

2023 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 2023 年度の職名

足立 匡	(教授)	...	2	高尾 智明	(教授)	...	63
一柳 満久	(教授)	...	5	高柳 和雄	(教授)	...	65
イルマス エミール	(助教)	...	9	竹原 昭一郎	(教授)	...	67
江馬 一弘	(教授)	...	13	田中 秀岳	(准教授)	...	69
大槻 東巳	(教授)	...	18	張 月琳	(准教授)	...	72
菊池 昭彦	(教授)	...	21	曄道 佳明	(教授)	...	75
櫛田 英之	(准教授)	...	27	富樫 理恵	(准教授)	...	78
黒江 晴彦	(准教授)	...	30	中岡 俊裕	(教授)	...	85
桑原 英樹	(教授)	...	32	長嶋 利夫	(教授)	...	88
後藤 貴行	(教授)	...	36	中村 一也	(教授)	...	91
坂間 弘	(教授)	...	39	野村 一郎	(教授)	...	94
坂本 織江	(准教授)	...	41	久森 紀之	(教授)	...	98
ジェミニスカ エディータ	(准教授)	...	44	平野 哲文	(教授)	...	102
下村 和彦	(教授)	...	48	宮武 昌史	(教授)	...	105
鈴木 隆	(教授)	...	51	谷貝 剛	(教授)	...	110
曹 文静	(准教授)	...	55	渡邊 摩理子	(准教授)	...	116
高井 健一	(教授)	...	60				

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 (μ 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、薄膜試料、多結晶試料を作製し、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、 μ 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、 μ SR、中性子散乱などから調べている。

3. 2023 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 $\text{Pr}_{2-y}\text{La}_y\text{CuO}_{4+\delta}$ の単結晶を用いて X線吸収分光とホール抵抗率、電気抵抗率の測定を行った。その結果、還元による酸素欠損量と電子ドーブ量の変化を電子構造モデルで説明することに成功した。今後は、酸素欠損量を精密化するとともに、さらに還元した試料で超伝導を発現させる。
- 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。その結果、Fe 置換によって非整合反強磁性秩序が形成されることを突き止めた。Fe を置換していない試料では非整合反強磁性ゆらぎが存在すると考えられることから、超オーバードープ領域での超伝導の抑制には強磁性ゆらぎが関わっている

可能性がある」と結論した。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。

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】

- ・ 電子ドーパ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）
- ・ ホールドーパ型銅酸化物超伝導体における高圧下 μ 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）
- ・ 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）
- ・ 電子ドーパ型銅酸化物超伝導体における光電子分光、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）
- ・ 銅酸化物超伝導体における μ 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）
- ・ 電子ドーパ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）
- ・ 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）

【学内共同研究】

- ・ パルス強磁場発生装置の開発と超伝導物質の高磁場物性の解明に関する研究（理工学部機能創造理工学科桑原グループ、東北大学金属材料研究所赤木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、ⅠIIA、ⅠIIB、物理学ゼミナールⅠA、ⅠB、ⅠIA、ⅠIB

【学外における教育活動】

輪講担当（2回）、Solid State Physics, 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。なお、同様の内容で 2022 年度理工学部授業顕彰を受賞した。
- 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。授業アンケートは全体的に平均であったことから、概ねシラバスの内容を達成できたと思われる。

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）・大学院理工学研究科理工学専攻 Green Science and Engineering 領域領域主任

- 科学技術英語推進委員会副委員長
- 安全衛生委員会委員
- 理工学部カリキュラム委員会委員

• Sophia 国連 WEEKS イベント「理工系の複合知を世界に」企画委員、講演

（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

- 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
- 東京大学物性研究所強磁場コラボラトリー運営委員会委員
- ISOTOPE NEW 新春座談会「ミュオン研究の最前線！ー古代からミライを可視化する技術を語るー」講演

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： 伝熱工学，熱交換器，エンジンシステム，沸騰熱伝達，アンモニア燃焼，PIV，深層学習，カーボンニュートラル

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。）

「干渉画像法を用いた間欠噴霧流における液滴径・速度に関する研究」

「PIVを用いたCIエンジンにおけるシリンダ内の流動特性に関する研究」

「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」

「副燃焼室付きのアンモニア/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および可視化計測に従事してきた。近年では、研究対象をエンジンとし、既存のエンジンの熱効率向上（二酸化炭素排出量の削減に寄与）およびカーボンニュートラルを目指したエンジンの開発を目的としている。

既存のエンジン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た。2023年度は、これまでに取得された単一平面の速度情報に対して、固有直交分解による解析を導入した。今後は、固

有直交分解による解析を深めて、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。

カーボンニュートラルを目指したエンジンの開発に関しては、エンジンからの温室効果ガス（二酸化炭素）の排出を実質ゼロとすることを主たる目標とし、既存のガソリンや軽油に替えて、アンモニアと e-fuel（再生可能資源由来の電気エネルギーを用いて作られた合成燃料を指し、液体燃料の場合、アルコールなどであり、当該研究ではエタノールを用いる）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、①定容燃焼器を用いたアンモニアの燃焼特性の解明、②定容燃焼器を用いたアンモニア・エタノールとの混焼実験（エタノールはアンモニアの難着火性を解決するために混入するが、混入割合による燃焼特性を明らかにする必要がある）および③実機エンジンでの実証が必要となる。2023年度は、燃焼室形状を変化させた定容燃焼器にて、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、可視化が可能な定容燃焼器を開発し、筒内圧力の測定と同時に、火炎の状態を明らかにしていく予定である。その後、アンモニア・エタノールの混焼実験を行っていく予定である。加えて、実機エンジンでは、アンモニア・ガソリン・空気の混合気およびアンモニア・エタノール・空気を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・エタノール・空気の混合気を用いた実験を数多く行い、効率的な燃焼条件や燃焼室形状を検討していく予定である。さらに、取得されたデータを深層学習させることで、アンモニア・エタノールの燃焼予測モデルを開発していく予定である。

以上の観点から、実験による測定をベースとして、熱流動現象を対象とした現象解明とモデル化を行っていく次第である。

3. 2023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。）

既存のエンジン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2編（Automotive and Engine Technology 1編, Energies (vol.16) 1編）に掲載された。また、カーボンニュートラルを目指した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3編（Journal of Mechanical Science and Technology 1編, Scientific Reports 1編, Energies (vol.17) 1編）に掲載された。

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を目指したエンジンの研究）

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 エネルギー研究拠点（カーボンニュートラルを目指したエンジンの開発）

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，Advanced Mechanical 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。）

「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。

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）

クラス担任（機能創造理工学科）

英語委員（機械工学領域）

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

一般社団法人 日本機械学会 関東支部 商議員（兼 東京ブロック 副ブロック長）

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

公益社団法人 自動車技術会 関東支部 学生活動参与

公益社団法人 日本設計工学会 研究調査部会 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: 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: Tribology, Surface Engineering, Heat Transfer

Keywords: Engine tribology, Surface modification, Laser surface texturing, Electrical discharge machining, Wettability

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.)

- Reciprocating sliding surface friction reduction through surface textures
- Elucidation of the wear and lubrication characteristics of sliding surfaces due to the effects of ammonia combustion
- Elucidation of the influence of surface properties on promotion of heat transfer under flow boiling conditions

(Prospects)

The theme of my research is: “development of functional surfaces for various engineering applications.” In most machines, there are many machine elements that move relative to each other. One of the focus points of my research is to *lower the frictional losses between two metal surfaces* that are moving relative to each other under mixed/hydrodynamic lubrication regime. The frictional losses are aimed to be lowered by the adaption of micro-textures which are optimized based on application. The overall goal of these consecutive studies is to lower friction and wear and increase the longevity of machine elements in engineering applications, even in unconventional environments, such as presence of ammonia and its by-products in a ammonia fueled internal combustion engine.

Another perspective is the effect of surface characteristics (wettability, surface energy, surface roughness) on heat transfer via altering the bubble nucleation frequency and bubble dimensions. Based on the aforementioned analysis, we are contemplating elucidating the role of surface characteristics in the heat transfer field to attain higher rate of cooling for highly efficient thermal management systems.

3. Research results for fiscal year 2023 (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).

Publications:

- **E. Yilmaz**, M. Ichiyanagi, Q. Zheng, B. Guo, N. Aratake, M. Kodaka, H. Shiraishi, T. Okada, T. Suzuki. “Investigation of intake air temperature effect on co-combustion characteristics of NH₃/gasoline in naturally aspirated high compression ratio engine with sub-chamber,” *Sci. Rep.* Vol.13(1), 11649, 2023.
- M. Ichiyanagi, **E. Yilmaz**, K. Hamada, T. Hara, W. Anggono, T. Suzuki. “Experimental Investigation of the In-Cylinder Flow of a Compression Ignition Optical Engine for Different Tangential Port Opening Areas,” *Energies* Vol.16(24), 8110, 2023.
- H. Tanaka, Y. Nishimura, T. Ikari, **E. Yilmaz**. “Fundamental Study of Press Molding Method for CFRP Preform Using a 3D Printer,” *Int. J. Auto. Tech.* Vol.18(1), pp. 128-134, 2024.
- L. Fang, H. Singh, T. Ohashi, M. Sanno, G. Lin, **E. Yilmaz**, M. Ichiyanagi, T. Suzuki. “Effect of Machine Learning Algorithms on Prediction of In-Cylinder Combustion Pressure of Ammonia–Oxygen in a Constant-Volume Combustion Chamber,” *Energies* Vol.(17), 746, 2024.
- T. Suzuki, M. Ichiyanagi, **E. Yilmaz**, A.G.K. Maxwell, E.A. Handoyo. “Experimental study on the effect of micro-carbon additives in vegetable oils for aquifer thermal energy storage,” *Clean Energy* Vol.8(2), pp.48-59, 2024.

Conference presentations:

- **E. Yilmaz**, Takaki Nakajima, Hidetake Tanaka, Takuro Mita, Ken'ichi Yamashita. “Numerical and Experimental Investigation of Micro-texturing Effects on Reciprocating Sliding Surfaces under Hydrodynamic Lubrication,” *Int. Tribology Conf. 2023*. Fukuoka, Japan.

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. Suzuki, Prof. Ichiyanagi, Department of engineering and applied sciences. “Study of surface characteristics effect on heat transfer mechanism under flow boiling conditions.”

- Conducted joint research with Isuzu Advanced Engineering Center, Ltd. along with Professor Tanaka, Department of engineering and applied sciences. “Study of the effects of micro-texture on friction reduction phenomenon.”

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.)

微分方程式の基礎, 機械システム設計の基礎, 機械工学輪講, 機能創造実験・演習 II, 設計工学, Fundamentals of Microsystem Design, 機械工学ゼミナール IA・IIA, 卒業研究 I・II, 大学院演習 IA・IIA

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 the points that you devised and future refinements. Also, please assess syllabus achievement.)

[微分方程式の基礎]

Flipped-classroom is used for this lecture, where lecture videos were provided to students via MOODLE. During the actual lecture hour, recitation concept is adopted where I solved around 4-6 exercise problems related to the weekly content. Most students like this concept as the videos are always available once they are made online. End of semester questionnaire results also went up by 0.2 points compared to previous year’s results, to 4.3/5, which shows the positive impact of the course content and application method.

[設計工学]

This lecture was held in only Japanese (both written and spoken) in FY21. However, with the aim of the lecture was given in English, where slides, HWs, quizzes and final examination was given in Japanese. The median score did not change compared to FY21, stating that the students were able to understand the lecture content even though the language was in English. The end of semester questionnaire resulted as 4.2/5, which shows that there is a bit of room for further improvement. As a result, more end of lecture surveys is planned to take place to further improve student satisfaction.

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 the Promotion of Science and Technology Committee; Freshman homeroom teacher at Department of Engineering and Applied Sciences.

(Off-campus) Member of Tokyo-North Rotary Club via 東京北 Exchange ローターリー衛星クラブ.

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

I participated in the panel discussion during 国連 Week 「理工系の複合知を世界に」 organized by Faculty of Science and Technology. In addition, I gave a speech about a brief history of Turkish-Japanese relations, on March 26th at the Imperial Hotel Tokyo, Japan. The title of the speech was 「架け橋を築く：日本とトルコの友情 100 周年を祝う」.

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」（2件の修士論文テーマ）
修士論文題目「臭化鉛3次元ペロブスカイト物質における励起子-励起子散乱の観測と励起子物性の評価」および「臭化鉛2次元ペロブスカイト物質(C₄H₉NH₃)₂PbBr₄の励起子ダイナミクス」
- 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」（修士論文テーマ）
修士論文題目「ボロン酸型蛍光プローブの光誘起電子移動による糖認識機能」
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」
- ④ 「半導体中のコヒーレントフォノンに関する研究」

展望については，「3. 2023年度の研究成果」において，各テーマごと記載する。

3. 2023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。2023 年度は、2 件の修士論文のテーマとして、「臭化鉛 3 次元ペロブスカイト物質における励起子-励起子散乱の観測と励起子物性の評価」および「臭化鉛 2 次元ペロブスカイト物質 ($C_4H_9NH_3)_2PbBr_4$ の励起子ダイナミクス」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、2023 年 9 月にはフランス・パリで開催された、ルミネッセンス国際会議で、口頭発表 1 件、ポスター発表 1 件を行った。

また、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。2023 年度の修士論文では、特に励起子ポラリトンの分散曲線に関する考察を行った。

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」

2023 年度の修士論文として、「ボロン酸型蛍光プローブの光誘起電子移動による糖認識機能」の研究を行った。この研究は、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、2023 年度はその最終年度となった。最終年度の講演会として、Sophia Open Research Weeks で「光を用いた高機能細菌検出 ―その基本原理と実例―」という講演会を行い (2023/11/18)、一般の参加者に対しても研究成果の発表を行った

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。2023 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、2024 年度に大きな飛躍が期待できる。

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。光源は完成に近い状況になったため、2024年度にはGaAsの透過型のコヒーレントフォノン測定を目指している。

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，ALCA_Next「鉛フリーハロゲン化金属ペロブスカイトの2次元構造制御による高効率・高耐久性太陽電池」（代表：竹岡裕子）の研究がスタートした。

（学外）

- 無機有機ペロブスカイト材料の研究は東京大学，浜松医大との共同として，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。

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

英語コース「Electromagnetism」、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。）

2023年度は、初めて英語コースの科目「Electromagnetism」を担当した。英語での講義であり、講義内容自体も日本語コースでも行っているものを異なるため、その準備には多大な労力が必要となった。そのおかげで、非常に丁寧な講義スライドや毎回のレポート課題などが完成し、教育活動の大きな達成感が得られた。

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、2023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 別冊『相対性理論』（2023年1月16日発売）を出版した。また、小学生の研究課題用のキットとして、「偏光板実験キット」を学研から発売した。

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, 量子機械学習, 非エルミート系

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。)

- ・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
- ・量子機械学習

(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する。特に量子計算による機械学習の研究を行なう。

3. 2023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。)

アンダーソン転移の研究で確立させたスケール理論をより精密化した。また Borel-Pade 近似を使って, 高次元のアンダーソン転移の臨界指数を評価した。深層学習の方法を様々なランダム行列の量子相転移に適用した。加えて量子計算機による機械学習, とりわけ相転移の判定について研究した。こうした機械学習による相判定と並行し, 非エルミート系の固有エネルギー, および特異値の分布について解析的に議論した。

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。)

- ・ ‘Analysis and generation of wave functions in solid state physics’ , CTCP condensed matter seminar, National Yang Ming Chiao Tung University (NYCU). 2023/5/24
- ・ ‘Unifying the Anderson Transitions in Hermitian and Non-Hermitian Systems’ , PHHQ20, invited talk, Koc University, Istanbul, 2023/8/4
- ・ ‘Unifying the Anderson Transitions in Hermitian and Non-Hermitian Systems’ , Random operators and related topics, invited talk, Tohoku University, 2023/10/15
- ・ ‘Unifying the Anderson Transitions in Hermitian and Non-Hermitian Systems’ , PCS Seminar, Institute for Basic Science, Korea, 2023/11/3
- ・ ‘Machine Learning The Phase Diagrams And Magneto-Fingerprints In Disordered Quantum Systems’ , PhysSem, National University of Singapore, 2023/12/20.
- ・ ‘Machine learning the phase diagram in disordered quantum systems’ , USM-RIKEN international conference on advanced sciences, Keynote speech, Malaysia, 2024/2/26
- ・

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)
- ・ 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)
- ・ データサイエンス数学
- ・ 応用データサイエンス概論 (輪講形式 1 回, およびコーディネーター)

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のち、発足後は応用データサイエンス学位プログラム委員長をつとめ、新研究科の立ち上げに尽力した。

(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

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、半導体ナノ加工、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、成膜技術、透明導電膜

2. 研究テーマ

- ・可視光領域におけるトポロジカルフォトン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

- ・可視域 GaN 系メンブレン型ナノ構造の発光特性解析およびトポロジカルフォトンク結晶共振器の作製と評価
- ・可視域メンブレン型 GaN トポロジカルフォトンク結晶の FDTD 解析と作製及び可視域エッジ伝搬の観測
- ・ワイドギャップ半導体/空気 DBR 共振器型波長変換デバイスの作製に向けた基礎研究
- ・超小型ディスプレイ応用に向けた InGa_N/Ga_N MQW ナノ・マイクロ LED アレイの HEATE 法による作製及びプロセス技術の検討
- ・ドーピング有機発光材料の単結晶とアモルファスの発光特性及びその FRET 現象の検討

卒業研究テーマ

- ・電気化学エッチングによる GaN 系フォトンクデバイス用ナノポーラス構造の作製
- ・GaN 系可視域トポロジカルフォトンク結晶の構造設計の検討と伝搬評価
- ・InGa_N/Ga_N 極微細ナノピラーアレイ LED の絶縁体埋込と ITO 電極焼成条件の検討
- ・集積レーザ用 GaN/空気 DBR 作製に向けた HEATE 法による GaN 高精度垂直ナノ加工条件の

検討

- ・波長変換デバイスに向けた GaN ナノ流路へのペロブスカイト結晶析出制御の基礎研究

(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グラフィ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 InGa_{0.5}N/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進展させていく。

3. 2023 年度の研究成果

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 のナノトレンチ加工において、Al₂O₃/SiO₂ 複合エッチングマスクを利用するとサイドエッチングと側面傾斜の抑制、エッチング側面の平坦化に有効であることを見出した。
- ・ 電子ビーム描画条件の工夫により、緑～青色波長帯のトポロジカル PhC に用いる周期 350～300nm の極微細三角形ナノホールパターンの頂点曲率半径の先鋭化 (<20nm) を達成した。

2) 可視領域トポロジカルフォトリソグラフィ結晶 (PhC) に関する研究

- ・ HEATE 法と AlInN 犠牲層の選択エッチングを組み合わせたプロセスを用いて、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、赤色～青色域におけるトポロジカルエッジモードとエッジ伝搬現象の直接観察に成功した。特に、青色域での実証はこれまでの報告で最も短い波長であった。
- ・ InGa_{0.5}N/GaN 多重量子井戸を内在するメンブレン型トポロジカル共振器構造を作製し、未加

工領域に対して数倍～数十倍のフォトルミネッセンス発光増強現象を確認した。また、蛍光観察により、トリビアル領域とトポロジカル領域の界面に沿って発光強度が高いリング状パターンを観測した。この現象は、トポロジカルエッジモードによる周回モードに関連している可能性がある。

3) 波長変換型集積 RGB 光源の開発に関する研究

- ・2022 年度から継続して波長変換デバイスの励起光源として GaN/空気-多層膜反射鏡 (DBR) を用いる青紫域 InGaN 系レーザの構造設計と理論解析を行い、構造の最適化を進めた。
- ・疑二次元ペロブスカイト (P2F8) 結晶を用いて半導体ナノ流路への析出条件の検討を行い、基板の親水性/疎水性処理、前駆体溶液濃度、ナノ流路幅依存性などを把握した。
- ・単結晶 (010) β -Ga₂O₃ を用いて、側面からの光学評価を実施可能な、高さ 16 μ m の高アスペクト Ga₂O₃/空気 DBR 付きナノ流路の作製に成功した。

4) InGaN/GaN ナノピラーLED に関する研究

- ・2022 年度から継続して InGaN/GaN 青色ナノピラーLED の電流注入デバイスプロセス技術の確立を進めた。InGaN/GaN-6QW 構造ウェハを HEATE 法でナノピラーアレイに加工し、絶縁体で埋め込んだ後に頭出しを行い、ITO 電極を形成して電流注入発光を観測した。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- ・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」 主たる共同研究者として参画
- ・JST CREST プロジェクト (上智大学グループ内の共同研究者: 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: 2023 年度 Sophia Open Research Weeks 「第 4 回半導体ナノフォトニクス研

研究会」2023年11月22日（上智大学図書館／ハイブリッド開催）

5. 教育活動

- ・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
- ・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.

6. 教育活動の自己評価

- ・「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。授業最終日に対面で自作 WEB ページを紹介することを最終課題としており、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、講義内容に早期に反映することを意識していく。

- ・「機能創造理工学実験・演習1・2」、「ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1・2」
機能創造理工学実験演習2とENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2は、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ており、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ている。実験・演習1では、クイズを交えてリラックスさせ、集中力の維持にも努めている。

・「アナログ電子回路」(2018年度「理工学部授業頭彰制度」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し、1時限目開講時には大幅に減少ことが判明している。このため、2024年度より、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で実施する予定である。

・「光エレクトロニクスⅠ・Ⅱ」

2021年度から Semester 科目としてのⅠとⅡ各7回に分けて実施しており、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。

・「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している。

7. 教育研究以外の活動

(学内)

- ・半導体研究所 所長
- ・フォトリサーチセンター 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 3年次クラス担任
- ・就職担当 (学部：機能創造理工学科、大学院；電気電子工学領域)

(学外)

- International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2023, September 5-8, 2023, Nagoya, Japan) Program Committee Member, Area 11.
- International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2024, September 1-4, 2024, Hyogo, Japan) Program Committee Vice Chair, Area 11.
- 14th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS14, November 11-17, 2023, Fukuoka, Japan) Program Committee Member.
- 座長：国際会議 SSDM2023
- 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 科研費審査委員 (詳細略)
- 学術論文査読 (詳細略)

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（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。）

- ・コヒーレントフォノンの観測のための近赤外光源の製作と出力パルスの評価
- ・二酸化チタン光触媒における長寿命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、ここ数年間で近赤外光を出力する超短パルス光源の開発を行ってきた。研究を進めるに従い、近赤外光源の製作やパルスの狭窄化には可視光源とは異なる手法が必要であることが次第にわかってきた。そこで近赤外光源ならではのノウハウを蓄積している段階である。

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。ただし、これまで我々が行ってきた短寿命キャリアの観測は純光学的手法が使え、極めて長い時間領域の測定では電気的な手法が使えるが、その中間領域は高感度な測定手法に限られる。そこで我々は測定手法の新規開発から行っている。

3. 2023 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。）

・上に述べたように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いる。2023 年度は測定に十分な強度の光パルスを出力させることが出来たが、パルスの狭帯化がまだ十分ではなく、パルスの評価法も含めた改良を行っている。

・上に述べたように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、新たな測定系を作製している。2022 年度に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ているが、再現性に欠ける状態であるため、安定な測定を行うための装置改良を行った。

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。）

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」

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。その結果、従来よ

りもややレベルの高い課題を出すようにしたため、解説に割く時間を昨年度よりさらに増やして学生のより深い理解を促すよう努めた。またこの授業にかかわるキーワードに対する知識を確認するために授業の一回目にアンケートを行っている。なおこれまで通り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」

2023年度は教科書を変更した。2022年度の授業アンケートで「内容が易しすぎる」という意見と「難しい」という意見があり、授業のレベルをどちらに振るか悩んだが、まずは教科書を従来よりもレベルの高いものにした。試験やリアペの結果を見る限り、ややレベルを上げすぎた感があるため、来年度は従来 of 教科書に戻す予定である。

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）理工教職課程委員、全学教職課程委員、四年次担任

（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ナノ粒子の調整と評価（光触媒効果の定量化、二次粒子の抑制法の開発、比表面積測定を卒研として実施）
- ・ 光触媒微粒子と繊維状粒子の複合化による新規な光触媒材料・バイオ材料の開発（修士論文、投稿論文）
- ・ 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. 2023 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。）

- ・ 我々の作った酸化チタンナノ粒子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。通常の光触媒とともに光照射によって pH が変化する現象を発見した。
- ・ 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。
- ・ 大学院生の受賞が 2 件あった。

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。）

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/Introduction of Science and Technology（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

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。

「電磁気学 IIB」は少人数のきめの細かい授業で、授業中の満足度調査も好調である。

「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）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，パルス超強磁場，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) 共同研究『パルス超強磁場を用いた革新的磁気機能性材料の創製』
- (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) 新規熱電および機能性酸化物の共同研究の推進

（展望）

- (1) に関連しては、4. 大学内外における共同的研究活動でも記述するが、2023年度学術研究特別推進費「自由研究課題」に採択された研究課題『パルス超強磁場を用いた革新的磁気機能性材料の創製』に関して、桑原を研究代表者、機能創造理工学科足立匡教授と東北大学金属材料研究所野尻研赤木暢助教を研究分担者として、3カ年の共同研究をスタートした。
- (2) 我々の研究室で見出した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。本年度は主にマルチフェロイック物質への不純物置換効果を中心に研究を進めた。
- (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、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（SRD）を作製するための研究を継続している。SRD性能向上のために本年度はLaサイトを1価のアルカリ金属イオンで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）、東邦大学（誘電材料）、および早稲田大学（機能性酸化物）との共同研究である。本学の装置を利用して比熱測定や磁化測定、誘電測定、結晶成長を共同研究によって推進した。

3. 2023 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) 研究計画に従って 2023 年度はパルス超強磁場発生と測定系の構築を中心に研究を進めたが、来年度以降の研究に用いる結晶試料の作製と定常磁場下での基礎物性の測定も平行して行った。入手が困難で高価な液体ヘリウムを用いない低温 30 テスラ超強磁場実験の実現のために、使用するコイルの設計を行った。発生磁場強度、発熱量、印加電流値などを考慮して、遺伝的アルゴリズムを用いて最適化し、コイル形状を決定した。その結果、計画した 30 テスラの磁場強度を発生できる設計パラメータが得られた。さらに上記の設計に基づき、パルス超強磁場発生用のコイルを、銅線を巻いて作製するための巻き線機を自作した。設計したコイル形状に合わせて巻き線機を設計し、構成するパーツを購入あるいはマシンホールで作製してもらい、それらを組み合わせて巻き線機を完成させた。また、理工学部申請型(公募制)研究費で購入したコンデンサーバンクを導入し、パルス超強磁場を発生させるための充放電などの基本動作を外部 PC で制御するプログラムを作成した。
- (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。本年は母物質の $\text{CaBaCo}_4\text{O}_7$ 結晶に不純物置換を行い電気磁気特性の向上を目指した。その結果、Ca サイトの Sr 置換によって、低温でも電気磁気効果が発現し、またその電気分極変化を駆動する臨界磁場も従来の Co サイトの Ni 置換に比べて低減できることを明らかにした。今後は不純物置換した試料に関して極性依存性・非相反電磁応答を明らかにしていく。
- (3) SRD 特性の向上を目指して、本年度はさらに低ホールドープ・広バンド幅が期待される、La サイトを Ca^{2+} や Sr^{2+} よりイオン半径が大きい 1 価のアルカリ金属で置換した $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.115}\text{A}_{0.055}\text{MnO}_3$ ($A^+ = \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Rb}^+$) 結晶を作製し、その磁気特性、電気特性、SRD 特性を詳細に調べた。その結果、アルカリ金属の飽和蒸気圧が高いことを反映して、結晶成長の過程で揮発してしまい、仕込み組成と実際の結晶に含まれる組成にずれ(減少)が生じ、またその減少量はアルカリ金属の種類に依ることが分かった。そこで減少分を考慮してアルカリ金属の仕込み量を増加させた組成で結晶成長したところ、Na 置換試料では SRD 特性の向上が見られた。ただし、向上ではあるものの、現在までの最適組成の SRD 特性を凌駕するまでには至っておらず、さらに仕込み組成や熱処理条件を細かく検討していく必要があり、継続して研究を進めていく。

- (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、 $\text{Ba}_{3-x}\text{R}_x\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ ($\text{R}=\text{希土類元素}$) 結晶の比熱に関する早稲田大学との共同研究、 $\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x\text{TbO}_3$ 結晶の磁気特性に関する東邦大学との共同研究を行い、研究成果を共著発表・共著論文として公表した。

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) 機能創造理工学科内の黒江研究室との学内共同研究を行い、共著で国際会議発表や論文発表等を行った。

また、2023 年度学術研究特別推進費「自由研究課題」に桑原を研究代表者、学内機能創造理工学科足立匡教授と学外東北大学金属材料研究所野尻研赤木暢助教を研究分担者として、研究課題『パルス超強磁場を用いた革新的磁気機能性材料の創製』の3 年の共同研究をスタートした。本共同研究は、持続可能な社会の実現に向けてエネルギー問題を解決するために、革新的な磁気機能性材料である宇宙や民生利用可能な熱放射率可変素子、高密度メモリーへ応用できるマルチフェロイック材料、超低消費電力につながる超伝導材料の開発を目指すものである。材料開発には、材料の磁気特性を広い磁場範囲で詳細に調べる必要があるが、本共同研究では実験室で運用可能なパルス超強磁場下での物性測定システムを新たに構築し、実験の省エネルギー化・低コスト化を実現する。このシステムを用いて、超強磁場実験と材料設計・物質合成を有機的に組み合わせて上記革新的磁気機能性材料の開発を進めている。

(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。また、東邦大学赤星研究室および早稲田大学先進理工学部物理学科勝藤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も継続して行っている。

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 (2023 年 11 月 13-17 日、Umeå University and Stockholm, Sweden) 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 2 (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。)

2023 年度は殆どの授業がオンライン授業から対面授業に戻り、通常の講義形式となり、オンライン授業よりもきめ細やかな授業ができたと考えている。オンライン授業の時に作成した練習問題や例題の資料を Moodle を使って配布することができたことも、通常の対面授業よりもきめ細やかな授業ができた要因かと思われた。一部オンデマンド授業を行った授業も課題を出して採点し、フィードバックするなど一方的にならないように工夫することで、受講生にも受け入れられているように見受けられた。

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) 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, μ SR, 金ナノ粒子糖センサー, フラストレーション, 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,

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) 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

(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, ミクロプローブである NMR 及び μ 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・ μ 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, μ 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きた, 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, 低温の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, 金ナノ粒

子の表面にボロン酸・RuO₂等の磁性コンプレックスを修飾させた分子センサーについて、金表面における修飾分子の数密度を評価するため、NMRによって、磁性サイトがプロトンサイトに作る超微細場を測定した。また、糖認識機構解明のため、電気化学測定を行いながら in-situ で NMR 測定を行うシステムの開発を始めた。

- 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。現在、固溶系の実験を進めている。
- 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 μ 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「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、Ge ベースの人工ガーネットで、ノンコリニアスピン秩序による電荷異常の報告例があったため、天然鉱石のガーネット (Si ベース) について、アルマンディン (Fe)、スペサルティン (Mn) を準備して、磁化率と Al/Si-NMR 測定を行った。磁化率では低温で鋭いカuspが観測され、反強磁性転移の兆候を確認できたが、NMR スペクトルは、わずかなブロードニングが見えたのみであった。天然鉱石であり、意図しない固溶の影響であると思われる。

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 (μ SR 実験)
- ・申請型応募制研究費 (代表 後藤貴行, 分担, 橋本剛) 「電気化学 NMR による糖認識センサーの磁氣的検出法の開発」

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：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, 量子スピン物性, 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 I A/B, 大学院演習 I A/B, 物理学序論 (輪講), Green Science and Engineering (physics, 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。)

学部英語コースを含む機能創造実験演習Ⅱについて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)

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：宇宙汚染の研究

キーワード：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。）

「宇宙機コンタミネーション除去法の開発」

光触媒を用いたコンタミネーションの除去法を開発する。

3. 2023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。）

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_3 を試した結果、大気中だけでなく真空中でも汚染物質の分解が可能であることがわかった。フッ化物 BiF_3 でも試したが、採用した製法では光触媒活性は発現しなかった。

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。シラバスの内容はほぼ 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)

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

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（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。）

「電力系統の解析・制御技術の高性能化」

- 電力系統の高性能化と持続可能なエネルギー利用
- 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，電気エネルギーの使われ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。

近年は，天候によって出力が変化する風力発電や太陽光発電といった変動性再生可能エネルギー電源を活用するための系統安定化や調整力・柔軟性を拡大する手法，これらの電源がインバータを介して連系することの系統への影響の評価，インバータ連系電源を多数含む系統の特性などについて研究しており，今後も継続して取り組んでいく。

3. 2023 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。)

2023 年度は次のテーマに関する研究を行った。

- ・ 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
- ・ 瞬時値解析のための風力発電機のモデル化手法
- ・ 系統安定化に寄与する風力発電機の制御手法
- ・ インバータ連系電源, エネルギー貯蔵装置の制御手法
- ・ 超電導電力機器の導入による系統の安定性と柔軟性の向上
- ・ 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
- ・ 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

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。)

- ・ 「液体水素冷却高温超電導発電機の開発」
NEDO 先導研究プログラム/エネルギー・環境技術先導研究プログラム
三菱電機(株) (代表機関), 関西学院大学, 東京大学, JAXA との共同研究
- ・ 「電力系統におけるインバータの解析モデルに関する研究」
東芝三菱電機産業システム(株)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。)

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,
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。学生の理解を深めるために, 実系統のデータを調べて計算する課題や, 学習した分野に関する問題を作成する課題をレポートとして出題した。

“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 4年次生（2019年9月入学）担任

（学外）2023年電気学会産業応用部門大会実行委員会 委員

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, Rotating detonation engine, Combustion

Keywords: detonation, deflagration, reactive mixtures, DDT, flame acceleration, rotating detonation engine

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. Rotating detonation engine (graduate school research)

(Prospects)

Deflagration-to-detonation transition (DDT) is one of the most important subjects of detonation study. When we are 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 an 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 small obstacles.

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 is also in acetylene combustion as a very energetic fuel so the development of a reduced chemical combustion model is essential.

We perform experimental research on rotating detonation engines, which are listed as the future of space propulsion systems.

3. Research results for fiscal year 2023 (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. Dzieminska, Kawalec, Yamazaki, Syed. Experimental research on centrifugal disk RDE supplied with hydrogen and oxygen. 第 63 回航空原動機・宇宙推進講演会 March 2024.
2. Sato, Fukuda, Yamazaki, Nagao, Ito, Iwaki, Ikeda, Thibault, Dzieminska. Experimental Research on Water-Cooled Rotating Detonation Engine. 29th ICEDERS, July 2023.

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. 水書 稔治 教授 (東海大学) - Rotating detonation engine chamber design, Tokai students performed numerical analysis
2. 森井雄飛 助教 (東北大学) - Detonation code development
3. 林 光一 (Cosmosilva) – Detonation propagation over a water surface, the last year was a preliminary stage, and experiments are starting from FY 2024
4. Michal Kawalec (Warsaw Institute of Aviation) – experimental research on rotating detonation engine
5. IHI Heavy industry – we see a wind tunnel at IHI to test RDE, IHI team takes care of the control system for fuel and oxidizer injection to our engine
6. Dr. Wojciech Rudy (Warsaw University of Technology) – experiments with detonation initiation over grooves were performed in Warsaw and we are taking care of numerical analysis

I was awarded with research scholarship at the end of March for 2 weeks by The National Research Program on carbon-free hydrogen (PEPR-H2) in France.

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.)

Due to sabbatical leave, I did not teach in the Spring semester of 2023.

1. Topics of Green Engineering 1 (Undergraduate school)
2. Basic Physics 1 (Undergraduate school)
3. Seminar in Mechanical Engineering (Undergraduate school)
4. Application of Mechanical Engineering (Graduate school)
5. Graduation research 1 & 2
6. Master's Thesis Tutorial and Exercise

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.)

My sabbatical leave started in the Autumn semester 2022 and continued through Spring 2023. I have improved class content during that time. Students did not respond well to the new style of Basic Physics class and this one needs further improvement.

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. 燃烧学会
2. 日本航空宇宙学会
3. The Combustion Institute
4. AIAA

I spend many weeks at Queen's University in Canada, CRNS in France, and the Aviation Institute in Poland attending various experiments. Additionally, during my stay abroad I had a chance to give a few short seminars.

I took a course at Harvard Business School Online on leadership, which is improving my leadership skills in the laboratory.

I was invited to give an inaugural talk for WSB Merito University's grand inauguration in Gdansk (Poland).

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 32nd Grand Final (8th 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、
太陽電池・人工葉の研究、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、太陽電池、人工葉、
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（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 GaAs ナノワイヤの結晶成長技術
- ・InP 太陽電池の結晶成長技術
- ・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、この基板の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。

2023 年度は親水性貼付けによって作製する InP-Si 基板において発生するボイド（気泡）に関連する研究を行った。ボイドが存在した場合、光伝搬における散乱損失の増加が懸念される。数値計算によりボイド形状と散乱損失の関係を求めた。また実験によりボイドの密度、占有面積、形状と量子井戸レーザのしきい値の関連を詳細に調べ、低しきい値化のために必要なボイドパラメータを明らかにした。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、埋込構造の試作を行った。さらにシリコン基板上半導体レーザと InP 基板上半導体レーザの利得を Hakki-Paoli の方法により実験的に比較した。

自己触媒による GaAs 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 GaAs ナノワイヤ内に PN 接合を持つ構造を結晶成長し、その電気特性を検討した。この構

造は将来的に太陽電池、人工葉デバイスへの展開を検討しているが、並行して InP プレーナ型の太陽電池の結晶成長、デバイス試作を行った。InP ホモ接合型太陽電池であり、表面の電極構造を改良した新しいマスク構造を設計、製作し太陽電池の発電を確認した。今後さらなる変換効率の向上を目指した研究を継続して行う予定である。

3. 2023 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 1 件、国内学会発表 4 件を行った。

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。)

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

2023 年度は対面授業を中心として行い、Zoom によるハイブリッド授業を実施することは無かった。講義資料は Moodle によって配布し、数回の課題提出も Moodle を使用して行った。

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。出来るだけ毎回実施したかったが、2回実施できなかつたので、次年度以降は改善したい。講義内容はほぼシラバス通り実施できた。

「電子デバイス」は講義内で小テストを実施し、講義内容に関連する演習を行った。講義資料ではなく、インターネットで検索して解答していることがあり、注意喚起を行った。講義の前半の内容に関して中間試験を、後半の内容は期末試験を行った。ほぼシラバスの内容を実施できた。

「光電磁波伝送工学」は講義内での小テストを実施しているが、後半の小テストの実施回数が少ないので改善したい。講義内容に関連したレポート課題を2回行った。次年度はレポート課題はもう少しボリュームのある課題を出したいと思う。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。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。本年度は講義内でリアクションペーパーを提出させる形式に戻した。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
理工入試委員会委員長

（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

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、熱交換器 など

キーワード： カーボンフリー、エンジン、高効率化、深層学習、熱交換器など

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」
- 「植物油を用いた低温度エネルギー貯蔵システムの検討」

(展望)

これらの研究テーマは、エネルギー技術とエンジン性能の向上に向けた新たなアプローチを提供し、持続可能な輸送手段の開発に寄与する展望を開くものである。具体的には、植物油に微粒子炭素を添加することで効率的な水脈熱エネルギー貯蔵システムが実現される可能性が示されており、これにより環境負荷の低減と資源の有効利用が期待される。また、アンモニアと酸素を用いた燃焼システムの筒内圧力予測に機械学習を適用することで、エンジンの効率向上と排出ガスの低減を実現するための最適化が進められている。さらに、エンジン内部の流れの動態解析を通じて、光学エンジンの性能に影響を与える因子が明らかにされ、これがエンジン設計の最適化へと繋がることが期待される。また、自然吸気エンジンにおける吸気温度の影響を詳細に調査することで、アンモニアとガソリンの共燃焼特性の理解が深まり、代替燃料を使用したエンジンの性能向上への道が拓かれている。これらの成果は、次世代のエネルギーソリューションと環境対応型エンジン技術の進展に貢献するものであり、将来にわたってその影響が期待される。

3. 2023年度の研究成果

- **自然吸気高圧縮比エンジンにおける吸気温度がNH₃/ガソリンの共燃焼特性に及ぼす影響**：本研究では、高圧縮比エンジンにおいて吸気温度の変化がアンモニアとガソリンの共燃焼特性にどのように影響するかを探求した。高い吸気温度は一般的にエンジンの充填効率と燃焼時間を低下させ、特にアンモニア含有量が高い場合に全体的なエン

ジン性能と排出ガスに影響を与えることが分かった。

- **アンモニア酸素を用いた定容燃焼室での筒内燃焼圧力の機械学習による予測**：本研究では、アンモニアと酸素を使用するエンジンの筒内燃焼圧力を予測するために機械学習アルゴリズムを適用した。ランダムフォレストと人工ニューラルネットワークなどのアルゴリズムを使用して、異なる当量比での燃焼圧力を評価・予測し、予測誤差を最小化する効果的なアルゴリズム選択を強調した。これにより、エンジンの燃焼動作の予測精度が向上した。
- **内燃機関冷却システムにおけるさまざまな冷却液と気泡挙動が核沸騰熱伝達機構に与える影響**：この研究は内燃機関の冷却システムに用いられるさまざまな冷却液の気泡挙動と核沸騰熱伝達特性を調査したものである。水の気泡は加熱面から迅速に離れる一方で、EG50%は気泡が滑るように動き、LLC は気泡が静止し近くの気泡と合体する。この挙動は、それぞれの冷却液の熱流束と冷却効率に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。
- **異なるポート開口面積による圧縮着火エンジンの筒内流れの実験的調**：この論文では、圧縮着火光学エンジンの筒内流れにおいて、異なる接縁ポート開口がどのように流速、渦比、渦中心位置に影響を与えるかを調査した。これは、エンジンの燃料-空気混合と燃焼効率を最適化するために重要である。
- **吸気バルブへの燃料の噴霧衝突角度が粒子径・速度に与える影響**：ガソリンエンジンにおけるポート噴射の利点は、空気燃料の優れた混合にあり、噴霧挙動を理解することは有害排気ガスの排出削減につながる。論文では吸気バルブへの燃料付着が有害排気ガス排出の原因となるため、噴霧衝突角度を変更できる新装置を使用してその効果を検証した。ILIDS システムを用いて粒子径、速度、空間分布を同時に測定し、吸気バルブの有無と衝突角度がバルブ近傍の粒子分布に及ぼす影響について調査した。
- **植物油に微粒子炭素添加剤の効果に関する実験研究**（水脈熱エネルギー貯蔵システム用）：本研究では、水脈熱エネルギー貯蔵（ATES）システムにおいて、特にココナッツ油とひまわり油を媒体として使用し、鉱物油および合成油と比較して熱伝達係数を評価した。ひまわり油は、特に木炭を加えた場合に最も高い熱伝達効率を示し、ATES に適しているとされる。一方、ココナッツ油は性能が低いため不適合であると評価された。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- 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**：講義の終了後にリアクションペーパーを行うことで、受講者の理解度を確認し向上させる効果が見られた。このアプローチにより、学生は講義内容をより深く反映し考察する機会を持つことができた。
- **熱エネルギー変換**：関連動画を視聴した後の授業で、受講者の興味と理解が一層深まることが確認された。動画内容が授業テーマと密接に連携しているため、理解の深化に効果的だった。
- **機械システム設計の基礎**：対面講義を継続することで、学生の理解度を常に高いレベルで保つことができ、それが成績向上に直結した。特に、講義内容の適時な質疑応答

が効果的だった。

- **グローバル企業のビジネス展開**：複数の講師が交代で講義を行うことで、多様な視点からの知識と経験が提供され、グローバル企業としてのダイバーシティとインクルージョンに関する理解を深めることができた。
- **数値伝熱工学**：実際の伝熱現象を題材に、エクセルを用いた理論解析と有限要素解析を組み合わせた教育手法を採用し、学生が実践的な技能を身につける機会を提供した。この手法により、受講者は理論と実践の結びつきを体感することができた。
- **理工概説**：工業熱力学、熱エネルギー変換、伝熱工学など、熱工学の基本的な知識について、身近な現象を用いて具体的に解説した。このアプローチにより、抽象的な概念が学生にとってより理解しやすくなった。
- **熱エネルギー変換工学特論**：対話形式での講義を通じて、学生の興味を引き出し、より積極的な学びに繋げることができた。受講者からのフィードバックも積極的に取り入れ、講義の質を高めた。
- **燃焼工学特論**：対話形式の講義により、受講者の興味と参加意欲を促進することができた。この方法は、より実践的な問題解決スキルの育成にも効果的であった。
- **Thermal energy conversion**：関連動画を視聴後に実施される授業が、受講者の興味と理解を一層深めるのに寄与した。動画の視覚的な情報が、授業の内容を補完し、理論と現実の橋渡しを行う効果があった。この結果、授業への集中力が向上し、学生の学習成果が顕著に改善された。

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 (4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) 直行方向からの車両侵入したときの自動車の最適車線変更及び挙動計画

直交方向から車両が侵入してきたときに自車の走行車線と速度計画を行い、衝突無しで走行できることを目標とします。

2) 前走車挙動の先読みによる省燃費で渋滞緩和のための協調型合流挙動の実時間制御器の構築

モデル予測制御やゲーム理論を自動車の自動合流問題に適用し、その時その時の交通流量と車種に最適な合流挙動制御手法を構築することを目的とします。

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

介護施設で介護者の補助と介護利用者の満足度の向上、や体の不自由な方の普段の生活品質の向上に貢献することを目的とします。

5) モビリティを実環境のコースで自律的に走行するレース型の技術チャレンジ

ステレオカメラ着装の移動型ロボットを自律走行させて、学生フォーミュラに参加させ、社会のために機械、センサー、電気、制御、ロボット、AI などの多様な知識と技術を習得した人材を育てることを目的とします。

3. 2023 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] 黒岩 凜, 曹 文静, 小笠原 眞友, 張 雨, ELM による家庭の電力需要変動の推定に基づいた EV の電力配達経路の最適化, 計測自動制御学会論文集, 2024 年 60 巻 3 号 p. 132-140.

[2] Tsuyoshi Yuno, Wenjing Cao, Koki Yasuda, Takanobu Sawada, Taketoshi Kawabe, Nonlinear Model-Predictive Driving Control of ICE Vehicles

Equipped with CVTs via Relaxation of Switching Behaviours, SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration (TMSI) TMSI 2281572, 2023 Nov.

- [3] Daifeng Wang, Wenjing Cao, Atsuo Takanishi, Dual quaternion-based SLERP MPC Local Controller for Safe Self-driving of Robotic Wheelchairs, Robotics 12(6) 153-153 2023, Nov.
- [4] Yu Zhang, Wenjing Cao, Hanqing Zhao, Shuang Gao, Route planning algorithm based on dynamic programming for electric vehicles delivering electric power to a region isolated from power grid, Artificial Life and Robotics 2023, Jun.
- [5] Linlin Nie, Miaolei Zhou, Wenjing Cao, Improved Nonlinear Extended Observer Based Adaptive Fuzzy Output Feedback Control for a Class of Uncertain Nonlinear Systems with Unknown Input Hysteresis, IEEE Transactions on Fuzzy Systems 1-11 2023, Apr..

国際学会（査読あり）

- [1] Zheng Z., Cao W., Yuno T., Kawabe T., and Mukai M.(2024) Nonlinear Model Predictive Control for Energy Management Strategies of a Series-type Hybrid Electric Vehicle. The 14th ASCC(ASCC 2024), 5th-8th, Jul. 2024, Dalian, China, (Accepted).
- [2] Daifeng Wang, Wenjing Cao, Hongkang Yu, Itsuki Taima, Atsuo Takanishi, Enhancing Elderly Mobility with a Quadruped Robot-Led Wheelchair System Based on MPC. The 14th ASCC(ASCC 2024), 5th-8th, Jul. 2024, Dalian, China, (Accepted).
- [3] Yuya Kubota, Wenjing Cao, Robust Torque Distribution Control with Energy Optimization for Four-Wheel Electric Vehicles, 2023 62nd IEEE Conference on Decision and Control (CDC) 62 2705 2023 年 12 月.
- [4] Yoshihisa Nakano, Wenjing Cao, Control Strategy and Path-Following in Electric Vehicles with 4 In-Wheel Motors Using a Linear Equivalent Two-Wheel Model, 2023 62nd IEEE Conference on Decision and Control (CDC) 62 2711 2023 年 12 月.
- [5] 王 戴豊, 曹 文静, 張 博, 向井 正和, Motion Planning for a Robotic Wheelchair with SLERP MPC Local Planner, SICE Annual Conference 2023 2023 年 9 月.

国内学会（査読あり）

- [1] 鄭 哲文, 曹 文静, 湯野 剛史, 向井 正和, 川邊 武俊, Advancing Energy Management Strategy based on MPC that optimizes the ignition timing of the engine and operating point of the powertrain of Series Hybrid Electric Vehicle, 自動制御連合講演会, 1E3-1, 2023, DOIhttps://doi.org/10.11511/jacc.66.0_597.

国内学会（査読なし）

- [1] 木村恒太, 曹文静, ベジエ曲線による経路再計画と LPVMPC を用いた動的障害物回避のための車両挙動制御手法の構築, 第 11 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム 2023 (MSCS2024), 2023 年 3 月, 3M6-3.

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

学外共同研究：介護のための電動車いすの自律走行とタスク割り当ての最適化（早稲田大学）

国際学会実行委員

1. IFAC NMPC 2024, ダイバーシティー委員、論文審査
2. 第 66 回自動制御連合講演会 2023, セッション企画
3. IEEE ACC 2023, AE, 論文審査
4. SICE FES 2024, 論文審査
5. IFAC world congress 2023, 論文審査

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) 機械工学ゼミナール IA
- 6) 機械工学ゼミナール IIA
- 7) 機械工学ゼミナール IB
- 8) 機械工学ゼミナール IIB
- 9) 大学院演習 IA
- 10) 大学院演習 IIA

- 11) 大学院演習 IB
- 12) 大学院演習 IIB
- 13) MASTER'S THESIS TUTORIAL AND EXERCISE 1A
- 14) SEMINAR IN GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 1A
- 15) MASTER'S THESIS TUTORIAL AND EXERCISE 2A
- 16) SEMINAR IN GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 2A
- 19) MASTER'S THESIS TUTORIAL AND EXERCISE 1B
- 20) SEMINAR IN GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 1B
- 21) MASTER'S THESIS TUTORIAL AND EXERCISE 2B
- 22) SEMINAR IN GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 2B
- 23) GRADUATION RESEARCH 1
- 24) GRADUATION RESEARCH 2
- 25) リサーチトライアル春

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。) 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、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、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

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。）

無し

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 片状および球状黒鉛鑄鉄の水素脆化に関する研究
- 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明
- 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、CO₂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. 2023 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年度から、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が2023年度理工学部授業顕彰を受賞した。今後は、エネルギーと材料、Energy & materialsの科目も含め、アンケートの結果を基にさら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

2023年4月～ NEDO 鋼材ステアリング委員会委員

2023年4月～ 大阪大学 接合科学研究所 招へい教授

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、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，Maglev，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。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. 2023 年度の研究成果

上記の研究テーマについて、研究遂行中の内容を下記で発表した。

6月 超電導学会 (江戸川区)

7月 アメリカ

9月 フランス

12月 超電導学会 (下関)

1月 電気学会 (横浜)

3月 電気学会 (徳島)

また、指導した大学院生が低温工学の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，
超伝導機器技術委員会幹事，調査専門委員会委員

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」

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、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、束縛状態がある一般の場合も含めて導出した。その直接的な応用として、T行列に基づく逆散乱理論を完成させている。また、優秀な数値解法も構成できたので、様々な数値例を作成しているところである。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. 2023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、以下の論文を発表した。

1. Kazuo Takayanagi and Mao Kurino, “Generalized optical theorem”, Progress of Theoretical and Experimental Physics 2023 073A02(1-31),
2. Mao Kurino and Kazuo Takayanagi, “Bound state in the continuum”, Progress of Theoretical and Experimental Physics, 投稿中

これらの内容に関し、以下の学会で発表を行なった。

1. 日本物理学会 2024年春季大会、2024年3月18日—2022年3月21日、online

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、基礎物理学、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。)

2023 年度は、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。2024 年度も、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、カトリック高校向け体験授業

(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： マルチボディダイナミクス，人間工学，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（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。）

- ・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
- ・高速鉄道車両の乗り心地に関する研究
- ・評価グリッド法を用いた評価構造の解明
- ・簡易人体モデルを用いた人体運動分析

「機械・人間・感性をつなぐ統合的な解析」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，鉄道，宇宙用モビリティシステムの開発を行っている。今後は，より精度の高い解析を目指し，データ分析手法，モデリング，定式化の手法開発，人体の運動計測に関する研究を進める。今後，評価グリッド法を用いた感性に関する検討を鉄道車両やHMIに対して実施する。

3. 2023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。）

- ・自動ブレーキの感性評価に関して，人間の行動と感性の双方から嗜好性を示した。
- ・気管挿管動作時の視線と人体運動の分析に関して熟練度者と初心者の差を示した。
- ・テニスラケットとゴルフクラブのマッチングに関して提案指標の有用性を示した。
- ・テザースペースモビリティに関して実現にむけた検討を行った。

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。）

聖マリアンナ医科大学 ‘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。)

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。受講生は達成感が得られると評価を得ている。受講学生が少ないことが問題である。大学よりこのような講義をアピールする機会があれば受講生が増える可能性がある。

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) 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 鉄道技術委員会 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 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. 自動傾斜調整機構を有する傾斜プラネタリ加工装置の開発
5. CFRTP のインクリメンタルフォーミングに関する研究
6. 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)

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における加工メカニズム解明を行っている。放電援用旋削加工 (EDAT) を共同研究先の企業と特許出願した。

金型を用いた CFRP のプレス加工を行う新たな加工方法に関して、STL ファイルを用いた二次元展開図による成形を試みた。クラボウ社製 CFRTP セミプレグシートを用いた成形実験を行ったが、自作した金型精度の問題で CFRTP シートが脱型できず成形は不完全である。

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異種材の接合プロセスについて研究を行った。

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、テクスチャ有無の摩擦力測定が行えることを確認した。

ミーリングチャックの把持力分布測定装置はデータロガー部分を改良し安定して測定できるようになった。

3. 2023 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, Ryuta Kuboshima Experimental study of electro-discharge assisted turning under low voltage for UD CFRP, International Journal of Automation Technology 2023 年 12 月採択
2. Tatsuki Ikari, Hidetake Tanaka Feasibility Study of Single-Point Incremental Forming for Discontinuous-Fibre CFRP using oil bath heating, International Journal of Automation Technology 2024 年 2 月採択
3. Hidetake Tanaka, Yuki Nishimura, Tatsuki Ikari, Yilmaz Emir Fundamental Study of Press Molding Method for CFRTP Preform using a 3D printer, International Journal of Automation Technology Vol. 18, No. 1, 128-134
4. 田中秀岳*, 山本大雅, 北風絢子, 鈴木敏之, 中谷尊一 CNC 自動旋盤による摩擦圧接に関する研究—A6061 材の摩擦圧接条件と接合材の機械的特性の関係— 精密工学会誌, Vol. 89, No. 8, 648-653
5. Hidetake Tanaka A Study on a Novel Process Combines Cutting and Joining by an Automatic Lathe Solid State Phenomena, Vol. 354, 91-98.
6. 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
7. Emir Yilmaz, Takaki Nakajima, Hidetake Tanaka, Takuro Mita, Ken'ichi Yamashita Numerical and Experimental Investigation of Micro-texturing Effects on Reciprocating Sliding Surfaces under Hydrodynamic Lubrication, 9th International Tribology Conference, Fukuoka 2023
8. Hidetake Tanaka Evaluation of smooth surface creation mechanism by electric-conductive diamond burnishing tool, The 25th International Symposium on Advances in Abrasive Technology, Taichung, Taiwan Dec. 2022

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。)

1. 共同研究契約, シチズンマシナリー株式会社
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，精密加工学特論， 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。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。)

対面講義を行い、数学では受講者の希望もありホワイトボードを使用した板書による講義を行った。

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)

SG 委員会，STEC 担当

(学外)

型技術協会編修委員，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。)

所属 機能創造理工学科

氏名 張 月琳

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 (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。)

「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」

「バスケット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. 2023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。)

「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。

「バスケット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、2022 年度において B リーグの試合で選手同士の衝突する際のビデオを基に再現解析を行い、選手

の身体と頭部と接触する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

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」

・研究会開催

2023年2月22日に本学で第10回頭部外傷症例解析研究会を開催した

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。）

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をまとめ、今回の講義の内容について概略的に説明するようにした。講義中に練習問題を取り入れて、各章が終わったところで演習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
- ・3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

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 暁道佳明

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（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。）

●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、（公）鉄道総合研究所との共同研究を軸に研究を進めてきた。車輪およびレール間に生じるいわゆる接触問題に対する数学モデルを構築し、特に高速走行、台車・車両挙動などに着目し、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、挙動解析に新しい可能性を提示することを目指している。

●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、柔軟マルチボディダイナミクスの観点から、精度、計算コストに優れた新たな解析手法を開発していることに特徴がある。無次元化手法などの応用により、長さ変化時に生じる特徴的挙動に物理的な解釈を加えることを可能にするなど、マルチボディダイナミクスに新規分野を開拓している。対象とする系は、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の特徴も併せ持つ。今後、先端機の位置、姿勢制御技術の確立を目指す。

3. 2023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。）

●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) フィールドデータとの比較に基づく高速鉄道の車輪・レール系の動解析技術の確立
- 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数値解析技術の確立

これらの研究は、東海旅客鉄道(株)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、エネルギーの観点からスパゲッティプロブレムと称される現象に対して、その発生メカニズムに新たな知見を与えた。その一部は Scientific Report に採録された。

「長さ変化を伴う柔軟体の運動に対する無次元化手法を用いた過渡応答解析」

日本機械学会論文集 2023 年 89 巻 925 号 p. 23-00123

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。)

学外共同研究

- ・ 東海旅客鉄道(株)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。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。特に、グループワークを行い、学生同士の知の交換について工夫を凝らした。

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) 学長、理事

(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

International Association of Universities 理事

IFTOM・国際委員

(社) クレーン協会 理事

など

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 富樫 理恵

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)、ナノコラム、酸化ガリウム(Ga_2O_3)、酸化インジウム(In_2O_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、マイクロ 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（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 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
- ② III族セスキ酸化物半導体結晶 (Al_2O_3 , Ga_2O_3 , In_2O_3) の結晶成長、およびデバイス化
- 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、および酸化インジウム半導体結晶の創出

（展望）

- ① 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。InGaN/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、フォトリソ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リソ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 μW 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。
- ② 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 (Al_2O_3 , Ga_2O_3 , In_2O_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、単斜晶系 β -ガリア構造を有する β 型酸化ガリウム($\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$)結晶は、広いバンドギャップを有することから、Si に代わる次世代パワーデバイス用材料として注目されている。近年、 Ga_2O_3 を用いた SBD や MOSFET、またより大きなバンドギャップを持

つ $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ とのヘテロ接合を用いた MODFET の試作およびその良好なデバイス性能が報告されている。これらのデバイスは、MBE 法や HVPE 法により成長させたエピタキシャルウェハをもとに構成されるため、デバイス技術の進展にはエピタキシャル成長技術の成熟が不可欠である。これまで、HVPE 法による Ga_2O_3 の成長の熱力学解析による反応現象の解析を行い、この結果に基づいた成長装置の構築により高純度 Ga_2O_3 の高温・高速成長を達成している。一方、 $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ 等の混晶成長の熱力学解析は行われておらず、その反応現象は未解明の部分が多い。実施されていない理由の一つとして、混晶解析に必要な固体の混ざりにくさを表す相互作用パラメータが実験的に得られていない点がある。そこで、本研究では第一原理計算を用い、混晶の相互作用パラメータを理論的に導出し、熱力学解析を実施することを目的とする。これにより、未解明であった混晶成長の反応現象が解明され、エピタキシャル成長技術のさらなる発展が期待される。

- ③ $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 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 Ga_2O_3 原料と水素ガスの反応で一酸化ガリウム(Ga_2O)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 Ga_2O 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、 Ga_2O_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 Ga_2O_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、 In_2O_3 結晶成長、デバイス化も目指す。

3. 2023 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 下地 n-GaN 形状制御によるナノテンプレート選択成長 InGaN/GaN ナノコラムの発光特性

InGaN/GaN ナノコラムでは、格子歪の緩和効果、貫通転位フィルタリング効果が発現され、発光特性の高効率化が期待され、マイクロ LED の基礎技術として魅力的である。近年、バルク InGaN 活性層ナノコラムを用いた $\mu\text{-LED}$ は電流注入下において三原色の集積化に成功しているが、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。一方、これまでナノテンプレート選択成長法を用いて InGaN/GaN ナノコラム成長を行い、歪み緩和効果が十分に機能するナノコラム径が小さな細線領域での赤色単一ピークでの発光を得ている。今回、ナノテンプレート選択成長法において、成長条件によって下地 n-GaN の形状制御を行い、単峰性発光スペクトルを得る条件を検討した。

トップダウン形成ナノピラーテンプレートを作製し、この上に n-GaN 層を成長することで、GaN ナノコラムのナノテンプレート選択成長 (SAG) を行った。成長トップ

形状は、成長温度と V/III 族比制御によって変化し、最適条件に制御することで均一トップ形状を有する下地層ナノコラムを得た。GaN ナノコラム上の InGaN 成長では、下地層トップ形状によって In 組成分布が惹起され、複数の発光スペクトルが現れ、単峰性スペクトルとするためには、微細なトップ形状制御が要求される。下地層 n-GaN の成長条件を最適化したのちにバルク InGaN 発光層を成長させたときの InGaN/GaN ナノコラムの鳥瞰 SEM 像より、c 面トップを有する InGaN 構造の形成がなされることがわかった。さらに、ナノテンプレート SAG で成長させた $L=160$ nm のバルク InGaN 発光層の断面 TEM 写真より、InGaN 下面と上面が c 面に制御されていることが分かった。発光スペクトルは単峰性に制御され、 $L=160$ nm では発光波長 644 nm、 $L=300$ nm では 510 nm であった。

② ナノテンプレート選択成長法を用いた AlN/Si(111)基板上への赤色発光 InGaN/GaN ナノコラム成長

InGaN/GaN ナノコラムでは、貫通転位フィルタリング効果が発現され、下地基板由来の貫通転位の活性層 InGaN への伝搬が抑制され、優れた発光特性を示す。ナノコラム成長基板に Si 基板を用いることで、安価で大面積なナノコラム LED 結晶を作りつつ、駆動用 IC 基板へのフリップチップボンディング実装が容易となって、マイクロ LED への応用展開が期待される。本研究では、AlN 薄膜バッファ層を有する Si(111)基板を用いて、ナノテンプレート選択成長法によりナノコラムの選択成長を行った。

EBL 装置によるパターンニング、ICP ドライエッチを用いたトップダウンプロセスにより、周期 L 、直径 D の異なる三角格子配列のナノピラーパターンを得た。初めに、MEE (Migration-Enhanced Epitaxy) 法により AlN を 5 分間、同時照射法によって AlGaIn を 5 分間成長させ、その上に、Si-doped n-GaN ナノコラムを 90 分間選択成長させた。ナノテンプレート選択成長法により、c 面に近いコラムトップ形状が得られ、n-GaN ファセット面上に成長する低 In 組成 InGaIn の成長を抑制し、純色性の向上に寄与する。次に、MEE-AlN/AlGaIn バッファ層を有する n-GaN ナノコラム上に、InGaIn バルク発光層を 15 min 成長させた。PL 発光スペクトル測定より、周期 $L=240$ nm において、発光ピーク波長 632.4 nm、半値全幅 50.1 nm の良質な赤色発光スペクトルが観測された。また、コラム周期の増加に伴い、発光ピーク波長の長波化が見られた。これは In 原子凝集効果によるナノコラム発光色変化メカニズムにより説明できる。

③ MBE 法による III 族セスキ酸化物結晶成長の熱力学的検討

α -Al₂O₃、 β -Ga₂O₃、c-In₂O₃ に代表される III 族セスキ酸化物結晶(III₂O₃)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(O₃)もしくは酸素ラジカル(O)を用いた MBE 法による α -Al₂O₃、 β -Ga₂O₃、c-In₂O₃ 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 °C、O₃ 供給分圧($P^{\circ}_{O_3}$) = 3.25×10^{-7} Torr の時の III 族原料供給分圧(P°_{III})に依存した III₂O₃ 基板上に存在する各ガス種の平衡分圧、および III₂O₃ 生成の駆動力($\Delta P_{III_2O_3}$)の検討により、 P°_{III} が 6.5×10^{-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°_{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°_{III} が 6.5×10^{-7} Torr 以上(metal-rich 成長)の場合、 P°_{III} の増加に伴い III_2O 、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。O₃-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。

④ 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インジウム半導体結晶の創出

立方晶のピクソバイト構造を持つ単結晶酸化インジウム(c-In₂O₃)はおよそ 3.4 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ワイドバンドギャップ半導体材料として注目されている。本研究では、高純度金属 In と H₂O ガスの反応で In₂O 分子を選択的に生成する新規原料分子種生成制御法を提案し、生成した In₂O ガスと追加供給する H₂O ガスとの反応により、c-In₂O₃ 成長を実施し、高純度 c-In₂O₃ 成長層を得ることを目的としている。

上述した In₂O-H₂O 系 c-In₂O₃ 成長における詳細な熱力学解析により、大気圧下で 1000 °C 以上の成長温度にて、c-In₂O₃ 高速成長が期待されることを明らかにした。さらに、この熱力学的知見に基づき、成長装置の構築を行った。反応管は原料部と成長部の 2 室からなる石英製の一体型反応管で、それぞれのゾーンを電気炉により別々の温度に制御可能であることを確認した。原料部に高純度 In 金属を設置し、キャリアガスである窒素等の不活性ガスと共に H₂O ガスを供給し、In₂O 分子を生成し、初期基板を設置した成長部にて、In₂O と H₂O の反応により In₂O₃ を初期基板上に成長させる成長装置を構築した。

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) 「ナノコラムプラズモニクス効果の研究」

学外共同研究 (工学院大学、山口 智広教授) 「赤色ナノコラム・薄膜の結晶成長と評価」

学外共同研究 (豊橋技術科学大学、関口 寛人准教授) 「ナノコラム結晶を活用したマルチカラーLEDの開発」

第4回半導体ナノフォトンクス研究会、主催：フォトンクス研究センター、共催：半導体研究所、ナノテクノロジー研究センター、2023年11月22日13:00~18:20 上智大

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、電子物性工学、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)、大学院演習 IA、大学院演習 IIA、電気・電子工学ゼミナール IA、電気・電子工学ゼミナール IIA、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、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。

「電子物性工学」

光・電子デバイス動作の理解に必要となる電子物性現象について講義した。本講義では、「ナノ領域内の電子の振る舞いとエネルギー状態」を理解し、このナノ物理を基礎に「デバイス物理の基本的な光・電子現象」の理解を深めることを目的とし、粒子性と波動性、波動関数、不確定性関係、シュレディンガー方程式、ポテンシャル障壁と電子波、自由電子状態、状態密度、フェルミディラック分布、バンド構造、トンネル現象など、デバイス物理の基本概念に絞って解説した。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。

「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（pn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。2023年度の卒業論文題目は、「プラズモニック結晶デバイス作製に向けたナノコラム成長の検討」、「ナノテンプレート選択成長法を用いた Si(111)基板上 GaN ナノコラム成長」、「FIB-SEM を用いた DBR システム構築による InGaN/GaN ナノコラム高効率赤色発光の検討」、「ナノコラム上 ITO-Ag-ITO 電極の検討」で、III族窒化物半導体材料について、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
- カリキュラムの検証に関する WG

(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 10th Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Application (LEDIA 2023), 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
- 公益社団法人 応用物理学会 ダイバーシティ&インクルージョン委員会 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：「RF 波を用いたニューロモルフィックデバイス」

（展望）

導電性ブリッジランダムアクセスメモリ（CBRAM）、相変化メモリ（PRAM）などの不揮発性メモリを用いたアナログ的コンダクタンス制御は、生体内の神経細胞の動作を模倣する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の担い手として大きな関心を集めている。また、生体内では、神経伝達物質（ドーパミン、アセチルコリン、GABA）、受容体の種類・投与タイミング、報酬やサプライズといった第3の因子情報によって神経細胞動作の変調がおこなわれている。この第3の因子による変調など複雑な神経細胞動作模倣に向けて本論文では RF 波に着目し、RF 入力と伝送が可能な Ag-Ge-Sb-Te ベースの CBRAM を提案、作製した。RF 波入力による CBRAM 特性変調を実証した。今後ニューロモルフィックデバイスとしての特性を評価していく。

○テーマ：「Ag の異常拡散を利用した新規材料の開拓」

（展望）

活性金属である Ag がカルコゲナイド中に高速に拡散する異常拡散を利用した新規な構造・結晶相を作製している。例えば人工的な生成例のほとんどない直方晶 AgTe の作製に成功した。今後、純度の向上と生成分量の増大、さらなる材料探索を進めていく。

○テーマ：「半導体微細加工を駆使した宇宙向け光学素子の開拓」

（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、新しい原理に基づく赤外線フィルタ、モスアイ構造を作製した。また、非エルミート光学において注目される exceptional point と呼ばれる特異点を本素子において見いだした。今後、性能向上と物理探索を並行して進めていく。

3. 2023 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。）

- RF 波印加可能な CBRAM をシート状のフィラメントを示す GeSbTe を用いて作製した。RF 波オフ時の急峻な高抵抗状態の抵抗増加, RF オンオフの繰り返しによる低抵抗状態抵抗増大現象など特徴的な現象を観測した。
- Ag—Te 間の電気化学反応を利用して、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を 2 種類の手法で作成に成功した。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。
- 新しい原理に基づくテラヘルツ帯バンドパスフィルタを 30-160um の広い波長帯域にて作製した。また非エルミート光学において注目される exceptional point と呼ばれる特異点をシミュレーションにおいて見だし、特徴的なフォトニックバンドを得た。

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。)

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) : 「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。)

「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行っており、学生の希望も多いことから本年度も継続した。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好評であった。「量子情報エレクトロニクス」の講義では興味を持った学生からの高評価の一方で、質疑応答、フィードバックの機会においてやや点数が低かった。講義中および講義時間外にも質問の機会は従来から設けているが、より質問しやすい環境の構築に注力したい。

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) 理工広報委員、電頭委員会委員, 0年次担任

(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、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
- XFEMによるクラッド付きCT試験片の疲労き裂進展解析(大学院博士研究)
- CFRPおよびCFRTP積層板のOHT強度評価のためのFEMモデルに関する研究(大学院修士研究)
- FEMによる薄肉構造の応力拡大係数評価方法についての検討(大学院修士研究)
- FEMによる連続体損傷力学を用いたCFRP有孔積層板の強度評価(卒研)
- FEMによるシェル要素とソリッドを組み合わせたCFRP積層板の応力解析(卒研)
- はり構造大変形問題に対するFEM解析手法の検討(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. 2023年度の研究成果

- 内製XFEMコードNLXSC8の新規開発,検証解析
- CFRTP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

4. 大学内外における共同的研究活動

- 日本計算工学会第28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36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）

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
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。
- 連続体力学
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。
- 有限要素法の基礎
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。
- 機械工学輪講
対面で例年通りに実施できた。
- 固体力学特論
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 10 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（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。また，超伝導ではないが，上記の研究での技術を利用したマグネットフロート式インジケータの磁気分布の調査も行っている。

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（修士）

3. 2023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。）

2023年度の結果は令和6年電気学会全国大会（3月徳島）で3件発表した。また2024年度、アメリカで行なわれる国際会議 Applied Superconductivity Conference で6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。）

※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，機能創造理工学実験・演習1，機能創造理工学実験・演習2，研究指導，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2，SCIENCE，TECHNOLOGY AND ENVIRONMENT，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ⅡA，大学院演習ⅤA，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ⅠB，大学院演習ⅡB，大学院演習ⅤB，電気・電子工学ゼミナールⅠB，電気・電子工学ゼミナールⅡB

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），1 年次担任

（学外）電気学会 電力・エネルギー部門論文委員会 編集長及び編集長補佐，電気学会 新進会員活動委員会 2 号委員，電気学会 電力・エネルギー部門 編修委員会 委員，電気学会 令和 5 年電力・エネルギー部門大会論文委員会 委員，2023 年電気学会産業応用部門大会実行委員会 委員，電気学会 編修専門第 4 部会 委員，電気学会 論文委員会 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、半導体レーザー、発光ダイオード、共鳴トンネルダイオード、
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

「InP 基板上 ZnCdSe の塩酸エッチング特性の研究」

「InP 基板上 MgSe/ZnCdSe 共鳴トンネルダイオード構造の特性評価」

「InP 基板上 II-VI族半導体レーザーの理論解析とデバイス作製に向けた基礎検討」

修士論文テーマ

「InP 基板上 MgZnCdSe/MgZnSeTe 系 II-VI族半導体レーザーに向けた基礎検討」

「InP 基板上 MgSe/ZnCdSe 共鳴トンネルダイオードの特性評価と高性能化に向けた基礎検討」

「InP 基板上 MgSe/ZnCdSe 共鳴トンネルダイオードの高性能化に向けた n-ZnCdSe における塩素ドーピング特性の検討」

「InP 基板上 ZnCdSe/BeZnTe Type II 超格子の作製と発光デバイスへの応用に向けた基礎検討」

(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、半導体レーザー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～黄色域でのレーザー発振、

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. 2023 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族半導体を用いたレーザ構造の理論解析を行った。活性層を ZnCdSe、バリア層と n クラッド層を MgZnCdSe、p クラッド層を MgZnSeTe として、活性層の厚さ変えながらしきい値電流密度を理論計算により求めた。その結果、活性層厚が 8~9nm で約 300A/cm² の低しきい値電流密度となることが予測された。
- 2) InP 基板上 MgSe/ZnCdSe 共鳴トンネルダイオード構造の最適化と高性能化について検討した。MgSe 障壁層や ZnCdSe 井戸層の層厚が異なる構造で理論解析を行い、デバイスの性能指数であるピーク電流とピークバレー電流比を計算により求めた。これによりピーク電流やピークバレー電流比がより大きく高性能が得られる構造について検討した。また、非対称の障壁を用いた効果や ZnCdSe エミッター層/コレクター層の n 型キャリア濃度の影響についても調べた。
- 3) InP 基板上に塩素ドーピングした ZnCdSe を作製し、n 型ドーピング特性について調べた。
- 4) InP 基板上 ZnCdSe の塩酸エッチング特性について調べ、結晶の欠陥密度と発光特性等

の諸特性と関連について検討した。その結果、ZnCdSe 層の格子不整合度と EPD の間では明らかな相関は見られなかった。一方、ZnCdSe の発光特性と EPD の関係では、EPD、即ち結晶欠陥が少ない程発光強度が強くなる傾向があり、結晶性と発光特性の相関が見られた。

- 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客員教授、富樫理恵准教授と共同で行った。

- 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

- 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」

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。しかし、今回は例年と比べ全体的な成績の低下が見られた。原因としては特に思い当たる事はないが、今後も授業の進め方や説明のしかた等工夫し、受講生の理解向上に努めていきたい。

「電子量子力学」

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。また、成績分布は例年通りで良好であり、受講生の理解度は基準に達していると考えられる。今後は成績下位の底上げを目指し、授業の進め方等工夫していきたい。

- 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)

理工自己点検評価委員、理工安全委員、全学 FD 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 71 回応用物理学会春季学術講演会座長

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 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)

各種表面改質を施した Co-Cr 合金の摩耗試験後の表面性状と微細組織の評価（学部）

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(大学院)

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（学部）

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（大学院）

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）

各種表面改質を施したチタン合金の疲労特性向上を目指した各種特性評価（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（学部）

変形性膝用装具の歩行時に加わる外力の評価（大学院）

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。具体的には、形状設計と創製を実施し、既製品と同等の特性を有する膝装具の開発を実施している。加えて、既製品を装着した歩行動作に伴う装具の力学特性の評価を実施している。

次年度は、具体的な患者に適用する形状設計を、既製装具と同等の力学特性を有する膝用装具の開発を実践する。

また、新規生体材料のデバイス開発として、積層造形法で作製したチタン合金およびコバルトクロム合金製脊椎応用デバイスや股関節用ステムの疲労特性および向上を実施する。

(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。

次年度は、疲労強度 1GPa を超える素材開発を実施する。

3. 2023 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。また、脊椎応用を目指した局所

熱処理技術を援用したチタン合金の開発を実施し、これに関する特許申請をした。

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。

従来のショットピーニングによる表面改質に加えて、レーザーを用いたピーニング技術や、精密加工による強加工を加えたチタン合金およびコバルトクロム合金の疲労特性向上に資する各種特性評価を実施し、方向性へ向けた構築ができた。引き続き、疲労特性および向上に向けた検討と評価を実施する。加えて、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, 機械システム設計の基礎, 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)

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。

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)

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，膝関節学会，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（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。）

（卒業論文）

- ・ 相対論的原子核衝突反応における多重パートン散乱のバリオンストッピングへの影響
- ・ 相対論的重イオン衝突反応初期段階における化学平衡化の評価
- ・ 1次元膨張系における因果的粘性流体方程式の解の安定性
- ・ 拡散を含む因果的流体力学の1次元膨張系における定式化

（修士論文）

- ・ Fluctuations and correlations of collective flow in core-corona picture in high-energy nuclear collisions
- ・ 量子開放系の理論に基づく2粒子相関への媒質効果

（博士論文）

- ・ Hadron correlation and interaction from a dynamical model in high energy nuclear collisions

【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. 2023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。）

- ・高エネルギー原子核衝突反応における動的コア-コロナ描像模型の構築と応用
- ・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
- ・ストレンジクォークを含むハドロン間相関
- ・一次元膨張系における因果律を守る流体揺らぎと解の安定性
- ・拡散を含む因果的流体力学のダイナミクス
- ・因果律の観点から見た QGP 流体の初期条件に対する制限
- ・ジェットによる QGP 中のパートンの反跳過程

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 国際諮問委員
- ・国際会議 Hard Probes 2024 Co-chair
- ・国際会議 Exploring Quark-Gluon Plasma through soft and hard probes 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
- ・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った。

「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」では「役に立たない科学は必要か？」というテーマに関して少人数グルー

プに分かれて「ディベート」を行い、理工系でも賛成、反対の立場に立って意見を述べる重要性を説いた。

「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、ノーベル賞に関わる物理に関して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、理工広報委員会委員長、広報・情宣ワーキンググループ委員長、STEC 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。）

「自然科学カフェ」一般向け学術招待講演の実施

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・卒業研究)
- ④ 「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)
- ⑤ 「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)

(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①～⑤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 20年近く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、鉄道事業者やメーカー等の期待も高い。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オンライン制御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、ワイヤレス給電などの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、蓄電装置やワイヤレス給電技術の進展も見込み、今後とも継続して検討する予定である。
- ④ 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。
- ⑤ 我々の生活圏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。

3. 2023 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 エネルギーと旅客サービスとの関係性を明らかにし、両者をバランスさせる列車ダイヤについて検討した。社会的便益を考えると、旅客サービスの方を重視した方が良いことは以前から言われていたが、この検討でもそれが明らかになった。本年度は学会発表等には至らなかったため、次年度に向けて発表等を行う予定である。
- ② 動的計画法をベースとした最適運転の導出は計算時間がかかるため、擬似スペクトル法を用いて計算時間と精度をバランスさせる方法を検討し、国際学会で1件の口頭発表を行った。また、遺伝的アルゴリズムを適用した別のアプローチも検討中である。他大学との共同研究では、交流電気鉄道における系統側電圧不平衡を改善する運転方法を検討し、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モデルを用いて、省エネとなる列車ダイヤと充電装置の最適な設置位置とを導く方法をまとめた学術論文1編が掲載された。さらに、往復での最適化の結果を国内シンポジウムで1件の口頭発表したほか、遅延の考慮も検討した。

- ④ 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、さらにその成果をまとめた学術論文1編が掲載された。また、電気料金を考慮した地上蓄電装置のコスト削減効果についても実データを元に評価し、その結果を国際学会で1件口頭発表した。さらに、余剰回生電力を用いて電気自動車を充電するシステムについても検討した。
- ⑤ 太陽光発電のMPPTについて、粒子群最適化(PSO)を用いた本研究室オリジナルの方法に関する研究を再始動すべく、近年の研究動向の調査を開始した。

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。)

○上智大学国連 Weeks October 2023 で「理工系の複合知を世界に」を企画運営
2023年10月16日に2-1702及びZoomのハイブリッドで実施。理工学部からの提案で本シンポジウムを学科教員とともに企画した。ゲストにサイエンスエンターテナーの五十嵐美樹氏を招き、講演及びパネルディスカッションを実施し、好評を得た。

○その他共同研究
科研費のプロジェクトに関して、今年度新たに採択された課題に基づき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、定期的に開催した。

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 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)
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)

Motor Drive Systems (Power Electronics 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
※英語コース学生指導含む

(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。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。

授業アンケートの回答率が低い科目があったのが問題である。全ての科目において学生が授業中に記入できる時間を設け、しっかりとリマインドする必要がある。

授業アンケートの結果は悪くなく、シミュレーションを導入するなどの工夫も継続してはいるものの、学科長業務の多忙さからくる準備不足から十分な準備をもとに自信を持って授業を行えていない。授業シラバスの目標は最低限度達成できていると考えるが、それ以上の提供ができていない。

「モータドライブシステム I・II」

授業アンケートのアナウンスができたため、両科目とも 65%を超える回答率を得た。MATLAB/Simulink によるシミュレーション導入を行い、理解の助けになっていると思われる。シラバスの到達目標の達成状況は概ね良く、到着目標が(あまり)身につかなかったとする回答は皆無であった。

「Motor Drive Systems」

英語コース科目である。授業アンケートのアナウンスの機会を逸してしまい、回答率が 25%と極めて悪くなってしまった。交換留学生を含めた履修学生の基礎知識が様々であり、特にこの科目においては難易度の設定に毎回苦労している。しかし、MATLAB/Simulink によるシミュレーションを本格的に導入したため、理解の取っ掛かりが容易になったと思われる。わずかな回答数ながらも、全てシラバスの到達目標を概ね達成したという回答を得た。

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)

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
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

教皇庁立コモリーヤス大学 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

国土交通省 中小企業イノベーション創出推進事業 (SBIR フェーズ 3
基金事業) 「安全・安心な公共交通等の実現に向けた技術の開発・実
証」 に係る補助対象事業 採択審査委員会等 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 理工学部 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。)

・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 (修士)

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)Ba₂Cu₃O_y (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 ρ_{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 ρ_{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 ρ_{ct} は調査

されていない。現実のコイルでは、 ρ_{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 ρ_{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（修士）

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 2023 年 9 月の国際会議にて報告した）。

・Nb₃Sn 層形成における Cu 添加効果の詳細組織観察（修士）

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 Nb₃Sn 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。Nb₃Sn 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。Nb₃Sn 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、Nb₃Sn 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_3Sn 結晶層の体積率を向上させるために、 Nb_3Sn 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_3Sn 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_3Sn 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_3Sn 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_3Sn 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。

・A1 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時に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。また、その妥当性を検証するため、小型のホールセンサーを用いて電流分布の直接計測を行ったところ、意図的にクエンチ

させるヒータをオンにしたときの電流分布が、抵抗率の違うアルミ安定化材で顕著に異なることを見出した。さらに計算結果と定性的に良い整合性が確認された事は、貴重な知見となった。

3. 2023 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。)

T. Yagai , R. Inomata, Y. Makida , T. Shintomi , N. Hirano , and T. Hamajima, "Design and Demonstration of Al-Stabilized MgB2 Conductor for Higher-Sensitivity Particle Detection Magnet", IEEE Trans Appl. Supercond. vol. 33, No.5 (2023), art ID 4500706.

T. Onji , R. Inomata, T. Yagai , T. Takao , Y. Makida , T. Shintomi, N. Hirano , T. Komagome , and T. Hamajima, "Demonstration of 10 KJ-Capacity Energy Storage Coil Made of MgB2 With Liquid Hydrogen Indirect Cooling", IEEE Trans, Appl.Supercond. vol. 33 No.5, (2023), art ID 5700105

R Inomata, T Onji, T Yagai, Y Makida, T Shintomi, T Komagome, N. Hirano, T Hamajima, "Demonstration and thermal equilibrium analysis of a 10 kJ capacity energy storage coil made of MgB2with liquid hydrogen indirect cooling", IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series 2545 (2023) 012025.

S. Hoshino, N. Ishida, T. Yagai, T. Hamajima, N. Banno, H. Utoh, and Y. Sakamoto, "Novel Strand Position Detection System Using Thermistor Array for Next Generation Large Fusion Magnet Cable-in-Conduit Conductors", IEEE Trans. Appl. Supercond. vol. 34, No.5, (2024), art ID 4803904.

M. Sugano , A. Kikuchi , H. Kitaguchi , G. Nishijima , and T. Yagai, "Mechanical Properties of Ultra-Thin Nb3Sn Composite Wires", IEEE. Trans. Appl. Supercond. vol. 33, No.5, (2023), art ID 8400905.

Koki Asai , Tsuyoshi Yagai , and Nobuya Banno, "Effect of Hf Addition to Nb on Nb3Sn Grain Morphology Under High Sn Diffusion Driving Force", IEEE. Trans. Appl. Supercond. vol. 33, No.5,(2024), art ID 8600105.

谷貝 剛、高橋雅史、高尾智明、新富孝和、榎田康博、駒込敏弘、平野直樹、濱島高太郎、菊池章弘、西島元、松本明善、”大型 SMES 磁石応用への大電流容量 MgB2 導体開発”、2024 年度春季低温工学・超電導学会 令和 4 年度論文賞受賞記念講演、2S-p01(口頭発表)。

谷貝 剛、猪俣涼、吉田輝弥、榎田康博、新富孝和、平野直樹、濱島高太郎、”高粒子透過性検出器を実現する薄肉ソレノイドコイル用アルミ安定化 MgB2 導体開発”、2024 年度秋季低温工学・超電導学会 講演番号 1B-p03 (口頭発表)

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。）

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的力学的検討」
令和5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5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。2023年度は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。そのため、アンケート集率の向上を図ることができた。評価は前年度と同程度であった。

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、昨年度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。さらにリアクションペーパーや宿題を課した後、できるだけ速く解答をしめして学生の理解を促せたことは、学生の質問の数が増えるなど、大変手応えを感じている。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 2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
- ・核融合研低温工学・超電導ユニット戦略会議 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。)

- ・地元中学校の生徒活動後援会会長を務める。

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（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。）

「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、新たなフィルター構造の考案、製造方法の構築、フィルターの性能解析を行っている。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災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スタイプがあるが、両者共に物体把持時の振動・騒音抑制と把持性能の向上が課題である。本研究では実験および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調査し、振動・騒音の原因の解明を進める。長期的には把持性能向上のための新たな構造を提案することを目的とする。

3. 2023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。）

「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。2023 年度においては、エンジンの熱効率向上に伴う排気温度の低下、あるいはエンジン始動時の排気処理に対応するため、メンブレンを多層化することに取り組み、設計のコンセプトを確認することができた。

「火災旋風（旋回火炎）の振動現象に関する研究」

実験室スケールの火災旋風を発生させ、高速度カメラで撮影した画像から火炎高さの時間変動を計測し、周波数解析を行った。火災旋風の火炎高さの変動は、プール火炎の Puffing のような間欠的な挙動を示すが、プール火炎と比較すると周期も振幅も不規則となった。次に Particle Image Velocimetry (PIV) により水平面の速度分布について調べた結果、平均速度は火炎に近づくにつれて増加し、ピークを示した後減少した。反対に速度の変動率は火炎に近づくにつれて減少し、最小値を示した後増加した。最後に、火災旋風を発生させるための送風機からの流速が異なる 2 条件において、水平方向および鉛直方向の 2 方向から火炎を撮影し、画像解析により火炎の中心位置と火炎高さの関係について調べた。結果として、送風機からの流速が小さく火災旋風が断続的にしか発生しない条件においては、旋回流が円軌道を描いて移動しており、火炎がそれに追従して移動するために火災旋風が安定しないことが分かった。また、火炎の位置が火炎源から離れると火炎高さが低くなるという傾向が得られた。

「空気流によるノンコンタクトホルダーの開発」

ベルヌーイタイプのノンコンタクトホルダーでは、空気の供給圧力を増加させると把持対象物の振動発生による把持力低下に加え、騒音が発生するという問題がある。本研究では、騒音と速度変動の周波数解析結果の比較により、具体的な騒音の要因を特定し、騒音と同時に発生する振動の原因についても考察することを目的とした。騒音が確認されない供給圧力の時は、騒音および速度変動のどちらも周波数のピークを確認することができなかった。一方、騒音が確認される供給圧力の時は、騒音および速度変動共に、同じ周波数においてピークが見られた。また、速度変動の計測点付近において、渦が発生している様子が確認できた。以上より騒音は周期的に発生する渦により発生していることが分かった。また、振動は騒音と同時に発生することから、振動についても渦が原因であると推察した。

- 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。）

・担当講義（学部）：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，機械工学輪講，機械システム設計演習Ⅱ，卒業研究Ⅰ・Ⅱ

・担当講義（大学院）：流体エネルギー変換工学特論，GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 1

・カトリック高等学校対象 理工学部 夏の特別体験授業

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した。問題の全体像をイメージしにくい例題や演習問題については、具体例や実例を交えて説明するよう心掛けた。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、成績が伸びない受講生も見受けられたため、演習で正答率の低かった問題や重点的に学習してほしい項目に関しては、繰り返し出題するなど学生の理解度が高まるように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まれます。）

（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・2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