

## 2022 年度上智大学理工学部活動報告書

### 機能創造理工学科

目次<五十音順>

※ ( ) 内は 2022 年度の職名

足立 匡	(教授)	...	2	高尾 智明	(教授)	...	61
一柳 満久	(教授)	...	5	高柳 和雄	(教授)	...	63
イルマス エミール	(助教)	...	9	竹原 昭一郎	(教授)	...	65
江馬 一弘	(教授)	...	12	田中 秀岳	(准教授)	...	67
大槻 東巳	(教授)	...	17	張 月琳	(准教授)	...	70
菊池 昭彦	(教授)	...	19	曄道 佳明	(教授)	...	73
櫛田 英之	(准教授)	...	26	富樫 理恵	(助教)	...	76
黒江 晴彦	(准教授)	...	29	中岡 俊裕	(教授)	...	82
桑原 英樹	(教授)	...	31	長嶋 利夫	(教授)	...	85
後藤 貴行	(教授)	...	35	中村 一也	(教授)	...	88
坂間 弘	(教授)	...	38	野村 一郎	(教授)	...	91
坂本 織江	(准教授)	...	40	久森 紀之	(教授)	...	95
ジェシカ エディータ	(准教授)	...	43	平野 哲文	(教授)	...	99
下村 和彦	(教授)	...	46	宮武 昌史	(教授)	...	102
鈴木 隆	(教授)	...	49	谷貝 剛	(教授)	...	108
曹 文静	(助教)	...	53	李 寧	(特任助教)	...	114
高井 健一	(教授)	...	58	渡邊 摩理子	(准教授)	...	116

特別な事由により当該年度の公式活動な教育・研究実績が無い教員の情報は未記載

所属 機能創造理工学科

氏名 足立 匡

**1. 研究分野とキーワード** (一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。)

研究分野: 銅酸化物、鉄化合物、ニッケル酸化物などの超伝導体の物性研究

キーワード: 銅酸化物、鉄カルコゲナイド、ニッケル酸化物、単結晶育成、輸送特性、磁気特性、熱物性、ミュオンスピン緩和 ( $\mu$ SR)

**2. 研究テーマ** (簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士(博士)研究のテーマを記入してください。)

- ・ T'構造、無限層構造の電子ドーブ型銅酸化物高温超伝導体における新しい超伝導の発現メカニズムの研究
- ・ ホールドープ型銅酸化物の超過剰ドーブ領域における強磁性ゆらぎの研究
- ・ ニッケル酸化物における新しい超伝導の発現メカニズムの研究

(展望)

高温超伝導の発現メカニズムの解明を目指して、単結晶試料や薄膜試料を作製し、輸送特性、熱物性、磁気特性を調べている。特に、超伝導転移温度が高い物質である銅酸化物、鉄化合物、ニッケル酸化物に着目し、研究を行っている。

T'構造などの電子ドーブ型銅酸化物において提案されているノンドープ超伝導に関連した新しい電子状態の詳細を、適切に還元された単結晶試料や薄膜試料を用いて、ホール抵抗率、比熱、 $\mu$ SR などから調べている。また、無限層ニッケル酸化物で発現する新しい超伝導についても調べている。さらに、ホールドープ型銅酸化物 Bi-2201 の超過剰ドーブ領域における強磁性ゆらぎに関して、輸送特性、磁気特性、 $\mu$ SR、中性子散乱などから調べている。

**3. 2022年度の研究成果** (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。)

- ・ 電子ドーブ型 T'銅酸化物の母物質である  $\text{Pr}_2\text{CuO}_{4+\delta}$  の単結晶を用いて X 線吸収分光の測定を行った。還元の真空度を変えた試料で測定した結果、酸素の欠損に最適な真空度があることがわかった。また、見積もられた電子ドーブ量がホール係数から見積もられた電子量とおよそ一致することがわかった。今後は、酸素欠損量を精密化するとともに、より真空度が低い試料での X 線吸収分光測定を行い、還元によるキャリアのドーブのメカニズムを明らかにする。
- ・ Bi-2201 系銅酸化物の超オーバードープ領域における強磁性ゆらぎと反強磁性ゆらぎの関係を明らかにするために、磁性不純物の Fe を置換した単結晶試料を用いて中性子散乱の測定を行った。また、強磁性ゆらぎと擬ギャップの関連を明らかにするために、19

テスラまでの強磁場中で c 軸抵抗率の測定を行った。どちらも結果を解析しており、今後は強磁性ゆらぎと反強磁性ゆらぎ、擬ギャップの関連を明らかにしていく。

- ・ アルカリ酸化物固相反応促進法を用いて、ホールをドーピングしたペロブスカイト型ニッケル酸化物を比較的低い酸素分圧で合成することに成功した。比熱の測定からホールはドーピングされている可能性が高いことがわかった。また、磁化率とミュオンスピン緩和の測定から、低温で反強磁性相関が発達していることも突き止めた。

#### 4. 大学内外における共同的な研究活動 (共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

##### 【共同研究】

- ・ 銅酸化物超伝導体、鉄系超伝導体における輸送特性、磁気特性から見た電子状態の研究 (東北大学、加藤グループとの共同研究)
- ・ 銅酸化物超伝導体における $\mu$ SR による磁気特性の研究 (理化学研究所・渡邊グループとの共同研究)
- ・ 電子ドーピング型銅酸化物超伝導体における光電子分光、非弾性共鳴 X 線散乱による電子状態の研究 (早稲田大学・藤森、溝川グループ、東京大学・堀尾グループ、Zurich 大学・Chang グループとの共同研究)
- ・ 電子ドーピング型銅酸化物超伝導体における NMR による電子状態の研究 (千葉大学・深澤グループとの共同研究)
- ・ 電子ドーピング型銅酸化物超伝導体における X 線吸収分光の研究 (東北大学・藤田グループ、量子科学技術研究開発機構・石井グループとの共同研究)
- ・ 銅酸化物と鉄カルコゲナイド超伝導体の薄膜に関する研究 (KEK・下村グループ、東京大学・前田グループとの共同研究)
- ・ ホールドーピング型銅酸化物超伝導体における高圧下 $\mu$ SR と共鳴非弾性 X 線散乱の研究 (PSI・Guguchia グループ、Zurich 大学・Chang グループとの共同研究)

#### 5. 教育活動 (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

##### 【担当講義、実験実習】

理工基礎実験演習、基礎物理学Ⅱ、熱力学、科学技術英語、物理学実験演習Ⅰ、低温・超伝導物性学、卒業研究Ⅰ、Ⅱ、物性物理 A、物理学序論、大学院演習ⅠA, ⅠB, ⅠIA, ⅠIB、物理学ゼミナールⅠA, ⅠB, ⅠIA, ⅠIB

##### 【学外における教育活動】

World Class Professor program (WCP2022), Padjadjaran University, Indonesia

#### 6. 教育活動の自己評価 (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

- ・ 熱力学：授業では難しい内容を平易な言葉でやさしく解説し、また、身の回りの現象と

リンクさせることで受講する学生の理解の向上を図った。また、例題や演習問題を多く取り入れた。その結果、授業アンケートは全体的に平均以上であったことから、概ねシラバスの内容を達成できたと思われる。

- 低温・超伝導物性学：授業アンケートは全般的に平均以上であった。授業方法の項目がよく、また、総合的に見て良かったという回答が平均を上回っていたことから、概ね良い内容であったと思われる。
- 基礎物理学Ⅱ：演習課題を多く設け、解答をやさしく解説することで受講する学生の理解の向上を図った。また、受講する学生さんに板書で解答させる機会を設け、active learning の形式を取った。授業アンケートは概ね平均であった。特に課題の項目が良かった。また、内容の理解度の項目が平均を上回っていたことから、概ねシラバスの内容を達成できたと思われる。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。）

（学内）・大学院 Green Science and Engineering 領域領域主任

- 理工学部新英語コース準備委員会委員
- 理工学部新英語コース立案委員会副委員長
- 科学技術英語推進委員会副委員長
- 全学安全衛生委員会委員
- 理工学部図書委員会委員

（学外）・高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所ミュオン科学研究系客員教授

- 日本物理学会選挙管理委員
- J-PARC/MLF 施設利用委員会兼 CROSS 選定委員会委員
- 日本中間子科学会副会長
- J-PARC, MLF 利用者懇談会副会長
- 高エネルギー加速器研究機構ミュオン課題審査部会 Q1 審査委員長及び同部会分科会委員
- J-PARC 利用者協議会委員
- 東北大学金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター共同利用委員
- RIKEN-RAL ミュオン施設課題審査委員会委員

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）

特になし

所属 理工学部機能創造理工学科

氏名 一柳 満久

**1. 研究分野とキーワード** (一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。)

研究分野： 伝熱工学, 熱工学, エンジンシステム, AI

キーワード： エンジン, 熱交換器, 沸騰熱伝達, アンモニア燃焼, カーボンフリー, カーボンニュートラル, 可視化計測, 数値熱流体解析, 深層学習

**2. 研究テーマ** (簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士(博士)研究のテーマを記入してください。)

「ディーゼルエンジンにおける吸気ポート開度が筒内流れに与える影響」

「吸気バルブへの噴霧衝突角度変化が粒子径・速度に与える影響」

「副燃焼室付き定容燃焼室を用いたアンモニア/酸素混合気の燃焼解析」

「副燃焼室と補助熱源を用いたアンモニア/ガソリン混焼エンジンの燃焼解析」

(展望)

当研究室では、マクロからマイクロスケールに至る様々な熱流動現象を対象とした伝熱計測、可視化計測、および数値熱流体解析に従事してきた。近年では、研究対象を内燃機関(エンジン)とし、既存の内燃機関の熱効率向上(二酸化炭素排出量の削減に寄与)および二酸化炭素を排出しない内燃機関(カーボンフリーエンジン)の開発を目的としている。

既存の内燃機関の熱効率向上に関しては、ディーゼルエンジンを対象として、過渡運転時の燃料噴射時期・噴射量制御において適合数の少ないモデルベース制御(MBC)の開発が望まれている。MBCには、ガス流動、噴霧発達、混合気形成、燃焼、着火遅れ、冷却損失の現象に対して、低計算負荷かつ高精度なモデルの開発が必要である。この中で、冷却損失以外は、比較的条件を満たしたモデルの開発が進んでいるが、冷却損失はその開発が遅れており、実験をベースとした経験式が用いられている。そのため、当研究室では、低計算負荷かつ高精度な冷却損失のモデルを開発している。モデルの高精度化のためには、冷却損失に大きな影響を及ぼす筒内のガス流動の測定が必要であり、可視化単気筒エンジンを用いたPIV測定を行っている。2018-2020年度では、2つの吸気ポート(ヘリカルポート、タンジェンシャルポート)のうち、ヘリカルポートの空気流量を変化させた条件にて、筒内のガス流動を定量的に評価した。2021年度以降は、タンジェンシャルポートの空気流量を変化させた条件にて、筒内ガス流動の定量評価を始めており、2022年度も引き続き実験を行った。今後は、本知見を基に、ガス流動モデルの改良および冷却損失推定モデルの

精度向上を行っていく予定である。

カーボンフリーエンジンの開発に関しては、内燃機関からの温室効果ガス（二酸化炭素）の排出削減を主たる目標とし、既存のガソリンや軽油に替えて、アンモニアを燃料とした新たなエンジンの開発を行っている。解決すべき課題は、アンモニアの物性に基づく遅い燃焼速度、難着火性、および燃焼後のエミッション処理などが挙げられる。これらを解決するため、アンモニアの燃焼特性の解明、新たな燃焼コンセプトの提案および実機エンジンでの実証が必要となる。燃焼特性の解明と燃焼コンセプトの提案のため、数値熱流体解析および定容燃焼器による実測を併用し、アンモニアの燃焼条件を検討している。2022年度は、定容燃焼器にて、アンモニア・酸素の混合気を用いた燃焼実験を行い、筒内圧力を測定した。筒内圧力データを基に、質量燃焼割合、体積燃焼割合、燃焼期間、平均火炎伝播速度および平均噴射速度などを評価した。今後は、燃焼室形状を変化させた際の燃焼実験を行い、得られたデータを解析することで、より燃焼速度が向上する主燃焼室形状の検討を行っていく予定である。加えて、実機エンジンにて、アンモニア・ガソリン・空気の混合気を用いた実験を行い、筒内圧力を測定した。筒内圧力データを基に、熱発生率、着火遅れ、燃焼期間、燃焼効率および図示熱効率などを評価した。今後は、アンモニア・空気の混合気（ガソリンを含まない混合気）による燃焼が可能となるように、更なる燃焼室形状の改良を行っていく予定である。

以上の観点から、実験による測定および数値熱流体解析を併用して、熱流動現象を対象とした現象解明を行っていく次第である。

### 3. 2022年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

既存の内燃機関の熱効率向上の研究に関しては、冷却損失推定モデルの改良を目的とし、PIV測定を行った。それらの結果は、学術論文3編（Alexandria Engineering Journal 1編、Applied Thermal Engineering 1編、Automotive and Engine Technology 1編）に掲載された。また、カーボンフリーエンジンの開発に関しては、定容燃焼器および実機エンジンを用いて、アンモニアを含む混合気の燃焼実験を行い、筒内圧力の測定および解析を行った。それらの結果は、学術論文としてまとめて、現在投稿中である。

### 4. 大学内外における共同的な研究活動（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

学外共同研究：自動車用内燃機関技術研究組合（学外共同研究）

学外共同研究：Petra Christian University（既存エンジンの高効率化およびカーボンニュートラル燃料の研究）

学外共同研究： 東京大学（科学研究費助成事業 基盤研究 (A) 「マイクロバブル内包ベシクルの医療・産業応用に向けた基盤技術の研究開発」  
(マイクロ流路内の気泡生成に関する研究)

学内共同研究： 上智大学 理工学部 ソフィステイクートエネルギー研究拠点（カーボンフリーエンジンの開発）

学内共同研究： 科学研究費助成事業 基盤研究 (C) 「ゼロエミッションに向けた冷間始動可能な予混合圧縮着火アンモニア燃焼エンジンの開発」(カーボンフリーエンジンの開発)

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

学部： 伝熱工学概論，数値伝熱工学，持続可能な社会に向けたものづくり：自動車技術，機械創造工学実験，機械システム設計演習 II，理工基礎実験・演習，情報リテラシー（一般），機械工学輪講，卒業研究 I&II，Green Engineering Lab.2

大学院： 伝熱工学特論，大学院演習，機械工学ゼミナール

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。）

「伝熱工学概論」

授業アンケートの結果は、平均点程度であった。このことから、講義は概ね良好であったと考えられる。ただし、全ての項目を平均点以上にするためには、再度、講義内容を見直す必要があると考えられる。また、座学のみではなく、演習形式のアクティブ・ラーニングを実施しているにも関わらず、当該項目に対するアンケート評価が低かった。そのため、アクティブ・ラーニングの種類として、グループワークやプレゼンテーションだけでなく、演習形式も含まれていることを周知していく必要があると考えられる。加えて、シラバスに記載した内容に対して、概ね達成していると考えられる。

「数値伝熱工学」

授業アンケートの結果は、平均点程度であった。このことから、講義は概ね良好であったと考えられる。ただし、全ての項目を平均点以上にするためには、再度、講義内容を見直す必要があると考えられる。また、座学のみではなく、演習形式のアクティブ・ラーニングを実施しているにも関わらず、当該項目に対するアンケート評価が低かった。そのため、アクティブ・ラーニングの種類として、グループワークやプレゼンテーションだけで

はなく、演習形式も含まれていることを周知していく必要があると考えられる。加えて、シラバスに記載した内容に対して、概ね達成していると考えられる。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。）

学内： 理工自己点検・評価委員会（理工委員）

理工安全委員会（理工委員）

学外： 文部科学省 科学技術専門家ネットワーク・専門調査員

公益社団法人 日本伝熱学会 協議員会 委員

公益社団法人 日本設計工学会 研究調査部会 委員

公益社団法人 自動車技術会 関東支部 学生活動参与

一般社団法人 日本機械学会 関東支部 関東学生会 会員校役員

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）



Department: Department of Engineering and Applied Sciences

Name: Yilmaz Emir

**1. Please specify research area and keywords** (Please indicate research area and include more than one keyword so that the general public can understand.)

Research area: Research on creating functional surfaces to reduce friction and enhance heat transfer

Keywords: Micro-machining, Electrical Discharge Machining, Surface texturing/modification, Friction reduction, Nucleate Boiling

**2. Research theme** (Please itemize your research themes and describe the medium- and long-term prospects of your research. If necessary, please specify the theme of your undergraduate research or research in master's (doctoral) program.)

“Friction Reduction in Reciprocating Sliding Planes based on Surface Micro-Textures”

“Surface Roughness Effect on Bubble Generation for Enhanced Heat Transfer”

(Prospects)

The theme of my research is: “The role of surface micro-textures and their effect on friction reduction mechanism on reciprocating sliding planes.” In literature, there are various shapes and manufacturing methods of surface textures, however, their effects on friction reduction is yet to be determined thoroughly. Based on CFD analyses and experimental results, surface micro-texture characteristics (shape, size, orientation etc.) are being investigated. The know-how will be implemented into various machine parts with sliding motion to reduce frictional losses.

The theme of my research is: “Heat transfer enhancement by altering surface roughness characteristics on heated surfaces.” In our previous studies, surface roughness parameters ( $Ra$ ,  $Rz$ ) were found to be an important factor for generating air bubbles (nucleate boiling) from a heated surface. However, there are no general specifications for these parameters and their effect on generated number of bubbles per area. In this study, various machined surfaces are being investigated to understand the bubble generation mechanism and their effect on pool boiling phenomenon. By enabling a precise control of number of bubbles, higher heat transfer coefficients are aimed to reduce the size and weight of the conventional cooling systems.

**3. Research results for fiscal year 2022** (Please make sure that you enter a list of publications, conference presentations, and other achievements into the Sophia University Teaching Staff Educational Research Information Database. In the response sheet, please specify how much you have achieved either in text or in bullet point).

- Development of Press Molding Method for CFRP Preform using a 3D Printer (in-peer review)
- Development of Smart Test Tool for Gripping Force Distribution Measurement in Tool Holder (in-peer review)
- Experimental Investigation of In-cylinder Flow of CI Engine for Different Tangential Port Opening (in-peer review)

**4. Collaborative research activities both on and off campus** (Please itemize your joint research, on-campus joint research, and others, if applicable. Should there be any symposium, lecture or seminar you participated in, please specify them as well.)

On-campus joint research with Prof. Hidetake Tanaka, department of engineering and applied sciences. “Development of Press Molding Method for CFRP Preform using a 3D Printer” & “Development of Smart Test Tool for Gripping Force Distribution Measurement in Tool Holder.”

On-campus joint research with Prof. Takashi Suzuki & Prof. Mitsuhsa Ichiyanagi, department of engineering and applied sciences. “Experimental Investigation of In-cylinder Flow of CI Engine for Different Tangential Port Opening.”

Off-campus research activity with ISUZU Advanced Engineering Center. “Numerical and Experimental Investigation of Micro-Texturing Effects on Reciprocating Sliding Surfaces Under Hydrodynamic Lubrication.”

**5. Educational activities** (Please specify the subjects you were in charge of, such as lectures, experiments, and practical training sessions. If applicable, please add seminars or off-campus educational activities other than your lectures and text or material preparations.)

- Basics of Differential Equations
- Engineering and Applied Sciences Lab. 2
- Basic Mechanical System Design

**6. Self-evaluation of educational activities** (For main classes you were in charge of, please evaluate your educational activities based on the results of course evaluations (survey), tests, exercises, and assignments carried out in the classes, results distributions, and so on. And please specify the effect of point that you devised and future refinements. Also, please assess syllabus achievement.)

[Basics of Differential Equations]

I implemented the Flipped Classroom method, where I took videos of weekly topics, uploaded them on Moodle for students to watch it in a week and used the actual lecture time for problem solving session. I did not make attendance mandatory, but around 60 out of 140 students attended the lectures almost every week. The average score got higher by 14 points compared to last year, and the questionnaire results show that students like this type of implementation with satisfaction rate of 9.1/11 (result from LOYOLA Questionnaire)

**7. Activities other than educational research** (Please specify membership in both on- and off-campus committees and secretariats, if applicable. Please include such roles as homeroom teachers or membership in working groups as well.)

(On-campus) In-coming students (0<sup>th</sup> year) homeroom teacher at Department of Engineering and Applied Sciences. Organized open campus (August) and orientation day (March) events for the upcoming/new students.

(Off-campus) Became a member of Rotary Club (Tokyo-North Exchange Rotary Satellite Club)

**8. Social contribution activities and others** (Should there be any item that is not included in the aforementioned, please specify as needed.)

None

所属 機能創造理工学科

氏名 江馬 一弘

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 物質中での光の振る舞いの研究，光を使った新機能の研究 など

キーワード： 光物性，半導体，非線形光学，超高速分光，ナノ構造，  
無機有機複合型物質，励起子，超分子 など

**2. 研究テーマ**（箇条書きで研究テーマを記入し，研究の中長期的展望を記述して下さい。また，必要があれば，卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

- ① 「無機有機ペロブスカイト物質の励起子物性」（修士論文テーマ）  
修士論文題目「無機有機ペロブスカイト 2次元物質(C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>PbBr<sub>4</sub>の励起子物性」
- ② 「ボロン酸型蛍光プローブの光誘起電子移動に関する研究」  
このテーマを発展させた分野横断型研究プロジェクト「超分子ナノ構造による分子認識過程の解明と高機能細菌検出センサーの開発」が，上智大学学術研究特別推進費の重点研究として採択され，2021年度途中から研究を開始している。
- ③ 「二酸化チタン光触媒のキャリアダイナミクス」（修士論文テーマ）  
修士論文題目「二酸化チタンの長寿命光励起キャリア測定のためのポンププローブ法の開発」
- ④ 「半導体中のコヒーレントフォノンに関する研究」（修士論文テーマ）  
修士論文題目「透過型コヒーレントフォノン観測を目的とした近赤外パラメトリック増幅器の設計・構築」

展望については，「3. 2022年度の研究成果」において，各テーマごと記載する。

**3. 2022年度の研究成果**（論文発表，学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは，達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

「2. 研究テーマ」に記載したテーマはすべて以前より取り組んでいるものであり，共通するキーワードは，「光と物質の相互作用とその応用に関する研究」である。以下にテーマごとに，成果の概要を記載する。

① 「無機有機ペロブスカイト物質の励起子物性」

研究室でも最も長く続けている研究であり、この間、科研費、JST・CREST、JST・ALCAなどの大型研究費の援助を受けて進展してきたものである。2022年度は、修士論文のテーマとして、2次元構造(C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>PbBr<sub>4</sub>の励起子物性の研究を行った。

2次元構造の励起子物性に関しては、研究室としては20年以上続けているが、新たな実験手法として励起相関分光法を取り入れた研究が順調に進み、新たなデータの取得と物性解明が進んだ。また、浜松医科大学の三浦教授との共同研究として、2次元構造のLB膜によるMQWポラリトンの研究がスタートした。この研究は以前にも佐賀大学との共同研究として実施していたが、2022年度より共同研究先が変わった形で再開した。研究は順調に進み、3月の本学で開催された応用物理学会で発表を行った。太陽電池材料として最近大きな注目を集めている3次元無機有機ペロブスカイト材料については、東京大学工学部の近藤研究室との共同研究として、Aサイトの材料を変えた効果を詳細に調べている。3次元構造と2次元構造については、どちらも引き続き研究を継続していく予定である。

② 「ボロン酸型蛍光プローブの光誘起電子移動に関する研究」

元々は、化学領域の早下先生との共同研究であり、糖認識機能を持つ分子の発光と消光の特性を研究していたが、2021年度に発展して、化学、生物、看護の学内教員との分野横断型共同研究プロジェクト「超分子ナノ構造による分子認識過程の解明と高機能細菌検出センサーの開発」が、上智大学学術研究特別推進費の重点研究としてスタートした。2022年度は、以下に示すように、細菌検出に関する論文とボロン酸蛍光プローブに関する基礎的な論文の2編を発表した。

・Yota Suzuki, Yuji Mizuta, Ayame Mikagi, Tomoyo Misawa-Suzuki, Yuji Tsuchido, Tomoaki Sugaya, Takeshi Hashimoto, Kazuhiro Ema, and Takashi Hayashita, "Recognition of D-Glucose in Water with Excellent Sensitivity, Selectivity, and Chiral Selectivity Using  $\gamma$ -Cyclodextrin and Fluorescent Boronic Acid Inclusion Complexes Having a Pseudo-diboronic Acid Moiety", ACS Sens., 8, 218-277(2023). DOI: 10.1021/acssensors.2c02087

・R. Yoshinaga, F. Kojima, K. Sugiyama, H. Kunugita, T. Hashimoto, T. Hayashita, and K. Ema, "Marcus model-based analysis of the photo-quenching mechanism of a boronic acid fluorophore: water concentration dependence of electron transfer rate", Anal. Sci. 39, 213-220(2023). <https://doi.org/10.1007/s44211-022-00222-3>

③ 「二酸化チタン光触媒のキャリアダイナミクス」

光触媒機能を持つ二酸化チタンの光物性研究であり、光励起キャリアのダイナミクスを研究している。2022年度は前年度から引き続き、光励起キャリアのダイナミク

ス測定のための、ポンプ・プローブ測定系の再構築を行った。時間領域の早いスケール（ピコ秒からナノ秒）と遅いスケール（ナノ秒からマイクロ秒）でのダイナミクスの測定がある程度進み、修士論文の成果となった。

④ 「半導体中のコヒーレントフォノンに関する研究」

半導体中のコヒーレントフォノンに関する研究であり、2020年度から継続して、透明領域でのコヒーレントフォノン測定を目指して、近赤外領域の超短光パルス光源の作製を進めている。

4. 大学内外における共同的な研究活動（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

（学内）

- 2018年度まで続いた科研費基盤研究（A）「ナノ空間包接場を用いる超分子計測・分離システムの開発（代表：早下隆士）」の発展として、上智大学学術研究特別推進費重点研究「超分子ナノ構造による分子認識過程の解明と高機能細菌検出センサーの開発」の代表者として、化学領域早下研究室、生物領域神澤研究室、看護学科岡本研究室と共同研究を行っている。
- 2017年度まで続いた科学技術振興機構（JST）の先端的低炭素化技術開発（ALCA）の研究「有機無機ハイブリッド高効率太陽電池の開発（代表：宮坂力）」が研究基盤となり、学術研究特別推進費の自由課題として、応用化学領域竹岡研究室と共同研究を行っている。

（学外）

- 無機有機ペロブスカイト材料の研究は、桐蔭横浜大学、東京大学、兵庫県立大学との共同として、2014年度にスタートし、現在も継続している。
- 東京大学、京都大学、大阪大学、慶応大学の光物性関係の研究室と合同で、宿泊討論会である「光物性研究会」を2003年度より、本学の軽井沢セミナーハウスで毎年開催していたが、2019年度以降は残念ながら中止となって、しかし、このメンバーでの研究交流は依然として続いている。
- 応用物理学会の量子エレクトロニクス研究会の常任幹事（2016年度まで委員長）として、毎年「量子エレクトロニクス研究会」を開催している。
- JST・CREST「次世代フォトンクス」領域アドバイザーとして、関連する分野の研究者との交流を続けている。
- 日本とスウェーデンの間の大学間交流 MIRAI プロジェクトにおいて、大学の前代

表者として、セミナーの開催、共同研究の実施などを積極的に支援している。

- 5. 教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

#### 学部講義

理工学概説、電磁気学Ⅲ、量子光学、身近な物理学（理工共通）、身近な物理（全学共通科目）、卒業研究Ⅰ・Ⅱ、理工基礎実験（物理実験担当）、物理学実験Ⅲ

#### 大学院講義

物理学ゼミナールⅠA・ⅠB、物理学ゼミナールⅡA・ⅡB、大学院演習ⅠA・ⅠB、大学院演習ⅡA・ⅡB、レーザー物理・非線形光学

- 6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。)

全学共通科目「身近な物理」は20年以上続けている講義である。この講義は、2014年度までは、700名程度の学生が受講していたため、レポート採点や成績評価に関して十分な時間を取れなかった。そこで、2015年度からは300名の抽選科目に変更し、受講生を半分程度まで抑えた。それにより、きめ細かいレポート採点や成績評価が可能になった。2017年度より、担当者を追加し、私以外にも3名の教員が2～3回ずつ講義を担当した。これにより、今までの講義に含まれなかったテーマ、例えば、AI・人工知能と物理学、物理学から見た環境問題などが追加されて、講義内容の幅が広がった。このように、専門科目とは違う教養科目としての「物理学」の教育活動には大きく貢献していると自負している。

専門科目の「電磁気学Ⅲ」と「量子光学」は、2022年度は対面講義を基本として、オンデマンドと時々取り入れたアクティブな講義体制とした。中間試験、期末試験以外に、リアクションペーパー、レポート、クイズ形式での小テスト等を頻繁に実施することで、アクティブな講義となり、通常の対面講義よりも学習効率は高かったと考えている。

大学院の講義として、2022年度から「レーザー物理・非線形光学」を開始した。専門的な内容であるため、受講生数は少ないが、その分、対話式のアクティブな講義となった。

- 7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学外) 日本私立大学連盟「理工系分野の教育研究推進プロジェクト」委員長  
日本私立大学連盟「リカレント教育推進分科会」委員  
日本私立大学連合会「学術研究の健全性向上に関する小委員会」委員  
応用物理学会量子エレクトロニクス研究会常任幹事  
応用物理学会フォトニクス分科会幹事  
電子情報通信学会超高速光エレクトロニクス研究会委員  
JST・CREST「次世代フォトニクス」領域アドバイザー  
JST・CREST「光展開」領域アドバイザー  
JST・さきがけ「光の創成」領域アドバイザー

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

一般および中高生向けのテキストとして、Newton から Newton 別冊『周期表 完全図解 118 元素』、『ゼロからわかる相対性理論 改訂第 3 版』の 2 点を出版した。



所属 機能創造理工学科

氏名 大槻 東巳

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野：物性物理学（量子輸送現象の理論的研究）

キーワード： アンダーソン局在，アンダーソン転移，量子ホール効果，量子スピンホール効果，トポロジカル絶縁体，ワイル半金属，メゾスコピック系，深層学習，畳み込みニューラルネットワーク，機械学習，非エルミート系

**2. 研究テーマ**（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

- ・アンダーソン転移
- ・トポロジカル絶縁体
- ・深層学習
- ・非エルミート系

（展望）

電子系において発展してきたアンダーソン転移の理論を，トポロジカル絶縁体やワイル半金属の物理へ適用する。また，フォトニック結晶におけるトポロジカル転移を電子系の観点から検証する。こうした方法は従来転送行列法などで解析されてきたが，この方法に取って代わる方法として深層学習の方法をより進める。また，非エルミート系の相転移に研究の幅を広げている。2022年6月に科研費学術変革A「学習物理学」が採択され，計画班の代表を務めることになったので，より一層，機械学習を積極的に物理の研究に応用していく。

**3. 2022年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

アンダーソン転移の研究で確立させたスケーリング理論をより精密化した。アンダーソン転移の解析に適した大規模並列アルゴリズムを開発し有効性を確認した。これらの研究を進展させ非エルミート系でのアンダーソン転移を議論した。また，深層学習の方法を様々な量子相転移，量子輸送現象に適用した。

**4. 大学内外における共同的な研究活動**（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

- ・ Critical behaviors of the Anderson transitions in Hermitian and non-Hermitian

systems, 東京大学物性研究所スパコン共同利用・CCMS 合同研究会「計算物質科学の新展開」招待講演 (2022/5/13)

・ RIST HPCI 第 6 回オンラインサロン「スパコンコロキウム」深層学習で解析・生成したランダム量子系の波動関数～AI を用いた半導体中の電気伝導の解析～(2022/7/22)

・ 東京大学 AI センター連続シンポジウム 第 11 回「共進化する物理学と人工知能の現在」 「深層学習による波動関数の解析と生成」(2022/10/3)

**5. 教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

- ・ 科学技術英語 (物理)
- ・ 基礎物理学
- ・ 機能創造理工学実験演習 2
- ・ 量子統計力学
- ・ 身近な物理 (輪講形式 3 回)
- ・ マルチメディア情報社会論 (輪講形式 1 回)

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。) 物理学の研究に機械学習の要素を取り入れ、学生の興味を引くことができた。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

本学で新たに修士課程「応用データサイエンス学位プログラム」を立ち上げることになり、その準備委員会の座長を務めた。

(学外)

日本物理学会が刊行する国際誌, Journal of the Physical Society of Japan の head editor を務めた。

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

所属 機能創造理工学科

氏名 菊池 昭彦

**1. 研究分野とキーワード** (一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。)

研究分野： 半導体光デバイス、ナノテクノロジー

キーワード：トポロジカルフォトンクス、コンタクトレンズディスプレイ、ナノ加工、無機/有機複合デバイス、窒化物半導体、有機単結晶、ペロブスカイト半導体、分子ドーピング、ナノテクノロジー、発光ダイオード、半導体レーザー、成膜技術、透明導電膜

**2. 研究テーマ** (箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士(博士)研究のテーマを記入してください。)

- ・可視光領域におけるトポロジカルフォニック光デバイスに関する研究
- ・コンタクトレンズディスプレイに向けたRGB三原色集積光源の開発に関する研究
- ・水素雰囲気異方性熱エッチング(HEATE)法によるワイドギャップ半導体ナノ加工技術の開発とデバイス応用に関する研究
- ・無機半導体/有機半導体ハイブリッド型光デバイスの開発に関する研究
- ・分子ドーピング有機単結晶成長技術の開発とデバイス応用に関する研究
- ・多電極型静電塗布(NMD)法による有機・無機薄膜成膜技術の開発に関する研究

修士論文テーマ

- ・GaN系ハニカム型トポロジカルフォニック結晶の可視域アクティブデバイス応用に向けた伝搬および共振特性の三次元FDTD解析
- ・可視領域GaNトポロジカルフォニック結晶のFDTD解析とHEATE法による作製及び特性評価
- ・可視領域に対応するGaN系メンブレン型トポロジカルフォニック結晶の作製とフォニックバンドの構造パラメータ依存性解析
- ・面内集積型波長変換レーザーに向けたInGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub>導波構造の理論解析と作製・評価、およびGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>光集積プラットフォームの試作

卒業研究テーマ

- ・GaN系可視域フォニック結晶に向けた高精度垂直ナノホール加工技術の基礎研究
- ・GaN系可視域トポロジカルフォニック結晶の作製プロセス改善とフォニックバンドの観測

- ・ GaN 系 RGB 集積光源に向けたナノポーラス構造形成に関する基礎検討
- ・ 波長変換型集積 RGB 光源用低閾値 InGaN/GaN-DBR レーザに向けた利得測定と FDTD 解析による構造検討

(展望)

省エネルギー照明や太陽光発電、Society5.0 に向けた AR/VR システムなど様々な光エレクトロニクスへの進展に向け、光デバイス技術の更なる高度化や技術革新が望まれている。当研究室では、「次世代光デバイス技術の開拓」をテーマとして、特に可視光領域の高性能発光デバイス技術の開発に取り組んでいる。

光デバイスの高性能化と高機能化にはナノ構造の利用が有望であり、ワイドギャップ半導体に適した独自の高精度低損傷ナノ加工技術である水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE 法) の開発を行ってきた。この HEATE 法を用いて、新しい光制御技術であるトポロジカルフォトリソの可視域における実証実験、コンタクトレンズディスプレイに向けた超低消費電力集積 RGB 光源の開発、ナノスケール領域における InGaN/GaN 量子構造の作製と光学特性の解明などの研究課題を進めている。

また、新しい発光デバイスの探索課題として、無機半導体のバンドギャップエンジニアリング手法で有機半導体発光層への電子注入効率改善する有機無機ハイブリッド LED、ITO に替わる高性能透明導電膜である MgZnO/Ag/MgZnO 系多層膜 (DMD)、多電極型型静電塗布 (ナノミスト堆積: NMD) 法を用いた有機多層膜成膜技術、有機単結晶への分子ドーピング技術と発光特性解明なども研究テーマとしている。

今後も、光デバイスの高効率化によるサステナブル社会への寄与や、仮想空間と実空間のシームレスな融合に向けたコンタクトレンズディスプレイの開発、新しい機能を発現させる光デバイスの開発などを目指して、半導体ナノ加工技術と有機無機複合構造などを活用した次世代光デバイス技術の開拓に向けた研究を発展させていきたいと考えている。

### 3. 2022 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

#### 1) 水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE) 法による半導体ナノ加工技術に関する研究

- ・ GaN のナノホール加工において、水素ガスのみで垂直な加工側面を形成し、かつ SiO<sub>2</sub> マスク下への過剰エッチングを抑制できるエッチング条件 (温度と圧力) を見出した。
- ・ ネガ型電子線レジストである H-SiO<sub>x</sub> (HSQ) の調査を行い、数十 nm 微細パターンの形成が可能であり、レジスト自体を HEATE 法のエッチングマスクとして利用できることを検証した。HSQ レジストによりストライプやドット構造の作製におけるスループットの大幅な向上が期待される。
- ・ InGaN/GaN-6QW 構造ウェハを HEATE 法で加工し、平均直径 10nm の極微細ナノピラーアレイの作製に成功した。作製したナノピラーに対して、飽和オゾン水酸化とバッファードフッ酸エッチングを交互に 20 周期行うデジタルエッチングを適用して、直径 9.2nm のピラ

一を直径 7.7nm に微細化することにも成功した。

## 2) 可視領域トポロジカルフォトリック結晶 (PhC) に関する研究

- ・可視域におけるフォトリックバンド構造を観測するフォトリックバンド顕微鏡を開発した。自動計測機能により波長 1nm 間隔で分光光を照射して PhC のフーリエ像を取得し、画像処理によって波長 780~380nm のフォトリックバンドを数分程度で観測でき、可視域フォトリック結晶の開発に大きく貢献することが期待される。
- ・上述の新規 HEATE 条件を用いて周期 600~300nm の GaN メンブレン型トポロジカル PhC 構造を作製し、可視全域にわたるフォトリックバンドの観測に成功した。
- ・GaN メンブレン型トポロジカル PhC においてトリビアル領域とトポロジカル領域におけるバンド端の強度反転現象、およびトリビアル/トポロジカル界面におけるエッジモードを初めて観測し、GaN 系 PhC におけるトポロジカルフォトリック現象の検証実験に成功した。
- ・GaN 系トポロジカル PhC の可視アクティブデバイス応用に向け、メンブレン型、屈折率導波型、バルク型の各トポロジカルエッジモード導波路構造に対して三次元 FDTD 解析を行い、伝搬損失特性を明らかにした。
- ・GaN 系トポロジカル PhC レーザの基礎検討として、トリビアル領域あるいはトポロジカル領域を六角形型に配置して周囲を他方の PhC で囲った共振器構造における共振モードの三次元 FDTD 解析を行った。六角形サイズの変化に伴って共振モードが周回型からバルク型に移行し、それぞれの構造における Q 値も変化することを見出した。

## 3) 波長変換型集積 RGB 光源の開発に関する研究

- ・GaN/空気-多層膜反射鏡 (DBR) を用いた青紫域 InGaN 系レーザの構造設計と理論解析を行い、構造の最適化により 0.05mA 以下の超低閾値発振が可能であることを見出した。
- ・HEATE 法により GaN/空気-DBR を有する 420nm 帯 InGaN/GaN リッジ構造レーザを作製し、光励起実験により DBR 周期の増加に伴う発振閾値の減少を確認した。また、閾値光強度が閾値電流の理論で説明できることを検証し、超低閾値レーザ実現の可能性を示した。
- ・疑二次元ペロブスカイト結晶の光学特性評価を行い、代表的な三次元ペロブスカイト (MAPbBr<sub>3</sub>) に比べて優れた発光特性と光劣化耐性を有する可能性を確認した。RGB 集積光源における波長変換材料として利用可能であると期待される。
- ・HEATE 法により極めて高アスペクトな垂直ナノ加工が可能な単結晶 (010)β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を用いて Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/空気 DBR 中にナノ流路を配置した蛍光材料評価用プラットフォームの構造設計と試作を行った。さらに、ペロブスカイト前駆体溶液をナノ流路に流し、流路内にペロブスカイト単結晶を高密度に析出させる条件を把握した。これらの技術により、MAPbBr<sub>3</sub> 単結晶を共振器中央に析出させた Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/空気-DBR 構造の作製に成功した。

## 4) InGaN/GaN MQW メソポーラスメンブレン LED に関する研究

- ・昨年度の研究で見出した InGaN/GaN-MQW メソポーラスメンブレン構造による約 25 倍の著しい発光増強効果に対して、電子顕微鏡で観察したナノポーラス構造や測定系の開口数などを反映させた精密な三次元 FDTD 解析と光学測定を行い、光取り出し効率が 6.6 倍、励起

光の吸収増加が 2.4 倍、ナノ構造による発光効率増加が 1.6 倍であることを定量的に解明した。また、メンブレン型 LED の作製に向けたプロセス技術の開発を行った。

**4. 大学内外における共同的研究活動** (共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

- ・ JST CREST プロジェクト (研究代表者：物質材料研究機構 胡曉 博士、共同研究者：東京工業大学 雨宮智宏 准教授)「人工グラフェンを用いたトポロジカル状態創成と新規機能探索」
- ・ JST CREST プロジェクト (上智大学グループ共同研究者：岸野克己 教授)「人工グラフェンを用いたトポロジカル状態創成と新規機能探索」
- ・ 共同研究 (豊橋科学技術大学 関口博人 准教授)「窒化物マイクロ LED デバイスの応用技術に関する研究」
- ・ 共同研究 (静岡大学 光野徹也 准教授)「ワイドギャップ半導体微小構造による光制御機構の研究」
- ・ 共同研究 (山梨大学 酒井優 准教授)「窒素化合物半導体ナノ・マイクロ結晶の光学評価に関する研究」
- ・ 共同研究 (山形大学 大音隆男 准教授)「プラズモニクスによる GaN ナノ構造発光デバイスの高性能化に関する研究」
- ・ 上智大学 時限研究機構 (江馬一弘 教授、大槻東巳 教授)「フォトニクスリサーチセンター」
- ・ 上智大学 付置研究所 (岸野克己 教授、下村和彦 教授、野村一郎 教授、中岡俊裕 教授、富樫理恵 助教)「半導体研究所」
- ・ 研究会開催：2022 年度 Sophia Open Research Weeks 「第 3 回半導体ナノフォトニクス研究会」 2022 年 11 月 16 日 (上智大学図書館／ハイブリッド開催)

**5. 教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

- ・ 学部日本語コース (春学期)  
理工学概説 (機能創造理工)、アナログ電子回路、機能創造理工学実験・演習 2 (責任者)、リサーチ・トライアル春、卒業研究 I.
- ・ 学部日本語コース (秋学期)  
光エレクトロニクス I・II (セメスター科目)、情報フルエンシー (HTML と CSS を用いた Web ページ作成技法)、機能創造理工学実験・演習 1、リサーチ・トライアル秋、卒業研究 II.
- ・ 学部英語コース (春学期)

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2.

- ・学部英語コース（秋学期）

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1, Research Trial Autumn

- ・大学院（春学期）

電気・電子工学ゼミナール IA、電気・電子工学ゼミナール IIA、大学院演習 IA、大学院演習 IIA、光デバイス工学、研究指導.

- ・大学院（秋学期）

電気・電子工学ゼミナール IB、電気・電子工学ゼミナール IIB、大学院演習 IB、大学院演習 IIB、研究指導、修士論文、博士論文.

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。）

- ・「情報フルエンシー(HTML と CSS を用いた Web ページ作成技法)」(2015 年度「授業アンケートによる学生が選ぶ全学共通科目 Good Practice」受賞)

初回と最終回はオンライン、途中はオンデマンドで実施した。リアクションペーパーによる理解度の確認と課題による自習機会の提供は対面時と同等に行い、受講者のレベルに応じたサポートを心掛けた。授業最終日に自作 WEB ページを紹介することを最終課題に設定しており、目標の明確化とモチベーションアップに有効である。授業アンケートでは、現在のオンデマンド方式は学生の学習スタイルに適合しており好評であった。JavaScript やレスポンシブルデザインなどの技術は進展が早いため、今後も講義内容に早期に反映することを意識していきたい。

- ・「機能創造理工学実験・演習 2」、「ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2.」

当初から当科目の責任者を担当している。対面実験に加えてオンデマンド課題として「実験レポートの剽窃と盗用」に関するレポート課題を課して、盗用・剽窃に対する理解向上と注意喚起を積極的に行った。Moodle を活用して複数課題の運用を効率的に実施できる環境を構築している。担当する実験課題では、機材の使用方法などの基礎的な内容をできるだけ丁寧に指導し、クイズを交えて集中力の維持に努めた結果、ほとんどの学生が積極的に実験に取り組んでおり高い学習効果が得られた手ごたえを感じた。

- ・「アナログ電子回路」(2018 年度「理工学部授業顕彰制度」受賞)

演習問題と課題をできるだけ多く取り入れて、学生が自分の手で問題を解く機会を積極的に増やすよう心掛けた。講義内容は毎年改善を加えており、重要事項を効率的に学べるように工夫している。電子回路は、電気電子工学系の基礎科目であるが、受講者数は開講時間に著しく依存する（1 時限目開講時に大幅に減少）ことが判明しており、望ましい傾向ではない。今後の課題として、学生が自由な時間に学習できるオンデマンドの採用や実際に電子

部品や回路に触れる実地体験を加え、学生が積極的に受講したくなるような授業形態を検討したい。

・「光エレクトロニクスⅠ・Ⅱ」

2021年度からセメスター科目としてのⅠとⅡ各7回に分けて実施しており、コロナ禍が収束した際に留学などに有効活用されることを期待している。講義では写真や図を多用したパワーポイントを用い、受講者の関心を維持させる工夫を行っている。積極的な姿勢で授業に参画する機会を高めるため、講義中にクイズを出してMoodleで回答させる方式を導入して学生の理解度把握も兼ねた効果的な仕組みとして機能している。これまでの講義内容を系統的に整理して、講義資料の充実と学生の自習用資料としての活用を目指している。

・「光デバイス工学」

大学院科目であることを考慮して、少し難易度の高い演習課題を多く課すようにした。写真や図を多用したパワーポイントを用い、受講者の関心を維持させる工夫を行っている。講義中にクイズを出してMoodleで回答させる方式を導入し、リアルタイムでの理解度の把握や集中力の維持に有効的に利用できる手ごたえを得た。今後も継続して効果を確認する。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

- ・半導体研究所 所長
- ・フォトニクスリサーチセンター 所長
- ・理工カリキュラム委員会 副委員長
- ・機能創造理工学実験・演習2、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2. 主担当
- ・機能創造理工学科 2年次クラス担任

(学外)

- ・社団法人ワイドギャップ半導体学会 企画幹事.
- ・International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2022, September 26-29, 2022, Chiba, hybrid) Program Committee Member, Area 11.
- ・International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2023, September 5-8, 2023, Nagoya, Japan) Program Committee Member, Area 11.
- ・14th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS14, November 11-17, 2023, Fukuoka, Japan) Program Committee Member.
- ・座長：国際会議 SSDM2022
- ・新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 助成事業 ピア・レビューア (詳細略)
- ・日本学術振興会 科研費専門委員 (詳細略)



- ・上智大学 学内研究費審査・評価関係（詳細略）
- ・学術論文査読（詳細略）

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）

所属 機能創造理工学科

氏名 櫻田英之

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 超短光パルスを用いた物質の超高速応答のダイナミクスの研究

キーワード： フェムト秒パルス、コヒーレントフォノン、光触媒、励起子

**2. 研究テーマ**（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

「近赤外超短パルス光源を用いたコヒーレントフォノンの観測」

「二酸化チタン光触媒におけるキャリアダイナミクス測定法の開発」

（展望）

我々は極めて短い光パルスを用いて、固体中で原子が一斉に振動するコヒーレントフォノンの観測を行ってきた。しかし、これまでの研究で使用した光源は可視光しか出力できず、研究対象となる物質や研究手法が限定されていた。特に対象物質に関しては、幅広く使われている半導体材料を研究対象にすることが出来ないという問題があった。そこで本研究では対象となる物質の幅を広げるために、新たに近赤外光を出力する超短パルス光源の開発を行う。

紫外光で有機物を分解する「光触媒」について、紫外光が物質の反応エネルギーへと変化するメカニズムの解明を目指している。具体的には光励起キャリアが反応に寄与するまでの過程を明らかにする。そのためにこれまでは光励起直後のキャリアダイナミクスを詳細に観測してきたが、比較的長寿命の光励起キャリアが存在することが知られており、すべてを解明するためにはより長い時間領域での測定が必要になる。

**3. 2022年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

・コヒーレントフォノン測定を目的とする近赤外光源の開発にこの数年取り組んでおり、本年度によりやく十分な強度で安定なパルスを得ることができるようになった。そこで、これを用いてコヒーレントフォノンの観測を試みている。

・二酸化チタン光触媒の長寿命光励起キャリアダイナミクスを解明するために、2020 年度から新たな測定系を作製している。本年度は従来手法とは異なる新たな測定系を完成させ、長寿命キャリアに由来すると思われる信号を観測するに至った。

**4. 大学内外における共同的な研究活動**（共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

重点領域研究（機能創造理工学科、江馬教授）「超分子ナノ構造による分子認識過程の解明と高機能細菌検出センサーの開発」

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

理工基礎実験・演習，光学システムと応用，物理学実験演習 1，大学院実験物理特論 B，大学院光物性

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。）

「大学院光物性」

2022 年度はハイフレックス形式の講義を行った。そのため昨年に引き続きリアクションペーパーの課題を Moodle での提出にした。授業時間内での提出という制約がなくなったため、昨年より従来よりもややレベルの高い課題を出しているが、難しいという指摘があったため、課題の解説に割く時間を増やして学生のより深い理解を促すよう努めた。なおシラバスに記載した内容はほぼカバーした。

「光学システムと応用」

2022 年度は対面授業に戻った。そこでプロジェクターとホワイトボードを活用する授業に戻した。オンライン授業のために作成した動画も使用して学生のより深い理解を促すよう努めた。途中で一度休講にしたが、最後の回に対応する課題を与えることによりシラバスの内容をほぼカバーした。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。）

（学内）理工教職課程委員、全学教職課程委員、三年次担任

（学外）応用物理学会量子エレクトロニクス研究会幹事

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）

所属 機能創造理工 学科

氏名 黒江 晴彦

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 材料工学・環境・エネルギー・・・

キーワード： 光触媒、生体材料、水溶液プロセス、均一沈殿法、複合化

**2. 研究テーマ**（簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

- ・ シュウ酸チタン塩溶液より均一沈殿法で作成した酸化チタン微粒子の調整と評価（非晶質相・硝酸添加効果・光触媒効果を卒研として実施）
- ・ 微粒子と繊維状粒子の複合化による新規な光触媒材料の開発
- ・ ヘリウム再凝縮装置の立ち上げと運用
- ・ 超強磁場中の磁化測定

（展望）

環境浄化や水素製造の技術につながる光触媒効果を持つナノサイズの結晶子径を持つ酸化チタン微粒子を水溶液から調整し、それを評価することに取り組んでいる。同じ方法でリン酸カルシウム塩の繊維状粒子を調整し、その上に光触媒微粒子を複合化し、自立したフィルターを作り、将来的には環境浄化や水素製造分野で使える技術としたい。

**3. 2022 年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。）

- ・ 我々の作った材料の半分程度は非晶質相が含まれる。その半分程度が有機物やアンモニア等の熱処理で除去できるものである事が分かった。目的の無機物が水酸化したものが含まれることが判明した。今後はこの水酸化物を複合化に利用する。
- ・ 液体ヘリウムの枯渇は未だに世界的な問題である。再凝集機を使って少しでも効率よく使う事が今後とも必要となっている。ヘリウム浄化システムに課題がある。
- ・ 超強磁場測定に必要な試料を合成・評価する事は出来なかった。

4. **大学内外における共同的な研究活動** (共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

科研費 (基盤 (C) 研究代表者) 1 件

国際共同研究 (生体医歯工学共同研究拠点、東京医科歯科大学分) 研究代表者 1 件

国内共同研究 (生体医歯工学共同研究拠点、静岡大学分) 研究代表者 1 件

5. **教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

【学部授業】 つくる I (全学共通科目), 現代物理学の世界 A (全学共通科目), 現代物理学の世界 B (全学共通科目), 電磁気学 IIB, 理工学概説, 理工基礎実験 (授業+装置担当), 物理学実験 I (授業+装置担当), Science, Technology, and Environment (英語コース授業), 卒業研究 I, II

【大学院授業】 物性物理 C, 物理学ゼミナール, 大学院演習, 研究指導, 物理学序論, Green Science and Engineering I

6. **教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

「現代物理学の世界 A・B」文科系の学生も含めて現代物理学に良い印象を持っている。シラバスに書いた科学技術に対する物の見方 (視座) を提示できた。

「理工学概説」理工学を対象物のサイズと普及度で整理させたところ、物理学・機械工学・電気電子工学の目指す事柄を整理できたと好評だった。他の講義とあわせてシラバスに書いた内容を達成できたと考える。

「理工基礎実験」全ての学生が共通して行う実験を提供した。難易度の高い内容を含むのだが学生は概ね理解して実験を行っていた。他の実験とあわせてシラバスに書いた内容を達成できている。

「物理学実験 I」比熱の温度変化と熱電対を担当した。他の実験とあわせてシラバスに書いた内容を達成できている。

「物性物理 C」対称性と群論につながる内容を主として物理学領域の学生に教えた。シラバスに書いた内容は達成できている。

7. **教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内) 理工学部広報委員、機能創造理工学科 WE B 担当、物理学領域 NW 管理者

8. **社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

所属 機能創造理工学科

氏名 桑原 英樹

1. 研究分野とキーワード（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 新規機能性酸化物の探索

キーワード： マルチフェロイック物質，強磁性体，反強磁性体，強誘電体，熱電効果，  
電気磁気効果，磁気抵抗効果，放射率可変素子，低次元酸化物，超伝導

2. 研究テーマ（箇条書きで研究テーマを記入し，研究の中長期的展望を記述して下さい。また，必要があれば，卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

- (1) 新規マルチフェロイック物質を用いた共同研究の推進
- (2) 新規マルチフェロイック物質の非相反電磁応答の研究
- (3) SRD（放射率可変素子）の性能向上に向けた物質開発
- (4) 新規熱電および誘電材料の共同研究の推進

（展望）

- (1) に関連しては、本年度は東北大学金属材料研究所に異動となった野尻研赤木助教との共同研究を計画した。具体的には我々が見出した新規マルチフェロイック物質の強磁場物性測定の計画を進めた。
- (2) 既に我々の研究室で見出しているマルチフェロイック物質に関して、学科内の黒江研との共同研究によって、電場の印加によって磁性の変化を観測することを目指した。本年度も継続して結晶が持つ電気分極（結晶極性）方向に起因する非相反電磁応答に着目し実験を進めた。
- (3) 本研究テーマは宇宙航空研究開発機構・東京理科大学との共同研究で、昨年度よりさらに高性能で実際に惑星探査機などに搭載可能な放射率可変素子を作製するために、日本特殊陶業株式会社との共同研究もスタートした。性能向上のために本年度はLa サイトへのBa置換、およびMn サイトへの2価,3価の不純物置換した化合物の作製に取り組んだ。
- (4) 本研究テーマは鹿児島大学（熱電材料）および東邦大学（誘電材料）との共同研究である。本学の装置を利用して比熱測定や誘電測定、結晶成長を共同研究によって推進した。

3. 2022 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

研究目標および計画に対応させて達成状況を簡単にまとめると、

- (1) 我々が見出した新規マルチフェロイック物質である  $\text{CaBaCo}_4\text{O}_7$  結晶の誘導化合物  $\text{CaBa}(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_4\text{O}_7$  ( $x=0, 1/4, 1/2, 3/4, 1$ ) 結晶を対象物質として物性研究所共同利用研究によって強磁場物性を明らかにしてきた。残念ながら本年度は強磁場 ESR の実験を行うことはできなかった。本年度も継続して母物質( $x=0$ )に関して、課題であった結晶方位を揃えたシングルドメインの結晶作製を中心に実験を行い、一軸圧力下でアニールを行うことにより、よりシングルドメインに近い結晶を得ることができた。さらに  $x=0$  以外の組成試料についてもシングルドメインの結晶作製を行い、磁気励起の全容を明らかにする予定である。
- (2) 本年度も引き続き  $\text{CaBaCo}_4\text{O}_7$  及び  $\text{CaBaFe}_4\text{O}_7$  結晶の電気磁気効果の極性依存性、すなわち  $c$  軸方向に自発電気分極を持つ極性結晶 (空間群  $Pbn2_1, P6_3mc$ ) の  $\pm c$  軸の 2 方向での非相反電気磁気応答を検討した。本年も上記(1)と関連して、よりシングルドメインに近い  $\text{CaBaCo}_4\text{O}_7$  結晶での極性依存性・非相反電磁応答を検討した。その結果、シングルドメイン化による特性向上の確認までは至っていないが、今後さらに試料作製方法を改良して磁気電気特性測定を進め、極性結晶での極性依存性・非相反電磁応答を明らかにしていきたいと考えている。
- (3) 本年度は昨年度に引き続き Mn サイトに今までテストしたことが無い不純物、具体的には  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  を検討した。その結果、 $\text{Cr}^{3+}$  の不純物置換で  $T_c$  の低下率が大きくなった。これは、Mn の平均価数+3.225 価に対して、価数のより低い 2 価の不純物を導入することによって、Mn ヘホールを実効的に導入することで、不純物導入による  $T_c$  の低下をホールドープによって補うことによって、 $T_c$  の低下を抑制することに成功したと言える。ただし昨年度同様 SRD の性能そのものは向上しなかったため、今後は Mn サイトの置換不純物として 3d 遷移金属元素だけで無くまだ調べられていない元素を中心に再検討を行う予定である。  
さらに本年度は La サイトにイオン半径が大きい Ba を置換することによって、平均イオン半径と置換イオンの分散を精密に制御することにより、過去に最も熱放射率変化の特性が高かった試料と同等の特性を持つ Ba を含む新しい Mn 酸化物試料の作製に成功した。
- (4) 本年も継続して、 $\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_{2+x}\text{O}_5$  結晶の磁気・輸送特性に関する鹿児島大学との共同研究、および  $\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x\text{TbO}_3$  結晶の磁気特性に関する東邦大学との共同研究を行い、研究成果を共著論文として公表した。



**4. 大学内外における共同的な研究活動**（共同研究，学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他，シンポジウム，講演会，セミナー開催などがありましたら，これに加えてください。）

（学内） 学科内の黒江研究室、足立研究室との学内共同研究を行い、共著で国際会議参加、論文発表等を行った。

（学外） 宇宙航空研究開発機構・東京理科大学と共同で「高機能放射率可変素子の開発」プロジェクトを継続している。昨年度より上記に加えて日本特殊陶業株式会社との共同研究もスタートした。また、継続して、東邦大学赤星研究室と機能性酸化物材料に関する共同研究、鹿児島大学奥田研究室と熱電材料に関する共同研究、東京理科大学齊藤研究室と光電子分光に関する共同研究、さらに東北大学金属材料研究所野尻研赤木助教と強磁場実験に関する共同研究の準備を行った。

また、上智大学が参画するスウェーデン・日本の二国間共同研究プロジェクト MIRAI2.0 の国際シンポジウム（2022年11月15-18日、九州大学）の Materials Science 部門の共同チェアとして、オーガナイザーを務めた。

**5. 教育活動**（担当した講義，実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動，またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

（学部） 基礎物理学、物質科学入門（パワーポイントの資料アップデート）、理科教育法Ⅰ、物理学実験演習Ⅲ（オンライン動画の作成）、卒業研究Ⅰ/Ⅱ、機能創造理工学実験・演習Ⅱ（計算機のテキスト修正、オンライン教材の作成）、身近な物理（オンライン動画の作成）、リサーチトライアルⅠ/Ⅱ。

（大学院） 物性物理 B、大学院演習Ⅰ A/Ⅰ B/Ⅱ A/Ⅱ B、物理学ゼミナールⅠ A/Ⅰ B/Ⅱ A/Ⅱ B、研究指導、修士論文。

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。）

2022年度も昨年度に引き続きコロナの影響で一部対面授業も増えてきたが、殆どの科目でオンラインやオンデマンド、ハイフレックス授業を余儀なくされた。オンライン授業では、なるべく一方的な講義を配信するだけにならないように、オンライン授業中に受講生が参加するクイズを行い、授業後に毎回レポート課題を課して、締め切り後にその

解説を行うなどして、対面授業以上にきめ細かな教育が出来たと考えている。また受講生も気軽にチャットで質問してくれるなど、オンライン教育の良い面も発見できたと思うので、次年度以降完全対面授業になってもオンライン教育の良い面は Moodle 等を利用して継続させたいと考えている。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員，事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。）

（学内） 4年次クラス主任、新英語コース立案委員会委員、理工就職担当・理工就職委員会委員、放射線安全管理委員会委員、SLO 企画委員会委員を務めた。

（学外） Physical Review Letters, Physical Review, Journal of the Physical Society of Japan, Journal of Physics: Condensed Matter 等の学術雑誌のレフリーを務めた。  
また上智大学が参画しているスウェーデン・日本二国間国際協力事業プロジェクト MIRAI2.0 の Materials Science 部門の共同チェアとして、二国間の国際ワークショップのオーガナイザーを務めた。

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）

所属 機能創造理工学科

氏名 後藤貴行

**1. 研究分野とキーワード** (一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。)

研究分野： 低温物性実験

キーワード： NMR、 $\mu$ SR、金ナノ粒子糖センサー、量子スピン磁性体、トポロジカル絶縁体、極低温、強磁場、超伝導、フラストレーション

**2. 研究テーマ** (簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士(博士)研究のテーマを記入してください。)

- A) p軌道量子スピン磁性体におけるスピンパイエルス転移 (修士)
- B) 金コロイドナノクラスターを用いた糖センサーの機構解明 (卒研)
- C) 対角相互作用によってフラストレートした二次元正方格子系の基底状態
- D) 競合鎖量子スピン磁性体におけるネマチック相の探索
- E) 高温超伝導体母物質のナノサイズ試料におけるサイズ効果
- F) ナノワイヤー次元磁性体におけるスピン緩和異常
- G) 幾何学的フラストレーションを有する低次元磁性体の基底状態 (卒研)

(展望)

「極低温・強磁場における新奇な基底状態の探索」をメインテーマとして研究を行っている。量子スピン磁性体・超伝導体の電子状態を、マイクロプローブである NMR 及び $\mu$ SR を用いて調べている。さらに最近、物質生命理工学科との共同研究で、金コロイド粒子を利用した糖センサーの NMR・ $\mu$ SR を用いた研究も進めている。

国内外の共同利用施設については、NMR について東北大学金属材料研究所強磁場施設、 $\mu$ SR については理化学研究所、ISIS/RAL、PSI など、国内外の研究施設と積極的に共同研究を進めており、これらの施設・国際学会に大学院生・学部生の派遣も行うなど教育活動にも力を入れている。

**3. 2021 年度の研究成果** (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。)

- A) の「p軌道量子スピン磁性体におけるスピンパイエルス」については、超酸化物(スーパーオキシド)のアルカリ金属化合物の NMR による研究を行っており、これまで高温での一次相転移で p 軌道の向きが変わることを明らかにした。本年度は、パイエルス転移状態でギャップが開いた状態でありながら磁気不均一が増大することを見出し、原因

を検討中である。

- B) の「金コロイドナノクラスターを用いた糖センサーの基礎物性」については、まず、金ナノ粒子の表面にフェロセン・Ru0等の磁性コンプレックスを凝集させた分子センサーの研究を、学内の競争的予算（下記）の支援を受けて開始した。これまで金ナノ粒子とボロン酸分子をつなぐアルキル鎖上の一次元スピン拡散を NMR 及び  $\mu$  SR で検証した。今年度は糖認識の有無に伴うボロン酸の電子状態の変化を NMR で明らかにした。
- C) の「対角相互作用によってフラストレートした二次元正方格子系の基底状態」では東工大との共同研究により、二次元正方格子磁性体の新規物質 SrLaCu(Sb, Nb)O6 について、エンドメンバーの磁気構造について、面間スピン構造が Sb 系と Nb 系とで異なることを明らかにし、論文が出版された。
- D) の「量子スピン磁性体におけるネマチック相の探索」については、これまで J1-J2 競合鎖 Cs 系について縦磁場  $\mu$  SR と NMR の結果を比較し、磁気転移が磁場誘起されることを見出した結果について取りまとめ中である。
- E) の「高温超伝導体ナノ粒子の電子状態」については、九州工大、理化学研究所との共同研究により、キャリア未ドーパの物質の反強磁性転移温度が粒径に顕著に依存し、さらに、低温で常磁性相と相分離していることを明らかにした。論文を投稿中である。
- F) の「ナノワイヤー一次元磁性体におけるスピン緩和異常」では芝浦工大との共同研究を始め、磁化測定、NMR 測定に着手し、今年度はリガンド分子がフェニルとナフチルの場合でスピン間相互作用が変わっている可能性があることを縦緩和時間 T1 の温度依存性から明らかにした。また、高温で横スピン緩和が異常に遅くなることを見出した。
- G) の「幾何学的フラストレーションを有する低次元磁性体の基底状態」では天然鉱石のガーネット。

#### 4. 大学内外における共同的な研究活動（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

- ・東北大学金属材料研究所における共同利用

研究部共同利用課題「金属微粒子を用いた糖認識センサーの機構解明を目指した基礎物性の研究」

強磁場センター共同利用課題「ナノサイズ金微粒子糖センサーの NMR」

- ・理化学研究所 客員研究員（ $\mu$  SR 実験）
- ・学術研究特別推進（代表 後藤貴行、分担、橋本剛）「ナノサイズ金微粒子を用いた糖認識センサーのデバイス化に向けた電子伝達機構の NMR 及び  $\mu$  SR による研究」

#### 5. 教育活動（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

- ・学部：環境問題と科学技術（全学共通科目、コーディネータ）、解析力学、統計力学、低温電子物性、機能創造理工学実験演習Ⅱ、物理学実験演習Ⅲ（主担当）
- ・学部（英語コース）：機能創造理工学実験演習Ⅱ
- ・大学院：低温物性、物理学ゼミナールⅡA/B、大学院演習ⅡA/B、物理学序論（輪講）を担

当。

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。)

学部の理工共通科目(解析力学・統計力学)及び学科専門科目の低温電子物性について、特に、最後の低温電子物性について講義内容を完全に一新し、金属電子論からスピン系へと変えた。量子コンピュータなど最新のトピックスも取り入れた。

また、学部英語コースを含む機能創造実験演習Ⅱについては、英文のテキストを改定配布した。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

- ・理工カリキュラム委員会委員、理工大学院資格審査委員
- ・上智大学洋弓部顧問 (2019年12月より)

(学外)

- ・研究費配分に関する教育研究環境検討委員会 (日本物理学会) 委員
- ・日本物理学会 第76期 JPSJ 編集委員 (Associate Editor)

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)  
特になし

所属 機能創造理工学科

氏名 坂間 弘

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 環境浄化の研究, 省エネの研究

キーワード： ハードディスク, 光触媒, 宇宙機コンタミネーション

**2. 研究テーマ**（簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

「マルチフェロイック材料の開発」

「宇宙機コンタミネーションの除去法の開発」

（展望）

- ①「マルチフェロイック材料の開発」 強磁性と強誘電性を同時に示す材料を開発して、現在のデバイスの容量を大幅に上回る集積度の新しいデバイスを作ろうとしている。
- ②光触媒を用いて宇宙機コンタミネーションの除去法を開発する。

**3. 2022年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。）

主に 上記2の「宇宙機コンタミネーションの除去法の開発」について研究した。

- ① 宇宙機コンタミネーションの除去法として使える光触媒の開発を行った。MoO<sub>3</sub> を試した結果、大気中で汚染物質の分解が可能であることがわかった。しかし、分解速度は製法（ゾルゲル法、スパッタリング法）によって違いがあることがわかった。

**4. 大学内外における共同的研究活動** (共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

学術研究特別推進費自由研究

**5. 教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

量子力学入門、機能創造理工学実験演習 2、物理学実験 3、身近な物理、電磁材料科学、デバイス物理

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

授業で使ったテキストを復習の便宜のために、moodle 上で pdf で配布する。シラバスの内容は 100%達成できた。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

全学協議会委員、学科入試委員、図書委員

(学外)

日本表面真空学会協議員。応用物理学会薄膜表面分科会幹事。

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

所属 機能創造理工学科

氏名 坂本 織江

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 電力系統の解析と制御に関する研究

キーワード： 電力系統、同期発電機、誘導機、同期安定性、風力発電、太陽光発電、瞬時値解析、実効値解析

**2. 研究テーマ**（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

「電力系統の解析・制御技術の高性能化」

- 電力系統によるエネルギー利用の安定化と高効率化
- 電力系統の解析技術の高性能化

（展望）

電力系統（電力システム）は、発電所・送配電設備・需要家などから構成される電気エネルギーを利用するための大規模なシステムである。電力系統では、電気エネルギーを効率よく安定に使い続けるために様々な制御技術が活用されている。電力系統の特性は電源の種類やネットワークの形、需要家の電気エネルギーの使い方などに応じて変わっていくので、制御技術もこれに応じて開発・改良していく必要がある。

制御技術の高性能化のためには、新しい技術を実際の電力系統に導入する前に、その効果や影響を解析・シミュレーションによって綿密に検証することが不可欠である。このため、解析技術の高性能化も制御技術の高性能化と並ぶ重要な研究テーマである。

本研究室では以上の理由から電力系統の解析・制御技術の高性能化を目指し、主に系統に外乱による大きな変動が生じた場合に電気エネルギーを安定に送り続けられるかどうかという同期安定性の観点から、発電機などの解析モデルの開発や制御方式の研究を行っている。解析においては、電力系統の現象を波形レベルで詳細に解析できる「瞬時値解析」と、大規模な系統の解析に向く「実効値解析」の双方を用いている。

**3. 2022年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

次のテーマに関する研究を行った



- ・ 瞬時値解析のための誘導機モデルの研究
- ・ 同期発電機と変動性再生可能エネルギーを含む系統の安定性
- ・ 超電導電力機器の導入による系統の安定化と運用可能範囲の拡大
- ・ 太陽光発電の大量導入に対応する電力変換器の制御
- ・ 風力発電を含む系統の安定化のためのエネルギー貯蔵装置の制御方法
- ・ 同期安定性と電力品質を総合的に考慮した需要地系統の運転方法
- ・ 系統の安定化や需給調整力の拡大に寄与する需要家機器の運転方法

**4. 大学内外における共同的な研究活動**（共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

研究推進センターによる年鑑の通り

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

電力系統工学、電力ネットワーク工学、電磁気学Ⅰ、  
電気電子工学実験Ⅰ、電気電子工学実験Ⅱ、卒業研究Ⅰ・Ⅱ、リサーチトライアル  
電気・電子工学ゼミナールⅠA・ⅠB・ⅠIA・ⅠIB、大学院演習ⅠA・ⅠB・ⅠIA・ⅠIB  
Electric Power System Engineering、Nuclear Energy Engineering（輪講）、  
Green Engineering Lab. 3（電気電子工学実験Ⅰの英語コース向け科目）

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。）

「電力系統工学」

3年次向け学科専門科目（300番台）であり、受講生のそれまでの履修内容と講義で扱う専門的な内容とのバランスを意識して授業を構成した。基礎的な内容から電力系統工学における実際の現象の理解や考察へと結びつけていくために、現在の電力系統における課題に関するレポートを課した。

“Electric Power System Engineering”

英語コースの3年次生向けの学科専門科目である。学生への課題として1つの国または地域の電力系統の特徴と課題に関する発表を課しており、学生にも好評であるので来年度以降も続けたい。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。）

(学内) 科学技術国際交流委員会 (STEC) 委員  
理工予算・会計委員会 委員  
理工スーパーグローバル委員会 委員  
理工カリキュラム委員会 委員  
Green Engineering Program 3・4年次生 (2019年9月・2018年9月入学) 担任

(学外) 2022年電気学会産業応用部門大会実行委員会 幹事  
電気学会 産業応用部門論文委員会 委員  
電気学会 東京支部学生員委員会 委員  
電気学会 東京支部学会活動推進員  
CIGRE SC C1 国内分科会委員  
電力広域的運営推進機関 広域系統整備委員会 委員  
日本産業標準調査会 標準第二部会 スマート・システム標準専門委員会 委員  
経済産業省 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会  
電力安全小委員会 委員  
同委員会 電気保安制度ワーキンググループ 委員  
同分科会 産業保安基本制度小委員会 委員

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

Department: Department of Engineering and Applied Sciences

Name: Edyta Dziemińska

**1. Please specify research area and keywords** (Please indicate research area and include more than one keyword so that the general public can understand.)

Research area: Detonation, Combustion, Shock waves

Keywords: detonation, deflagration, shock wave, boundary layer, reactive mixtures, ignition, flame acceleration, UAV

**2. Research theme** (Please itemize your research themes and describe the medium- and long-term prospects of your research. If necessary, please specify the theme of your undergraduate research or research in master's (doctoral) program.)

1. Obstacles and grooves influence on flame and detonation propagation (graduate school research) (undergraduate research)
2. AMR combustion code development (graduate school research) (undergraduate research)
3. Hypersonic shock waves in CO<sub>2</sub> and air (graduate school research) (undergraduate school research)
4. Conceptual design of small UAV with distributed electric propulsion (graduate school research) (undergraduate research)
5. Rotating detonation engine (graduate school research) (undergraduate research)

(Prospects)

Deflagration-to-detonation transition (DDT) is one of the most important subjects of detonation study. When we will be able to control and fully predict it, the detonation can be safely used in everyday devices. Our interest is the auto-ignition phenomenon as well as using hydrogen as a future fuel.

Currently, hydrogen as alternative energy is progressing in research because it is an energy-efficient gas. While the realization of technology using hydrogen is progressing, hydrogen is hiding the potential of an unexpected explosion. In our study, we concentrate on detonation initiation and its connection with wall roughness.

Numerical analysis shows that deflagration-to-detonation transition can be triggered by shock wave boundary layer interaction (SWBLI). Computationally obtained images are quite similar

to experimental results. Lately, our interest falls also into acetylene combustion as a very energetic fuel so the development of a reduced chemical combustion model is essential.

The conceptual design of a small UAV with distributed electric propulsion was tested numerically for using Tohoku supercomputer. The main goal of this project was to develop a small UAV which can fly over disaster areas and collect data using, for example, a radiation sensor. For evaluation of our work, we also use software calculating aircraft performance developed at Warsaw University of Technology.

**3. Research results for fiscal year 2022** (Please make sure that you enter a list of publications, conference presentations, and other achievements into the Sophia University Teaching Staff Educational Research Information Database. In the response sheet, please specify how much you have achieved either in text or in bullet point).

1. Yariwake, Dzieminska, Yakeno, Goetzendorf-Grabowski. Conceptual Design of a Box Wing UAV with Distributed Electrical Propulsion. Nineteenth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan, 2022.
2. Fukuda, Sato, Nagao, Itoh, Dzieminska. Water-Cooled Rotating Detonation Engine. 28th International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reactive Systems, Naples, Italy, 2022.

**4. Collaborative research activities both on and off campus** (Please itemize your joint research, on-campus joint research, and others, if applicable. Should there be any symposium, lecture or seminar you participated in, please specify them as well.)

Collaborative research with

1. Prof. Tomasz Goetzendorf-Grabowski (Warsaw University of Technology)
2. 水書 稔治 教授 (東海大学)
3. 大林 茂 教授、焼野 藍子 助教 (東北大学)
4. 森井雄飛 助教 (東北大学)
5. 林 光一 (Cosmosilva)

**5. Educational activities** (Please specify the subjects you were in charge of, such as lectures, experiments, and practical training sessions. If applicable, please add seminars or off-campus educational activities other than your lectures and text or material preparations.)

1. English for Science and Engineering (Undergraduate school)
2. English for Science and Engineering (Graduate school)
3. Topics of Green Engineering 1 (Undergraduate school)

4. Basic Physics 1 (Undergraduate school)
5. Engineering and Applied Sciences Lab 1 & 2 (English group) (Undergraduate school)
6. Aircraft Design with Mechanics of Flight (Undergraduate school)
7. Numerical Analysis (Undergraduate school)
8. Seminar in Mechanical Engineering (Undergraduate school)
9. Application of Mechanical Engineering (Graduate school)
10. Graduation research 1 & 2
11. Master's Thesis Tutorial and Exercise
12. Advanced Fluid Engineering

**6. Self-evaluation of educational activities** (For main classes you were in charge of, please evaluate your educational activities based on the results of course evaluations (survey), tests, exercises, and assignments carried out in the classes, results distributions, and so on. And please specify the effect of point that you devised and future refinements. Also, please assess syllabus achievement.)

In general, classes get a good response from students. For one class I implemented a new learning method called flipped classroom, which benefits students more than a regular class. My sabbatical leave started in the Autumn semester.

**7. Activities other than educational research** (Please specify membership in both on- and off-campus committees and secretariats, if applicable. Please include such roles as homeroom teachers or membership in working groups as well.)

(On-campus)

Member of Sophia Sci-Tech Magazine, EMI-Share Working Group, SuperGlobal committee.

(Off-campus)

1. 燃焼学会
2. 日本航空宇宙学会
3. The Combustion Institute
4. AIAA

**8. Social contribution activities and others** (Should there be any item that is not included in the aforementioned, please specify as needed.)

The organizer of Polish charity even WOŚP 31<sup>st</sup> Grand Final (7<sup>th</sup> Grand Final in Japan) - a charitable fundraiser for specialized diagnostics units for Polish public hospitals for children.

所属 機能創造理工学科

氏名 下村 和彦

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 光集積回路の研究、光配線技術、光通信用デバイスの研究、  
半導体ナノ構造結晶技術

キーワード： 光通信、光デバイス、半導体レーザ、光スイッチ、波長分波器、  
広帯域光源、量子ドット、量子井戸、有機金属気相成長法、  
選択成長、ナノワイヤ

**2. 研究テーマ**（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

- ・シリコン基板上半導体レーザ
- ・シリコンプラットフォームへの InP 系光デバイス集積化技術
- ・有機金属気相成長法による選択成長技術
- ・自己触媒 InP ナノワイヤの結晶成長技術
- ・GaAs, GaInP 半導体結晶の成長条件
- ・自己触媒 GaAs ナノワイヤの結晶成長技術
- ・太陽電池デバイスの試作
- ・人工葉デバイスの試作

（展望）

シリコンプラットフォームへの InP 系半導体レーザ集積化に関する研究を継続して行っている。これはわれわれが提案した、シリコン基板に薄膜 InP を直接貼付けした InP-Si 基板を作製し、この基板上に結晶成長を行い、各種光デバイスを集積化する方法である。

2022 年度は歪量子井戸構造の歪量とレーザしきい値の関連に関する研究を継続して行なった。シリコン基板上量子井戸レーザの井戸層に歪を導入した歪量子井戸レーザの歪量としきい値電流の関係について InP 基板上レーザとの比較検討を行った。またしきい値電流の低減および単一モード光ファイバとの結合のために、半導体レーザの横モードを制御する電流狭搾構造として、リッジ構造、埋込構造の試作、特性比較を行った。

また理論検討として、InP 薄膜とシリコン基板界面に発生するボイド（気泡）を含めた導波路散乱損失の数値計算、またこの散乱損失を含めた半導体レーザの利得、しきい値電流の数値計算を行った。

自己触媒による InP ナノワイヤの成長に関する研究を継続して行っている。自己触媒 InP

ナノワイヤをコアとした、コア-シェルナノワイヤ構造の作製において、In 触媒をエッチングによって除去した後、再成長によってシェル層を成長する構造を検討した。またデバイス化のために、InP コアの下部を絶縁膜によって埋込み、これにコア-シェルナノワイヤ構造を再成長する構造を検討した。

太陽電池、人工葉デバイスの研究のために、半導体結晶成長および太陽電池デバイスの試作を行った。GaAs 基板上 GaInP 結晶の成長条件を検討し、太陽電池デバイスの試作、発電特性を確認した。

**3. 2022 年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

シリコン基板上半導体レーザに関して、原著論文 1 件、国際会議発表 2 件、国内学会発表 3 件を行った。

自己触媒ナノワイヤに関しては、国内学会発表 1 件を行った。

**4. 大学内外における共同的な研究活動**（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

原著論文 1 件は、インドの Sacred Heart College の Dr. PERIYANAYAGAM, Gandhi Kallarasan 氏との国際共著論文である。

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

（学部講義）

電磁波伝搬の基礎、光電磁波伝送工学、ナノテクノロジー（全学共通、7回）、電気電子工学実験Ⅲ、機能創造理工学実験・演習Ⅱ、ゼミナール、卒業研究

（大学院講義）

光導波工学、大学院演習、電気・電子ゼミナール、研究指導

2022 年度は対面授業を中心として行い、コロナ感染者に対しては、Zoom によるハイブリッド授業を行った。講義資料は Moodle によって配布し、その資料は講義室ではプロジェクタによって投影し、Zoom によるオンライン授業においては画面共有して行った。ホワイトボード・黒板に板書した内容はカメラによって同時中継し、板書内容が分かるように配慮した。

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レ

ポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。(あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

「電磁波伝搬の基礎」は受講者が55名であり、昨年度よりも増加した。講義内で小テストを実施し、講義内容を理解するための演習を行った。ほぼシラバス通りの内容を実施できた。

「電子デバイス」は71名の受講者であり、昨年度よりも大幅に増加した。小テストを実施し、講義内容に関連する演習を行った。講義の前半の内容に関して中間試験を実施した。ほぼシラバスの内容を実施できた。

「光電磁波伝送工学」の受講者数はコロナ前とほぼ同数に戻った。講義内容に関連したレポート課題を2回行った。ほぼシラバス通りの内容を実施できた。

「ナノテクノロジー」は後半7回の講義を担当した。本年度の受講者も35名と、2021年度同様に低人数であった。毎回穴埋め式の簡単な小テストを行った。実際に使用している半導体基板、光露光用マスクを回覧し、少しでもナノテクノロジーについて理解度を上げるよう工夫した。内容に関してレポート課題を出したが、こちらの意図とは異なる回答内容が多く、次年度は講義時間内で行うリアクションペーパーの提出に戻すことを考えている。シラバスの内容に関してはほぼ実施できた。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

理工学研究科専攻主任

(学外)

一般財団法人光産業技術振興協会フォトニックデバイス・応用技術研究会代表幹事

国立研究開発法人 情報通信研究機構 外部評価委員

情報通信研究機構委託研究 研究開発運営委員会委員

第70回応用物理学会春季学術講演会現地実行委員会副委員長

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

特になし



所属 機能創造理工学科

氏名 鈴木 隆

## 1. 研究分野とキーワード

研究分野： エンジンシステム，冷凍機 など

キーワード： カーボンフリー、エンジン、高効率化、機械学習、冷凍機 など

## 2. 研究テーマ

- 「アンモニアを燃料としたカーボンフリーエンジンの開発」
- 「深層学習によるエンジン性能の推定」
- 「核沸騰熱伝達コントロールに向けた現象解明とモデル化」
- 「エンジンシリンダ内部のガス流動解析」
- 「燃料噴霧の粒径と速度の同時計測に関する研究」

(展望)

温暖化を抑止するためには二酸化炭素の排出量を低減する必要がある。そのため、燃焼しても二酸化炭素を排出しないアンモニアを燃料としたカーボンフリーエンジンの開発することは、二酸化炭素の排出抑制のために有望である。また、アンモニアの着火遅れ機構は温度により複雑に変化するため、本年度より新たに深層学習を用いた研究を開始した。一方、エンジンの高効率化による二酸化炭素の排出抑制に関しては、核沸騰熱伝達を用いた熱マネジメントが有効であることから、核沸騰現象を制御するためのモデルを研究している。シリンダ内部のガス流動解析および燃料の粒径・速度はエンジンの排気ガス性能を向上させるために重要である。エアコンに使用される冷凍サイクルの性能向上も、自動車の総合効率に大きな影響を与えることから、二酸化炭素の排出量低減のために重要と考えている。

## 3. 2022年度の研究成果

- 「アンモニアを燃料としたカーボンフリーエンジンの開発」の研究では、定容燃焼器と実機エンジンを用いて実験を行った。定容燃焼器実験では酸素・アンモニア混合気が自己着火により急速燃焼していることが確認された。また、アンモニアとガソリンの混焼燃焼実験では、アンモニアを 70%程度混焼することが可能であることを明らかとした。また、深層学習を用いることにより、シリンダ内圧力履歴、熱発生率などを推測できることを明らかにした。

- 「核沸騰熱伝達コントロールに向けた現象解明とモデル化」の研究では、平板流路加熱実験装置を用いて実験を行った。その結果、腐食、冷媒成分、流速、サブクール度、圧力、表面粗さが、壁面熱流束に与える影響について明らかとすることができた。また、深層学習により気泡の発生数、発生周波数などを算出した。
- 「シリンダ内ガス流動の解析」の研究では、PIVを用いてヘリカルポートとタンジェンシャルポートから流入する流体の干渉について検討した。本年度はヘリカルポートとタンジェンシャルポートの流量を変化させることにより、シリンダ内に形成されるスワール流や乱れ強さが変化することを明らかにした。
- 「燃料噴霧の粒径と速度の同時計測に関する研究」の研究では、吸気バルブへの噴霧衝突角度の変化が粒子径・速度に与える影響について検討した。その結果、噴霧外縁部でザウター平均粒径および合体確率が大きく、合体確率より粒子の衝突・合体が生じていることが推察された。

#### 4. 大学内外における共同的な研究活動

- ソフィステイクートエネルギー研究拠点「アンモニアを燃料としたカーボンフリーエンジンの開発」研究代表者
- AICE 次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築 共同研究者
- 科研費 基盤研究 C 「ゼロエミッションに向けた冷間始動可能な予混合圧縮着火アンモニア燃焼エンジンの開発」共同研究者

#### 5. 教育活動

##### 【講義科目】

- 工業熱力学
- 熱エネルギー変換
- 機械システム設計の基礎
- グローバル企業のビジネス展開（コーディネータ）
- 数値伝熱工学
- 理工概説（分担）
- 燃焼工学特論
- 熱エネルギー変換工学特論
- Thermal energy conversion
- Master's thesis tutorial and exercise
- DR. DISSERTATION TUTORIAL AND EXERCISE

##### 【実験科目】

- 機能創造理工学実験・演習 1
- Engineering and applied sciences lab. 1

### 【ゼミナール】

- 機械工学ゼミナール I A、I B、II A、II B
- 大学院演習 I A、I B、II A、II B
- DR. THESIS GUIDANCE
- Seminar in green science and engineering 1A、1B、2A、2B
- 機械工学輪講
- リサーチトライアル春・秋

### 【その他】

- UD トラックス・インターンシップ コーディネーター
- 学生フォーミュラ活動の教育支援

## 6. 教育活動の自己評価

- **工業熱力学** 毎回の講義後にリアクションペーパーを行うことにより、受講者の理解を高めることができたと考えている。また、講義動画を Moodle に掲載することにより、繰り返し学習の機会を与えることができた。
- **熱エネルギー変換** 関連動画を視聴した後に授業を行うことにより、受講者の興味と理解を深めることができた。また、講義動画を Moodle に掲載することで繰り返し学習の機会を与えることができた。
- **機械システム設計の基礎** 対面講義であったことから、学生の理解度を高く保つことができた。それにより、提出課題の達成度も向上した。
- **グローバル企業のビジネス展開** 多数の講師が入れ替わることにより、新しい視点でダイバーシティやインクルージョンを含めた、グローバル企業としての企業活動について充実した内容で講義を行うことができたと考えている。
- **数値伝熱工学** 身近にある伝熱現象を、エクセルを用いた理論解析と有限要素解析の両方を行うことにより、受講者が興味を持って参加できるような講義とした。
- **理工概説** 工業熱力学、熱エネルギー変換、伝熱工学など、熱工学の基礎となる知識について、身近にある現象を例にして解説した。
- **熱エネルギー変換工学特論** 対話形式の講義とすることにより、講義に関する興味を引き出すことができたと考えている。
- **燃焼工学特論** 対話形式の講義とすることで、受講者の興味を引き出すことができたと考えている。
- **Thermal energy conversion** 関連動画を視聴した後に授業を行うことにより、受講者の興味と理解を深めることができた。また、講義動画を Moodle に掲載することにより、復習が容易となるようにした。

## 7. 教育研究以外の活動

(学内)

- 全学安全委員会・委員
- 労働者代表委員会・委員
- 機械工学領域・領域主任
- テクノセンター・センター長
- 理工学振興会・会長
- クラス担任 (3年次)

(学外)

- 自動車技術会・学生フォーミュラ大会戦略委員会・委員
- 自動車技術会・学生フォーミュラ大会スポンサーシップ委員会・委員
- 自動車技術会関東支部・理事
- 自動車技術会関東支部試走会ワーキンググループ・委員
- 自動車技術会学生自動車研究会・参事

## 8. 社会貢献活動、その他

- Elsevier reviewer
- SAE international reviewer

所属 理工学部 機能創造理工学科

氏名 曹 文静

**1. 研究分野とキーワード** (一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。)  
制御工学、自動車の挙動制御、自動車のパワートレイン制御、ハイブリッド自動車、最適制御、モデル予測制御、電気自動車とソーラーパネルを電力源とするマイクログリッドの統合制御、ロボット制御

**2. 研究テーマ** (簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士(博士)研究のテーマを記入してください。)

1) 緊急車両の挙動を考慮した自動車の最適車線変更及び挙動計画

制御手法の渋滞緩和、燃料消費削減に置ける有効性と有効な交通流量範囲を解明することを最終的な目標としています。

2) ハイブリッド自動車の燃費等を改善するためのパワートレイン最適制御手法の構築

本来のルールベース制御手法を構築し、燃費等を改善するためのパワートレイン最適制御手法を構築し、最適化による燃費等の改善余地を明確にすることができます。

3) 災害地や過疎地のためのEVによる電力配達の配達ルートの最適化

災害地や過疎地のエネルギー供給システムの構築と最適制御ができるようになります。

4) 介護のための車いすの自律走行とタスク割り当ての最適化

最終的に介護施設で介護者の補助と介護利用者の満足度の向上に貢献することを目的とします。

**3. 2022年度の研究成果** (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。)

#### 雑誌論文 (査読あり)

[1] S. Yoshinaka, S. Narisawa, and T. Yuno, W. Cao and M. Mukai and T. Kawabe, Model predictive eco-driving control of internal-combustion-engine vehicles equipped with CVTs in car-following scenarios, SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, 16(1), pp.109-116, 2023, Taylor & Francis, <https://doi.org/10.1080/18824889.2023.2188976>.

[2] YeweiYu, ChenZhang, WenjingCao, XiaoliangHuang, XiuyuZhang, MiaoleiZhou, Neural Network Based Iterative Learning Control for Magnetic Shape Memory Alloy Actuator with Iteration-Dependent Uncertainties, Mechanical Systems and Signal Processing 187, 2023 March, 109950.

- [3] Shimada Natsuki, Wenjing Cao, Yu Zhang, Optimal assignment method for mobile assistive robots using matching theory, *Artificial Life and Robotics*, 28, pages199–207 (2023).
- [4] Yifan Wang, Miaolei Zhou, Dawei Hou, Wenjing Cao, Xiaoliang Huang, Composite Data Driven-Based Adaptive Control for a Piezoelectric Linear Motor, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 71, 2022 Nov. 3527912.
- [5] Wenjing Cao, Hanqing Zhao, Lane change algorithm using rule-based control method based on look-ahead concept for the scenario when emergency vehicle approaching. *Artif Life Robotics* 27, 818–827 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10015-022-00783-6>
- [6] Shuang Gao, Ruxin Dai, Wenjing Cao, Yanbo Che, Combined Provision of Economic Dispatch and Frequency Regulation by Aggregated EVs Considering Electricity Market Interaction, *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 2022 Aug..
- [7] Wenjing Cao, Tsuyoshi Yuno, Taketoshi Kawabe, Pulse and glide strategy analysis based on engine operating point during pulse mode, *European Journal of Control*, Volume 65, May 2022, 100629.
- [8] Wenjing Cao, Taketoshi Kawabe, Tsuyoshi Yuno, Xiaoliang Huang, Fuel consumption reduction effect of pre-acceleration before gliding of a vehicle with free-wheeling, *Control Theory and Technology*, **20**, pages235–247 (2022).

#### 国際学会（査読あり）

- [1] Wenjing Cao, Bo Zhang, Masakazu Mukai, Analysis of impacts of road slope on the fuel-saving potential and the most fuel-economic manner of pulse and glide strategy for an Internal-combustion-driven vehicle, 1st IFAC Workshop on Control of Complex Systems (COSY 2022) 2022 Nov..
- [2] Wenjing Cao, Rintaro Goto, Tsuyoshi Yuno, Taketoshi Kawabe, An Energy Management Method That Optimizes the Ignition On/Off Timing of a Series-Type Hybrid Electric Vehicle, SICE Annual Conference 2022 (SICE2022) 2022 Sep..
- [3] Zhenhui Xu, Wei Wang, Kai Zhao, Edyta Dzieminska, Wenjing Cao, Tielong Shen, A Feedback Control Scheme for Distributed Energy System Used Waste Incinerator, 2022 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET), 2022 Jul..
- [4] Wenjing Cao, Bo Zhang, Masakazu Mukai, Analysis of fuel efficiency characteristic of an internal-combustion-engine-driven vehicle using pulse and glide strategy driving on a slope road, The 13th Asian Control Conference (ASCC 2022) 2022 May.

#### 国内学会（査読なし）

- [1] 渋滞状況を考慮した EV による電力配達の最適経路計画アルゴリズムの構築  
小笠原 眞友, 曹 文静, 黒岩 凜, 張 雨、第 10 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム 2023、2023 年 3 月、2A5-4.
- [2] ELM による家庭の電力需要量の推定に基づいた EV の電力配達経路の最適化  
黒岩凜, 曹文静, 小笠原眞友, 張雨、第 10 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム 2023、2023 年 3 月、2M5-1.

#### 4. 大学内外における共同的な研究活動（共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

##### 共同研究

学内共同研究：ブランディング後続事業のエネルギーグループで過疎地や災害時のエネルギー供給システムの構築と制御  
ブランディング後続事業のナイジェリアの食材配送のためのソーラーパネル発電によるハイブリッド型冷蔵トラックの構築と制御

学外共同研究：ハイブリッド自動車のリアルタイム最適制御に関する研究（九州大学）

##### 国際学会実行委員

1. SICE AC 2022
2. 電気学会産業応用部門大会 2022
3. IFAC NMPC 2024

##### 研究会委員

自動車技術会 自動車制御とモデル研究部門委員会 委員  
モデル予測制御の理論と応用調査研究会 幹事

#### 5. 教育活動（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

##### 単独担当科目

- 1) <理工共通>数学 AI（線型代数）
- 2) システム解析の基礎
- 3) ロボット工学
- 4) 制御工学特論 A
- 5) 大学院演習 IA

- 6) 大学院演習 IIA
- 7) 機械工学ゼミナール IA
- 8) 機械工学ゼミナール IIA
- 9) 卒業研究 I
- 10) 大学院演習 IB
- 11) 大学院演習 IIB
- 12) MASTER'S THESIS TUTORIAL AND EXERCISE 1A
- 13) SEMINAR IN GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 1A
- 14) 卒業研究 I
- 15) GRADUATION RESEARCH 1
- 16) リサーチトライアル秋

#### 共同担当科目

- 1) <理工共通>数学演習 I
- 2) 持続可能な社会に向けたものづくり：自動車技術
- 3) 機械工学輪講
- 4) ADVANCED MECHANICAL ENGINEERING 2
- 5) つくる II (キャリア形成 II)
- 6) GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 1

#### 実験科目

- 1) 「機械創造工学実験」の中の「ロボットの制御」
- 2) 「GREEN ENGINEERING LAB. 2\*」の中の「Robot Control」

上記各科目のテキストのオンライン版の作成と見直しを行いました。

また、下記実験科目の計画と指導書の作成、修正およびオンデマンド用の資料とビデオを作成しました。

「機械創造工学実験」の中の「移動型ロボットの走行制御実験」の部分

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。) 今年ハイフレックス講義、オンデマンド、対面講義など多様な形式で、講義や実験科目を行いました。ハイフレックスなどの方法で講義を行うことで多様な状況への対応が必要で、色々経験しました。それに応じて、講義の質を保つ上で学生の負担を最小化するように工夫しました。また、オンデマンドやハイフレックス講義で、講義資料のオンライン版を作



成と修正しました。その中なるべく講義の質が高くなるように、講義のやり方、課題の構成などをいろいろ工夫しました。それで、オンデマンドやハイフレックス講義のやり方も身につくようになり、講義において、学生の負担と悩みもわかるようになりました。

また、なるべく学生の質問にタイムリーに回答をするように工夫しました。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。）

（学内）

学内で下記のことを担当しました。

広報委員会 委員

理工学振興会 委員

（学外）

国際学会実行委員

1) SICE AC 2022

2) IFAC NMPC 2024

3) 電気学会産業応用部門大会 2022

研究会委員

自動車技術会 自動車制御とモデル研究部門委員会 委員

モデル予測制御の理論と応用調査研究会 幹事

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）

The 31<sup>st</sup> Grand Finale of the Great Orchestra of Christmas Charity in Tokyo への参加  
と寄付

その他 Wiki への寄付等

所属 機能創造理工学科

氏名 高井 健一

### 1. 研究分野とキーワード (一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。)

研究分野：材料工学に関する研究，水素脆性に関する研究，水素エネルギー材料に関する研究

キーワード：水素脆性，高強度鋼，金属材料，力学特性，水素エネルギー材料，水素分析

### 2. 研究テーマ (箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士(博士)研究のテーマを記入してください。)

- ① 繰り返し予負荷した高強度鋼の水素による延性低下と格子欠陥生成促進との関係解明
- ② 焼戻しマルテンサイト鋼中の水素存在状態解明
- ③ 低温TDSを用いた結晶粒界と水素の相互作用解析
- ④ 各種トラップサイトを含んだ鋼の低温TDSを用いた水素存在状態解析
- ⑤ 冷間伸線パーライト鋼の水素脆化感受性評価
- ⑥ 曲げ試験による自動車用高強度薄鋼板の水素脆化感受性評価
- ⑦ 高強度鋼の応力下における水素状態解析
- ⑧ 高強度鋼中の転位すべりと空孔形成に及ぼす水素の影響
- ⑨ 自動車用鋼板の水素脆化感受性評価とその機構解明
- ⑩ 鉄の水素存在状態および水素脆化に及ぼす固溶Cr, Moの影響
- ⑪ V, Mo添加高強度鋼の水素存在状態解析と水素脆化感受性評価
- ⑫ 高強度鋼の水素脆化に及ぼす温度の影響
- ⑬ 動的ひずみ時効による高強度鋼の遅れ破壊感受性低減

「金属材料の環境脆化」に関するテーマで研究に取り組んでいる。特に、金属材料の水素脆化に注目しており、CO<sub>2</sub>排出低減を可能にする自動車の軽量化を実現するには材料の水素脆化を克服する必要がある。また、石油に代わるエネルギーとして水素が注目されており、水素エネルギー社会を実現させるためには、やはりインフラ材料の水素脆化を防止する必要がある。そこで、①水素脆化メカニズムの解明、②自動車の軽量化に向け耐水素脆化特性に優れた高強度鋼の創製、③水素エネルギー社会実現に向けたインフラ材料の構築について研究している。

### 3. 2022年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

上記、①水素脆化メカニズムの解明、②自動車の軽量化に向け耐水素脆化特性に優れた高強度鋼の創製、③水素エネルギー社会実現に向けたインフラ材料の構築について研究の3つに関して、着実に成果が得られつつある。

**4. 大学内外における共同的研究活動**（共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

2022 年度に日本鉄鋼協会 研究会Ⅱ「水素脆化評価法に必須の要素技術の抽出」が採択され、大学・国研8機関、企業4社との共同研究の主査として本研究テーマについて研究活動を開始した。

また、招待講演、依頼講演、セミナー講師などを引き受けた。

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

マテリアルサイエンス、エネルギーと材料、Energy & materials、理工学概説、機能創造理工学実験・演習 2、機械工学輪講、持続可能な社会に向けたものづくり：自動車技術、材料工学特論、他

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。）

授業アンケートの結果、マテリアルサイエンス、エネルギーと材料、Energy & materialsのいずれの科目とも、「設問 No. 18：総合的に見てこの授業はよかったか」において4以上であり、学生からのアンケートを基に少しずつ改善した効果が表れた。今後、さらにアンケートの結果を基に改善していく計画である。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。）

（学内）

理工学研究科委員長、その他、職責に伴う委員

（学外）

2008年～（一社）日本鉄鋼協会評議員

2022年4月～（一社）日本鉄鋼協会 研究会Ⅱ「水素脆化評価法に必須の要素技術の抽出」  
主査

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）

日本金属学会主催の若手研究者育成に向けたセミナーとして、「水素脆性の基礎」の講師を引き受けた。

また、日本鉄鋼協会にて主に企業研究者向けに「水素脆性」に関するシンポジウムを開催した。133名の参加者があり、最先端の研究動向について解説した。

所属 機能創造理工学科

氏名 高尾智明

## 1. 研究分野とキーワード

研究分野： 応用超伝導の研究

キーワード： 超伝導，超電導，エネルギー，電力，省エネルギー，再生可能エネルギー，新エネルギー，輸送，磁気浮上，風力発電，NMR，MRI，Bi，YBCO，Vectran，Vecurus

## 2. 研究テーマ

「レーザー加工 REBCO 細線を用いた低融点金属複合による多芯線材化」 「JT-60SA コイル内の最大温度差条件による冷却速度への影響」 「intra-Layer No-Insulation(LNI) REBCO レイヤー巻きコイルにおける接触抵抗率に関する基礎的研究」 「JT-60SA の電源を用いた CS の過渡応答および共振現象解析」 「高温超伝導コイルの熱的安定性に向けた LCP-FRP の熱歪み評価」 「銅テープ共巻きコイル法における HTS コイルのクエンチ保護法に関する研究」 「導電性エポキシを用いた接触抵抗率制御技術の構築～抵抗可変 LNI-REBCO コイルの開発を目指して～」 「フライホイールを連結した超伝導誘導機による無停電電源の検討」 「面積流量計の磁気分布解析」 「HTS バルクを用いた吸引型磁気浮上システムにおけるレーストラックコイル複数配置時の浮上力特性評価」

(展望) 外部機関との連携を重視した研究を遂行している(機関名は4にて記載)。着実な教育研究の成果をあげていると言え、今後もこの方針を継続する。

## 3. 2021 年度の研究成果

上記の研究テーマについて、遂行中の内容を国際学会MT27(11月, 博多), 国内の電気学会(7月オンライン)などで発表し、また米国 IEEE 誌に研究論文が掲載された。また、指導した大学院生が電気学会若手優秀発表賞を受賞した。

## 4. 大学内外における共同的研究活動

新潟大学，産業技術総合研究所，量子科学技術研究開発機構，物質材料研究機構，核融合科学研究所，鉄道技術総合研究所，クラレ

## 5. 教育活動

理工学概説，電気回路Ⅱ，発電・送電工学，卒業研究Ⅰ・Ⅱ，電気電子工学実験Ⅰ・Ⅱ，Green Engineering Lab. 3，(院)超伝導工学，大学院演習Ⅰ・Ⅱ，ゼミナールⅠ・Ⅱ

## 6. 教育活動の自己評価

理工学概説：新1年向け導入教育の授業でありテーマの選定に留意した。

電気回路Ⅱ：演習を積極的に実施した。学力向上に効果的であり、今後も継続する。(学生評価のBest 5に入り、教授会で表彰された実績あり)

発電・送電工学：一方向授業にならぬ様、レポートやリアペにより学生の理解度を測った。

その結果、学生からは「対面とオンラインの授業で質に差がない点が良い」との高評価。なお、コロナ禍のため実施できなかったが、学外施設の見学は有用であり、今後も実施の可能性を探る。

## 7. 教育研究以外の活動

(学外) 電気学会 代議員, 電力エネルギー部門研究調査運営委員会委員,  
超電導機器技術委員会幹事, 低温工学超電導学会発表賞推薦委員

## 8. 社会貢献活動、その他

所属 機能創造理工学科

氏名 高柳 和雄

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 原子核物理学、凝縮系物理学、数理物理学

キーワード： 有効相互作用、逆散乱理論

**2. 研究テーマ**（簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

① 「有効相互作用」

② 「逆散乱理論」

（展望）

量子力学の多体問題については、①「有効相互作用」という概念をキーワードにした研究を行っている。**Rayleigh-Schroedinger** 型の理論形式では有効相互作用の一般的な摂動理論を完成させており、その多体系への応用として、（これまで知られている形での）Linked-diagram の定理の簡明な証明を与えた。次のステップとして、この定理を完全なものにすることにより、現在では未完成なまま使われている「多体系での有効相互作用」の完成を目指している。②の逆散乱理論においては、運動量空間で理論を構築することにより、half-on-shell の T 行列が満たすべき必要十分条件（一般化された光学定理）を導出した。また、その直接的な応用として、T 行列に基づく逆散乱理論の大枠を完成させている。さらに、一般化された光学定理を逆散乱問題だけではなく一般のポテンシャル変換理論へ応用した理論形式も完成しつつある。

**3. 2022 年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。）

本研究室で完成させた一般化された光学定理とその応用について、以下の学会で発表を行った。

1. 日本物理学会 2022 年次秋季大会、2022 年 9 月 6 日—2022 年 9 月 9 日、岡山大学

なお、この発表内容は英文誌 Progress of Theoretical and Experimental Physics に投稿中である。

4. **大学内外における共同的研究活動** (共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

5. **教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

機能創造理工学実験・演習 1、Engineering and applied sciences lab.1、量子力学 1、量子物理及び演習、数理物理、量子多体問題、物理総合、物理学序論

6. **教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

2022 年度は対面授業が始まったものの、ハイフレックス講義が必要な場合もあり、前年度に引き続いて学生に配布する講義資料をかなり多く作成した。その効果もあり、授業シラバスに記載した内容にほぼ沿った形で講義ができたと考えている。2023 年度は対面授業のみになる予定であるが、これらの講義資料が学生にとって有効に使えるように考えていきたい。

7. **教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

理工入試委員会、テイヤール・ド・シャルダン委員会

(学外)

8. **社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)



所属 機能創造理工学科

氏名 竹原 昭一郎

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 機械力学，人間工学，マルチボディダイナミクス，感性工学

キーワード： 自動車，鉄道，人体モデル，テザー，スポーツ

**2. 研究テーマ**（簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

- ・スポーツ用具のプレイヤーとのマッチングに関する研究
- ・テザーを用いた移動デバイスに関する研究
- ・評価グリッド法を用いた評価構造の解明
- ・簡易人体モデルの開発

「人と乗り物や道具の相互作用を含んだ系の運動と制御」というテーマで研究に取り組んでいる。特に、スポーツ，自動車・人体系の連成解析，宇宙用モビリティシステムの開発を行っている。今後は，評価グリッド法を用いた感性に関する検討を鉄道や自動車，機械部品に対して実施する。また，人体の運動計測の精度を高め，そのデータに対する分析方法の確立をめざす。

**3. 2022年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。）

- ・自動ブレーキの感性評価に関して，人間の評価傾向の分類に成功した。
- ・鉄道車両の乗り心地に関する検討を感性工学の観点から進めた。
- ・テニスラケットとゴルフクラブのマッチングに関して人間の動作から特徴的な指標を発見した。
- ・テザースペースモビリティの実用化の可能性を検討し，その方針を定めた。

**4. 大学内外における共同的な研究活動**（共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

聖マリアンナ医科大学 ‘テーマ非開示’

日産自動車株式会社 ‘テーマ非開示’

東海旅客鉄道株式会社 ‘テーマ非開示’

アルプスアルパイン株式会社 ‘テーマ非開示’

- 5. 教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

基礎工業力学, 機械力学, 機械力学特論, マルチボディダイナミクス, 機械工学輪講, 理工基礎実験・演習 (情報理工学科用クラス), 機械システム設計演習 I, 機械創造工学実験, 機能創造理工学実験・演習 II, つくる 2

- 6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

基礎工業力学, 機械力学

実際の機械を想像できるような講義を行っている。理解を深めることができている。

つくる 2

バルブメーカーと AI 企業との PBL 方式を対面で実施した。講義の難易度は高いが学生達からは達成感が得られると評価を得ている。例年通り受講学生の人数が問題であるため、講義紹介の機械があれば良いと感があります。

- 7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内) SLO 委員, 入試委員, 教育開発領域委員

(学外) 日本機械学会 機械力学・計測制御部門 委員

日本機械学会 交通物流部門 部門幹事

- 8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

所属 機能創造理工学科

氏名 田中秀岳

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 加工・計測・機能性評価，複合材料及び金属の加工と計測に関する研究

キーワード： 精密加工，表面性状測定・評価，表面改質，低環境負荷，品質工学，  
塑性加工，バニシング，インクリメンタルフォーミング，鍛金，  
炭素繊維強化樹脂（CFRP），CAD/CAM，3Dプリンティング

**2. 研究テーマ**（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

1. 展開図を用いた CFRP を用いたシェル形状 3 次元造形法の開発研究
2. 自動旋盤を用いた切削・接合・塑性複合加工に関する研究
3. 機能性樹脂材料の放電援用切削加工に関する研究
4. テクスチャを有する油静圧案内面の摩擦力測定に関する研究
5. ミーリングチャックの把持力分布測定装置の開発研究

（展望）

マシニングセンタ用プレスフィットチャック式の工具ホルダの包括的精度検証を継続している。静的な把持精度と回転中の工具把持力分布について、回転中に 4 カ所の同時測定可能な装置を開発製作し、実験を行った。動的な把持精度に関しては回転数上昇による把持歪み現象を確認できたが、ひずみ分布を測定することができなかった。2023 年度に装置の改良を行う予定である。

複合材料である炭素繊維強化樹脂（CFRP）の加工技術開発及び近年金属材料に変わって工業製品の構造部材としての需要が伸びている機能性樹脂材料の加工技術開発に取り組んでいる。

CFRP の旋削に関しては、NC 旋盤による放電援用加工について、低電圧での放電援用切削加工条件の探索を行い、実用化に一步近づいた。本結果について共同研究先の企業と特許出願準備中である。

金型を用いて CFRP のプレス加工を行う新たな加工方法に関して、熱可塑性 CFRP の応用として 3 次元プリンタにより作成したプリフォームを用いてプレス加工試験を、複数層でのプレス試験において離型後に対角線方向のゆがみが発生した。2023 年度では炭素繊維の方向および 3D プリント時の残留応力の影響を調査する予定である。

企業との共同研究では、自動旋盤を用いた切削・接合プロセスの加工条件の最適化に関してバニシング加工を行った試験片の回転曲げ疲労試験を行った。バニシング加工接合材は疲労強度の向上が確認できた。2023年度は異種材の接合プロセスについて研究を行う。

テクスチャを有する油静圧案内面の摩擦力測定について、楕円形状のテクスチャのCFD解析を試みた。安定して試験できるように実験機を改良した。

**3. 2022年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

1. Hidetake Tanaka\*, Kippei Yamada and Tatsuki Ikari Feasibility Study of Laser-assisted Incremental Forming for CFRTP based on 3D-CAD data, International Journal of Automation Technology, Vol. 17, No. 2, 144-155, 202
2. 田中秀岳\*, 高橋将人, 岡田将人, ダイヤモンドチップ式バニシング加工の加工温度測定に関する研究— 工具— 工作物熱電対法の適用 —, 塑性と加工, 63 巻 743 号, 180-185, 202
3. Hidetake Tanaka\*, Yuta Fukada and Ryuta Kuboshima, Feasibility study of EDM-assisted combined turning for unidirectional CFRP, International Journal of Automation Technology, Vol.16 No.5, 536-542 2022
4. Tanatat Thangkasemvathana, Yuki Nishimura, Emir Yilmazl and Hidetake Tanaka\*, Feasibility Study of Multi-Layer CFRP Press Molding Method, 2022 International Conference on Machining, Materials and Mechanical Technologies, Taipei, Nov, 2022
5. Hidetake Tanaka\*, A study on a novel process combines cutting and joining by an automatic lathe, 2022 International Conference on Machining, Materials and Mechanical Technologies, Taipei, Nov, 2022
6. Yuuki Nishimura, Tatsuki Ikari, Emir Yilmaz and Hidetake Tanaka\*, Development of press molding method for CFRP preform using a 3D printer, 19th International Conference on Precision Engineering, Nov.28(Mon.)-Dec.2(Fri.), 2022 Nara

**4. 大学内外における共同的研究活動**（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

1. 共同研究契約, シチズンマシナリー株式会社, シチズン時計株式会社
2. 共同研究契約, 株式会社伸光製作所
3. 委託研究契約, 株式会社いすゞ中央研究所
4. 委託研究契約, REGO-FIX ジャパン株式会社

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外

における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

精密加工と工作機械，物理標準と精密計測，多変数微積，精密計測特論， ADVANCED MECHANICAL ENGINEERING2，機械設計演習 II

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。)

春学期科目及び演習科目については対面講義を行った。秋学期の受講者が多数の講義については Moodle によるオンデマンド講義と演習を行った。

ZOOM でのオンライン講義について、メールや Moodle による積極的な復習指導を行った。

3D プリンティング演習を行い、3次元 CAD や3D プリンティングへの理解を深めてもらった。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

学生生活委員会，SG 委員会，STEC 担当，

(学外)

精密工学会事業企画第1グループ委員，精密工学会論文校閲協力委員，日本機械学会関東地区商議員，砥粒加工学会企画委員

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

1. 研究分野とキーワード（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野：頭部外傷の発症予測に関する研究，頭部保護具の開発に関する研究

キーワード：衝撃解析，運動解析，画像解析，生体材料，有限要素解析，変形可視化

2. 研究テーマ（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

「脳損傷症例を用いた再現解析システムによる受傷状況の推定」

「外傷性脳損傷可視化のための頭部有限要素モデルの開発」

「野球デッドボール症例解析による脳振盪発症リスクの推定」

「頭部保護具の性能評価」

(展望)

何らかの外力によって引き起こされたヒト体内組織の変形の可視化に取り込んでいる。歩行などの日常動作によって組織は変形する。この変形を低侵襲的可視化することによって、組織の状態の良し悪しを推定することができる。不慮の事故によって衝撃を受けた場合において、力学負荷を示すことで組織の損傷可能性を推定できる。よって、ヒト組織における力と変形の可視化を目指している。

3. 2022年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

「脳損傷症例を用いた再現解析システムによる受傷状況の推定」の研究では、共同研究契約している病院や警察によって提供された症例・事件の資料を基に受傷状況の再現解析を行い、頭蓋内に生じたさまざまな力学パラメータと損傷の関係を検討した。損傷と力学パラメータの関係を評価することによって、損傷の発症の有無、損傷の種類などについて推定することが可能であることを示した。よって、証言の根拠づけや患者の予後に有益な情報を提供できると考える。

「外傷性脳損傷可視化のための頭部有限要素モデルの開発」の研究では、MRI と CT 画像より有限要素モデルを構築し、その計算の能力を検証した。

「野球デッドボール症例解析による脳振盪発症リスクの推定」の研究では、プロ野球選手が試合においてデッドボールを受けた際のビデオを基に再現解析を行い、ヘルメット

を構築し、デッドボールを受けた際の脳振盪の発症リスクを推定し、力学パラメータの時間的・空間的な分布を可視化した。

「頭部保護具の性能評価」の研究では、頭部保護具の数値モデルを構築し、脳振盪発症症例を対象、頭部保護具を装着した場合としない場合で頭蓋内に生じる力学パラメータの変化を定量的に評価した。

**4. 大学内外における共同的研究活動**（共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

・フラワー株式会社

「頭部外傷の保護装置が及ぼす頭部への衝撃による力学的負荷について」

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

材料力学特論，応用材料力学，材料力学の基礎，機械工学輪講，機能創造理工学 I，機能創造理工学実験・演習 I，ヒューマンケアサイエンス，機械システム設計演習 I，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES 1，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。）

「機能創造理工学 I」

講義の最初に前回の講義のポイントに関する小テストを行い、学生の達成度を確認しながら講義を進めた。講義中に練習問題を取り入れて、理解度を測るようにした。受講生の成績の平均は概ねよかったが、不合格者も若干名おり、演習やレポート等で具体的に指示する必要がある。

「材料力学の基礎」

講義の最初に前回の講義のポイントに関する小テストを行っている。学生の達成度を確認しながら講義を進めたが、小テストで点数を取れなかった学生はやはり成績もよくなかったため、演習やレポート等をさらに指示するようにする必要がある。

「応用材料力学」

講義の最初に前回の講義のポイントに関する小テストを行行い、学生の達成度を確認しながら講義を進めた。講義中に練習問題を取り入れて、理解度を測るようにした。受講生の成績の平均は概ねよかったが、不合格者も若干名おり、演習やレポート等で具体

的に指示する必要がある。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

- ・理工自己点検評価委員
- ・2次年生担任
- ・グローバル化推進本部委員

(学外)

- ・日本機械学会バイオエンジニアリング部門・スキンメカニクス計測と評価研究会委員
- ・日本機械学会のバイオエンジニアリング部門・頭部外傷症例解析研究会委員
- ・日本機械学会医工学テクノロジー推進会議幹事

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

該当なし



所属 機能創造理工学科

氏名 曄道佳明

1. 研究分野とキーワード（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： マルチボディダイナミクス、機械力学、車両工学

キーワード： レール/車輪接触問題、車両運動、柔軟体解析、探査システム

2. 研究テーマ（簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

鉄道車両の安全、安定性に関する研究

(展望)

マルチボディダイナミクスの先端トピックである鉄道レール・車輪系接触問題の解法開発を目指している。本研究テーマでは、東海旅客鉄道(株)、鉄道総合技術研究所との共同研究を軸に研究を進めている。車輪およびレールの損傷および摩耗の発生条件や進展について、数学モデルを構築し定式化を行い、数値解析結果、フィールド調査結果、実験結果などとの比較検討によって、摩耗進展メカニズムの解明を目指している。

探査システムの運動と制御

(展望)

母船、テザー、先端機からなる探査システムの動力学と制御に関する研究を行っている。特にテザーの長さ変化、大変位、大変形を伴う時変系として、マルチボディダイナミクスの観点から解析手法を開発していることに特徴がある。また、テザー内部に境界移動が存在するような系を想定し、高速、高精度な解析手法の確立を目指している。この系は、柔軟体であるテザーと、剛体とみなせる母船、先端機から構成されており、柔剛混在系の解析技術としても工学的観点が盛り込まれている。今後は、先端機の位置、姿勢制御技術の確立を目指し、解析手法の妥当性を確認すべく実験、試験についても展開する。

鉄道ネットワークの効果創出と評価の研究

(展望)

発展途上にある地域において、鉄道ネットワークは、経済の活性化や交通渋滞の解消の複合的な解決に効果を発揮する。本研究テーマでは、このような観点から、鉄道ネットワークの機能を多面的かつ総合的に評価する手法を開発することを目的とす

る。すなわち、環境負荷の低減、人の移動の促進、教育・医療機関へのアクセスなどの改善を実現する駅の配置やネットワークの接続のあり方を探究し、実際の路線に適用した鉄道ネットワークの評価を試みる。

**3. 2022 度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

鉄道車両の安全、安定性に関する研究

車両走行によるレール、車輪系の損傷、摩耗の発生、進展一を解析対象として、主に下記2テーマについて研究成果を得た。

- 1) フィールドデータに基づく高速鉄道の車輪の偏摩耗メカニズムの解明
- 2) マルチボディダイナミクスを援用したゲージコーナーき裂進展の要因解明

これらの研究は、東海旅客鉄道㈱および公益社団法人鉄道総合技術研究所との共同研究を通じて推進したものであり、両社に謝意を表す。

探査システムの運動と制御

大変位、大変形を伴う柔軟体の運動について、長さ変化、境界移動問題を随伴する運動解析手法の確立を行い、その一部は Scientific Report に採録された。

鉄道ネットワークの効果創出と評価の研究

南アフリカ・ケープタウンに共同研究者が赴き、調査研究を行った。この結果をまとめた上で、理論研究と現場での鉄道利用との比較を行い、本テーマが推進された科研費基盤研究Bの最終成果物を整える。

**4. 大学内外における共同的な研究活動**（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

学内共同研究

- ・機能創造理工学科 宮武教授、情報理工学科 伊呂原教授、教育学科 小松教授、経済学科 プテンカラム教授、グローバル教育センター 山崎助教との共同研究による、鉄道ネットワークの構築と評価の研究（科研費基盤Bプロジェクト・継続）

学外共同研究

- ・東海旅客鉄道㈱との共同研究による高速鉄道の車輪摩耗進展解析
- ・鉄道総合技術研究所との共同研究による、レール損傷進展解析

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

力学(2020年度休講)、応用機構学、その他大学院演習、研究指導を担当

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。)

授業では、演習を毎回設け、解説を行い、理解度のチェックに努めた。特に力学は履修履歴の異なる学生が集まるため、演習の反復などに工夫を施した。学生の授業アンケートではおおむね高い評価を得た。引きつづきより実用的な演習課題の設定や、動画を活用した実システムの挙動解析など、新しい教育マテリアルを開発したい。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内) 学長

(学外) 日本私立大学連盟・副会長

国際教育交流協議会・会長

日本カトリック大学・短期大学連盟・会長

文科省中教審分科会委員

Asian Society on Multibody Dynamics・国際委員

IFTOM・国際委員

など

以上

1. 研究分野とキーワード (一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。)

研究分野: 次世代光・電子デバイス応用に向けた窒化物・酸化物半導体結晶成長に関する研究、光デバイス応用に関する研究

キーワード: InGaN, 窒化ガリウム(GaN)、酸化ガリウム( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ )、酸化インジウム( $\text{In}_2\text{O}_3$ )、窒化物半導体、酸化物半導体、結晶成長、熱力学解析、光デバイス、LED、レーザ、電子デバイス、気相成長、分子線エピタキシー、エッチング

2. 研究テーマ (簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士(博士)研究のテーマを記入してください。)

- ① III族セスキ酸化物半導体結晶 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$ ) の結晶成長、およびデバイス化
- ② 新規原料分子種生成メカニズムの解明による高純度酸化ガリウム、および酸化インジウム半導体結晶の創出
- ③ 窒化物ナノコラム結晶を用いた高機能光デバイスの研究

(展望)

- ① 次世代光・電子デバイス応用、ならびに新学術領域の開拓に向け、III族セスキ酸化物半導体結晶 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$ ) の結晶成長、およびデバイス化について検討している。特に、酸化インジウム( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) は、およそ 3 eV の広い光学吸収端を有することから、次世代光・電子デバイス応用のための魅力的な半導体材料である。現在、透明電極膜材料として広く利用されているが、半導体としての応用がなされていない。これまで、一塩化インジウム( $\text{InCl}$ )と高純度酸素( $\text{O}_2$ )を原料としたハライド気相成長(HVPE)法を(2 $\bar{1}\bar{1}$ 0)方向に 5°以上のオフ角を有する(0001)面サファイア基板上で実施したところ、熱平衡下成長、非熱平衡下成長で安定相立方相(ビックスバイト結晶)成長が生じ、1000°Cの高温成長では高純度単結晶が得られている。しかしながら、格子不整合が大きな基板結晶上にヘテロエピタキシャル成長させることから、転位密度が高い。そこで、バッファ層導入による転位密度低減を目指した結晶成長を実施する。さらに、得られた  $\text{In}_2\text{O}_3$  成長層を用いた電子デバイス応用へ展開する。
- ② 単斜晶系  $\beta$ -ガリア構造を有する  $\beta$ 型酸化ガリウム( $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ )は、低コスト・高耐圧・低損失パワーデバイス材料として有望である。本研究では、高純度金属ガリウムと水ガスの反応、及び  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  原料と水素ガスの反応で一酸化ガリウム( $\text{Ga}_2\text{O}$ )分子を選択的に生成する新規原料分子種生成制御法を行う。生成した  $\text{Ga}_2\text{O}$  ガスと追加供給する水もしく

は酸素ガスとの反応により、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$  成長を実施する。本手法は、原料分子種に塩化物を用いないため、安全かつ簡便であり、膜中への塩素の取り込みが問題とならない。さらに、大気圧下で高温・高速成長可能であり、高純度厚膜結晶が得られる可能性が高い。最終的に、高温・高速高純度  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  成長を実現し、デバイス応用につなげる。さらに同手法を用い、 $\text{In}_2\text{O}_3$  結晶成長、デバイス化も目指す。

- ③ 三原色(RGB)集積型マイクロ LED/レーザは、VR(仮想現実)、AR(拡張現実)、デジタルサイネージなどの基幹デバイスとなる。 $\text{InGaN}/\text{GaN}$  ナノコラムでは、パターン基板上の結晶成長によって、コラム径を変化させると、可視全域で発光波長を制御できる。これを用いて、本研究では、同一基板上に三原色レーザ/LED を集積した革新的発光デバイスの基盤技術を開拓する。ナノコラムの規則配列化によって、フォトニック結晶効果と発光色制御を同時に発現させ、高い放射ビーム指向性、波長温度/電流安定性をもつ新世代の三原色集積型マイクロ LED を実現し、この研究を三原色集積型ナノコラムフォトニック結晶レーザに展開する。また、単一ナノコラムレーザを探究し、サブ  $\mu\text{W}$  出力レーザ動作が求められる網膜走査型ディスプレイ用三原色レーザへの道を拓く。

### 3. 2022 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

#### ① MBE 法による III 族セスキ酸化物結晶成長の熱力学的検討

$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ,  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ ,  $\text{c-In}_2\text{O}_3$  に代表される III 族セスキ酸化物結晶( $\text{III}_2\text{O}_3$ )は、次世代パワーデバイス作製用材料として魅力的である。今回、VI 族原料としてオゾン( $\text{O}_3$ )もしくは酸素ラジカル( $\text{O}$ )を用いた MBE 法による  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ,  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ ,  $\text{c-In}_2\text{O}_3$  成長について熱力学解析を用い詳細に比較・検討した。成長温度  $620\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{O}_3$  供給分圧( $P^{\circ}\text{O}_3$ ) =  $3.25 \times 10^{-7}$  Torr の時の III 族原料供給分圧( $P^{\circ}\text{III}$ )に依存した  $\text{III}_2\text{O}_3$  基板上に存在する各ガス種の平衡分圧、および  $\text{III}_2\text{O}_3$  生成の駆動力( $\Delta P_{\text{III}_2\text{O}_3}$ )の検討により、 $P^{\circ}\text{III}$  が  $6.5 \times 10^{-7}$  Torr 以下(O-rich 成長)の場合、III 族金属を含むガス種の平衡分圧は非常に小さく、供給される III 族原料は成長に使用され  $P^{\circ}\text{III}$  の増加に伴い  $\Delta P_{\text{III}_2\text{O}_3}$  が増加することがわかった。一方、 $P^{\circ}\text{III}$  が  $6.5 \times 10^{-7}$  Torr 以上(metal-rich 成長)の場合、 $P^{\circ}\text{III}$  の増加に伴い  $\text{III}_2\text{O}$ , 及び III 族金属の平衡分圧が増加し  $\Delta P_{\text{III}_2\text{O}_3}$  が減少する。 $\text{O}_3$ -MBE 法による  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  成長の実験結果と本挙動はよく一致していることも分かった。また、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  を metal-rich 成長する場合、Al の平衡分圧が最も大きく、さらに Al 金属の飽和蒸気圧を上回ることから、ドロップレット形成を伴う成長が予測される。

#### ② HVPE 法で成長したサファイア基板上 $\text{In}_2\text{O}_3$ 単結晶薄膜のデバイス化

$\text{In}_2\text{O}_3$  はおよそ 3 eV の広いエネルギーギャップを有することから、次世代光・電子デバイス応用のための魅力的な半導体材料である。これまで、 $\text{InCl}$  と  $\text{O}_2$  を原料とした HVPE 法を用いて、成長温度  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  で立方晶  $\text{In}_2\text{O}_3$  薄膜が成長することを報告している<sup>[1]</sup>。一方、 $\text{In}_2\text{O}_3$  はドナーとして働く酸素空孔が形成されやすいことから、結晶表面に酸素欠乏が集中して表面電荷蓄積層が形成され、結晶表面で下方エネルギーバンド湾曲が

発生し、ショットキーバリア形成を妨げることが問題となっている<sup>[2]</sup>。今回、HVPE 法により just 及び(2 $\bar{1}\bar{1}$ 0)方向に5°以上のオフ角を有する(0001)面サファイア基板にIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を1000°Cで成長したサンプルを用い、フォトリソグラフィ、および電子ビーム蒸着法を用い、オーミック電極用としてTi, Au, ショットキー電極用としてPt, Ti, Auの金属電極を各々堆積させることで、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のショットキーダイオードを作製し、検討した。

[1] R. Togashi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 1202B3 (2016). [2] J. Michel *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces **11**, 27073 (2019).

#### ③ 新規原料分子種生成メカニズムの解明による高純度酸化ガリウム半導体結晶の創出

Ga<sub>2</sub>O ガスと H<sub>2</sub>O ガスを原料として用いた  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成長の熱力学解析を実施し、大気圧下 1000°C 以上にて、高温・高速成長可能であることを明らかにした。特に、 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 生成の駆動力は系内水素比の値に大きく依存し、水素比を減少させることで高温成長が可能であることがわかった。さらに、高純度 Ga 金属と H<sub>2</sub>O の反応により Ga<sub>2</sub>O ガスを選択的に生成する原料部、生成した Ga<sub>2</sub>O ガスと別途導入する H<sub>2</sub>O ガスの反応により  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成長を行う成長部から構成される新規成長装置を構築し、大気圧下 1000°C 以上の成長温度にて c 面サファイア基板上で(-201)面で配向した鏡面の  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 結晶を得た。

#### ④ $\mu$ -LED 応用に向けたナノテンプレート選択成長法による InGaN/GaN ナノコラム赤色発光特性

近年、バルク InGaN 活性層ナノコラムを用いた  $\mu$ -LED は電流注入下において三原色の集積化に成功している。更なる応用展開に向けて、In 組成の大きい赤色発光において高い発光スペクトル純度と高い発光強度を得る必要がある。ここでは赤色発光域に着目し、歪み緩和効果が十分に機能するナノコラム径が小さな領域で、薄膜 InGaN 活性層の発光特性を詳細に検討した。

ナノテンプレート選択成長法を用いて、ナノコラム成長を行った。c 面サファイア基板上 HVPE-GaN テンプレート上にナノパターンを作製し、ICP エッチングによりナノピラー構造を形成し、ナノテンプレートを作製した。ナノテンプレート上に MBE にて n-GaN を成長させ、続いて薄膜 InGaN 活性層を 2 min 間成長させた。

成長ナノコラムのトップ形状の SEM 像より、ナノテンプレート選択成長により各コラムが均一に成長し、スペクトル半値幅を広げうるコラムごとの不均一性が抑制され、コラム周期  $L=190$  nm ではトップに c 面の形成が確認できた。室温フォトルミネッセンス(PL)発光スペクトル特性結果より、ナノコラムの歪み緩和が十分に作用する直径 100 nm 程度において赤色発光を確認した。これはナノテンプレート上への成長によって、活性層成長時に In の取り込まれやすい c 面の形成が早く、細線ナノコラムでも In 組成の取り込みが促進されたためである。さらに、コラム間の均一性が高まり薄膜 InGaN の採用で In 組成のばらつきが低減化され、単峰性の発光スペクトルが得られたと考えている。この構造上に p-GaN 層を成長させ、電流注入を行った。電流注入下に

においても単峰性の発光が得られた。

**4. 大学内外における共同的な研究活動**（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

学内共同研究（上智大学、岸野 克己教授）「窒化物ナノコラム結晶を用いた高機能光デバイスの研究」

学内共同研究（機能創造理工学科、野村 一郎教授）「窒化物ナノコラム結晶を用いた高機能光デバイスの研究」

学外共同研究（東京農工大学大学院 工学研究院 応用科学部門、熊谷 義直教授）「III族セスキ酸化物半導体結晶成長に関する研究」

学外共同研究（山形大学、大音 隆男助教）「窒化物ナノコラム結晶を用いた高機能光デバイスの研究」

学外共同研究（工学院大学、山口 智広教授）「窒化物ナノコラム結晶を用いた高機能光デバイスの研究」

学外共同研究（大阪大学、今西 正幸准教授）「新規原料分子種生成メカニズムの解明による高純度酸化ガリウム半導体結晶の創出」

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

光電子デバイス、光伝送工学、ADVANCED ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING 2、機能創造理工学実験・演習 1、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1、機能創造理工学実験・演習 2、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2、電気電子工学実験 I、GREEN ENGINEERING LAB. 3、卒業研究 I、卒業研究 II、つくる I（キャリア形成 I）、量子化学 I（東京農工大学工学部、非常勤科目）、量子化学計算概論（東京農工大学工学部、非常勤科目）

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。）

「光電子デバイス」

光および電子デバイスは、21世紀の高度情報社会を支えるシステムの基幹素子であり、技術者としては、その動作原理、デバイス構造とデバイス特性など、基礎的なデバイス概念を理解しておく必要がある。本講義では、半導体の物性基礎、pn接合、トランジスタ現象、電界効果トランジスタ、化合物半導体とヘテロ接合、発光ダイオード、半導体レーザー、光検出器、太陽電池など、デバイスの基礎的事項に絞って解説した。より要点を絞ったわかりやすい授業を実施することに務めた。毎回小テストなどを取り入れることで受講

生の習熟度を高める工夫をした。

#### 「光伝送工学」

光エレクトロニクス基礎としての光導波路および光デバイスについて講義した。具体的には、半導体レーザとその動作特性、高速変調のモード制御、光集積デバイス、発光ダイオード、受光デバイス、光導波路と伝搬モード、導波路間光結合、光ファイバとその伝送特性、光伝送の最先端技術などについて受講生が理解できるよう努めた。毎回小テストを取り入れることで受講生の習熟度を高める工夫をした。

#### 「ADVANCED ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING 2」

本講義では、英語コースの大学院受講生を対象とし、半導体の物性基礎、p n 接合、トランジスタ現象、発光ダイオード、半導体レーザ、光検出器、太陽電池、結晶成長技術、半導体プロセスなど、半導体に関して基礎から光デバイスに関連した応用まで幅広く、かつより詳細な知識を獲得できるよう講義した。毎回小テストを取り入れることで自主的に学習する時間を増やし、受講生の習熟度を高める工夫をした。

#### 「機能創造理工学実験・演習 1、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1」

機能創造理工学科におけるすべての専門分野の基礎となるさまざまな現象の一端に触れるとともに、それらの原理や理論的背景、発生条件、観察方法、検出方法および測定方法に関する知識および技法の習得を目的とした。具体的な実験課題は、先進機能素子I (p n 接合ダイオード) であり、これに関する基礎的事項を実験・演習を通して、実社会において応用・展開する学際的な力を習得させることができた。さらに、基本的な実験装置の使い方やレポート作成技術についても修得させることができた。

#### 「機能創造理工学実験・演習 2、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2」

機能創造理工学科における主要な研究課題・技法を対象とし、それらの基本原理、装置・システムの構成方法、データの計測および処理方法について実際の装置・設備を駆使して実践的に学習することにより、それらに関わる実験的手法に習熟することと報告書(実験レポート)作成能力の向上を目的とした。担当した実験課題は交流回路であり、これに関する基本的な知識を実験・演習を通じて修得させることができた。さらに、基本的な実験装置の使い方や実験の段取りと進め方、チーム作業での役割分担などのマネジメント能力や実験レポートの書き方を身につけさせることができた。

#### 「卒業研究 I」、「卒業研究 II」

研究室の研究分野から各自の自主性によってテーマを選択し、研究指導を実施した。「卒業研究 I」、及び「卒業研究 II」の両科目により研究を遂行し、完了後は卒業論文としてまとめて論文審査を行った。2022 年度の主な卒業論文題目は、「ナノテンプレート選択成長法を用いた Si(100)基板上への n-GaN ナノコラムの成長」、「ITO バッファ層を導入したサファイア基板上 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の HVPE 成長」、「HVPE 法で成長したサファイア基板上 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 単結晶薄膜



のデバイス化」で、III族窒化物、及び酸化物半導体材料について、結晶成長、および次世代光・電子デバイス応用に向けた検討を実施した。

「量子化学計算概論」(東京農工大学工学部、非常勤科目)

分子軌道法に基づく計算化学は、物性・反応の研究手段として重要性を増している。本講義では、シュレディンガー方程式や波動関数などの量子化学の基礎は既知として、分子軌道法の基礎を学習した。はじめに線形代数や変分法など、必要な数学の基礎知識を復習し、その後、分子軌道法の基本であるハートリー・フォック法を学習した。これらの知識を踏まえて、分子軌道計算ソフトウェアを用いた簡単な解析を行い、計算化学への理解を深めた。毎回小テスト、もしくは計算機実習などを取り入れることで受講生の習熟度を高める工夫をした。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

- SLO 企画委員

(学外)

- ナイトライド基金運営委員
- 日本結晶成長学会 ナノエピ分科会幹事
- Light-Emitting Devices, Materials, and Application, SPIE Photonics West, プログラム委員
- The 9th Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Application (LEDIA 2022), プログラム委員
- 第4回酸化ガリウムおよび関連材料国際ワークショップ (IWGO-4) 実行委員会 委員

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

所属 機能創造理工学科

氏名 中岡 俊裕

**1. 研究分野とキーワード** (一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。)

新しいデバイスを作る研究、新原理動作に向けた物理現象探求

キーワード: 半導体, ナノテクノロジー, 量子情報デバイス, 相変化材料, 抵抗変化メモリ, マイクロ波デバイス, 赤外線天文学

**2. 研究テーマ** (簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士(博士)研究のテーマを記入してください。)

○テーマ: 「GaN:Eu 中のスピン物性」

(展望)

GaN に Eu をドーピングした系では Eu の 4f 殻内遷移による高効率赤色発光が得られており、次世代発光素子として期待される。我々は、量子情報応用としても魅力的な系であると考え、Eu イオンのスピン物性を探求している。歪によるスピン物性制御を示唆する結果を得ており、量子情報素子への応用に向けた制御手法として探求していきたい。

○テーマ: 「相変化材料における新しい電気化学過程と RF デバイスへの応用」

(展望)

相変化材料における Ag の電気化学反応による非線形性スイッチに着目した新しい RF デバイスを開拓している。これまでに通倍動作, 通倍動作の不揮発スイッチなどを開拓してきた。今年度はマイクロ波により CBRAM 動作の制御に成功した。今後特性向上していくとともに、ニューロモルフィックデバイス、リザーバーコンピューティングなどへの応用へ進めていきたい。

○テーマ: 「カルコゲナイドを中心としたナノ構造および熱電材料の開拓」

(展望)

Ag-Ge-Te を中心としたカルコゲナイド材料を用いて、電気化学反応などを駆使することで、準安定結晶相生成, および新規なナノ構造の作製に取り組んでいる。これらの熱電特性を評価し、新しい作成手法による熱電材料開拓へと展開していく。

○テーマ: 「半導体微細加工を駆使した赤外線天文学に資する新しい光学素子の開拓」

(展望)

宇宙の固体微粒子の形成・進化の理解に重要な赤外線天文学への応用に向け、半導体微細加工を駆使した GRIN レンズ, 干渉フィルタの開発を JAXA との共同研究により進めている。フォトリソグラフィ, EB リソグラフィによるパタニングとドライエッチング, ウェットエッチングにより、サブ波長構造, モスアイ構造を作成している。今後、新しい原理に基づく赤外線フィルタ, 冷却環境における光学系構築などにも取り組んでいく予定である。

**3. 2022 年度の研究成果** (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データ

ベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

- GaN:Eu において Eu 濃度に依存するピーク，発光サイトの対称性，相関，歪の影響を明らかにし、論文にまとめ発表した。さらに特徴的な温度依存性を見いだした。赤色 LED を応用，量子情報応用において重要なステップといえる。
- Ag—Te 間の電気化学反応を利用して室温スパッタリングにより、これまで人工的にはほとんど作成されていない準安定相の作成に成功した。熱電、水素発生などへの応用が期待できる成果と位置づけている。
- 相変化材料における Ag の電気化学反応を駆使して、マイクロ波によりメモリ素子 (CBRAM) の制御に成功し、論文にまとめた。
- 新しい原理に基づくバンドパスフィルタの作成に成功した。シミュレーションと FTIR 測定により機能を実証した。高剛性であり宇宙からの観測向け素子として期待できる。

#### 4. 大学内外における共同的な研究活動 (共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

共同研究 (学内) : 「メモリスタ(Memristor)とマイクロ波の研究」(林教授)

共同研究 (学外) : 「GaN:Eu のスピン物性」(豊橋技術科学大学 関口准教授)

共同研究 (学外) : 「赤外線天文学向け光学素子」(JAXA 鈴木准教授、国立天文台 和田准教授)。JAXA システム研究員として研究を進めている。

共同研究 (学外) : 「熱電素子」(東京大学 野村准教授)。東京大学生産技術研究所リサーチフェローとして研究を進めている。

共同研究 (学外) : 「テラヘルツ波」(大阪公立大学 竹内准教授)

#### 5. 教育活動 (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

(学部) 機能創造理工学 III, 電気電子工学実験 II, III,  
量子情報エレクトロニクス、集積回路の基礎

(大学院) 先端電子デバイス工学, 大学院演習 IA, IIA,  
電気電子工学ゼミナール IA, IIA、研究指導

#### 6. 教育活動の自己評価 (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

本年度の「機能創造理工学 3」の講義は講義形態のバリエーション確保に向け、同時双方向型のオンライン授業をおこなった。zoom の投票機能、moodle の小テストを用いたアンケート、演習の有効性についてアンケートの点数が高かった。今後も本形式は継続していきたい。

授業シラバスに記載した内容は予定通り達成できたと考えている。「集積回路の基礎」の講義は概ね例年通りの評価であった。授業シラバスに記載した内容は予定通り達成できたと考えている。今後学生の意見をより取り入れ、内容を精査していきたい。「量子情報エレクトロニクス」の講義では授業シラバスに記載した内容は予定通り達成できたと考えているが、「科目の目標にあわせた授業項目」の評価がやや低かった。興味換気のために高度な内容も扱っているが科目の目標に即していないと受け取られたものと考えている。今後しっかりとした理解が求められる基礎的内容と高度な参考的内容について誤解が生じないように、十分説明していきたい。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。）

（学内）理工広報委員、電頭委員会委員

（学外）応用物理学会プログラム委員会大分類代表、企画運営委員、2023年春季講演会現地実行委員、座長

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）

所属 機能創造理工学科

氏名 長嶋 利夫

### 1. 研究分野とキーワード

研究分野： 計算破壊力学

キーワード： 有限要素法, 拡張有限要素法, 構造力学, 破壊力学, 複合材料

### 2. 研究テーマ

- プラント機器構造のき裂進展解析
- 複合材料構造の損傷進展解析
- 針の穿刺挙動の有限要素法シミュレーション
- 数値シミュレーションによる CFRP 積層複合材料構造の損傷進展解析手法の研究 (大学院博士研究)
- 単調荷重を受ける配管のき裂進展解析手法に関する研究 (大学院修士研究)
- 面接触ベースの結合力モデルを用いた FEM による CFRP 積層材料の損傷進展解析に関する研究 (大学院修士研究)
- 損傷を有する CFRP 製スキン・ストリンガー補強板の座屈強度に関する研究 (大学院修士研究)
- XFEM によるクラッド付き CT 試験片の疲労き裂進展解析 (大学院修士研究)
- FEM によるき裂つき曲面の応力拡大係数評価 (卒研)
- 構造要素による FEM モデルを用いた座屈許容設計 (卒研)
- FEM による CFRP 積層板の残留熱応力解析 (卒研)

(展望)

「数値シミュレーションによる構造物の強度信頼性評価方法の確立」というテーマで研究に取り組んでいる。適用機器・分野は、発電プラントで用いられる配管構造、航空機で用いられる CFRP 積層複合材料構造などである。これまでエネルギー解放率、応力拡大係数、J 積分などを用いて損傷進展条件を設定したシミュレーションを主に実施してきた。今後は、応力ベースの損傷発生、エネルギーベースの損傷進展を考慮できる結合力モデル (CZM)、連続体損傷力学(CDM)にも着目し、拡張有限要素法 (XFEM) と組み合わせて、より実際の損傷進展シミュレーション手法の開発を進めていくことを考えている。

### 3. 2022 年度の研究成果

- 内製 XFEM コード NLXP3DV2 の改良, 樹脂塑性モデルの追加, 検証解析
- 内製 XFEM コード NLXQ3D の新規開発, 検証解析
- 内製 XFEM コード NLXSHELL4 の新規開発, 検証解析
- CFRP 積層板の QSI/CAI 試験解析の実施
- クラッド材 CT 試験片の疲労き裂進展解析の実施

- EFGM による大変形接触解析
- AFP 製 CFRP 積層板の強度解析の実施

#### 4. 大学内外における共同的な研究活動

- 日本計算工学会第 27 回計算工学講演会、オーガナイザー
- 日本機械学会計算力学部門第 35 回計算力学講演会、オーガナイザー
- C(T)試験片の亀裂進展シミュレーションとその応用に関する研究（電中研との共研）
- 延性破壊シミュレーションの高度化（電中研との共研）
- 航空機 CAE プロジェクト（東北大からの NEDO 再委託）
- AFP 製 CFRP 積層板の数値解析モデルの構築と強度解析（JST/SIP）

#### 5. 教育活動

- 連続体力学（学部：春学期）
- 固体力学特論（大学院：春学期）
- 機械創造工学実験（学部：春学期）
- テンソル解析の基礎（学部：秋学期）
- 機械システム設計演習 I（学部：秋学期）
- 有限要素法の基礎（学部：秋学期）
- 機械工学輪講（学部：秋学期）
- 技術の歴史（学部：秋学期）

#### 6. 教育活動の自己評価

- テンソル解析の基礎

ハイフレックス授業にも対応しほぼ例年通りにシラバスに沿って実施できた。演習問題の追加を行った。MATLAB の利用方法の基礎についても講義に取り入れた。

- 連続体力学

ハイフレックス授業にも対応し例年通りにシラバスに沿って実施できた。演習問題の追加を行った。MATLAB の利用方法の基礎についても講義に取り入れた。

- 有限要素法の基礎

ハイフレックス授業にも対応し例年通りにシラバスに沿って実施できた。演習問題の追加を行った。MATLAB の利用方法の基礎についても講義に取り入れた。

- 機械工学輪講

対面で例年通りに実施できた。MATLAB の利用方法の基礎についても講義に取り入れた。

- 固体力学特論

ハイフレックス授業にも対応し例年通りにシラバスに沿って実施できた。

- 技術の歴史

オンライン授業で実施した。例年通りにシラバスに沿って実施できた。

- 機械創造工学実験

対面で例年通りに実施できた。

- 機械システム設計演習 I  
対面で例年通りに実施できた。

## 7. 教育研究以外の活動

(学内)

大学院担当教員資格審査委員

(学外)

- 日本機械学会計算力学技術者認定専門委員会委員
- 日本計算工学会 理事 (副会長)
- 日本計算工学会論文集編集委員
- International Journal of Computational Methods 誌 Editor

## 8. 社会貢献活動、その他

学術論文査読 17件

所属 機能創造理工学科

氏名 中村 一也

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 超伝導技術の電力機器応用

キーワード： 超伝導，電力機器

**2. 研究テーマ**（簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

超伝導技術と応用機器への展開を主要テーマに，研究に取り組んでいる。

超伝導の特徴である完全導電性や完全反磁性を生かした新機能デバイスの研究開発（素粒子加速器用超伝導マグネット導体の開発，超伝導NMRの高性能化，新機能巻棒マグネット技術，超伝導磁気浮上システムの開発），あるいはエネルギー有効利用や環境保全の観点からの要求仕様を満たすデバイスの研究開発（核融合炉用マグネットの安定性調査，超伝導電力貯蔵装置の開発）を検討している。

高尾智明教授と一つの研究単位を構成し，大学院生と卒業研究生が協力する班構成にて，下記のテーマを行う。

- (1) 超伝導NMRの高性能化（学部，修士）
- (2) 核融合炉用超伝導マグネットの安定性調査（学部，修士，博士）
- (3) マグネットフロート式インジケータの磁気分布の調査（学部）
- (4) 新機能巻棒マグネット技術（学部，修士）
- (5) 超伝導磁気浮上システムの開発（学部，修士）
- (6) 高温超伝導マグネットにおける熱的安定性の調査（学部，修士）
- (7) 超伝導誘導回転機を用いたフライホイール式無停電電源装置の評価（学部，修士）

**3. 2022年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。）

2022年度の結果は令和5年電気学会全国大会（3月名古屋）で3件発表した。また2022年度、フランスで行なわれる国際会議 Magnet Technology 28 で7件発表する予定である。これらの結果から、学会での発表が行なえる成果が得られたと考えられる。



**4. 大学内外における共同的研究活動**（共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

※開催

電気学会 2022 年電気学会産業応用部門大会（上智大学幹事校）

※共同研究

量子科学技術研究開発機構，理化学研究所，東京計装株式会社

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

※学部

電気回路 I，パワーエレクトロニクス，ゼミナール I，ゼミナール II，機能創造理工学実験・演習 1，機能創造理工学実験・演習 2，電気・工学実験 IV，研究指導，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2，卒業研究 I，卒業研究 II

※大学院

電気エネルギー工学特論，大学院演習 IA，大学院演習 II A，電気・電子工学ゼミナール IA，電気・電子工学ゼミナール II A，大学院演習 IB，大学院演習 II B，電気・電子工学ゼミナール IB，電気・電子工学ゼミナール II B

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。）

電気回路 I，パワーエレクトロニクス，電気エネルギー工学特論に関しては、講義後に演習課題を出し、それらの結果から授業の修得状況を把握した。また、前年度の授業アンケート結果を参考に授業構成を改善した。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。）

（学内）理工サイバーネットワーク委員，理工教職課程委員，理工図書委員，SLO企画委員，図書選定委員，科学技術国際交流委員（STEC）

（学外）電気学会 電力・エネルギー部門論文委員会 編集長補佐，電気学会 新進委員会 委員，電気学会 編修委員会 委員，電気学会 令和 4 年電力・エネルギー部門大会論文委員会 委員，2022 年電気学会産業応用部門大会実行委員会 幹事，2023 年電気学会産業応用部門大会実行委員会 委員

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）

プロジェクト名：科学研究費助成事業 基盤研究（C）

研究期間：令和2年度～令和5年度

研究課題名：『JT-60SA 超伝導コイルの電氣的安定性及び冷却安定性評価』

役割：代表者

プロジェクト名：科学研究費助成事業 基盤研究（C）

研究期間：令和4年度～令和7年度

研究課題名：『変動磁界下で動作する高温超電導コイルの高電流密度化、高安定化及び高クエンチ耐性化』

役割：分担者

プロジェクト名：量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー研究開発部門 炉心プラズマ共同企画「トカマク炉心プラズマ共同研究」

研究課題名：JT-60SA 超伝導コイルの電氣的安定性及び冷却安定性評価

研究期間：令和3年度～5年度

役割：代表者

所属 機能創造理工学科

氏名 野村一郎

**1. 研究分野とキーワード** (一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。)

研究分野： 半導体工学、光エレクトロニクス

キーワード： 光デバイス、半導体レーザ、発光ダイオード、共鳴トンネルダイード、  
II-VI族化合物半導体、分子線エピタキシー成長、窒化物半導体、ナノコラム

**2. 研究テーマ** (簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士(博士)研究のテーマを記入してください。)

研究テーマ

「II-VI族化合物半導体を用いた可視光デバイスの研究」

「II-VI族化合物半導体による新機能材料、デバイスの開拓」

「窒化物半導体ナノコラムを用いた光デバイスの研究」

卒業研究テーマ

「分子線エピタキシー法による InP 基板上 II-VI族半導体成長のための InP/InGaAs バッファ層の検討」

「InP 基板上 MgSe/ZnCdSe 非対称性共鳴トンネルダイオードの理論解析」

「InP 基板上 II-VI族半導体レーザの理論解析と結晶の高品質化に向けた検討」

「InP 基板上 II-VI族半導体 ZnCdSe の高品質化に向けた検討」

修士論文テーマ

「分子線エピタキシー法による InP 基板上 MgSe/ZnCdSe 共鳴トンネルダイオードの作製及び高性能化に向けた検討」

「InP 基板上 II-VI族半導体共鳴トンネルダイオードにおける非対称障壁層導入効果の理論解析と素子抵抗低減に向けた電極抵抗の検討」

「InGaN/GaN ナノコラムにおける発光色変化メカニズムの解析と多色発光微細集積化に関する研究」

「InGaN バルク活性層ナノコラムにおける発光スペクトル純度向上と高効率赤色発光の実現」

(展望)

InP 基板上 II-VI族化合物半導体を用いた可視光デバイス、半導体レーザの研究を行っ

ている。これらはフルカラーディスプレイ等の高精細表示デバイスや高効率照明への応用が期待される。これまで、BeZnSeTe、MgZnCdSe、BeZnTe といったⅡ-VI族化合物半導体材料を開拓し、デバイス開発を進めることで、光励起による緑色～黄色域でのレーザ発振、電流注入による緑色～黄色発光、更にはⅡ-VI族デバイスにおいて最大の問題である素子寿命の大幅な改善に成功した。今後も、材料の高品質化、新規開拓、デバイス構造の最適化等を進めることで緑色～黄色域光デバイスの可能性を高めていく。加えて、当該材料の特長を生かした新たな機能デバイスへの展開を目指している。例えば、ZnCdSe/BeZnTe 超格子は可視光全域から近赤外域をカバーする遷移波長を有し、広い波長域に対応する光デバイスや白色発光等の多色発光デバイスへの応用が期待される。更に、大きなヘテロ障壁を有することから共鳴トンネルダイオードやサブバンド間遷移光デバイス等への応用が考えられ、超高速演算素子や大容量光通信デバイス、テラヘルツ帯デバイス、また中間バンド型高効率太陽電池への展開も見込まれる。このように本研究では InP 基板上Ⅱ-VI族化合物半導体材料の可能性を極限まで追求し、これまでにない性能、機能を有する新たなデバイスの実現を目指している。

また、窒化物半導体ナノコラムを用いた光デバイスの研究を行っている。直径が数十 nm で高さが数百 nm 程度の微細な柱状結晶であるナノコラムは、欠陥が少ない高品質な結晶で、高い発光効率や、直径等を変えるだけで面内で発光波長を制御できるといった優れた特長を有している。このナノコラムを応用することで高効率 LED やディスプレイ、照明等、様々なデバイス展開が期待される。本研究では、微小な領域で RGB に発光色制御されたフルカラー光源の開発及びそのディスプレイ応用、また高効率赤色発光素子の実現、ナノコラムレーザの開発、更にはフリップチップによる高性能デバイスへの展開を目指し研究を進めている。

### 3. 2022 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

- 1) InP 基板上Ⅱ-VI族半導体を用いた共鳴トンネルダイオードの高性能化について検討した。様々な構造パラメータを変えながら電圧電流特性の理論解析を行い、特性向上に向けた最適構造について調べた。
- 2) InP 基板上Ⅱ-VI族半導体共鳴トンネルダイオードの低抵抗化について検討した。特に電極抵抗に着目し、抵抗低減のための電極材料について調べた。
- 3) InP 基板上Ⅱ-VI族半導体レーザの理論解析を行った。活性層厚や光導波層厚を変えながらしきい値電流密度を理論計算により求め、特性向上に向けた検討を行った。
- 4) InP 基板上 ZnCdSe Ⅱ-VI族半導体の高品質化について検討した。InP/InGaAs バッファ層や ZnCdSe 層の成長条件を変えながら作製し、発光特性等の性能向上に向け最適化を進めた。

5) InGaN/GaN ナノコラムの発光色制御メカニズムについて調べた。ナノコラム径や成長時間等の条件を変えながら試料を作製し、発光波長の制御性や発光色純度の向上について検討した。また、高性能赤色発光に向け成長条件や素子構造の最適化を進め、電流注入による高効率発光を得た。

**4. 大学内外における共同的研究活動** (共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

学内共同研究

窒化物半導体ナノコラム光デバイスの研究を岸野克己特任教授、富樫理恵助教と共同で行った。

**5. 教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

担当科目：半導体物理の基礎、電子量子力学、電気電子工学実験Ⅰ、Ⅱ、GREEN ENGINEERING LAB. 3、卒業研究Ⅰ、Ⅱ、情報リテラシー(統計処理)、理工学概説、量子物性工学、大学院演習ⅠA、ⅡA、ⅠB、ⅡB、電気・電子工学ゼミナールⅠA、ⅡA、ⅠB、ⅡB、博士前期課程研究指導

担当科目以外：研究発表指導、論文執筆指導、修士論文審査(主査、副査)

電気電子工学実験Ⅰ責任者、博士論文審査(副査)

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

「半導体物理の基礎」

成績評価の分布より高評価の学生と低評価の学生で二極化している傾向があり、低評価の学生の底上げが必要であると感じられた。演習結果のフィードバックやこちらかの問いかけ等、今後はその様な学生へのサポートにも気を配っていききたい。また、授業内容についてはシラバスに記載した内容と適合しており、達成状況については充分であると考えられる。

「電子量子力学」

本年度の授業の説明では、理論解析の部分において理論の内容や式だけでなく実際の計算例を示し説明する箇所を増やした。これにより、内容の理解をより深めまた興味を持ってもらう効果を狙った。この様な工夫を今後も更に増やすことで授業をより分かりやすくし、成績低位層の底上げにも繋げていきたい。また、授業内容の達成状況については、シラバ

スに記載した内容と適合しており十分に達成されていると考えられる。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。）

（学内）

理工自己点検評価委員、理工安全委員、半導体研究所運営委員、理工学研究科理工学専攻電気・電子工学領域就職担当

（学外）

第70回応用物理学会春季学術講演会実行委員

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）

所属 機能創造理工学科

氏名 久森 紀之

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 生体材料，構造用・機能性材料，スポーツ医工学

キーワード： 金属系生体材料，セラミックス系生体材料，チタン・チタン合金，  
破壊力学，環境材料強度学，スポーツ医学など

**2. 研究テーマ**（簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

医療系)

ショットピーニングを施した Co-Cr 合金の摩耗試験後の表面性状と微細組織の評価（大学院）

ショットピーニングを施した Co-Cr 合金の疲労特性向上を目指した各種特性評価（学部）

3D 造形チタン合金のき裂進展特性の評価（大学院）

3D 造形チタン合金の疲労特性向上を目指した欠陥評価（大学院）

Ti-Ta 合金の熱処理による組織構造と疲労特性の変化（大学院）

Ti-Ta 合金の腐食・摩耗・腐食摩耗の評価（大学院）

Ti-Ta の脊椎固定モデルの疲労特性評価（学部）

チタン合金の局所表面改質による疲労特性向上に関する研究（学部）

医療用金属材料の疲労特性にレーザーマーキングが及ぼす影響（学部）

（構造・機能材料系）

合金材料の X 線残留応力測定システムの構築（学部）

浸炭処理した SCM420H 鋼の疲労特性向上に関する研究（大学院）

（スポーツ医学）

3D プリンティングを援用した CFRP 製膝用装具の開発（大学院）

変形性膝用装具の歩行時に加わる外力の評価（学部）

展望：

（医療およびスポーツ医学系） 我が国における高齢化は、骨や関節軟骨などの変性による骨粗鬆症，変形性脊椎症，変形性関節症などの運動機能の疾患を増加させている。そのため、健康で豊かな生活の質の向上を目的に、スポーツを取り入れた生活習慣が広く普及しつつ

ある。しかし、その活動人口の増加や高齢化に伴い、骨折、靭帯損傷、軟骨損傷などの運動器外傷もまた増加している。このような運動器疾患の治療は、今後の医療の大きな課題の一つであり、運動器の性状、形態、物理的特性などをできる限り元の生理的な状態に戻すことが重要である。そこで、骨、軟骨、靭帯、関節を代替する材料を対象に医学と理工学の境界領域での生体材料工学の観点から研究活動を行っている。

また、整形外科分野の医師および病院との連携により、患者に優しい生体材料の創製に向けて材料設計から評価、適用基準まで総合的に取り組んでいる。加えて、スポーツ医療工学の観点から、新規デザインおよび機能を有する装具の開発に取り組み、高齢化社会およびスポーツ人口への貢献を実施している。とくに、3D プリンターを用いたオーダーメイド膝用装具の開発を工学・技術者レベルで検討し、開発を進めている。

次年度は、具体的な患者に適用する形状設計を行う予定である。加えて、かかる装具の力学特性の評価を実施し、その結果を反映した膝用装具の開発を実践する。

#### (構造・機能材料系)

環境を考慮した材料強度および破壊現象は、破壊に要する駆動力と抵抗力の関係で決まる。その抵抗値は材料に強く依存する。構造物の破壊事故は、社会的に大きな問題となる。破壊にはどんな種類があり、どのような条件で起こり、それを防ぐにはどうすればいいかを力学的及び材料学的な観点から研究を行っている。

とくに、新規な製造方法で製品化する、「電子ビーム積層法により造形したチタン合金の力学特性の評価」については、国内のみならず海外からの問い合わせも多い。チタン合金の新規な適用分野、使用方法について期待ができ、将来期待が大きいと考えている。

その他、学術的な面からは、「ショットピーニングによる表面改質を施したチタン合金及び Co-Cr 合金の疲労特性の評価」の結果より、高硬度を表面改質の観点から検討を行っている。これについては、従来材に比べて疲労強度や摩耗特性の向上を達成することができ、そのメカニズム解明を実施している。

### 3. 2022 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

(医療系) 概ね研究計画通りである。一部の課題については、装置の老朽化に伴うメンテナンスに時間を要しているものもある。順次、修理等で対応しているが限界に達している装置もあり、新規購入の検討を必要としている。

幾つかのテーマについては、企業との学外共同研究として新たに実施している。Ti-Ta 合金の医療適用や膝用装具の開発は活発な活動を実施している。とくに、Ti-Ta 合金については、未知の特性が多く、多くの課題を解決に導いている。加えて、これに関する特許も申請した。3D プリンティングによる CFRP 製膝用装具の開発については、実際に装具装着時の歩行動作解析を行い、その結果を材料設計にフィードバックし、よりヒトの症例に沿った装具の開発プロセスを構築しつつある。加えて、3D プリンターを用いた CFRP 製の膝用装具の開発を、炭素繊維の含有量と配向性をパラメータとし造形を行い、3D プリンター製装具を作製した。



今後、同装具の各種力学特性の評価を実施し、安全で安心を担保する装具開発を実施する。

(構造・機能材料系) 概ね研究計画通りである。一部の課題については、装置の老朽化に伴うメンテナンスに時間を要しているものもある。順次、修理等で対応しているが限界に達している装置もあり、新規購入の検討を必要としている。

電子ビーム積層法により造形したチタン合金に関する研究テーマについては、国内のみならず海外からの問い合わせがある。そして、チタン合金の新規な適用分野、使用方法について新規な展開を開拓し、将来期待が大きいと考えている。

ショットピーニングによる表面改質を施したチタン合金の疲労特性の評価および、強加工プロセスによる微細構造と力学特性についても、企業からのアプローチもあり、精力的に推進している。とくに疲労特性向上に資するメカニズムの解明から、さらに疲労特性を向上させる新規プロセス開発の検討を開始した。

**4. 大学内外における共同的な研究活動** (共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

**5. 教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

(学部) フラクチャーメカニクス, 福祉・人間工学, 設計・CADの基礎, 機能創造理工学実験・演習1, 機能創造工学実験, 機械工学輪講, 情報リテラシー(一般), ヒューマンケアサイエンス, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1, GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 1

(大学院) 環境材料学, 機械工学ゼミナール IA・IIA, 機械工学ゼミナール IB・IIB, 大学院演習 IA・IIA, 大学院演習 IB・IIB,

(学外)

「初心者のための疲労設計法」テキスト作成 (日本材料学会)

「初心者のための疲労設計法」(講習会講師)

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

講義はパワーポイントを利用している。事前に教材や資料などを、Webシステムを用いて事前配信し、オンタイムでの講義で直接活用できるものとした。加えて、課題に取り組むためにも、オンデマンド型で学習することができ、学生がいつでも好きな時間に学習できる環境を取り入れた。

また、考えることを主とした講義内容の回では、講義の説明をショートレクチャーとし、調

べ学習の時間を確保し、それらを自分の考えとしてまとめ、伝わる課題レポートの作成に必要なスキルなどの情報発信や提供に努めた。

大学院においては、専門的内容や社会との関連について、事例を交えて講義するよう努めている。また、大学院でも基本的な内容については、学期末テストを通じて学生の理解度を深めることを実施した。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

2019年度入学生担任(2018年度から活動)、カリキュラム委員、科学技術英語向上委員会、機械工学領域英語委員

(学外)

日本材料学会理事、日本材料学会関東支部常議委員、日本材料学会疲労部門委員会幹事、日本材料学会生体・医療材料部門委員会幹事、日本金属学会第7分野委員、日本バイオマテリアル学会評議員、日本材料試験技術協会常任理事・編集委員長、日本機械学会、チタン協会、日本臨床バイオメカニクス学会、日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会、日本整形外科スポーツ医学会、臨床スポーツ医学会、義肢装具学会、

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

所属 機能創造理工 学科

氏名 平野哲文

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野：ハドロン物理学

キーワード：クォークグルーオンプラズマ、相対論的流体力学

相対論的重イオン衝突反応、量子色力学、非平衡統計力学

**2. 研究テーマ**（簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

**【卒業研究テーマ】**

- QGP を構成するパートンのジェットによる反跳過程
- 因果律から見た 1 次元膨張系における流体描像の適用範囲
- 散逸流の確率分布から見たエントロピー流への制限

**【修士論文テーマ】**

- 1 次元膨張系における流体揺らぎのダイナミクス

**【博士論文テーマ】**

- Unified description of high-energy nuclear collisions based on dynamical core-corona picture

(展望)

高エネルギー原子核衝突反応によって生成される極限物質「クォークグルーオンプラズマ」の熱力学的性質や輸送的性質を引き出すために相対論的流体力学を基軸に据え、モデルの構築や観測量の提案を行っている。特に、様々な揺らぎに注目し、この物質を解析する新たな切り口を目指している。また、生成過程のモデル化を行い、実験結果に対する新奇な解釈を目指す。相対論的流体力学の定式化自身の研究や、非平衡統計力学における「揺らぎの定理」の高エネルギー原子核衝突反応への応用も検討している。

**3. 2022 年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。）

- ・高エネルギー原子核衝突反応における動的コア-コロナ描像モデルの構築と応用
- ・QGP 流体の動的な生成の記述
- ・超中心衝突反応における流体揺らぎ
- ・臨界揺らぎのダイナミクス

- ・一次元膨張系における因果律を守る流体揺らぎ
- ・一般化された相対論的流体方程式に対する揺動散逸関係から見た制限
- ・因果律の観点から見た QGP 流体の初期条件に対する制限

**4. 大学内外における共同的な研究活動** (共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

- ・国際スクール Zimanyi winter school 国際諮問委員
- ・研究会 Heavy Ion Café シリーズ世話人
- ・国際会議 Asian Triangle Heavy Ion Conference 国際諮問委員
- ・国際会議 Strangeness in Quark Matter 領域諮問委員
- ・国際会議 International Conference on Physics and Astrophysics of Quark Gluon Plasma 国際諮問委員

**5. 教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

- ・担当科目：量子力学 2、量子力学 3、量子物理及び演習、理論物理特論、物理学実験演習 II、理工学概説、現代物理学の世界 A, B, Introduction to Subatomic Physics
- ・研究室ゼミナール：素粒子物理学、原子核物理学、場の量子論、相対論的流体力学

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

「量子力学 2」、及び、「量子力学 3」では、難しい概念、計算をできるだけ既習の内容と絡めて伝える努力を行った。特に講義ノートの公開をすることで学生の予習復習に役立てた。

「物理学実験 II」では事前に moodle によるオンデマンドの講義配信と対面演習のハイブリッドな演習スタイルを導入した。講義ノートの公開とそれに書き込みながら解説動画を視聴してもらい、授業時間に十分な時間を取って学生に問題演習をさせた。演習の時間中も質問対応を行い、個々の学生に対してきめ細やかな指導を行った。

「理工学概説」「現代物理学の世界 A, B」では、物理学を専攻しない学生が多いので、数式を使わずに平易な解説を試みた。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内) 物理学領域主任、広報・情宣ワーキンググループ委員長、理工カリキュラム委

員、STEC 委員、財政計画等検討専門委員

(学外) 特になし

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

特になし

所属 機能創造理工学科

氏名 宮武 昌史

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 電力変換応用，システムのモデリングと制御，軌道系交通システム

キーワード： 電気機器，パワーエレクトロニクス，エネルギーマネジメント，  
最適制御，電気鉄道，電気自動車，再生可能エネルギーと電力貯蔵応用

**2. 研究テーマ**（簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

- ① 「省エネ志向の列車ダイヤ決定方法」（博士・修士・卒業研究）
- ② 「鉄道車両のエコドライブ方法」（博士・修士・卒業研究）
- ③ 「非電化区間直通用の蓄電池搭載鉄道車両システム」（修士研究）
- ④ 「大容量非接触給電デバイスとシステム設計」（博士・修士研究）
- ⑤ 「電気鉄道における地上蓄電装置・再生可能エネルギーの利用」（博士・修士・卒業研究）
- ⑥ 「鉄道の電氣的レジリエンス向上策検討」（中断）
- ⑦ 「再生可能エネルギー・エネルギーハーベスティング技術」（博士・修士研究）
- ⑧ その他

**(展望)**

全体として、「エネルギー・人・物を運ぶ社会インフラを電気工学で最適にデザインする」という理念のもと、電気機器やパワーエレクトロニクス機器の制御に加え、情報工学、機械工学や土木工学との境界領域にも踏み込み、システム効率の向上を目指す研究を行っている。英語では“Transportation Electrification & Smartification”（交通の電動化とスマート化）という理念を掲げている。上記①～⑦について、今後の展望を示す。

- ① 列車の各駅での着発時刻を定める列車ダイヤにおいて、駅間の走行時間を適正に配分して省エネを図る研究であり、我々が10年以上前に提案した根本原理「等増分消費エネルギー則」がこの分野の先鞭を付けた。これらの考え方は、主に国内の研究者から度々論文の引用がなされ、かつ一部の事業者でも利用されており、注目度が高く、今後も成果が期待される。利用者の利便性の視点も今後求められる。その一方、近年は豊富な人的かつ金銭的リソースを投入し、AIも取り入れながら、主に欧州や中国から多くの論文が出ており、また②と連成させた大規模問題を解くことも試みられており、その差別化を考えていく必要がある。

- ② 15年以上前から列車の運転に関する研究を行い、経験論ではなく、最適性に基づく理論的な検討の先鞭を付けた。いくつかの論文は、国内外問わず被引用回数が非常に多い。低コストで省エネ効果を得られることから、鉄道事業者や電機メーカ等の期待も高い。ただし、これも近年海外から多くの論文が出ており、それらとの差別化が必須となっている。今後、ますます向上した計算機性能を利用し、AIも取り入れながら、実務上重要となる条件を考慮した研究や、運転支援システムや自動運転システムへの実装を視野に入れた研究も必要となる。
- ③ 景観に配慮して架線を使わない路面電車だけでなく、ローカル線の気動車を電化せずに電気で走らせるシステムとして、①や②の成果も取り込み、間欠給電と蓄電装置を組み合わせた新しい鉄道システムのイノベーションに挑むという独創性の高い研究である。閑散線区への適用や、発展途上国への適用、さらには災害へのレジリエンスも期待されるため、蓄電装置や④とも関係する間欠給電技術の進展も見込み、今後も継続して検討していく予定である。
- ④ ③を実現する基幹技術の一つとして、駅停止時や駅周辺の低速走行時に大電力を地上から車上に給電する技術が不可欠である。非接触給電装置は、安全性、メンテナンス性、取扱の容易さから、その目的に適している。コイルや電源などのハードウェアの研究は、取り組む研究機関が非常に増えており、それらとの差別化が難しい。給電装置の設置場所のシステム設計などが今後の展開として考えられる。
- ⑤ ブレーキ時に得られる回生電力のうち、他の列車で消費し切れない分を地上側で有効利用する検討である。地上蓄電装置や再生可能エネルギー源を有し、余剰回生電力を合わせてエネルギー効率だけでなくコストの面からも評価できるモデルの構築とブラッシュアップが必要である。ここでは、導入する設備の設計とエネルギーマネジメントが決定されるような方法論を検討する。電力系統への連系や電気自動車への充電などとの組み合わせが展望として考えられる。
- ⑥ 災害時の電力供給不足時や変電機器類故障など、電気の供給が十分でない時の運行のあるべき姿を検討するもので、独創性が高く、喫緊の研究である。電気の供給の問題とその対処方法にはいくつかパターンがあり、それに応じた対策メニューを用意する必要がある。平常時における鉄道運行のタブー、例えば臨時に列車を通過させるなど、を異常時に外すことで、どの程度の運行のレジリエンスが確保できるかも検討する。
- ⑦ 我々の生活圈や自然界に存在する未利用エネルギーの有効利用を目論んでいる。主なエネルギー源は光、振動、音、熱などである。その中でも、光は太陽電池により比較的まとまった電力が得られ、本研究室創立以来の研究課題である。IEEEの論文で極めて多くの引用回数を持つAIを利用した最大電力追従制御(MPPT)の知見が利用できるが、近年引用回数の増加とともに類似の論文が大量に出てきており、差別化が必須となる。
- ⑧ その他、電気自動車の急速充電に関する学生の興味が高く、そのような研究を少しずつ取り入れつつある。

3. 2022年度の研究成果(論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

ここでは、2.で挙げた研究テーマ毎にその成果を説明する。

- ① 複数の種別が混在している高速鉄道での省エネダイヤの特性を明らかにし、国内学会で1件口頭発表した。また、エネルギーとコストの2目的でダイヤを最適化する方法について提案し、国際学会で1件口頭発表した。また、地下鉄の例でも検討を行った。
- ② 異なる勾配に対する最適な運転の変化について明らかにし、国際学会で1件口頭発表を行った。また、他大学との共同研究で、回生エネルギーを最大化するブレーキ方法の効果を明らかにし、国内学会で3件の口頭発表を行った。さらに、別の他大学との共同研究では、高速鉄道における動的計画法の適用可能性を明らかにし、国内学会で1件の口頭発表を行った。
- ③ 非電化区間に導入する蓄電装置搭載電車について、蓄電池の充電状態を考慮した最適化モデルを用いて、省エネとなる列車ダイヤと充電装置の位置とを導くことに昨年度成功し、それを国内学会で発表し、さらに論文にまとめて投稿した。また、他大学との共同研究で、停電時の非常用車載蓄電装置の設計方法を明らかにし、投稿した論文の掲載が決定した。
- ④ 鉄道用の大容量非接触給電装置の検討を行った。具体的には、前年度に引き続き、遺伝的アルゴリズムを用いるなどして電磁誘導式による強磁性体コアとコイル形状の多目的最適化を行う方法のデモンストレーションに成功し、論文が掲載された。
- ⑤ 列車の余剰回生電力を超電導エネルギー貯蔵装置とバッテリーのハイブリッド装置に蓄える方法の効果を明らかにし、国際学会で1件口頭発表した。また、余剰回生電力を用いて電気自動車を充電するシステムの設計と評価を行い、国際学会で口頭発表1件とポスター発表2件、国内学会で口頭発表1件を行った。
- ⑥ 今年度は実施がなかった。
- ⑦ 太陽光を農作物と太陽電池に分けるソーラーシェアリングについて基礎的調査研究を続けて行った。
- ⑧ 電気自動車急速充電のスケジューリングなどの研究を始めている。

#### 4. 大学内外における共同的研究活動（共同研究、学内共同研究などを簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

##### ○実行委員長として本学四谷キャンパスで2022年電気学会産業応用部門大会を開催

本大会の実行委員長を務め、学内の副委員長（高尾先生、谷貝先生）・幹事（中村先生、坂本先生）や学内外の実行委員・顧問等のご協力を頂きながら、ハイブリッド開催を行った。有料参加者数1,173名のうち921名もの現地参加を集めて、469件の論文発表を予定通り実施し、対面で議論や交流を深めつつWeb配信で多くの参加者が聴講でき、大きな成功を収めた。

その成果が大いに認められ、2021年の大会とともに「コロナ禍において2年に渡るハイブリッド部門大会の運営ノウハウとその成功」として、電気学会第15回特別活動賞に選出された。



## ○その他共同研究

科研費のプロジェクトに関して、今年度は採択課題が徐々に途絶えてしまったが、昨年度の継続及び次年度応募に向けて複数大学及び研究所等との共同研究打合せを続けた。東京大学、工学院大学、東京電機大学、上智大学、日本大学の5大学で鉄道の運行に関する合同勉強会を、鉄道事業者の方のご協力を賜り、定期的を開催している。

## 5. 教育活動 (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

(学部 日本語コース)

モータドライブシステム I・II (共に1単位のクォーター科目)

電気電子工学の数値解析 (隔年開講)

マルチメディア情報社会論 (輪講: 1回のみ)

電気電子工学実験 I・III, 卒業研究 I・II

(学部 英語コース)

Power Electronics (Motor Drive Systems と隔年交互開講)

Nuclear Energy Engineering (輪講: 1回のみ)

Green Engineering Lab. 3

(大学院)

電気エネルギー管理と制御,

研究指導, 大学院演習, 電気・電子工学ゼミナール

(他大学)

発変電工学 (千葉大学)

## 6. 教育活動の自己評価 (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

### 全体概況

クォーター制への協力や英語コース科目への貢献を今年度も積極的に行った。一昨年度から本格的に始めた Moodle 上での毎回のリアクションペーパーを続け、学生が質問や感想を気軽に書き込める環境を作り、リアクションペーパーにはできるだけ教員のコメントを書き込むようにし、学生へのフィードバックを行った。Moodle 上で解答できる小テスト問題も多く用意した。

授業アンケートの結果は低くないものの、学科長業務の多忙さからくる準備不足による不手際 (例えば小テスト時に誤った解答のヒントを与えた、など) を厳しく批判する声も一部にあった。このようなことがないよう、慎重に実施していきたい。

「モータドライブシステム I・II」

授業アンケートへの協力のアナウンスがうまくできず、回答率が低かった。まずは回

答率を上げることが必要である。次年度にはきちんとやっていきたい。回答率が低くてアンケートから有意な情報を得ることは困難だが、小テストや試験の出来を見る限り、シラバスの到達目標の達成状況は良かったと考える。

「電気電子工学の数値解析」

前期科目の反省に立ち、授業中にアナウンスを行い、アンケート回答の時間を取ったため、85%という高い解答率を得た。この科目は毎回難易度が高いと受け取る学生が相対的に多いが、MATLABを本格的に導入したため、これまでできなかったようなことが可能になり、理解が深まった面もある。また、前述の通り、不適切なヒントを与えてしまったためにプログラミング演習において無駄な時間を費やしてしまったという声があった。シラバスの到達目標の達成状況は、授業アンケートでは「やや当てはまる」以上とした回答が80%を超え、教員側の感覚と概ね一致した。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含みます。)

(学内)

機能創造理工学科長  
理工学部 教育研究設備運営委員会 委員長  
地球環境研究所 所員

(学外)

電気学会 上級会員  
産業応用部門 論文委員会 D4/D5/D8 委員 論文査読業務等  
2022年 産業応用部門大会 実行委員会 実行委員長  
2023年 産業応用部門大会 実行委員会 委員  
鉄道地上設備におけるパワーエレクトロニクス応用調査専門委員会 委員  
日本 AEM 学会 正員  
米国電気電子学会(IEEE), Member  
Transactions on Intelligent Transportation Systems 等で論文査読多数  
International Association of Railway Operations Research (IAROR), Member  
他 複数の国際学術雑誌で論文査読  
海外の大学での活動  
教皇庁立コミーリャス大学 研究所 IIT 科学諮問委員会 (SAB) 委員  
その他 学外委員活動  
国土交通省 鉄道技術開発課題評価委員会 委員  
国際規格 IEC TC9 MT62427 Convenor / 国内作業部会 主査

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

上智大学エレクトロニクス研究部 顧問

上智学院教職員組合 委員長

宮武研究室 Web サイト: <https://miyatake.main.jp/>

宮武 昌史 Researchmap: <https://researchmap.jp/myartac>

所属 機能創造理工学科

氏名 谷貝 剛

1. 研究分野とキーワード（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 低炭素電力システムに関する研究、超電導電力応用  
キーワード： 核融合、超電導、電力システム、電力貯蔵、直流送電、  
自然エネルギー、強磁場 NMR マグネット

2. 研究テーマ（簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

自然エネルギー有効活用のための液体水素冷却超電導マグネットの技術開発（学士）

水素タービン発電や、燃料電池車の普及など、水素社会への移行が急速に進んでいる。輸入・貯蔵は、比較的体積効率の良い液体状態で行うため、水素の沸点 20K の冷熱が身近になる。これを有効に利用するため、39K で超電導状態を示す MgB<sub>2</sub> 線材を用いると、高温超電導テープ線材よりも高性能なマグネットを構成できる可能性がある。小規模電力網などでは、再生可能エネルギー由来のクリーンな電力によって売電量を減らし、CO<sub>2</sub> 排出削減を試みており、そのために電力品質の確保が欠かせない。しかし、小規模であっても、電圧変動を抑制するには、電力貯蔵コイルの大容量化は必須となる。そのために、超伝導素線を撚り合わせて大容量化した導体およびマグネットを、熱処理前後の許容歪み範囲内設計、試験を行って、その実現可能性について研究を行っている。2022 年度は、公益社団法人 低温工学・超電導学会から年間 1 編しか選出されない論文賞を受賞した。

・接触抵抗率に局所的な分布がある場合の Intra-layer no-insulation 高温超伝導コイルの電氣的挙動（学士）

超伝導応用機器の中でも核磁気共鳴（Nuclear Magnetic Resonance: NMR）装置用の超伝導コイル技術に関する研究である。NMR 装置は、分子構造を分析するために用いられ、化学・物理学・材料科学・生物学・創薬といった様々な分野で使用されている。超伝導磁石の磁場強度が増加するほど測定感度と分解能が増加するため、装置の性能向上には強い磁場が必要となる。現在日本では、次世代世界最高磁場機として 1.3 GHz (30.5 T) NMR 装置の開発が進められている。

この開発における課題の一つとして、最内層に使用する高温超伝導 (High temperature superconductor: HTS) である (RE)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> (REBCO) コイルのクエンチによる焼損が報告されている。先行研究により、レイヤー巻き方式の REBCO コイルにおけるクエンチからの保護方法として、intra-Layer No-Insulation (LNI) 法が有効であることが明らかになっている。LNI 法とは、レイヤー同士の電氣的絶縁を確保しつつ、レイヤー内のターン同士を電氣的に接続するために、銅と絶縁材 (ポリイミド) の複合シートを層間に挿入しながら絶縁の無い線材をレイヤー巻きする手法である。

LNI-REBCO コイルでは、クエンチが起きた場合、レイヤー間の銅シートを介して電流がターンからターンへ分流し、常伝導部位が速やかに伝播する。このため、局所的かつ過度な温度上昇が起こらずコイルが自律的保護される特性を示す (これを自己保護性と呼ぶ)。また、この自己保護の振る舞いは、REBCO 線材と、複合シート間の銅層の間の電氣的接触抵抗率  $\rho_{ct}$  の値に大きく依存することが数値解析により明らかになっている。先行研究の数値解析では、巻線内部の  $\rho_{ct}$  は均一と仮定して計算がなされており、現実のコイルについての巻線内部の  $\rho_{ct}$  は調査されていない。現実のコイルでは、 $\rho_{ct}$  は接触部の接触圧力などにより分布が存在すると考えるべきである。そのため、本研究では、LNI コイルの接触抵抗率に関する基礎研究を実施した。

中心磁場 31.4 T 発生時のクエンチを経験した LNI-REBCO コイルでは、もともと巻線内に均等に分布していた接触抵抗率が、外層部ほど値が高くなる接触抵抗率分布に変化したことが推定された。

また、より一般的な知見を得るために、LNI-REBCO コイルにおいて、巻線内に接触抵抗率分布がある場合の電源遮断・電流減衰の挙動を調査したところ、接触抵抗率が外層で低くなるような分布の場合、コイル外層・赤道面付近で大きな誘導電流が生じることが明らかになった。このような  $\rho_{ct}$  分布の場合、電源遮断時だけではなく、クエンチ時にも外層・赤道面付近で大きな誘導電流が流れて周方向電流が集中すると考えられる

#### ・伝熱を利用した大型 CIC 導体の素線軌跡計測の手法確立の開発

核融合の分野では、次世代の原型炉設計が始まっている。より大型化するマグネットへの従来の導体技術適用には、超えなくてはならないハードルが多く、この研究成果は、超大型マグネット製作技術確立への足がかりになる。EU では、より簡単な製造方法である、超電導生成熱処理の後に、コイル巻き線を行う方式に適用する導体の設計が本格化しており、日本も核融合分野をリードしてきた実績を生かして、切磋琢磨していく必要がある。核融合用のマグネットには、直径 1mm 程度の超電導素線および銅線を多数段に分けて撚り合わせ、金属のケースに収納したケーブル・イン・コンジット導体 (CIC 導体) が用いられる。現在はコイル形状に巻き線を行ってから熱処理を行う、いわゆるワインド&リアクト法で作られているが、大型のマグネット設計には、導体を熱処理してからコイル巻き線するリアクト

& ワインド法の適用が必須と考えられている。そのため、1000 本を超える超電導素線が複雑に絡み合った導体内部の構造を適切に把握し、通電中の電磁力によって、歪みに弱い素線がそのように変形するかを定量的に評価する事が重要となる。このテーマは、量研機構からの助成を受け、物質材料研究機構と共同で行っている研究で、日本独自のアプローチとして独自性が高い。2022 年度は、超小型サーミスタチップを用いて高精度の素線配置計測に成功した。(これは R5 年度の超電導学会にて発表予定である。講演申し込み・2023 年 3 月)。

#### ・Nb<sub>3</sub>Sn 層形成における Cu 添加効果の詳細組織観察 (学士)

本研究は、強磁界及び高磁場で運用可能な超電導線材として注目される Nb<sub>3</sub>Sn 超電導体の組織制御に関する研究である。特に組織形成過程における Cu の効果について、SEM 等による詳細な組織観察・組成分析を行い、有用な知見を得た。Nb<sub>3</sub>Sn 線材はその高性能さゆえ高磁場用 NMR (Nuclear Magnetic Resonance) 等、広く活用されている。Nb<sub>3</sub>Sn は A15 型という構造を成しており、この A15 型化合物線材では結晶粒同士の粒界が主要なピン止め点として機能する。そのため、Nb<sub>3</sub>Sn 層の結晶粒を微細化し粒界密度を高めることが高い臨界電流密度 ( $J_c$ ) を得るのに重要となる。加えて、Nb<sub>3</sub>Sn 結晶層の体積率を向上させるために、Nb<sub>3</sub>Sn 層の生成促進を図ることが重要である。このように、如何に結晶粒が微細化し、かつ Nb<sub>3</sub>Sn 層の割合を増加させることが、高性能化を図る上での近年の課題になっている。Cu は特に Nb<sub>3</sub>Sn 層の生成促進と深い関係があり、その効果の理解を深めることは、高性能化に向けた大きな貢献をもたらす。

現在、数多くの Nb<sub>3</sub>Sn 製法が存在しており、代表的なものからブロンズ法、内部スズ拡散法、内部スズ法、Tube 法などを挙げるが、これらはすべて、Nb/Sn 拡散対構造の中に Cu 添加が施されている。実用製法における Sn-Cu 中における仕込み Cu 量は 50%を超えているが、包括的な Cu 添加効果を理解するためには、広範囲の Cu 添加量をカバーする必要があるが、Cu 含有率が低いケースについては、これまであまり研究されてこなかった。

本研究では、Sn-Cu 中における Cu 含有率を 10%以下にした試料を準備し、熱処理中における Nb<sub>3</sub>Sn 生成過程の詳細観察を行った。加えて、Cu 添加の一部を Zn 及び Ge 添加に置き換えた試料を準備し、同様に観察を行った。さらに、各試料の反応挙動について化学ポテンシャルという概念から考察した。

#### ・Al 安定化材中の電流分布解析 (学士)

素粒子原子核実験では、コイルやクライオスタットに莫大な大きさの電流を流し、それらの周りに強制的に磁場を生じさせて磁場空間を作り、素粒子を磁場空間に存在させると、ローレンツ力が加わる為、それを利用して、素粒子を加速させたりして実験を行う。コイルやクライオスタットに常伝導状態の金属線を使い、それらに莫大な電流を流してしまうと、当然金属には抵抗が存在するため、その金属で発生するジュール熱 (消費エネルギー) は莫大な大きさになってしまい、金属線は焼

損してしまう。それ故に素粒子原子核実験で使用するコイルやクライオスタットは超伝導材を利用する。ただ超伝導材でできたコイルやクライオスタットに電流を流している途中に線材の微小な動きなど何らかの擾乱によりクエンチしてしまい常伝導状態になってしまった時にも前述した通り、焼損してしまう。

そのため超伝導材の周りにクエンチをした際に備えて、安定化材を付加する必要がある。安定化材の役割としては、クエンチした際に、そのまま超伝導材に電流を流してしまうと金属は焼損してしまう為、超伝導材に流れていた電流をクエンチしてしまっただけでは安定化材に電流が流れるようにして、超伝導材の焼損を防ぐというものである。

今課題としては、ソレノイドの薄肉化というものがある。ソレノイドの薄肉化を成功させることができれば、大幅なコスト削減につながる。また、薄肉化することによって透明性が上がり検出精度を上げることができる。今回安定化材中の電流分布を実験的に測定する手法を開発しながら、その準備として、有限要素解析を適用した2次元の電流分布解析を行った。

**3. 2022 年度の研究成果** (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

1. T. Onji, R. Inomata, T. Yagai, T. Takao, Y. Makida, T. Shintomi, N. Hirano, T. Komagome, T. Hamajima, "Demonstration of 10 kJ-Capacity Energy Storage Coil Made of MgB<sub>2</sub> with Liquid Hydrogen Indirect Cooling", IEEE Trans Appl. Supercond. Vol. 33, No.5, 2023, 5700105.
2. N. Banno, T. Morita, T. Yagai, and S. Nimori, "Microstructure and Superconducting Properties of Hf-Ta Addition Bronze-Route Nb<sub>3</sub>Sn Wire", IEEE Trans. Appl. Supercond. Vol. 32, No.6, 2022, 6000805.
3. S. Imagawa, A. Iwamoto, S. Hamaguchi, Y. Shirai, Member, IEEE, R. Kawasaki, H. Ohya, F. Matsumoto, M. Shiotsu, M. Tsuda, Y. Nagasaki, T. Yagai, and H. Kobayash, "Design, Fabrication and Soundness Test of A Bi2223 Magnet Designed for Cooling by Liquid Hydrogen", IEEE Trans. Appl. Supercond. Vol. 32, No. 6,
4. 谷貝 剛 他、"液体水素間接冷却 MgB<sub>2</sub> コイルの通電特性試験", 2022 年度春季低温工学・超伝導学会 3A-a10.
5. 谷貝 剛 他、"kA 級大容量 MgB<sub>2</sub> ラザフォード導体の電流再配分と安定性", 2022 年度秋季低温工学超伝導学会 1P-p14.
6. 谷貝 剛 他、"MgB<sub>2</sub> 大容量撚り線導体の設計・製作と電力貯蔵コイル応用の進展", 調査研究会「野外磁場印加用超大型コイルの設計研究」第2回会合

**4. 大学内外における共同的研究活動** (共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

1. 核融合科学研究所 一般共同研究  
「核融合用超電導 CIC 導体における素線間接触抵抗の電磁気学及び構造力学的検討」  
令和4年度 研究代表者
2. 科学研究費補助金 基盤 A 課題番号 21H04477  
「高磁場加速器マグネット用ケーブルのための A15 極細超伝導線」  
2022年度 研究分担者
3. 量研機構共同研究  
「電磁応力下における多重撚り導体の機械的・電磁氣的現象把握と線材高強度化設計指針の構築」  
令和4年度 研究分担者

**5. 教育活動** (担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。)

1. 電気機器学
2. 電磁気学 IIA
3. 電気電工学実験 II, III
4. Clean Energy
5. Nuclear Energy Engineering
7. 卒業研究 I, II
8. 研究指導 I II
9. 電気電子工学ゼミナール IA, IB
10. 電気電子工学ゼミナール IIA, IIB
11. 大学院演習 IA, IB, IIA, IIB, IVA, IVB
12. 先端超電導応用

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

成績分布は、概ね正規分布している。2022年度は対面での授業形式が基本で、直接学生の反応が確認でき、リアクションペーパーの信憑性も高かったが、Webのアンケートの集計結果の母数が少なかった事もあり、評価は前年度と同程度であった。(アンケート実施については授業中に2回情宣を行ったが、回答率の向上には繋がらなかった)

授業では、学生の理解を促進するため、図や表など、プレゼン用のアニメーションも交えて表示しつつ、電子ペンで丁寧に手書き解説をしながら行った。手間をかけた事もあって、一定の効果は確認できたが、2年前のアンケートの中で、「自分で手を動かす時間がほしか



った」との意見があった事を重要視して学生自らが解いてみる、演習を交えた授業スタイルを導入した効果は確実に現れていると感じた。今後も学生が自発的に課題等に取り組めるよう、改善をしてゆきたい。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

- ・機能創造理工学科 1 年次担任

(学外)

- ・電気技術者試験委員
- ・低温工学協会 出版委員
- ・2022年度春季 低温工学・超電導学会 現地実行委員長
- ・2022年度 電気学会産業応用部門大会 現地実行副委員長

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

- ・地元中学校の生徒活動後援会会長を務める。
- ・山梨県北杜高校の大学訪問でデモ実験と研究内容紹介を行った。

所属 機能創造理工学科

氏名 李 寧

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野：回路設計に関する研究

キーワード：半導体、トランシーバー、CMOS

**2. 研究テーマ**（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

「THz CMOS 回路設計に関して研究」

**3. 2022 年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

該当なし

**4. 大学内外における共同的な研究活動**（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

学外研究：東京工業大学 工学院 岡田 健一 教授 「THz CMOS 回路設計に関して研究」

**5. 教育活動**（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

SEA6660E PHYSICS AND ENGINEERING OF ELECTRONIC DEVICES

SEA2060E ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES 3

SEA50200 電気電子工学実験 I\*

SEA5160E GREEN ENGINEERING LAB. 3\*

SEA2080E ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2\*

SEA6620E TOPICS OF GREEN ENGINEERING 3

MSGR7040 GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 4

MSGR7070 ADVANCED ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING 1

SCT1210E EXPERIMENTS & EXERCISE OF BASIC SCIENCE\*

**6. 教育活動の自己評価**（担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。）

「ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES 3」

授業は対面でやりました。授業アンケートにおいて、「シラバス」や「教員に関して」の項目に関しては比較的平均点は高く、シラバスの内容自体や授業がシラバスに沿って進められたことが評価されたと考えられる。一方、「思考力」や「今後の応用」に関する項目の平均点が他と比べ低かったため、専門基礎なので、応用について感じにくいかもしれませんが、今後内容等を見直していく必要がある。

「PHYSICS AND ENGINEERING OF ELECTRONIC DEVICES」

受講生全員の成績の平均値は概ね良く、一概に習熟度は高かったと言える。授業中も学生よく発言しました。

ただ、「この授業における教員の説明はわかりやすかった」について、評価が若干低いので、今後もっと説明がわかりやすいように努力します。

**7. 教育研究以外の活動**（学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含みます。）

（学内）2023年3月 国際青少年サイエンス交流事業 さくらサイエンスプログラム

（学外）2022年 電気学会産業応用部門大会 幹事

**8. 社会貢献活動、その他**（上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。）

該当なし

所属 機能創造理工学科

氏名 渡邊 摩理子

**1. 研究分野とキーワード**（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野：流体工学、燃焼工学

キーワード：混相流、燃焼、空気圧機器

**2. 研究テーマ**（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

「ガソリンエンジン後処理フィルターの開発」

コンパクトでエネルギー損失の小さいエンジン後処理フィルターの開発に向け、フィルターの性能解析、フィルター構造の改良、すす捕集メカニズムの解明を行っている。中期的には、三元触媒とガソリンパーティキュレートフィルター（GPF）を一体化させたガソリンエンジン後処理フィルターの開発を目指し、長期的には、次世代燃料に対応したゼロエミッションフィルターの開発を目指す。

「火災旋風（旋回火炎）の振動現象に関する研究」

火災旋風とは燃焼による上昇気流と横風が相互作用し竜巻状の火炎が発生する現象であり火災の被害を増大させる。火災旋風の火炎高さや発生条件に関する研究は複数の研究グループによって行われているが、火炎高さの変動など火炎振動に関するものは見当たらない。そこで、中期的には火災旋風の流動構造や振動メカニズムを解明することを目指し、長期的には火災旋風の振動現象を物理的なパラメータで整理し、火災の被害予測モデルを構築することを目指す。

「空気流によるノンコンタクトホルダーの開発」

空気流により非接触で物体を搬送する機器の高性能化を目指し、機器内の流れの解析、構造の改良を行っている。空気流によるノンコンタクトホルダーには、ベルヌーイタイプとボルテックタイプがあるが、両者共に物体把持時の振動抑制と把持性能の向上が課題である。本研究では流体力学シミュレーションによりホルダー内部およびホルダー—物体間の流動状況を解明し、振動抑制あるいは把持性能向上のための新たな構造を提案する。

**3. 2022年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

#### 「ガソリンエンジン後処理フィルターの開発」

我々はこれまでに、三元触媒の微粒子を GPF に堆積させたメンブレンフィルターを提案してきた。しかし、触媒の性能が従来の処理装置と比べ低いことから、本研究では、メソポーラス粒子を用いてメンブレンフィルターを製作し、触媒の性能向上を目指した。正帯電化させた PMMA 粒子と三元触媒粒子が含まれるスラリーを超音波噴霧器によって微粒化し、キャリアガスによって液滴を蒸発管へ送った。蒸発管内部では液滴中の水分を蒸発させて凝集粒子を作製し、さらに加熱して PMMA を蒸発させることでメソポーラス粒子を製作した。次に製作した粒子をコージュライト製 GPF に堆積させ、焼成することで、三元触媒メソポーラス粒子メンブレンフィルターを製作することに成功した。

#### 「火災旋風（旋回火炎）の振動現象に関する研究」

衝立で囲まれた 500 mm×500 mm の台の中央に直径約 40 mm のアルコールバーナーを設置し、対角線上の 2 角の衝立の間隙から送風して旋回火炎を発生させた場合と、送風せず火炎を旋回させない場合について、火炎を高速度カメラで撮影し、火炎高さの振動の様子を観察した。旋回火炎の場合、火炎高さには、周期 0.1～0.2 秒、振幅 100～150 mm の鋸歯状波の振動が見られた。一方、非旋回火炎の場合、火炎高さの振動周期は 1～2 秒、振幅は 100 mm 以下となり、波形は旋回火炎と同様に鋸歯状であった。以上から、旋回火炎では非旋回火炎と比較して、火炎高さの振動が大きくなる傾向があることが示された。

#### 「空気流によるノンコンタクトホルダーの開発」

ボルテックスタイプのノンコンタクトホルダーでは、旋回流を発生させるため、ホルダー内部の円筒状空洞の壁に設置された複数のノズルから周方向に空気が供給される。ノズルの配置や空気の供給条件によっては、ノズルからの噴流同士が干渉し、エネルギー損失につながると予想される。そこで本研究ではノズルを高さ方向にずらして設置し、噴流同士の干渉を避けることで把持性能の向上を目指した。しかしながら、ノズル高さをずらしたことで十分な旋回方向の流速が得られず、把持力の向上は見られなかったため、引き続き、ノズル配置について検討を進めていく。

#### 4. 大学内外における共同的な研究活動（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

学外共同研究（東京工業大学、花村克則教授）「ガソリンエンジン後処理フィルターの開発」

#### 5. 教育活動（担当した講義、実験実習などの科目名を記入してください。講義科目以外のゼミや学外における教育活動、またはテキストや資料作成などがありましたらこれに加えてください。）

流体力学，流体エネルギー変換，Fluid energy conversion，機能創造理工学実験・演習Ⅱ，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2，流体エネルギー変換工学特論，機械工学輪講，機械システム設計演習Ⅱ，卒業研究Ⅰ・Ⅱ

**6. 教育活動の自己評価** (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

「流体力学」

学生が各自で予習、復習を行えるよう、指定の教科書に沿った講義内容とし、ほぼシラバスに記載したスケジュール通りに実施できた。試験は講義で解説した例題や演習問題を基に出題したが、講義内容と比較して試験が難解であるという意見が聞かれた。問題文で問われている状況が理解できないことが理由の一つと考えられるため、今後、図や具体的な例などを増やして、問題の全体像をイメージできる力が付くよう、内容を改善していく予定である。

**7. 教育研究以外の活動** (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含みます。)

(学内) 理工スーパーグローバル委員会、理工図書委員会、グリーンエンジニアリングコース1年クラス担任

**8. 社会貢献活動、その他** (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

特になし