) 誘導加熱を利用した鉄心材料の応力コントロール技術の開発

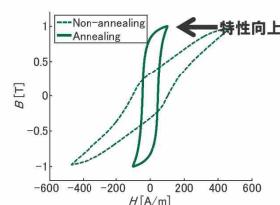
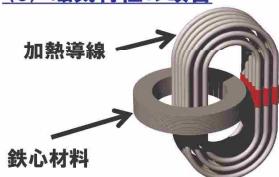
(1) 応力効果の解明



(2) モータの設計



(3) 磁気特性の改善



新しいリニアモータの開発およびリニアドライブシステムへの応用

《要約》新しい構造、原理のリニアモータを開発し、従来にない性能と機能を持つリニアドライブシステムの応用に関する研究です。

《内容》リニアドライブシステムとは、各種リニアモータを用いて直線運動を行わせる駆動システムです。鉄道、輸送、搬送等の装置やシステムには直線運動を必要とするものが多くあります。本研究では、永久磁石レス、可変界磁をキーワードに新しい原理や構造のリニアモータを研究し、それを応用した新しい高性能なリニアドライブシステムの開発を目指した研究を行っています。



永久磁石レスリニアモータとインバータ 可変界磁リニアモータ

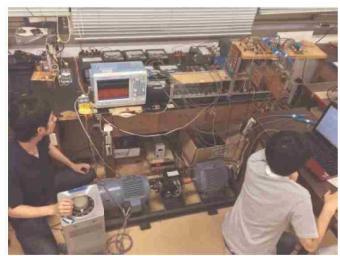
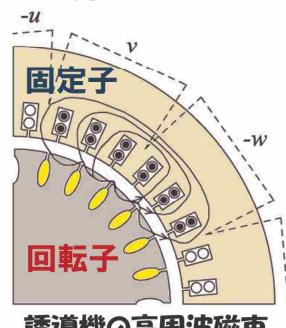
《社会貢献》リニアモータに関する研究は、日本、世界中で活発に取り組まれていますが、現在の九州では少なくなってきており、リニアモータ研究の維持と活性化に貢献しています。また、将来の新しい産業用リニアドライブシステムへの応用のために、産業界と協力して実用化に向けた研究に取り組むことを検討しています。

《人材育成》この研究を行った学生は毎年学会発表を行っており、2016年に2件、2019年に1件の優秀発表賞を受賞しています。また、近い将来、産業界でモータエンジニアが大幅に不足するといわれています。この研究分野で教育を受けた学生は、モータドライブシステムの設計、解析、作製、実験、評価といったモータエンジニアとして必要な知識と技術を学び、電気機器、自動車、運輸業界等へ就職して活躍しています。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 41

誘導モータのセンサレスベクトル制御

- 高周波磁束が表皮効果により回転子表面に集中することを利用し、速度センサを用いず回転速度を推定します。
- 速度センサの省略により、誘導モータのコストダウン・出力密度の向上を実現します。
- 家電用・産業用・鉄道用モータで同様の技術が用いられています。



実験の様子

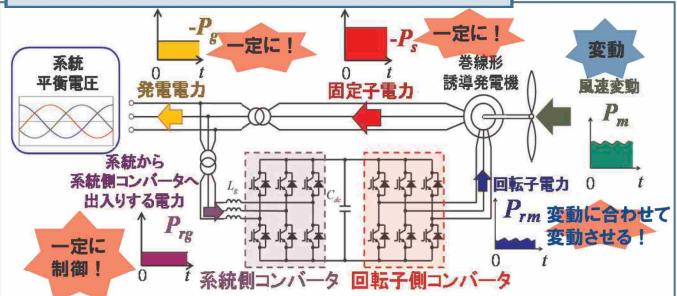
学生は、モータやインバータの研究を題材として、主要な知識となる電気機器・パワーエレクトロニクスの学習に並行し、アナログ回路・デジタル制御などの周辺知識を併せて学習します。

そのため、即戦力となる人材を輩出する研究室として、電気機器に関連する企業から高い評価を受けています。

風力発電システムの出力電力変動抑制に関する研究

《要約》近年、再生可能エネルギーを用いた発電の導入が盛んに進められており、風力発電システムが注目されている。しかし、風力発電システム設置の増加に伴い、その発電電力の変動が、電力品質低下(電力系統の電圧や周波数の変動)の問題を引き起こし、導入量の制限につながっている。根本的な対策はウインドファーム化による平滑化や蓄電システムの設置であるが、本研究では、個々の風力発電システムレベルの電力変動に着目し、これを駆動システムの制御により抑制する研究を行っている。

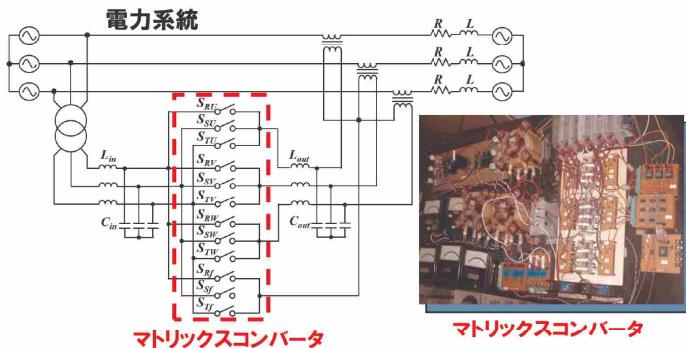
本研究で用いている風力発電機の動作原理



《人材育成》座標変換を用いた電動機解析・制御、座標変換を用いた有効電力・無効電力の解析・制御、DSP (Digital Signal Processor) の応用技術、センサー・マイコンインターフェース技術、パワーエレクトロニクス主回路・フィルタ設計技術等の知識・技術を身に着けた、産業界で即戦力となる人材を育成しています。

電解コンデンサを持たない マトリックスコンバータ方式 統合電力潮流制御装置(UPFC)の開発

〈要約〉近年、再生可能エネルギーを用いた発電の導入が盛んに進められているが、その不安定さから、電力系統の安定化がますます重要になってきている。体積、寿命等の点でネックになっている大容量電解コンデンサを持たないマトリックスコンバータ方式のUPFCを開発することで、装置の小形化、低コスト化、メンテナンスレス化が実現され、再生可能エネルギー発電設備導入推進に不可欠なUPFCの普及を後押しする。



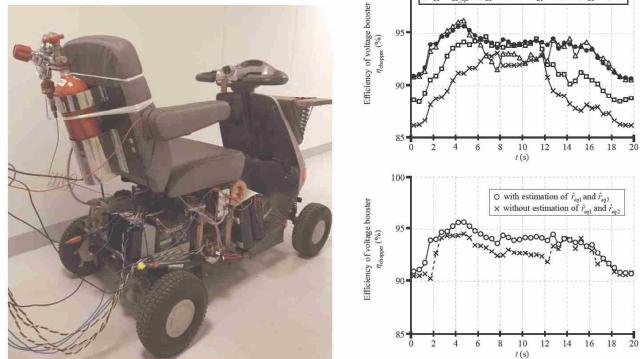
マトリックスコンバータを用いたUPFC

〈人材育成〉座標変換を用いた有効電力・無効電力の解析・制御、DSP(Digital Signal Processor)の応用技術、センサー・マイコンインターフェース技術、パワーエレクトロニクス主回路・フィルタ設計技術等の知識・技術を身に着けた、産業界で即戦力となる人材を育成しています。

燃料電池車の高効率制御

- バッテリの電圧を昇圧させ、交流モータを駆動するインバータの電圧を上げます。インバータの電圧を上げると、モータを高速で回す際に必要となる無駄な電流が不要となります。

- 電気自動車・ハイブリッド自動車で同様の技術が用いられています。



実験用燃料電池車

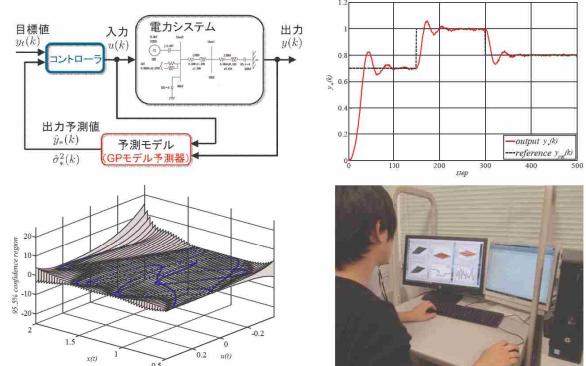
制御法による効率の比較

学生は、モータやインバータの研究を題材として、主要な知識となる電気機器・パワーエレクトロニクスの学習に並行し、アナログ回路・デジタル制御などの周辺知識を併せて学習します。

そのため、即戦力となる人材を輩出する研究室として、電気機器に関連する企業から高い評価を受けています。

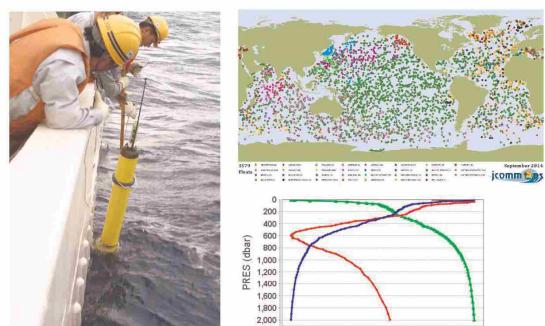
電力系統のモデリングとモデル予測制御

電力系統は複雑な非線形システムであり、信頼性の高い制御を実現するためにはその精度良いモデルが必要です。本研究では、まずベース推論に基づく新たなモデリング手法を開発し、直接型の多段先予測モデルの構築を行っています。次に多段先予測モデルによる電力系統の出力の予測値と指令値との誤差を最小とするようなモデル予測制御アルゴリズムの開発を行っています。これらのモデリング・制御アルゴリズムは最終的には最適化問題に帰着されるため、生物の遺伝・進化、群行動などに着想を得た発見的手法によるインテリジェントなモデリング・制御アルゴリズムの開発を行っています。シミュレーション実験により、提案されたモデリング手法の精度や制御性能の検証を行っています。本研究により、電力系統のモデリングと制御アルゴリズムの統合化が図られ、モデルの不確かさを考慮した制御が実現可能と考えられます。本研究に関連する教育を受けた学生は、制御工学の知識やシミュレーション能力等が評価され、就職先は多岐に渡っています。過去10年間で大学院(修士)25名、学部20名の修了・卒業生が、電力、通信、システムエンジニアリング、自動車、放送、鉄鋼、ビル管理、重工業、鉄鋼関連などの企業や、官公庁などに就職し、活躍しています。



最適化および機械学習を用いた 企業活動および研究活動支援

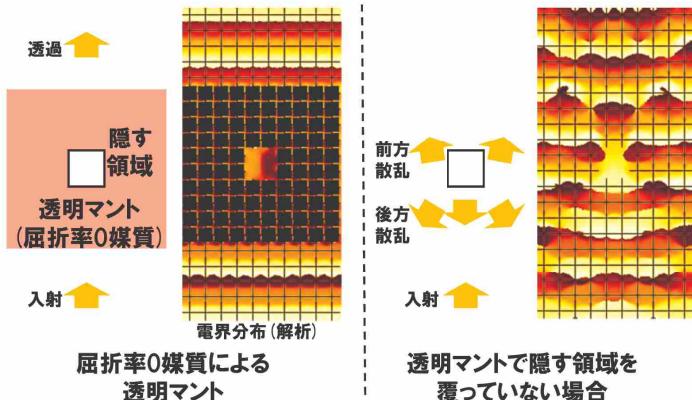
近年、爆発的な進歩を遂げている人工知能技術を、様々な企業活動や研究活動の支援に応用する研究を行っている。具体的には、企業技術者のフィールド保守業務支援、介護施設における職員勤務シフト立案、海洋・気象観測における品質管理などのプロジェクトを実施している。本研究を通じて、科研費2件を含む7件の研究助成を受け、民間企業3社との共同研究を行い、79本の査読付論文を発表し、1件の特許が登録済であるほか3件を出願した。10件の学術賞を受賞した。



自律移動フロートによる
海洋観測データの品質管理

電磁メタマテリアルの設計・開発

本研究室では、光や電磁波の波長に対して十分小さい材料片を原子・分子と見立てて配列し構成した、自然の材料に無い特性を持つ人工材料メタマテリアルの設計・開発を行っている。同材料は材料片の種類・形状や配列の仕方を検討して設計することで負の屈折率や屈折率が0の媒質、覆った物体を見えなくする透明マント、本物と同じ散乱波を生じさせ無いものがあるかのように見せかけるイリュージョンなどを実現することができる。本研究室の学生には高周波デバイスの設計の仕方を学ぶことも兼ね、メタマテリアルの設計理論作りや、電磁界シミュレータを用いた設計・動作検証をさせ、これらの実現を目指している。

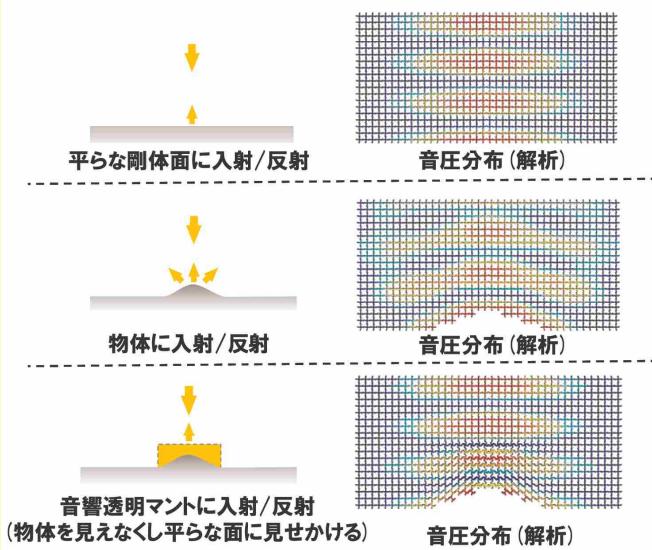


地域貢献

「サイエンスカフェかごしま」にて市民向けに
メタマテリアルについて講演

音響メタマテリアルの設計・開発

メタマテリアルの話は光や電磁波に限ったことではなく、音波にも適用することができる事が知られており、音響メタマテリアルを用いて音波に対して物体を見えなくする音響透明マントや本物と同じ散乱波を生じさせる音響イリュージョンも実現することが理論上可能である。本研究室ではこれらの実現を目指している。学生には、高周波デバイスの設計理論を音波に拡張させ、音響メタマテリアルを設計するための理論作りを行わせたり、音響シミュレータを用いて音響透明マントの動作検証も行わせている。



大型機器・構造物の過酷事故の未然防止のための技術開発

機械教員が火力・原子力発電プラント、核融合炉、航空機・ロケットエンジンなどの高温機器に使われる構造材料を対象に、過酷環境中での長期使用に伴う材料劣化や高温損傷(疲労、クリープ)のメカニズムを解明し、電気化学的手法や水素昇温脱離分析法による劣化・損傷の非破壊的損傷評価技術を開発している。また、微小サンプル試験法のひとつであるスマールパンチクリープ試験法を用いた火力発電プラント高温機器の余寿命評価法を新たに提案している。

得られた研究成果は、ASTMおよび火力原子力発電技術協会から論文賞、日本機械学会から研究奨励賞、日本材料学会より学術貢献賞を受賞するなど、国内外で高い評価を得ている。

核融合炉環境に耐えられる 材料開発を目指して

CO_2 を発生しない発電方法として核融合炉の開発が進められている。核融合炉構造材料は、核融合反応によって生成する中性子に曝されて、格子欠陥が蓄積して劣化するのと同時に、核変換によってガス原子が生成し、その劣化が促進される。

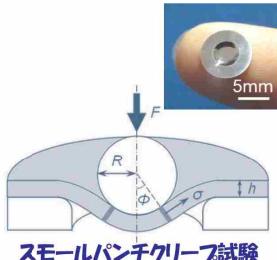
より良い材料の開発のためには、材料がターゲットとする環境においてどのような過程を経て劣化するかを知り、更にその弱点を克服する必要がある。主に材料劣化の原因を解明するテーマに機械教員が従事し、核融合炉環境に耐えられる材料の開発に貢献している。主なテーマと発表論文数を以下に示す。

1. 高エネルギー粒子照射下で形成する格子欠陥（照射欠陥）の蓄積過程の解明
2. 照射欠陥の蓄積が材料の機械的特性の劣化に及ぼす影響の解明
3. 1. と2. に及ぼす水素原子の影響の解明
4. 金属材料中に存在する水素原子の非破壊検出法の開発

過去5年間の発表論文数：1.の関連が10報、
2.の関連が3報、3.の関連が4報、4.の関連が4報



多数の研究プロジェクト
民間等との共同研究。
JST, NEDO など
→ 学生も積極的に参加！

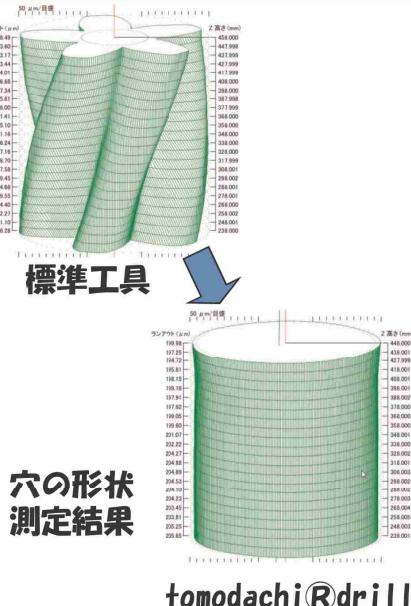


高精度・高効率穴加工工具と加工制御法の開発

機械教員が大分大学および(株)アヤボと共同研究して、2012年からBTA深穴加工やリーマ加工における穴多角形化現象を防止するための新型工具の開発などを行っており、BTA深穴加工の新型工具tomodachi®drillが2014年に製品化され、(株)アヤボから発売されている。



tomodachi®drill



IoTによるハーベスタ情報システム

機械教員が南栄糖業株式会社（沖永良部島）、日本計器鹿児島製作所（南九州市）と連携して、2018年からシステムを開発してきている。（特許1件）



AIによるコロナ感染症対策

機械教員が鹿大生協と連携し、より密を避けた食堂利用ができるように、AI技術により測定した混雑度情報をリアルタイムに提供している。

小型ハイブリッドロケットの研究開発

理工学研究科地域コトづくりセンター所管「鹿児島ハイブリッドロケット研究会」（会員30名、うち企業8社）は2018年から小型ハイブリッドロケットの研究開発に取り組んでいる。活動の目的は地域振興、地元企業の活性化、学生の技術教育、小中高生の理科教育の振興である。エンジンの燃焼試験は、学内とJAXA内之浦宇宙空間観測所で行っている。

肝付町の協力を得て2019年に初号機、2020年に2号機の打上げを肝付町で行った。これまで国内特許2件、国際特許1件を出願した。

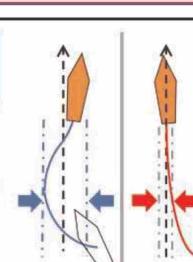


船舶における非線形制御

機械教員がBEMAC株式会社と共同研究して、2020年から自動操船技術に最先端の非線形制御理論を組み込んでクルーズコントロール・無駆舵制御・荒天時や離着桟時の外乱抑制制御・他船や障害物の回避アシスト機能を高度化するための開発に着手した。データ取得のための基礎実験では鹿児島大学水産学部のかごしまれと連携する。かごしまれは、操船にとって重要なアジマススラスターを2基搭載する希少な船舶であり、その航行データは詳細な数理モデリングに有用であると考えられる。

従来技術 (線形制御)

- 制御器
 - 最終的には複雑
 - チューニングが大変
- 制御性能
 - モデルが粗いため、航路残差が大きい



新技術 (非線形制御)

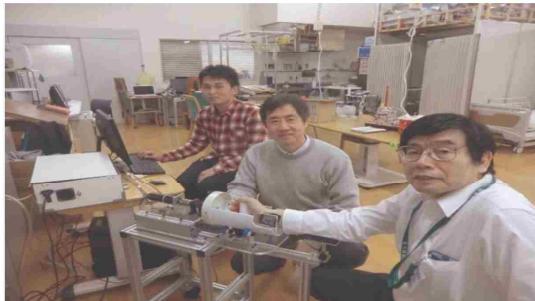
- 制御器
 - 最終的には簡単
 - チューニングが用意
- 制御性能
 - モデルが細かいため、航路残差が小さい

脳卒中片麻痺リハビリ装置の研究開発

機械教員が本学リハビリテーションセンターと医工連携し、2005年から片麻痺上下肢の指・拇指・前腕・肘・肩・上肢複合運動・股・膝・踵・立脚・歩行の運動機能回復訓練装置を開発している。海外特許を含む関連特許が16件登録された。

(株)安川電機(福岡県)と(株)マルマエ(鹿児島県)のそれぞれと共同研究して、片麻痺リハビリの諸装置の製品化をしており、既に上肢リハビリ装置(安川電機、2017年)と前腕回内回外リハビリ装置(安川電機、2019年)が製品化された。

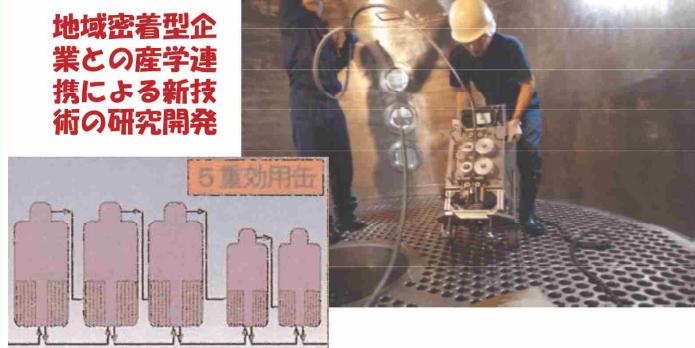
医工連携による前腕回内回外リハビリ装置の研究開発



原料糖製造工程の効用缶洗浄装置開発

理工学研究科付属地域コトづくりセンター開発部門と機械工学プログラムの教員が連携し、さとうきびから原料糖を製造している種子島の新光糖業と共同研究を行っている。対象は高温多湿で過酷な作業環境にある効用缶洗浄の機械化であり、開発している半自動洗浄装置が完成すれば、6名程度で行っていた作業が1~2人で行えるようになる。現在は県内の設計製作会社と共同で実用機の開発を行っている。

地域密着型企業との产学連携による新技術の研究開発



天然由来の成人T細胞白血病治療薬リード化合物の探索研究

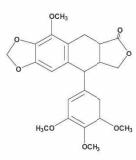
難治性疾患のひとつである成人T細胞白血病(ATL)の治療のため、これまでの抗ガン剤と異なる作用メカニズムで、かつ薬剤耐性を克服しうる新規抗ガン剤の開発が求められている。当研究室では、SIT細胞(ATL患者由来のガン細胞)に対する細胞傷害性(以下、抗ATL活性)を指標にして海洋無脊椎動物や薬用植物からの抗ATL化合物の探索研究を行っている。

海洋無脊椎動物は、厳しい生存競争の中で、化学的防御手段の一つとして忌避物質や誘引物質などの二次代謝産物を蓄えているといわれている。それらの二次代謝産物の中には特異な化学構造や生物活性を有しているモノ/が多数含まれてあり、全く新しい作用機序を示す抗ATL治療薬や抗ガン剤が得られる可能性が高い。

薬用植物については、国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所から提供された約7,700種の国産薬用植物エキスから、強い抗ATL活性を示すエキスを絞り込み、抗ATL活性物質の分離・精製を行っている。



ATL患者特有に見られる flower cell の例
<http://www.retrovirology.com/content/2/1/27/figure/F1>



シソ目植物 *H. verticillata* と抗ATL化合物
T. Hamada, et al., Molecules, 2012, 17, 9931-9938.



海綿は、自らの防御手段として二次代謝産物を蓄えている

天然由来のシガテラ毒(食中毒)の解毒物質の探索研究

シガテラ毒中毒とは、太平洋・インド洋・カリブ海の岩礁に群生している底生渦鞭毛藻類によって产生されるシガトキシン(cigatoxin)が食物連鎖の過程で魚の体内に移行・蓄積され、これを食べた人間に食中毒を引き起こすというものである。シガトキシンは神經興奮膜上のNa⁺チャネルに作用し、チャネル過剰開放することで消化器系、循環器系、神經系に異常をきたす。このシガテラ中毒の民間治療法としては、昔から伝統的に効いてきたとされる様々な植物の水抽出物やD-mannitolの静脈注射というものが主であるが、前者についてはナトリウムチャネル障害を阻害する特定の化合物の報告はなく、後者についてもその有効性は臨床的・生化学的に証明はされていない。このように、これまでに2~6万人の中毒患者を出しながらシガテラ毒中毒の治療法はいまだに確立されていない。

当研究室では、南方系薬用植物や海洋無脊椎動物の中から「シガトキシンによるナトリウムチャネル障害」を防ぐ物質を化合物レベルで探索している。この研究のための独自の活性試験法も行っている。



モンバキ



ハマゴウ



ザクロ



パパイヤ



シガトキシンとシガテラ毒を解毒するといわれている南方系薬用植物

シガテラ毒解毒物質を開発するために約20人の学士学生、修士学生が様々な生物(薬用植物および海洋無脊椎動物)から分離・精製を行った。

担当学生は、卒業後、製薬企業や化粧品会社などに就職し、社会貢献している。

本研究は、文科省機能強化経費によるプロジェクトのもと、鹿児島大学の医理工連携事業として研究を進めている。

本研究によって、国際学術誌13報が掲載され、抗がん剤の特許「第5892508号」も獲得した。

担当学生は、卒業後、製薬企業や化粧品会社などに就職し、社会貢献している。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の強みと特色 50

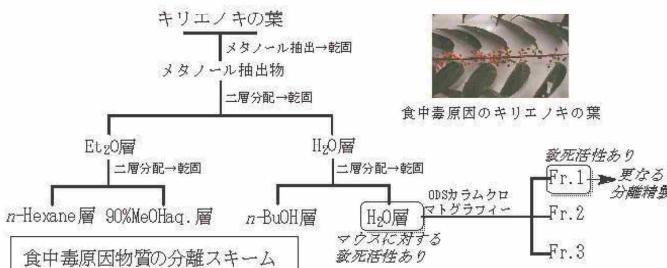
キリエ/キ中毒の中毒原因物質の探索研究

*Trema*属植物のキリエ/キは、熊本県を北限として東南アジアからオーストラリアに分布する常緑小高木である。平成22年秋に鹿児島県紫尾山麓の黒毛和牛繁殖農場において、キリエ/キの葉を摂取した繁殖牛8頭が食中毒症状を示し、そのうちの3頭が死亡した当研究室では、*Trema*属植物の中毒の詳細を明らかにするために、キリエ/キの葉に含まれる食中毒原因物質を探査している。

*Trema*属の植物による家畜の食中毒被害が世界中から報告されているが、原因物質の正体はわかっていない。1968年には *T. aspera* の毒性分として trematoxin が単離されているが、分子量が 1000 以上という情報以外は得られていない。また、南米に群生する *T. micrantha* からは、羊、ヤギ、馬、ウサギなどの家畜の食中毒被害が報告されており、その症状はキリエ/キのものとよく一致している。

本研究は、鹿児島県中央家畜保健衛生所との共同研究であり、食の安全、地域振興への貢献、および天然資源の有効利用を目的としている。毒物質の存在が分かってから 50 年以上経っているが、未だに正体が分からぬチャレンジングな研究テーマである。

研究室では、5名の学生がコツコツと研究を積み重ね、2~3年内に毒物質の同定ができると期待している。



紫尾山の麓で繁殖されている黒毛和牛に被害

鹿児島県産の希少香酸柑橘に含まれる香気成分分析

当研究室では、地域振興への貢献ならびに柑橘の有効利用を目的として、鹿児島県内の希少柑橘の香気成分を詳細に調べている。

辺塚ダイダイ (*Citrus sp.*) は鹿児島県大隅半島南部の辺塚集落に古くから自生する香酸柑橘である。独特で強い芳香があり、利用可能な果汁量も多いことから、自生地周辺地域の特産作物として重要視され、ポン酢やドレッシングとして利用されてきた。平成29年度には国の地理的保護制度(GI)の特定農林水産物に登録され、知名度とともに生産も大幅に向上去してきている。

シーカー (*Citrus sp.*) は鹿児島県喜界島でのみ自生する香酸柑橘の一品種で、1月以降に完熟するやや晩生な柑橘である。イタリア原産のペルガモットによく似た特徴的な芳香をもつ。果皮については、limonene の他に linalool や linalyl acetate を主成分とし、ペルガモットと組成がよく似ていることが分かっているが、葉についても、果皮と同様に特徴的な組成をもつと期待でき、研究を進めている。



辺塚ダイダイ



水蒸気蒸留装置



GC-MS 分析装置

https://www.cia.kagoshima-u.ac.jp/ikr/gc_9975C/gc.jpg

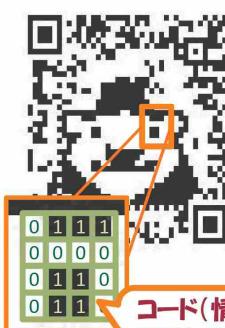
辺塚ダイダイとシーカーに関する研究は、それぞれ鹿児島県肝付町NPO法人「陸の宝島・岸良」および喜界町役場との共同研究であり、地域振興への貢献ならびに柑橘の有効利用を目的としている。

本研究を担当した学生は、2019年度「香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会」においてベストプレゼンテーション賞を受賞し、鹿児島大学「進取の精神」学生表彰において準優秀賞、商工会議所会頭賞を受賞した。また、2報の国際学術誌にも掲載された。

鹿児島大学大学院理工学研究科における教育研究の特色と強み 51

ユーザシステム協調型進化計算: 装飾QRコードや平面充填可能图形の生成

厳しい制約条件のもと、曖昧な人間の感性に基づく評価を要する最適化問題を解く技術を実現した。具体的には、QRコードを生成する規格を遵守しつつ、人がみた際に意味を保つパターンを含むQRコードを生成する技術や、1種類の图形のみで平面全体を隙間や重なりなく被覆できる平面充填图形を生成する技術を実現した。本研究を通じて、科研費2件を含む4件の研究助成を受け、35本の査読付論文を発表し、6件の特許が登録済である。また、15件の学術賞を受賞した。



コード(情報)がイラストのように見える

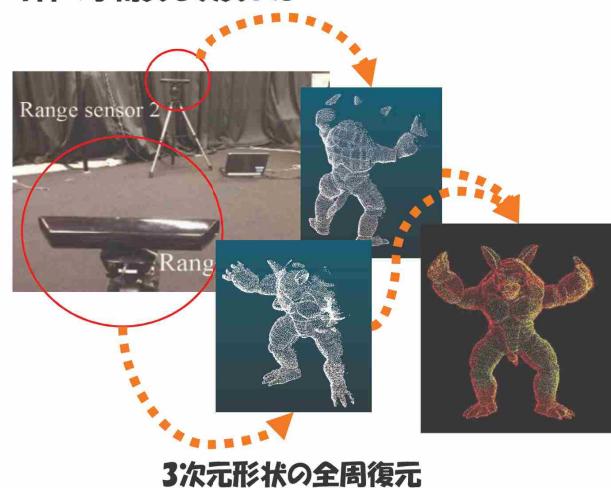


平面充填图形の設計

規格を遵守する装飾QRコード

進化計算を用いた画像処理の高度化

大域的最適化アルゴリズムである進化計算の特性を活かし、画像処理分野で未解決の問題における解法の実現に取り組んだ。具体的には、世界最少の撮影回数による物体3次元形状復元方式の開発、QRコードの不正な複製を検知する電子透かしの自動設計、被写界深度拡大を実現する光線場プロジェクトや符号化開口の開発、等を行った。本研究を通じて、科研費3件を含む14件の研究助成を受け、49本の査読付論文を発表した。また、国際特許1件を含む8件の特許が登録済であるほか、9件の特許を出願した。7件の学術賞を受賞した。



3次元形状の全周復元