

2024 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 2024 年度の職名

足立 匡	(教授)	...	2	高尾 智明	(教授)	...	65
一柳 満久	(教授)	...	5	竹原 昭一郎	(教授)	...	67
イルマス [※] エミール	(助教)	...	9	田中 秀岳	(准教授)	...	69
江馬 一弘	(教授)	...	13	張 月琳	(准教授)	...	72
大槻 東巳	(教授)	...	18	曄道 佳明	(教授)	...	75
菊池 昭彦	(教授)	...	21	富樫 理恵	(准教授)	...	77
樺田 英之	(准教授)	...	27	中岡 俊裕	(教授)	...	85
黒江 晴彦	(准教授)	...	30	長嶋 利夫	(教授)	...	88
桑原 英樹	(教授)	...	32	中村 一也	(教授)	...	90
コトケイ	(特任助教)	...	36	野村 一郎	(教授)	...	93
後藤 貴行	(教授)	...	40	久森 紀之	(教授)	...	97
坂本 織江	(准教授)	...	43	平野 哲文	(教授)	...	101
ジェシスカ エディータ	(准教授)	...	46	宮武 昌史	(教授)	...	104
下村 和彦	(教授)	...	50	谷貝 剛	(教授)	...	109
鈴木 隆	(教授)	...	53	渡邊 摩理子	(准教授)	...	116
曹 文静	(准教授)	...	58				
高井 健一	(教授)	...	62				

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、ニッケル酸化物、鉄カルコゲナイドなどの超伝導体の物性研究

キーワード：銅酸化物、ニッケル酸化物、鉄カルコゲナイド、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、中性子散乱、X線吸収分光

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。）

- ・ T'構造、無限層構造の電子ドーピング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
- ・ ホールドーピング型銅酸化物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
- ・ 鉄カルコゲナイド薄膜における磁性と超伝導の関連の研究

（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銅酸化物、ニッケル酸化物、鉄カルコゲナイドに着目し、研究を行っている。

T'構造などの電子ドーピング型銅酸化物において提案されているノンドーピング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、X線吸収分光などから調べている。また、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、ホールドーピング型銅酸化物 Bi-2201 の超過剰ドーピング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. 2024 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。）

- ・ ペロブスカイト型ニッケル酸化物 $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_3$ を用いて英国ラザフォードアップルトン研究所にてミュオンスピン緩和の測定を行った。その結果、200 K 以下の低温でスピン相関が発達することを見出した。この温度領域では磁化率の増大が抑えられる。これらのことから、 $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_3$ では低温で反強磁性相関が発達すると結論した。今後は、反強磁性相関による超伝導の発現の可能性を検討する。
- ・ Bi-2201 系銅酸化物の超過剰ドーピング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 9% 置換した Bi-2201 の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、超過剰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】

- ・ 電子ドープ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）
- ・ ホールドープ型銅酸化物超伝導体における高圧下ミュオンスピン緩和と共鳴非弾性 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）
- ・ 電子ドープ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ミュオンスピン緩和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）
- ・ 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、Thermodynamics、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、ⅣA、ⅣB、ⅤA、ⅤB、物理学ゼミナールⅠA、ⅠB、ⅡA、ⅡB、Seminar in Green Science and EngineeringⅠA、Master's Thesis and Tutorial ExercisesⅠA

【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。特に、説明のわかりやすさと意欲の項目が高得点だった。シラバスに沿って行われていたという評価も高かったので、概ね良い内容だったと思われる。
- ・ 基礎物理学Ⅱ：演習課題を多く設け、解答を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

- ・ Green Engineering コース学年主任
- ・ 科学技術英語推進委員会委員長
- ・ 安全衛生委員会委員
- ・ 理工学部カリキュラム委員会委員
- ・ 理工学部新学科設立準備委員会委員
- ・ 理工学部英語コース運営委員会委員

（学外）・東北大学金属材料研究所客員教授

- ・ 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
- ・ 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

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，POD，干渉画像法，深層学習，カーボンニュートラル

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。）

「干渉画像法を用いた間欠噴霧流における液滴径・速度の測定に関する研究」

「PIVおよびPODを用いたCIエンジンにおけるシリンダ内の流動特性の解析に関する研究」

「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・アンモニア/エタノール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、既存のエンジンの代替燃料の利用（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。

既存のエンジンの代替燃料の利用に関しては、ディーゼルエンジンを対象として、軽油から代替燃料（バイオ燃料（植物や動物などのバイオマスを原料として作られる再生可能な燃料）、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）、アルコール、メタン、アンモニア、水素など）へ置換することで、二酸化炭素排出量の削減が望まれている。しかし、代替燃料へ置換すると、動力性能が低下するという問題が残るため、筒内のガス流動を測定し、熱効率の向上を図る必要がある。こういった背景のもと、本研究では、可視化単気筒エンジンを用いた PIV（粒子画像流速計）測定および POD（固有直交分解）解析を行っている。2018 - 2022 年度では、2つの吸気ポート（ヘリカルポート，タンジェンシヤルポート）の空気流量を変化させた条件にて、PIVにて筒内のガス流動を定量的に評価した。2023-2024 年度では、2022 年度までに取得した速度情報に対して、PODによる解析を始めた。今後は、PODにより分解されたモードごとの物理的な理解を深めるとともに、代替燃料を筒内に噴射した際の PIV 測定および POD 解析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（液体燃料の場合、ブタノール、バイオディーゼル、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。2024年度は、副室噴口形状・副室ノズル数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/空気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するとともに、定容燃焼器から得られた知見を実機エンジンで検証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/ガソリンおよびアンモニア/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. 2024 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。）

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 2 編（Journal of Engineering and Technological Sciences 1 編, Automotive Experiences 1 編）に掲載された。その他、ラジエーターの性能評価および植物油を用いた帯水層蓄熱システムの研究を行った。それらの結果は、学術論文 2 編（Journal of Thermal Science 1 編, Clean Energy 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：TKM College of Engineering（潜熱蓄熱システムの研究）
- 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，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，機械設計とデータ分析，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はなく、演習形式も含まれていることを周知していきたいと考えている。加えて、シラバスに記載した内容に対して、概ね達成していると考えられる。

「数値伝熱工学」

授業アンケートの結果は、平均点程度であった。このことから、講義は概ね良好であったと考えられる。ただし、全ての項目を平均点以上にするためには、再度、講義内容を見直す必要があると考えられる。また、座学のみではなく、演習形式のアクティブ・ラーニ

ングを実施しているにも関わらず，当該項目に対するアンケート評価が低かった．そのため，アクティブ・ラーニングの種類として，グループワークやプレゼンテーションだけでなく，演習形式も含まれていることを周知していきたいと考えている．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： 労働者過半数代表委員会（全学）
安全衛生委員会（全学）
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
公益社団法人 自動車技術会 理事
公益社団法人 自動車技術会 関東支部 学生活動参与
一般社団法人 日本機械学会 関東支部 商議員（兼 東京ブロック 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 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 & 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.)

Tribology, Surface Engineering, Heat Transfer

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.)

- reduction of friction via surface micro texturing in reciprocating sliding contacts (SDG ⑦)
- effect of ammonia as fuel on engine tribology (SDG ⑦)
- enhance heat transfer mechanism in cooling channels via nucleate boiling (SDG ⑦)
- create self-cleaning surfaces with anti-sticking properties in water pipes (SDG ⑥)

(Prospects)

The theme of my research is to create functional surfaces for different engineering applications (from engine tribology to self-cleaning surfaces) that enhances the efficiency and performance of the machines/equipment that are being used. Based on surface texturing techniques, we are aiming to lower wear and frictional losses in piston ring-cylinder liner pairs. As well as increase the heat transfer rate for engineering surfaces for cooling applications. And change the wettability of surfaces that lowers the contamination due to fouling.

3. Research results for fiscal year 2024 (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).

Journal Papers:

1. Hidetake Tanaka, Yasunori Kobayashi, **Emir Yilmaz**, “Development of Gripping-Strain Measurement Tool for Machining Center—Feasibility Study for Developing Gripping-Strain Distribution Measurement Tool—,” *Int. J. Auto. Tech.*, Vol. 19(2), pp. 126-132, 2025.

2. Ryuta Kuboshima, Hidetake Tanaka, **Emir Yilmaz**, “Experimental study of electrical discharge-assisted turning for UD CFRP under low voltage condition,” *Procedia CIRP*, Vol. 131, pp. 37-43, 2025.
3. Mitsuhsa Ichiyanagi, **Emir Yilmaz**, Takuma Ohashi, Masato Sanno, Guansen Lin, Sebastian Gunawan, Henry Widjaja, Leon Jonathan, Gabriel J. Gotama, Willyanto Anggono, Takashi Suzuki, “Experimental Investigation of Ammonia/Oxygen/Argon Combustion: The Role of Equivalence Ratio and Nozzle Shape in a Constant Volume Combustion Chamber with Sub-chamber,” *J. Eng. Tech. Sci.*, Vol. 56(6), pp. 704-715, 2024.
4. Hidetake Tanaka, Tanatat Thangkasemvathana, Yuki Nishimura, **Emir Yilmaz**, “Feasibility Study of Multi-Layer CFRP Press Molding Method,” *Key Engineering Materials*, Vol.994, pp. 3-18, 2024.
5. Mitsuhsa Ichiyanagi, **Emir Yilmaz**, Takashi Suzuki, Takanobu Okada, Hikaru Yamamoto, Masashi Kodaka, Hikaru Shiraishi, Shinnosuke Mukae, Ryota Tamba, Henry Widjaja, Leon Jonathan, Sebastian Gunawan, Gabriel J. Gotama, Willyanto Anggono, “Combustion Analysis of Ammonia/Gasoline Mixtures at Various Injection Timing Conditions in a High Compression Ratio SI Engine with Sub-Chamber,” *Automotive Experiences*, Vol.7(2), pp. 321-332, 2024.

Conference Presentations:

1. 朱砺陽, 小林康記, **イルマズ エミール**, 田中秀岳, “自動傾斜角度調整機構を有する傾斜プラネタリ加工装置の開発,” 2025年度精密工学会春季大会, 東京, 日本, 2025.
2. **Emir Yilmaz**, Hidetake Tanaka, Ryota Ishii, Reo Miwa, Norifumi Miyana, Mitsuhsa Ichiyanagi, Takashi Suzuki, “Tribological Investigation of Friction Behavior of Piston Ring-Cylinder Liner Under the Effect of Ammonia-dispersed Engine Oil,” 49th *Leeds-Lyon Symposium on Tribology*, Lyon, France, 2024.
3. Lijia Fang, Masato Sanno, Takanobu Okada, **Emir Yilmaz**, Mitsuhsa Ichiyanagi, Takashi Suzuki, “Experimental Study of Ammonia/oxygen mixture co-combustion in a constant volume combustion chamber and prediction of heat release rate by using machine learning,” *International Workshop for Sustainable Energy Conversion Systems 2024*, Kobe, Japan, 2024.
4. Takanobu Okada, Hikaru Yamamoto, Hikaru Shiraishi, **Emir Yilmaz**, Mitsuhsa Ichiyanagi, Takashi Suzuki, “Effect of Supercharging on Ammonia/Gasoline Co-combustion Characteristics in a High Compression Ratio Engine with Sub-chamber,” *JSAE Annual Congress (Autumn)*, Kobe, Japan, 2024.
5. 中島正, **イルマズ エミール**, 田中秀岳, 三田拓郎, 山下健一, “金属摺動面における異なる面積比のマイクロテクスチャによる摩擦低減,” トライボロジー

会議 2024 春, 東京, 2024.

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.)

- Attended Leeds-Lyon Symposium on Tribology in September 2024, in Lyon, France, where the preliminary findings of our project on ammonia-fueled engine tribology are presented.
- Hosted Prof. Mariyam Ghazali from UKM for 2 months through STEC program. We worked on $\text{TiO}_2\text{-ZnO}$ coated specimens with various micro-texture size and their effect on surface wettability change.
- Gave a seminar to students from Catholic Junior College, Singapore, about ammonia combustion engine development, in December, 2024.

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

[Basics of Differential Equations]

Similar average GPA was obtained by the students. Overall good feedback.

[Machine Design]

Students are yet to accept the English content of the lecture. However, our mission continues on teaching students in English.

[機械設計とデータ分析]

First time teaching this lecture, need to adjust the content for better reaction from the students.

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.)

The course evaluation results were similar to previous years, although less students took place in the assessments. Thus, need to improve the answer ratio from students for next year and onwards.

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)

- 2nd year homeroom teacher for Department of Engineering and Applied Sciences,
- Sophia Sci-Tech magazine Editor

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

Actively participated in Rotary International throughout the FY24. Currently, volunteering as a member of District Crisis Management Committee (東京北ロータリークラブ・地区危機管理委員会)

所属 機能創造理工学科

氏名 江馬 一弘

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

研究分野： 物質中での光の振る舞いの研究，光を使った新機能の研究 など

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

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

① 「無機有機ペロブスカイト物質の励起子物性」

修士論文題目「層数制御された2次元ペロブスカイト物質における多重量子井戸ポラリトン」

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」

修士論文題目「糖認識機能を持つボロン酸蛍光プローブにおける光誘起電子移動の解析」

③ 「二酸化チタン光触媒のキャリアダイナミクス」

修士論文題目「TiO₂長寿命光励起キャリア観測のための Pump-Probe 測定法の開発」

④ 「半導体中のコヒーレントフォノンに関する研究」

修士論文題目「非同軸近赤外光パラメトリック増幅器の製作と GaAs における透過型コヒーレントフォノンの観測」

展望については，「3. 2024 年度の研究成果」において，各テーマごと記載する．

3. 2024 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。2024 年度は、修士論文のテーマ「層数制御された 2 次元ペロブスカイト物質における多重量子井戸ポラリトン」として、2 次元構造の研究を行った。それとは別に、2023 年度の修士論文の成果を Journal of Chemical Physics に「Exciton dynamics in CsPbBr₃ single crystal: LT splitting energy, exciton-polariton dispersion, and biexciton binding energy」というタイトルで投稿し、その号の Editors Pick に選ばれた。

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 ポラリトンの研究も順調に進展した。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。2024 年度の修士論文はこの研究である。

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 年度の修士論文で行った励起子ポラリトンの分散曲線に関する研究が、上記の投稿論文であり、Editors Pick に選ばれたことから、2024 年 12 月 17 日に、以下のプレスリリースを行った。

<https://www.sophia.ac.jp/jpn/article/news/release/241217/>

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」

2024 年度の修士論文として、「糖認識機能を持つボロン酸蛍光プローブにおける光誘起電子移動の解析」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 年度まで継続した。今年度は、これまでの実験的研究に加えて、量子化学計算も駆使して数値解析の側面からも研究を進めた。

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。2024 年度は前年度から引き続き、光励起キャリアのダイナミクス測定のための、ポンプ・プローブ測定系の再構築を行った。時間領域の早いスケール（ピコ秒からナノ秒）と遅いスケール（ナノ秒からマイクロ秒）でのダイナミクスの測定がある程度進み、修士論文として「TiO₂長寿命光励起キャリア観測のための

Pump-Probe 測定法の開発」が完成した。

④ 「半導体中のコヒーレントフォノンに関する研究」

半導体中のコヒーレントフォノンに関する研究であり、2020 年度から継続して、透明領域でのコヒーレントフォノン測定を目指して、近赤外領域の超短光パルス光源の作製を進めている。024 年度には GaAs の透過型のコヒーレントフォノン測定を実現し、修士論文「非同軸近赤外光パラメトリック増幅器の製作と GaAs における透過型コヒーレントフォノンの観測」が完成した。

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）

- 2023 年度まで続いた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」では、研究代表者として、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おり、プロジェクト終了後も共同研究は継続している。
- 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 2023 年度にスタートし、現在も継続している。

（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年度から引き続き、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、2024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ンクス分科会幹事
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「次世代フォトンクス」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。)

ベネッセの小学生向けの教材、「かがく組 5年生」1月号の巻頭ビジュアル特集「世界の本当の色は誰も知らない」(2025年1月1日発行)の監修を行った。また、2025年2月14日には、静岡県立韮山高校において、高校1年生と2年生を対象に、「光と電子の旅」というタイトルの講演を行った。

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

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

（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，フォトリ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。また，量子回路を用いるのではなく，物質として捉え，その物性も研究している。

3. 2024 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。）

グラフェンにおける電気伝導度の異常な振る舞いを議論した。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，機械学習により時系列の予測を行なった。また，量子回路を物質として捉え，その物性を研究した。

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）

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。)

・第440回 物性談話会, invited

令和6年7月25日(木)

名古屋大学 EI 創発工学館 オーディトリウム

Title: 共進化する物理学と人工知能の現在

・Simon Center for Geometry and Physics, , invited

Monday 9/9/24: 2:00PM - Seminar Room - 313

Title: Localization-delocalization transitions in disordered Hermitian and non-Hermitian systems

・Localization: Emergent Platforms and Novel Trends, invited

Max-Planck-Institute for the Physics of Complex Systems in Dresden,

September 16-20, 2024

2024/9/17

Title: Localization in quasiperiodic systems

・International Workshop on Massively Parallel Programming for Quantum Chemistry and Physics, invited

2025/1/21

Title: Simulating disordered Hermitian and non-Hermitian quantum systems

・不規則・複雑系物理学とその周辺 --複雑さに潜む美しさの探求--

北海道大学, invited

2025/3/15

Title: 量子ネットワーク

・APS Global Summit

Anaheim, USA

Title: Machine learning wave functions to identify fractal phases

この他に国内で機械学習の物性物理学への応用に関する研究会を2回開催した。

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。)

- ・ 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)

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、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ック光デバイスに関する研究
- ・コンタクトレンズディスプレイに向けた RGB 三原色集積光源の開発に関する研究
- ・水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE) 法によるワイドギャップ半導体ナノ加工技術の開発とデバイス応用に関する研究
- ・無機半導体／有機半導体ハイブリッド型光デバイスの開発に関する研究

修士論文テーマ

- ・超小型集積 RGB 光源に向けた低閾値メンブレン型 InGa_N/Ga_N レーザ構造及び Ga₂O₃ DBR 共振器型波長変換構造の作製
- ・可視域 Ga_N 系トポロジカルフォトンック結晶のアクティブデバイス応用に向けた電気化学エッチングによる新規低屈折率構造の提案
- ・ポーラス Ga_N クラッドを用いた超低閾値青紫色レーザの試作及び構造解析
- ・可視域 Ga_N 系トポロジカルフォトンック結晶リング共振器構造の 3D-FDTD 解析および作製と特性評価

卒業研究テーマ

- ・Ga_N 系可視域フォトンック結晶に向けた高精度垂直ナノホール加工技術の基礎研究
- ・低閾値レーザに向けた AlIn_N 支柱構造付きメンブレン型 InGa_N/Ga_N 導波路構造のモード解析と試作
- ・中心にトリビアル PhC を配置した Ga_N 系トポロジカル PhC リング共振器の発光特性解析と評価

(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の進展に向け、光デバイス技術の更なる高度化や技術革新が望まれている。当研究室では、「次世代光デバイス技術の開拓」をテーマとして、特に可視光領域の高性能発光デバイス技術の開発に取り組んでいる。

光デバイスの高性能化と高機能化にはナノ構造の利用が有望であり、ワイドギャップ半導体に適した独自の高精度低損傷ナノ加工技術である水素雰囲気異方性熱エッチング(HEATE法)の開発を行ってきた。このHEATE法を用いて、新しい光制御技術であるトポロジカルフォトリソの可視域における実証実験、コンタクトレンズディスプレイに向けた超低消費電力集積RGB光源の開発、InGaN/GaNナノ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。(2024年度は保留)

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

3. 2024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

・昨年度に提案したGaNナノトレンチ構造の高精度HEATE加工に適する $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 二層マスクの効果について詳細な評価を行い、垂直な側壁を有する様々なサイズのナノトレンチ構造作製条件を見出した。

・青色発光InGaN/GaN量子井戸結晶をHEATE法でナノストライプ(ナノストライプ/ナノウィール/ナノワイヤなど同義)に加工すると顕著な発光増強が得られることを見出した。この発光増強は、元ウェハの品質が悪いものほど大きくなる傾向が見られ、緑～赤域の高品質窒化物半導体結晶成長が困難な領域への適用可能性が示された。

2) 可視領域トポロジカルフォトリソ結晶(PhC)に関する研究

・InGaN/GaN発光層を有する可視域メムブレ型トポロジカルPhCリング共沈器構造に対して三次元時間領域差分(3D-FDTD)法による電磁界解析を行い、六角形リング共振器においてフォトリソバンドギャップ端近傍の共振ピークの形成やそのビーム放射特性などを調査した。バンドギャップ長波長側の共振ピークが、直線偏光の単峰性で放射角3.5度の鋭い指向性ビームであることや、共振の強さの指標であるQ値の構造依存性を明らかにし、

波数空間で Γ 点にギャップを持ち放射モードに結合しているフォトリック結晶でも 1000 近い高 Q 値が得られることを見出した。

- ・青色発光 InGa_N/Ga_N 発光層を有するメンブレン型トポロジカル PhC による中心にトリベアル領域を配置した六角形リング共振器構造を作製した。昨年度に報告した中心にトポロジカル領域を有する構造と同様に、未加工領域に対して数十倍のフォトルミネッセンス発光増強現象が確認され、リング内側がより強い発光を示した。

- ・Ga_N トポロジカル PhC リング共振器の下部に高濃度 n 型 Ga_N を配置し、電気化学エッチングによる多孔質（ポーラス）構造の形成を試みたところ、光閉じ込めと電流注入に適した新しい形態のナノ構造が形成される条件を見出した。

3) 波長変換型集積 RGB 光源の開発に関する研究

- ・RGB 集積光源の開発に向けた波長変換デバイスの励起光源として Ga_N/空気-多層膜反射鏡 (DBR) を用いる青紫域 InGa_N 系レーザの開発研究を継続し、従来のメンブレン型導波路に加えて、AlIn_N サポート付き T 型導波路やポーラス型低屈折率導波路などの新構造についても理論解析と試作を行った。活性層と光ガイド層からなるコア層厚による影響に着目し、厚さ 500nm 以下の薄膜コア層では、DBR 下部の低屈折率層の除去が低閾値化に有効であることなどが分かった。FDTD 解析によりポーラス構造の方向が光散乱に大きく影響することを見出し、ポーラスの方向を導波路と平行にすることで低閾値が来たできることを示した。

- ・HEATE 法で作製した幅 100nm 程度の微細ナノ流路に疑二次元ペロブスカイト (P2F8) 前駆体を毛細管現象で注入して得られた析出物の X 線回折測定を行い、目的であった P2F8 の結晶が析出していることを確認した。今後は、二次元構造がナノ流路の側壁方向と上下方向のどちらに配向して形成されているかを検討する。

4) InGa_N ナノピラーで LED に関する研究

- ・山形大学の太音准教授との共同研究において、HEATE 法で作製した青色や緑色で発光する InGa_N/Ga_N ナノピラー構造の作製と発光特性評価を行い、表面非発光再結合の影響を詳細に検討した。キャリアの拡散長とナノピラー径の大小関係によって時間分解フォトルミネッセンスの時間応答が異なることやその原因を論じた。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- ・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 Ga_N ナノ構造発光デバイ

スの高性能化に関する研究」

- ・研究会開催：「第1回末松カンファレンス」（幹事校として主催）2024年8月29～31日
- ・研究会開催：2024年度 Sophia Open Research Weeks 「第5回半導体ナノフォトニクス研究会」2024年11月23日（上智大学4号館475室）
- ・スクール共催：「応用物理学会 結晶工学分科会 第30回結晶工学スクール」（半導体研究所として共催）2024年7月29-31日（上智大学11号館704室）
- ・セミナー共済：「応用物理学会 結晶工学分科会 第29回結晶工学セミナー、第9回インフォマティクス応用研究会」（半導体研究所として共済）2025年2月20日（上智大学2号館410室）
- ・上智大学 付置研究所（岸野克己 教授、下村和彦 教授、野村一朗 教授、中岡俊裕 教授、富樫理恵 助教）「半導体研究所」

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（機能創造理工学実験・演習2と合併科目）
- ・学部英語コース（秋学期）
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1（機能創造理工学実験・演習1と合併科目）
- ・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った。授業アンケートでは、進捗度に合わせて自分のペースで学習できることやサポート体制について好評を得た。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、開設当初から当科目の責任者を担当している。今回はインドのガンジー先生の協力を得てオンデマンドレポート課題「実験レポートの剽窃と盗用」を英語化した。盗用・剽窃に対する理解向上と注意喚起を課題として実施することにより学生の認識を高めることを図っている。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「理工学部授業顕彰制度」受賞)

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 時限目開講時には数名程度まで減少することが判明している。このため、2024 年度より、教室確保を工夫して学生実験前の金曜 2 限を確保し、学生が自由な時間に学習できるオンデマンド方式を取り入れたところ定員上限の受講者数となった。授業アンケートでは、「うるさくする人がいないので集中して学べる」、「自分のペースで受講できる」、「サポートが丁寧」などの好評価と「講義形式の方が学びやすい」などの賛否両方の意見が寄せられた。また、初めての試みで、資料配布の遅れなどがあったことが反省点である。当面はこの形式を続けて学生にニーズに適して高い学習効果を得られるようにブラッシュアップを行う。

・「光エレクトロニクス I・II」

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おり、授業アンケートでも好評である。2021 年度からセメスター科目としての I と II 各 7 回に分けて留学などに有効活用されることを期待しているが、現時点では前期の期末試験を補講日に実施する必要性が生じるなどの学生や職員の負担が増える割には留学の促進などの効果はクリアでない。

・「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
- ・理工学部カリキュラム委員
- ・機能創造理工学科 4 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)
- ・機能創造理工学実験・演習 2、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2. 主担当

(学外)

- ・ International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2024, September 1-4, 2024, Himeji, Hyogo, Japan) Program Committee Vice Chair, Area 11.
- ・ 15th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS 15, July 6-11, 2024, Malmo, Sweden) Program Committee Member.
- ・ International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2025, September 15-18, 2024, Yokohama, Japan) Program Committee Vice Chair, Area 11.
- ・ 座長：国際会議 SSDM2024
- ・ ラボツアー「JST サクラサイエンスプログラム」2024 年 5 月 22 日 (海外高校生対象)
- ・ 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)
- ・ 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（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

- ・近赤外超短パルス光源の製作とそれを用いたコヒーレントフォノン観測
- ・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、近赤外光源の開発から行い、幅広い物質でのコヒーレントフォノンの観測を行う。

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

3. 2024 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。）

- ・上に述べた展望をもとに、幅広い物質でのコヒーレントフォノンの観測を行うべく、こ

こ数年間をかけて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。2024 年度によりやく光源が完成し、光学デバイス材料として幅広く利用されている GaAs 単結晶においてコヒーレントフォノンの観測に成功した。

・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。2024 年度は昨年度に引き続き測定法の開発に集中し、別のテスト試料を用いて単一波長でのキャリア寿命測定が安定にできるようになった。

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

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, ELECTROMAGNETISM,
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。）

「光学システムと応用」

前年度の授業アンケートや試験の結果を踏まえて 2023 年度に教科書を変更したが、ややレベルを上げすぎた感があった。そこで、2024 年度は従来の教科書に戻した。2023 年度よりも内容を易しくした代わりに、毎回の授業ごとに出题するリアクションペーパーの問題を少し難しいものに代え、解答時間も長めに設定した。なお、シラバスは教科書に沿って作成しており、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。

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

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

- ・ シ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（国際共同研究として豪州（Curtin 大学）で実験、投稿論文）
- ・ ヘリウム再凝縮装置の立ち上げと運用

（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. 2024 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。）

- ・ 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のだが、それを利用する事で機材に化学的に強固に固着できることを始めて見出した。
- ・ 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の課題は解決したが、ヘリウムガスをため込むためのバッファ装置からのガス漏れに課題がある。

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

国際共同研究（生体医歯工学共同研究拠点、東京科学大学分）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, Engineering And Applied Sciences 2（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 WEB 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下さい。）

- (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な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、2 年目を迎えた。
- (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。本年度は主に新しいマルチフェロイック物質の探索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イオン半径の大きな 1 価アルカリ金属イオンを利用し、低ホールドープかつ広バンド幅を持つ多結晶試料を作製し、SRD 性能の高い試料を幅広い組成範囲で探索した。
- (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) 2024 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並行して行った。液体ヘリウムを用いないパルス超強磁場物性測定システムの構築を進め、測定試料および磁場発生用コイルの冷却に GM 冷凍機クライオスタットを使用した。クライオスタットの冷却スペースが直径 24 mm 程度のため、小さな空間に挿入でき、30 T の磁場発生が可能なコイルとコンデンサーバンクの設計を遺伝的アルゴリズムによる最適化計算から求めた。昨年度設計が完成したコイルを、自作のコイル巻き線機を使用し、1 mm×1 mm の四角銅線を使って 8 層重ねて巻いたコイルを完成させた。次に完成させたコイルを使用し、試料を導入する前にパルス超強磁場のみを発生させる予備実験を行った。コイルを液体窒素中に固定し、昨年度設置済みのコンデンサーバンクからパルス電流を低電流から高電流までコイルに印加し、ロゴスキーコイルと磁場ピックアップコイルを用いて、実際にパルス電流に比例したパルス強磁場が発生していることを確認した。さらに、コイルに電流導入端子や支持棒を接続する工作を行い、クライオスタット中にコイルを設置し、冷却テストを行った。その結果、ヘリウム交換ガスを少量導入することで 5 K まで冷却することに成功した。電流導入端子回りの絶縁性を高め、大電流を流したときの放電の問題を解決し、コイル上部に設置したピックアップコイルによって発生磁場をモニターし、20 T のパルス超強磁場の発生の観測に成功した。
- (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。さらに本年は新しいマルチフェロイック材料の探索を行った。その結果、A サイト秩序型ペロブスカイト $\text{CaMn}_7\text{O}_{12}$ 多結晶試料をゾルゲル法により作製することに成功し、比熱や磁気特性などの基礎物性を明らかにした。
- (3) SRD 特性の向上を目指して本年度は、はやぶさ搭載 SRD の Mn 価数(=3.225)と比較し、高ホールドープ領域の Mn 価数=3.30, 3.40 及び、低ホールドープ領域の 3.20 について、A サイトの平均イオン半径(r_A)と分散 σ^2 を変化させたときの、 T_C の変化率を調べ、はやぶさ搭載 SRD と同等の T_C を持つ試料を作製し、その SRD 特性の評価を行った。その結果、作成した等 T_C 線は一次近似ではあるが、狙った T_C を持つ試料を作製するのに十分な力を発揮した。また、同一 T_C となる試料同士の SRD 性能の比較を行うことで、Mn 価数を固定したときは、すべての Mn 価数の領域において、A サイト平均イオン半径(r_A)が大きく分散 σ^2 が大きい、つまり広バンド幅・局所的な格子歪みが大きい試料の方が、SRD 特性が高くなる傾向があることが確認

された。さらに、多結晶試料は粒界散乱の影響で電気抵抗率が高くなってしまいが、粒径が大きく磁区が大きい多結晶試料は低温での電気抵抗率の低下が顕著であり、SRD 特性が高くなることがわかった。

- (4) 本年も継続して、 $\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_{2+x}\text{O}_5$ 結晶の磁気・輸送特性に関する鹿児島大学との共同研究、 $\text{Ba}_{3-x}\text{R}_x\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ (R =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) 機能創造理工学科内の黒江研究室、足立研究室との学内共同研究を行い、共著で国際会議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 カ年の共同研究をスタートし、2 年目を迎えた。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で共同議長を務めた MIRAI2.0 は成功裡に終了し、継続した MIRAI3.0 にもできる限り協力した。

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）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、物理学序論、大学院演習ⅡA/ⅡB/ⅢA/ⅢB、物理学ゼミナールⅡA/ⅡB、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。）

2024年度は殆ど全て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で一方向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、理工入試委員会委員、理工自己点検・評価委員会委員を務めた。

（学外）Nature Communications, Matter 等の国際的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 MIRAI3.0 に協力した。

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。）

Department: Engineering and Applied Sciences

Name: Deshi Kong

- 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: Electric Power Storage Applications, System Modeling and Control, Rail Transit Systems

Keywords: Electrical Equipment, Energy Management, Electric Railways, Electric Vehicles, Renewable Energy, Hydrogen Energy, and Energy Storage Applications

- 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) Utilization of Onboard Energy Storage System, Stationary Energy Storage Systems and Renewable Energy in Electric Railways

(2) Demand Forecasting and Applications of Hydrogen Energy in Urban Transportation Systems

(Prospects)

Research focuses on enhancing the energy efficiency of electric railways and urban transportation systems by integrating onboard energy storage system, stationary energy storage system and hydrogen energy with renewable energy sources. In addition to controlling electrical and power electronics equipment, we aim to develop energy management systems and optimization methods to contribute to the construction of next-generation sustainable transportation infrastructure.

(1) Efficient Utilization of Regenerative Energy in Electric Railways

The effective utilization of regenerative energy generated during braking in electric railways is a critical challenge for improving energy efficiency. This study applies an energy management system that integrates onboard energy storage system, stationary energy storage systems with renewable energy sources. Specifically, we construct a model that optimally utilizes surplus regenerative power, optimally designs energy storage systems, and coordinates with power grids. The effectiveness of this approach is verified through

simulations and experimental demonstrations. Furthermore, we explore new applications such as energy sharing with electric vehicles (EVs) and integration with microgrids.

(2) Demand Forecasting and Optimization of Hydrogen Energy in Urban Transportation Systems

The introduction of hydrogen energy into urban transportation systems is expected to contribute to carbon neutrality. This research aims to construct a hydrogen demand forecasting model and optimizes the supply chain. Key considerations include hydrogen station placement planning, energy management for fuel cell vehicles, and integration with renewable energy sources. Recent advancements in hydrogen energy research provide a strong foundation for this study. By leveraging AI technology, we aim to achieve more accurate demand forecasting and dynamic optimization, distinguishing our research from existing studies.

3. Research results for fiscal year 2024 (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).

Here, we explain the research outcomes related to the theme presented in Section 2. (1). This study focuses on recovering regenerative braking energy (RBE) in railway transportation systems. We investigated the improvement of energy efficiency and investment optimization through the coordinated operation of onboard energy storage systems (OESS) and stationary energy storage systems (SESS). Using the NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II), we proposed a method to optimize the capacity of energy storage systems (ESS) while reducing redundancy. The results confirmed that OESS plays a crucial role in both energy efficiency and investment optimization, contributing to the realization of sustainable urban transportation. The findings of this research have been published in an academic paper.

Publication:

Kong D, Miyatake M. Cooperative Application of Onboard Energy Storage and Stationary Energy Storage in Rail Transit Based on Genetic Algorithm. *Energies*. 2024; 17(6):1426. <https://doi.org/10.3390/en17061426>

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.)

(1) Collaborative Research within the University

As part of a joint research project with doctoral researchers from the Graduate School of Global Environmental Studies, our study focuses on demand forecasting and applications of hydrogen energy in urban transportation systems.

(2) Other Collaborative Research

We participated in a research project funded by the Grants-in-Aid for Scientific Research (KAKENHI). Based on newly approved research topics for this fiscal year, we continued collaborative discussions with multiple universities and research institutes.

Additionally, in collaboration with five universities—The University of Tokyo, Kogakuin University, Tokyo Denki University, Sophia University, and Nihon University—we regularly held joint study sessions on railway operations. These sessions were made possible with the cooperation of railway operators.

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.)

(Undergraduate English Course)

- Fundamentals of System Analysis
- Nuclear Energy Engineering (Final Presentation Evaluation: One-time Only)
- Green Engineering Lab. 3

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.)

[Overall Summary]

This academic year, I actively contributed to the transition to the quarter system and the English course subjects, aiming to accommodate a diverse learning environment for students.

I made a conscious effort to engage with students after classes to assess the difficulty level and their comprehension, making adjustments accordingly. This approach allowed for early identification of students' questions, enabling prompt supplementary explanations and the provision of additional materials.

However, one challenge was the insufficient utilization of the Moodle Reaction Paper feature. Moving forward, I plan to create an environment where students can freely share their feedback and questions, implementing a real-time feedback mechanism more effectively.

Another challenge was the low response rate for course evaluation surveys in some subjects. To address this, I plan to allocate time during class for students to complete the surveys while also providing reminders to improve feedback collection rates.

[Fundamentals of System Analysis]

This year, I actively integrated MATLAB/Simulink simulations into the course to bridge the gap between theory and practice. Particularly in control theory lectures, students were able to go beyond mathematical understanding and visually grasp how theoretical concepts apply to real-world system behaviors through simulations. This approach helped improve student motivation and reinforced knowledge retention.

Analysis of exam and assignment results showed that most students successfully achieved the learning objectives outlined in the syllabus. However, some students struggled with operating the simulation tools, which delayed their progress in assignments. To address this, I plan to enhance support by providing more foundational explanations on simulation operations and offering tutorial videos to facilitate better learning.

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.)

(Off-campus)

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Member

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

Deshi KONG's Researchmap: https://researchmap.jp/Deshi_Kong?lang=en

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（修士）
- C) 対角方向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（修士）
- 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（修士）
- E) 正三角格子反強磁性の基底状態（修士）
- F) 画像認識を用いた NMR-T1 の推定

（展望）

「極低温・強磁場における新奇な基底状態の探索」をメインテーマとして研究を行っている。量子スピン磁性体・超伝導体の電子状態を、マイクロプローブである NMR 及び 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。また、機械学習を用いた取り組みとして、NMR の縦緩和時間 T1 の高速・高精度測定の新しい手法として画像認識による方法を提案している。

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. 2024 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・RuO₄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。また、このテーマで科研費（基盤 C）に応募した。
- C) の「対角相互作用によってフラストレートした二次元正方格子系の基底状態」では東工大との共同研究により、二次元正方格子磁性体の新規物質 SrLaCu(Sb, Nb)O₆ について、エンドメンバーの磁気構造について、面間スピン構造が Sb 系と Nb 系とで異なることを明らかにし、論文が出版された。現在、乱れを導入した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。また、常磁性相においてラッティンジャー液体状態が実現しているかどうかを T₁ の磁場・温度依存性の精密測定によって検証を続けた。
- E) の「三角格子磁性体」については、二価コバルト正三角格子上の反強磁性体について、磁化プラトの内外におけるスピン状態の変化を調べるため、Co-NMR の実験を行い、常磁性相から uud 相、低磁場コプラナ相への逐次転移を観測することに成功した。
- F) の「画像認識と T₁」については核スピンの磁化回復（T₁ 過程）において、スピンエコーの形状がわずかに変化することに着目し、エコー画像の時間変化を二次元画像化して AI で解析することで、その画像から T₁ を推定する試みである。この着想をベースとして、科研費（学術変革・公募）に応募した。

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。）

- ・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

J S T アジア・アフリカ拠点形成プログラム（代表 理研・渡邊功雄）「量子ビーム・計算科学・機械学習による蓄電材料開発のアジア研究拠点形成」に参加し、タイ・インドネシアで招待講演を行った。

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。）

- ・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・ⅡA/B，大学院演習Ⅰ・ⅡA/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みます。）

（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

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

「電力系統の解析・制御技術の高性能化」

- 電力系統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、発電機などの電力系統機器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. 2024 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。）

2024 年度は次のテーマについて研究を行った。

- ・ 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
- ・ 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。）

- ・ 「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」
(株)TMEIC との共同研究
- ・ 九州電力送配電(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），
Master's Thesis Tutorial and Exercise 1A,
Seminar in Green Science and Engineering 1A

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、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つの国または地域等の電力系統の特徴と課題に関する発表を行った。各地の様々な状況を知り、課題について考えられるよう、各々が異なる国や地域を選んで実施した。

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）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

理工カリキュラム委員会 委員

（学外）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

製品安全小委員会 委員

同委員会 電気用品整合企画検討ワーキンググループ 委員

経済産業省 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会

再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会

／電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会

次世代電力系統ワーキンググループ 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 2024 (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. Musashi Mizota, Shun Matsuzono, Edyta Dzieminska, Youhi Morii, Numerical simulation of detonation initiation over obstacles using the AMReX library. ICNC 2024
2. Edyta Dzieminska. Rotating Detonation Engines as Cutting-Edge Rocket Propulsion. Invited talk at Aerospace Propulsion and Energy Systems Conference. 2024
3. Aswathy Mahesh Kurup, Wojciech Rudy, Edyta Dzieminska. Flame Acceleration and Detonation Initiation in a Grooved Channel. Int. Combustion Symposium 2024
4. Musashi Mizota, Shun Matsuzono, Edyta Dzieminska, Youhi Morii. Numerical analysis of the DDT process in an obstructed channel. Int. Combustion Symposium 2024
5. Shuhei Yamazaki, Syed Abdullah Sharique, Michal Kawalec, Mitsunori Itoh, Yuki Iwaki, Edyta Dzieminska, Rintaro Suzuki, Toshiharu Mizugaki. Experimental investigation of disk-shaped RDE with Converging-diverging nozzle. Int. Combustion Symposium 2024
6. Panelist at WE 2024 “Hydrogen’s future”

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
4. Michal Kawalec (Warsaw Institute of Aviation) – Experimental research on rotating detonation engine
5. IHI Heavy industry – we use 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

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

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

I gave a lecture at the English-taught program Information Session. And also in the Sakura session for international students who were visiting Sophia University.

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.)

I have improved the class content, improved the syllabus, and changed the format of one class to accommodate students' needs.

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

(On-campus)

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

(Off-campus)

1. 燃焼学会

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

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

The organizer of Polish charity even WOŚP 33rd Grand Final (9th 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
- ・ガスアウトチャネルを用いたシリコン基板への InP 薄膜接合技術
- ・シリコン基板上リッジ構造レーザ
- ・シリコン基板上 InP 系光導波路の導波損失の測定
- ・InP ホモ接合太陽電池の試作
- ・InP ナノワイヤの結晶成長技術

（展望）

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

2024 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）を低減するために、水分子を外方拡散するためのガスアウトチャネルを形成したシリコン基板と InP 薄膜の直接貼付けに関する研究を行い、ガスアウトチャネルによってボイドの密度、占有面積が減少することを確認した。さらにこの InP-Si 基板上に有機金属気相成長法によって量子井戸レーザ構造を成長し、発振しきい値の低減を実現した。またボイドを含んだ光導波路の導波路損失を実験的に求めた。単一モードファイバからレーザ光を光導波路に入射し、素子長と出力光強度の関係から導波損失係数を測定した。光導波路構造の違いにより、また InP 基板上と Si 基板上の導波損失係数の差を明らかにした。

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において、表面の電極構造、電極のアニール条件の差によって太陽電池の発電効果の差を確認した。また自己触媒による InP ナノワイヤの成長に関する研究を行った。結晶成長温

度などの結晶成長条件を検討し、InP ナノワイヤの表面積が最大となる結晶成長条件を求めた。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。

3. 2024 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 2 件、国際会議発表 3 件、国内学会発表 5 件、太陽電池・InP ナノワイヤに関して、国内学会発表 2 件を行った。

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

国際会議発表 1 件は、インドの Sacred Heart College の Dr. PERIYANAYAGAM, Gandhi Kallarasan 氏との共同研究である。

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、電子デバイス、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

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。13 回の小テストを実施することができた。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。10 回の小テスト、講義前半の内容に関して中間試験、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10回実施し、また講義内容に関連したレポート課題を1回行った。次年度はレポート課題の回数をはもう1, 2回多くし、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。最後の回で受講者が後半の内容で関心のあるテーマについてプレゼンテーションを行った。内容をよく理解していることが確認できた。シラバスの内容に関してほぼ実施できた。

電磁波伝搬の基礎、電子デバイス、光電磁波伝送工学、ナノテクノロジーは授業内で小テストを行い、答案回収後すぐに解説を行った。これにより講義内容の理解を進めることができると考えている。配布資料は重要な箇所を空白にして、講義内で書き込むように指示しているが、スライドの遷移が速く、書き込めないとの授業アンケート回答が多少あるので、次年度は空白を無くすことを検討している。

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

（学内）

理工学研究科専攻主任

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

応用物理学会学術講演会の座長、9月学術講演会1回、3月学術講演会1回

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 (Research Fields)

- 内燃機関工学 (燃焼・冷却・熱効率)
- クリーン燃料 (アンモニア・水素等) を用いた燃焼技術
- 熱流体解析および伝熱工学
- 流動可視化と PIV 計測
- 機械学習による燃焼解析と予測モデリング
- 冷却系および熱交換器の熱性能評価
- サステナブルモビリティに資する動力システムの最適設計

主なキーワード (Keywords)

- アンモニア燃焼 / Ammonia Combustion
- 混合燃料 / Fuel Blending (Ammonia-Gasoline, Ammonia-Hydrogen)
- 定容燃焼室 (CVCC) / Constant Volume Combustion Chamber
- サブチャンバー付き高圧縮比エンジン / High Compression Ratio SI Engine with Sub-chamber
- 燃焼圧力 / In-cylinder Pressure
- 熱発生率 / Heat Release Rate
- 冷却損失 / Cooling Loss
- 熱交換器最適化 / Heat Exchanger Optimization
- 高速 PIV / High-speed Particle Image Velocimetry
- 乱流解析 / Turbulence Structure Analysis
- 機械学習 / Machine Learning
- 熱エネルギー変換 / Thermal Energy Conversion
- カーボンニュートラル / Carbon Neutrality
- リアルタイム燃焼予測 / Real-time Combustion Prediction

2. 研究テーマ

- アンモニアを主燃料とした内燃機関における燃焼特性の実験的・数値的解析
- サブチャンバー付き高圧縮比 SI エンジンにおける混合燃料 (アンモニア／ガソリン) の燃焼制御
- 定容燃焼室 (CVCC) を用いた高圧燃焼の可視化と熱エネルギー放出特性の評価
- 冷却系における熱伝達特性の解析および冷却損失の最小化に関する研究
- 高速 PIV (Particle Image Velocimetry) を用いた燃焼室内流動の可視化と乱流構

造の解析

- 機械学習を用いた燃焼圧力・熱積放率の予測モデルの構築と応用
- 熱交換器におけるフィン形状と流動設計の最適化による熱性能向上に関する研究
- アンモニア混焼エンジンにおける点火・混合・冷却の総合最適化手法の開発

(展望)

私の研究は、主に アンモニアなどの代替燃料 を対象とした内燃機関における燃焼特性および熱伝達のメカニズム解明 を軸としています。特に、サブチャンバー付き高圧縮比エンジンや 定容燃焼室 (CVCC) を活用し、実験および数値解析の両面から燃焼挙動を詳細に分析しています。また、冷却損失や熱交換器の熱性能 に関する研究も並行して進めており、燃料エネルギーの有効利用とシステム全体の熱効率向上 を目指しています。今後は、これらの研究を発展させるかたちで、「燃焼・流動・熱伝達」に関わる複雑な多物理現象を統合的に理解し、数理モデルや AI 技術との融合 によって、高精度かつリアルタイムな燃焼挙動の予測と制御 を実現することを目標としています。とくに、機械学習を活用した燃焼圧力や熱発生率の予測モデル を構築し、実験計測やエンジン設計への応用 を進めることで、開発効率の向上とカーボンニュートラル燃料の普及 に貢献することを目指します。

中長期的には、アンモニアをはじめとするクリーン燃料を活用した次世代内燃機関の実現に向けて、持続可能なモビリティ社会の構築に資する研究開発を推進する予定です。

3. 2024 年度の研究成果

2024 年度は、カーボンニュートラル社会の実現に貢献することを目的として、アンモニアおよびその混合燃料を対象とした内燃機関における燃焼特性の解明や、熱エネルギーの有効活用に関する研究を重点的に推進した。特に、定容燃焼室を用いた燃焼解析、サブチャンバー付きエンジンでの混合燃焼制御、ならびに冷却系・空力性能の最適化に関する複数のテーマに取り組み、実験・数値解析・機械学習を融合したアプローチを展開した。その成果として、査読付き論文5編を発表(うち3編で最終著者)し、*Journal of Energy Storage*, *Journal of Thermal Science* などの国際誌に掲載された。また、国内外の学会において10件の研究発表を行い、2025年3月の自動車技術会関東支部主催「ICATYE 2025」では6件の学生共同研究成果を報告するなど、学部・大学院生の研究育成にも貢献した。さらに、AIを活用した燃焼圧力や熱積放率の予測モデル開発にも取り組み、従来の数値解析手法と比較して高い予測精度を確認した。これらの活動は、持続可能な動力技術の実現に向けた基盤づくりとして位置づけられるものであり、今後の応用展開に向けた重要な成果と考えている。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- 上智大学エネルギー研究拠点において研究代表を務め、以下の研究を推進：
 - 「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」
 - アンモニアの燃焼特性および熱マネジメントに関する基盤技術の確立
- AICE (自動車用内燃機関技術研究組合) によるプロジェクトに参画：

- 「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」
- 燃焼・流体・熱伝達に関する実験とモデル化を担当
- 海外との国際共同研究（共同研究員の受け入れ・国際連携）を実施：
 - インド・TKM College of Engineering (Professor V. Baiju)
 - 「吸着冷却システムに関する研究(活性炭を用いた複合吸着剤の開発と特性評価)」
 - 太陽熱駆動型冷却技術の高度化に寄与
 - インドネシア・Petra Christian University (Professor Willyanto Anggono)
 - 「定容燃焼器およびエンジンを用いたアンモニア燃焼実験と解析」
 - アンモニア燃焼における火炎安定性および熱解放特性の評価を実施
 - 中国・Guangdong Technion-Israel Institute of Technology (GTIIT) (Professor Madan Kumar)
 - 「再生可能燃料（アンモニア、水素、メタノール等）を用いた輸送用エンジンの開発」
 - 2024 年 11 月～2026 年 12 月の長期的国際共同研究を開始

これらの活動を通じて、産学官および国際連携による実践的かつ持続可能な技術開発を推進するとともに、研究ネットワークの強化と若手研究者の国際的な育成にも貢献した。

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ⅠA、ⅠB、ⅡA、ⅡB
- 大学院演習ⅠA、ⅠB、ⅡA、ⅡB

- DR. THESIS GUIDANCE
- Seminar in green science and engineering 1A、1B、2A、2B
- 機械工学輪講

【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

2024年度は、工業熱力学、熱エネルギー変換、数値伝熱工学、燃焼工学特論、熱エネルギー変換工学特論など、エネルギー関連分野を中心に学部および大学院の講義を担当した。講義は一貫して板書を主体とし、数式や概念の導出を段階的に示す構成としたことで、学生が理解を積み上げられるよう配慮した。加えて、講義中の質問受付やリアクションペーパーを通じて、学生の反応を即時に把握し、柔軟に内容を調整する運営を行った。

- 工業熱力学では、毎回のリアクションペーパーの活用により、学生の理解度や疑問点を授業改善に反映できた結果、考察の質や参加姿勢の向上が見られた。
- 熱エネルギー変換では、例年実施していた動画視聴を取りやめ、板書による数式展開と日常に関連した応用例を併せて示すことで、概念理解の深化を図った。
- 数値伝熱工学では、Excelによる数値解析演習に加え、有限差分法の導出を板書で丁寧に説明することで、数式と物理現象の結びつきを明確にした。最終レポートでは約75%の学生がシラバスの到達目標に合致する成果を挙げた。
- 機械システム設計の基礎では、力学的視点やシステム思考を重視した講義とし、教室内での対話や質疑応答を積極的に取り入れた。対面でのやり取りにより理解度の確認と成績向上が実現された。
- 大学院講義（燃焼工学特論・熱エネルギー変換工学特論）では、対話形式を中心に学生の関心と主体性を引き出し、問題解決力の育成と学修成果の質的向上につなげた。
- 英語講義（Thermal energy conversion）では、専門用語の定義や文脈に配慮しつつ、板書と補助資料を併用し、留学生を含む多様な学生への理解支援に努めた。

また、ゼミナール、大学院演習、博士論文指導では、文献講読や研究発表を通じた論理的思考力・プレゼンテーション能力の向上に注力した。さらに、学生フォーミュラ活動やUDトラックス・インターンシップの教育支援を通じて、実践的・協働的な学びの場の提供にも尽力した。

今後の改善点としては、講義内小テストや理解度確認コメントの導入により、学生のつまづきや理解の進捗を早期に把握できる体制の構築を目指す。また、英語講義においては、専門的トピックに対する理解支援資料のさらなる充実を図り、多様な学生層への対応力の強化を進める予定である。

7. 教育研究以外の活動

(学内)

- 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

(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（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) 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. 2024 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。）

雑誌論文（査読あり）

[1] Wenjing Cao, Rintaro Goto, Tsuyoshi Yuno, Taketoshi Kawabe, Masakazu Mukai, Energy Management Method Optimizing Engine Ignition on/off Timing and Operating Points of Powertrain Components for Series Hybrid Electric Vehicle, IEEJ Journal of Industry Applications 14(3) 2025 年 5 月.

[2] Zhewen Zheng, Wenjing Cao, Yuya Kubota, Yoshihisa Nakano, Shuang Gao, Takashi Suzuki, Robust and Energy-Efficient Torque Vectoring for a Four In-Wheel Motor Electric Vehicle Based on

Sliding Mode and Model Predictive Control, Unmanned Systems 1-14 2025 年 2 月.

[3] Yuzuki Hayashi, Wenjing Cao, Masakazu Mukai, Distributed control for automated vehicle groups using control barrier and control Lyapunov functions, Asian Journal of Control 1-16 2025 年 1 月.

国際学会（査読あり）

[1] Hongkang Yu, Wei Zhao, Zhewen Zheng, Mo Chen, Wenjing Cao, Integration of YOLOP and Kalman Filter on ROS2 platform for Enhanced Lane Detection of AI Formula Robot, The 9th International Conference on Robotics, Control and Automation (ICRCA 2025), Shanghai. 2025 年 3 月.

[2] Yuji Yasui, Masakazu Mukai, Toshihiro Aono, Wenjing Cao, Yoshihiro Mizoguchi, Yutaka Hirano, Chisa Kobayashi, SICE-JSAE-PaiMaP Benchmark Problem of Mobility Service Using Automated Driving in Smart Satellite City (I), 2024 SICE Festival 2024 with Annual Conference 2024 WeAT5.6 2024 年 8 月.

[3] Zheng, Zhewen, Cao, Wenjing, Yuno, Tsuyoshi, Kawabe, Taketoshi, Mukai, Masakazu, Simultaneous Optimization of the Engine Operating Points and Ignition Timing for EMS of SHEV Based on NMPC, IFAC NMPC 2024 FriINT.14 2024 年 8 月

[4] Wenjing Cao, Zhewen Zheng, Optimal Energy Management of SHEV with Realistic Generator Model That Optimize the Ignition Timing and Powertrain Operating Points Simultaneously (I), SICE FES 2024 WeAT5.2-WeAT5.2 2024 年 8 月.

[5] 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) 14 2024 年 7 月.

[6] Zhewen Zheng, Wenjing Cao, Tsuyoshi Yuno, Taketoshi Kawabe, Masakazu Mukai, Nonlinear Model Predictive Control for Energy Management Strategies of a Series-type HybridElectric Vehicle, The 14th ASCC(ASCC 2024) 14 2024 年 7 月.

国内学会（査読あり）

[1] 安井 裕司, 向井 正和, 平野 豊, 青野 俊宏, 溝口 佳寛, 曹 文静, 川合 信吉, 伊藤 太清, 小林 千紗, スマート衛星都市モビリティサービス最適化問題 -SICE-JSAE- π MAP ベンチマーク問題-, 自動車技術会 2024 年春季大会 168 2024 年 5 月

[2] 小林丈仁, 曹 文静, 的計画法によるスマートモビリティサービスの収益最大化, 自動車技術会 2024 年春季大会 170 2024 年 5 月

[3] Chen Mo, 趙 瑋, 荻田 藍舞, 曹 文静, Research on Visual SLAM Configuration Using ZED Camera for AI Formula Unmanned Vehicle, 第 25 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会 2024 1-4 2024 年 12 月.

国内学会（査読なし）

[1] Hongkang Yu, Wei Zhao, Zhewen Zheng, Mo Chen, Jumma Tanaka, Ramu Ogita, Wenjing

Cao, Lane Detection and Optimization for Mobile Robot Using YOLOP and Kalman Filter on ROS2, MSCS 2025, Osaka.

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：AI フォーミュラ開催に向けた研究開発

国際学会実行委員

1. IFAC NMPC 2024, ダイバーシティー委員
2. 自動車技術会春季大会, セッション企画
3. SICE FES 2025, セッション企画、論文審査
4. IEEE ACC 2025, 論文審査
5. SICE SI 2025 セッション企画、座長、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) 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」

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みます。)

(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鋳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析
- ⑤ 冷間伸線パーライト鋼の水素脆化感受性評価
- ⑥ 曲げ試験による自動車用高強度薄鋼板の水素脆化感受性評価
- ⑦ 高強度鋼の応力下における水素状態解析
- ⑧ 高強度鋼中の転位すべりと空孔形成に及ぼす水素の影響
- ⑨ 自動車用鋼板の水素脆化感受性評価とその機構解明
- ⑩ 鉄の水素存在状態および水素脆化に及ぼす固溶Cr，Moの影響
- ⑪ V，Mo添加高強度鋼の水素存在状態解析と水素脆化感受性評価
- ⑫ 高強度鋼の水素脆化に及ぼす温度の影響
- ⑬ 動的ひずみ時効による高強度鋼の遅れ破壊感受性低減

「金属材料の環境脆化」に関するテーマで研究に取り組んでいる。特に，金属材料の水素脆化に注目しており，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. 2024 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。）

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、エネルギーと材料などの科目において、「説明はわかりやすかったか：4.5 前後」、「この授業の満足度：4.4 前後」であり、がくせいからは満足してもらっていると判断できる。今後は、アンケートのコメント欄も参考に、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みます。）

（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～2024 年 3 月 大阪大学 接合科学研究所 招へい教授

2024 年 11 月～ NEDO 「競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業 研究開発項目Ⅱ 需要地水素サプライチェーンの構築に係る技術開発 高圧水素パイプラインの国内基準化に向けた導管材料の水素適合性と耐震設計に関する研究開発」/ パイプライン材料水素適合性検討会 委員長

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

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： 超伝導応用の研究

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，省エネルギー，輸送，磁気浮上，風力発電，NMR，
MRI，Bi，YBCO，Maglev，Vectran，Vecurus

2. 研究テーマ（修士論文や卒業論文のテーマ）

「四面冷却高温超伝導コイルにおける LCP-FRP の有用性評価」
「高温超伝導体の四面冷却における LCP-FRP シートの冷却特性」
「超伝導誘導機を用いた無停電電源装置に関する実験および解析」
「JT-60SA 平衡磁場コイルの導体間電圧に対するコイル形状変化の影響」
「JT-60SA トロイダル磁場コイルの位置ずれによるコイル間相互インダクタンスの評価」
「イオン液体含浸 YBCO コイルにおけるクエンチ保護に関する実験的検討」
「イオン液体含浸 YBCO コイルのクエンチ保護特性の評価」
「REBCO コイル内部保護回路としての抵抗制御界面開発とその電氣的・熱的特性評価」
「No-insulation REBCO コイルにおける金属メッシュを用いた抵抗制御界面の熱伝導特性」
「HTS バルクを用いた磁気浮上システムにおける浮上・案内ユニット一体型モデルの検討」
「面積流量計のセンサマグネットの変更による磁場分布評価」

3. 2024 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。

9月 アメリカ（6件）

3月 電気学会（東京）（4件）

その際，指導した大学院生が国際学会で発表するための旅費援助を，公益財団から受けた。

4. 大学内外における共同的な研究活動

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，核融合科学研究所，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・Ⅳ，理工基礎実験，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。

なお、コロナ禍以降は実施できていないが、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

（学内）大学院の電気・電子工学領域主任

（学外）電気学会電力エネルギー部門にて、役員、編修委員長、国際委員会委員、部門大会実行委員会委員、超電導機器技術委員会幹事、調査専門委員会委員、電気学会本部の、編修会議委員、総務会議委員、英文論文誌編修委員会委員

8. 社会貢献活動、その他

所属 機能創造理工学科

氏名 竹原 昭一郎

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

研究分野： 機械力学，人間工学、マルチボディダイナミクス、感性工学

キーワード： 自動車，鉄道，人体モデル，感性，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
- ・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

（展望）

「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. 2024 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，人体運動も含め人間の評価傾向の分類に成功した。
- ・気管挿管動作時の視線と人体運動の分析に関して道具による熟練度者と初心者の差を示した。
- ・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道具による熟練度者と初心者の差を示した。
- ・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。
- ・人体モデルの精度向上を実現した。

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。）

さい。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

聖マリアンナ医科大学 ‘テーマ非開示’

日産自動車株式会社 ‘テーマ非開示’

アルプスアルパイン株式会社 ‘テーマ非開示’

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

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

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

機械システム設計演習Ⅰ

今年度は内容を一新した。図面の作成を実際に実施することや、リバースエンジニアリングとして、実物のものを計測させ、図面を作成することを試みた。また、実習科目にも関わらず実技テストを実施した。学生のモチベーションは向上し、積極的な授業参加がみられた。

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) 入試委員, 教育開発領域委員, 「課題・視座・立場性」ワーキング委員, 機能創造理工学科0年クラス担任

(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。)

インド工科大学デリー校とのシンポジウムに参加し、プレゼンテーション及びパネルディスカッションに参加した。

インド大使館でのシンポジウムに参加し、発表を行った。

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. 自動旋盤を用いた切削・接合・塑性複合加工に関する研究
2. 機能性樹脂材料の放電援用切削加工に関する研究
3. 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
4. CFRTP のインクリメンタルフォーミングに関する研究
5. 脆性材料のバニシング加工に関する研究
6. レンジエクステンダー用ロータリーバルブエンジンに関する基礎研究

（展望）

企業との共同研究として、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である純銅と純アルミニウム材の接合プロセスについて研究を行った。また、異なる種類のステンレス合金の接合において原子拡散が起こっていることを確認した。

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が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（EDAT）における加工メカニズム解明を行い、EDAT が放電現象であることを、電流遅れ測定と高速度カメラによる観察によって証明した。また異なる雰囲気ガス下での EDAT の放電特性についても検証した。

CFRTP の多品種少量生産を想定してインクリメンタルフォーミングによるシェル形状3次元造形法に取り組んでいる。

バニシング加工に関しては脆性材料であるグラファイトのバニシング加工について企業からの依頼があり、加工特性について調査した。

アンモニア燃焼エンジンによるレンジエクステンダー用ロータリーバルブエンジンの基礎開発研究に着手した。

3. 2024 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。）

原著論文

1. Hidetake Tanaka* and Yasunori Kobayashi, Development of Gripping Force Measurement Tool Holder for Machining center, International Journal of Automation Technology, Vol. 19 No.2, 126-132, 2025
2. 田中秀岳*, 鈴木敏之, 中谷尊一, 大和久祐樹, 御園春彦, 前原智憲, CNC 自動旋盤による摩擦圧接に関する研究(第2報)* -摩擦圧接されたアルミニウム合金の疲労特性とバニシングによる改善-, 精密工学会誌, Vol. 90, No. 10, 791-796, 2024
3. Hidetake Tanaka*, Tanatat Thangkasemvathana, Yuki Nishimura and Emir Yilmaz, Feasibility Study of Multi-Layer CFRP Press Molding Method, Key engineering materials, Vol. 994, 3-18, 2024
4. 田中秀岳*, 佐々井宏典, 傾斜プラネタリ加工による CFRP 穴あけ加工に関する研究ーラジラスエンドミルを用いた加工条件と工具摩耗評価ー, 砥粒加工学会誌, Vol. 68, No. 11, 617-623, 2024
5. Hidetake Tanaka*, Ryuta Kuboshima Experimental study of electro-discharge assisted turning under low voltage for UD CFRP, International Journal of Automation Technology, Vol. 18, No. 3, 366-373, 2024
6. Tatsuki Ikari, Hidetake Tanaka, Feasibility Study of Single-Point Incremental Forming for Discontinuous-Fibre CFRP using oil bath heating International Journal of Automation Technology, Vol. 18, No. 3, 433-443, 2024
7. Hidetake Tanaka* Relationship between push depth and springback of smooth surface creation by electroconductive burnishing tool, International Journal of Abrasive Technology, Vol. 12, No. 3, 189-202, 2024
8. 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, 2024

国際会議プロシーディング

1. Ryuta Kuboshima, Hidetake Tanaka and Emir Yilmaz, Experimental study of electrical discharge-assisted turning for UD CFRP under low voltage condition, Procedia CIRP, 3rd CIRP Conference on Composite Material Parts Manufacturing, 2024 年 9 月 27 日発表済, 2024, 査読有
2. E. Yilmaz a, H. Tanaka a, R. Ishii, R. Miwa, N. Miyanaga, M. Ichiyanagi, T. Suzuki, Tribological investigation on friction behavior of piston ring-cylinder liner under the effect of ammonia-dispersed engine oil, 49th Leeds-Lyon Symposium on Tribology, 2024 年 9 月 4 日発表済, 2024, 査読有

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
- セミナー開催

精密工学会主催，第 437 回講習会「最新の『金型技術』を集めました -AM、GIGA から EV 応用まで-」 上智大学 図書館棟会議室／ライブ配信，2024 年 6 月 10 日

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，数学 IB（微分積分），数学 IIB（多変数微積），精密計測特論， ADVANCED MECHANICAL ENGINEERING2，機械設計演習 I，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 BI（2024 年度より新たに担当）および数学 BII 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．リアクションペーパーをほぼ毎回課して，復習を促すようにした．また受講者からの個別の質問にも柔軟に対応できた．

大学院科目ではアクティブラーニングとして不確かさ解析の課題を課した．

機械設計演習 I（2024 年度より新たに担当）は本年度より大幅に刷新し，図学に基づくスケッチや図面の読み方，書き方を手書きと 3 次元 CAD を組み合わせて理解できる内容とした．また実物の機械要素を用いたリバースエンジニアリング実習を課し，工業製品の設計における工夫と 3 次元 CAD によるモデリング，2 次元図面作成まで包括的に学習できる内容とした．

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）

SG 委員会副委員長，STEC 担当

（学外）

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

「脳損傷症例を用いた再現解析システムによる受傷状況の推定」

「外傷性脳損傷可視化のための頭部有限要素モデルの開発」

「マーカーレスモーションキャプチャーによる動作解析手法の開発」

「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. 2024 年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

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

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

「マーカーレスモーションキャプチャーによる動作解析手法の開発」の研究では、試合・練習中に録画されたビデオより衝突動作の再現解析を行うため、AI によるマーカーレス

モーションキャプチャーの利用可能性を検討した。解析対象者の動きを追跡することによって作成した CG アニメーションを基に各関節の 3 次元の変位、角速度を算出可能であることを示した。

「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、ヘッドインパクターの落下試験およびその再現解析によって、保護具の材料物性と頭部重心の加速度との関係を明らかにした。

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。）

・受託研究

JST-A-STEP 産学共同 ステージ I（育成フェーズ）

「生体骨模倣多孔質構造による衝撃吸収・耐久性に優れた 3D プリント可能な頭部保護部材の開発」

・研究会開催

2024 年 2 月 20 日に本学で第 11 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みます。）

（学内）

- ・理工自己点検評価委員
- ・4次年生担任
- ・就職担当

（学外）

- ・日本機械学会 2025 年度 医工学テクノロジー推進会議 運営委員会 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 曄道佳明

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

研究分野： マルチボディダイナミクス、機械力学、車両工学

キーワード： レール/車輪接触問題、車両運動、柔軟体解析、探査システム

2. 研究テーマ（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・車輪系接触問題を含む車両運動解析技術の開発を引き続き研究対象としている。本研究テーマでは、東海旅客鉄道(株)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、数値解析結果を算出し、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。今年度は特に軌道不正などにより生じる車体の弾性の影響を検討した。

●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。今年度は、柔軟体であるテザーの運動について長さ変化、移動境界の問題について解析手法を取りまとめた。また、先端機の移動を模擬して、結合されたテザーの障害物回避などについて、運動メカニズムの解明から新たな知見を得た。

3. 2024 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

軌道不正上の走行の弾性車両の運動解析について以下の知見を得た。

- 1) フィールドデータとの比較に基づく高速鉄道の軌道不正走行時の車両運動解析技術の開発
- 2) 弾性車体の軌道不正走行時の曲げ振動の発現とそのメカニズムの解明

研究成果は、東海旅客鉄道(株)との共同研究を通じて下記論文集に掲載決定されている。

T. KARASAWA, Y. MINAMI, S. TAKEHARA and Y. TERUMICHIA “Study on effect of

track and vehicle factors on wheel load variation over short wavelength longitudinal irregularities” 日本機械学会 Mechanical Engineering Journal MoViC2024 特集号（査読あり） 採択済み

●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った。また、柔軟体（テザー）の移動時における障害物回避について検討し、一定の条件が整うことで受動的な制御によってもこれが可能であることを示した。

Ogawara, R, Terumichi, Y. and Kaczmarczyk, S., “The effects of small horizontal vibrations of the mother ship on tethered systems with changing length”, The 7th International Conference on Multibody System Dynamics, U.S.A, June 2024.

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 ・東海旅客鉄道(株)との共同研究による高速鉄道の車両運動解析

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。）

●授業科目、研究指導

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、グループによるディスカッション機会を豊富に設け、その解説を行い、理解の促進に努めた。力学では理工学部のグッドプラクティスに選定された。学生の授業アンケートでは各項目でおおむね高い評価を得ている。

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）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、（社）クレーン協会 理事 他

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： InGa_N, 窒化ガリウム(GaN)、ナノコラム、酸化ガリウム(Ga₂O₃)、酸化インジウム(In₂O₃)、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（Al₂O₃, Ga₂O₃, In₂O₃）の結晶成長、およびデバイス化
- ③ クリーン原料を用いた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。InGa_N/Ga_N 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 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 を実現する。
- 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（Al₂O₃, Ga₂O₃, In₂O₃）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(β-Ga₂O₃)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、Ga₂O₃ を用いた SBD や MOSFET、またより大きなバンドギャップを持つ(Al_xGa_{1-x})₂O₃ 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. 2024 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 プラズモニック結晶デバイス応用を目指したナノコラム選択成長法によるハニカム格子 InGaN/GaN ナノコラムの成長

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。さらに、 InGaN/GaN ナノコラム構造に金属を蒸着するとプラズモニック結晶として機能する。これまで我々のグループはハニカム格子が、他の格子より発光増強に適した構造であることを報告してきた。そこで、今回はナノコラムの核形成均一化に適し、細線領域で赤色単一ピーク発光を得ることが可能なナノテンプレート選択成長(SAG)

法[を用いて、ハニカム格子構造で赤色発光増強に適した、最隣接コラム間距離(a)160 nm, コラム直径(D)150 nm において赤色発光を有する InGaN ナノコラムを作製し評価を行った。

c 面サファイア基板上 HVPE-GaN テンプレート上にナノテンプレート SAG 法を用いて RF-MBE にて Si ドープ n-GaN ナノコラムを成長させたのちに InGaN バルク活性層を成長させた。n-GaN 成長温度を 1110, 1130, 1140 °C と変化させて成長を行ったサンプルの鳥瞰 SEM 像より、1110 °C ではコラム間に尖った膜が観察されたが、1130 °C では温度を上げたことにより、Ga 離脱量が大きくなりコラム間の膜成長が抑制されたと考えられた。1140 °C では Ga 離脱量がより大きくなったためナノピラー上へのコラムの成長が抑制され、膜成長が確認された。

次に n-GaN を 1130 °C で成長させたのち InGaN の成長時間を 2, 5, 10 min と変化させて成長を行った。a=160 nm, D=150 nm における室温 PL スペクトルより、2 min ではピーク波長は青色領域であるが、5min, 10min では赤色領域においてピーク波長が観察された。これは成長時間を延ばしたことで InGaN のコアシェル構造におけるコア領域が形成されたためであると考えられた。

② 赤色発光 (620nm) InGaN 系ナノコラム LED

ナノコラムは直径数 100 nm の柱状結晶で、格子歪抑制などのナノ結晶効果により優れた発光特性を示す。InGaN は In と Ga の組成比を変更することで、可視光全域で発光が得られるが、In 組成の大きい長波長領域で発光効率が低下する。これまで、EQE : 2.1%の赤色 LED を実現した。しかし、InGaN NC の明視野 STEM 像を見ると、AlGaIn EBL 層上部から極性反転が生じており、pn 接合界面に欠陥が発生し、p-GaN クラッド層内で Mg ドープ量が分布し、この分布はコラムごとに異なる。これらは電流注入効率の劣化の原因を与えるが、Mg の過剰ドーピングによって惹起されることが知られている。本研究では、Mg のドーピング量を減少させながら LED 結晶を作製し、電流注入効率を改善すべく研究を進めた。

GaN 基板上に、Ti マスク選択成長法を用いて、InGaIn/AlIn/AlGaIn MQW (5 ペア) 発光層を有する pn 接合 NC LED 結晶を作製した。p-GaN では、Mg ドーピング量を従来条件に対して、 $\sim 1/2$ さらに $\sim 1/4$ に減少させて成長を行った。このナノコラム結晶のコラム間を絶縁膜で埋め、コラムトップに直径 60.5 μm の ITO 透明電極を形成し、LED 特性を評価した。受光角の小さな対物レンズ(x4 で測定した発光スペクトルより、波長 620 nm にフォトリソ結晶効果に起因する鋭い赤色ピークが観測された。電流電圧特性より、立ち上がり電圧は約 2.35V であった。

③ 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 InGaIn/GaN ナノコラム成長

InGaIn/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 InGaIn 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つて、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。

④ MBE 法による III 族セスキ酸化物結晶成長の熱力学的検討

$(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ 混晶は、次世代パワーデバイス作製用材料として魅力的である。近年、ヘテロ構造デバイス (HEMT) に応用され、従来の Ga_2O_3 MOSFET よりも高い電子移動度を示している。さらに、横型 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ MOSFET にバックバリア層として $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ を導入することで、高周波特性が向上することが報告されている。これまで我々は、分子線エピタキシー (MBE) 法による $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$, $\text{c-In}_2\text{O}_3$ 成長を熱力学的に検討し、その詳細な成長メカニズムを報告した。今回、オゾン (O_3) を用いた MBE 法による $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ 成長について熱力学解析を用い検討した。

オゾン MBE 法による $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ 生成反応系に存在するガス種は、III (III = Al, Ga), III_2O , III_2O_2 , O_3 の 7 種類である。これらのガス種により関連づけられる反応の平衡定数は、各ガスの平衡分圧 (P_i) と活量で表される。各固相の活量は、第一原理計算で得られた相互作用パラメータを用い、正則溶体モデルで求めた。成長温度、III 族金属原料供給分圧 (P_{III}^0 ($= P_{\text{Al}}^0 + P_{\text{Ga}}^0$)), O_3 供給分圧 ($P_{\text{O}_3}^0$) で定まる成長条件下で、各ガス種の P_i を求め、 $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ 混晶中の固相組成 x を算出した。VI 族と III 族原料の供給分圧比は $\text{VI/III} = 3P_{\text{O}_3}^0/P_{\text{III}}^0$, III 族原料に対する Al 原料の供給分圧比は $R_{\text{Al}} = P_{\text{Al}}^0/P_{\text{III}}^0$ として各々定義した。

成長温度 620°C , 620°C , $P_{\text{O}_3}^0 = 3.25 \times 10^{-7}$ Torr., 固相組成 $x = 0.2$ に固定した時の VI/III 比に依存した各ガス種の平衡分圧、および固相組成 $x=0.2$ の $(\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8})_2\text{O}_3$ 成長に必要な気相組成 R_{Al} を示す。VI/III 比が 1.5 以上 (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、固相組成 $x=0.2$ と気相組成 $R_{\text{Al}} = 0.2$ の値は一致する。これは、供給される III 族原料はほぼ成長に使用されることを意味する。一方、VI/III 比が 1.5 以下 (metal-rich 成長) の場合、VI/III 比の減少に伴い III 族金属を含むガス種の平衡分圧は増加し、 $\text{Ga}_2\text{O}(\text{g})$ の平衡分圧が最も高い値を示した。さらに、気相組成 R_{Al} の値は VI/III 比の減少に伴い減少することから、Al は固体によく取り込まれるが、Ga は $\text{Ga}_2\text{O}(\text{g})$

となり気相に留まることが明らかとなった。さらに、MBE 法による $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ 成長の実験結果との比較より、実験と計算結果の傾向は類似しており、実施された成長条件下における $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ MBE 成長は熱力学的に律速されていると考えられた。

⑤ 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

立方晶のピクスパイト構造を持つ単結晶酸化インジウム(c- In_2O_3)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 H_2O ガスの反応で In_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提案し、生成した In_2O ガスと追加供給する H_2O ガスとの反応により、c- In_2O_3 成長を実施し、高純度 c- In_2O_3 成長層を得ることを目的としている。

上述した In_2O - H_2O 系 c- In_2O_3 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- In_2O_3 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 H_2O ガスを供給し、 In_2O 分子を生成し、初期基板を設置した成長部にて、 In_2O と H_2O の反応により In_2O_3 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 克巳教授）「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（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」

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」

第5回半導体ナノフォトニクス研究会、主催：半導体研究所、共催：ナノテクノロジー研究センター、2024 年 11 月 23 日 13:00～17:50 上智大学 4 号館 475 室

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

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

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

「光電子デバイス」

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

「光伝送工学」

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

「ADVANCED ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING 2」

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

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

機能創造理工学科におけるすべての専門分野の基礎となるさまざまな現象の一端に触れるとともに、それらの原理や理論的背景、発生条件、観察方法、検出方法および測定方法に関する知識および技法の習得を目的とした。具体的な実験課題は、先進機能素子I（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。2024年度の卒業論文題目は、「ナノインプリントリソグラフィを用いた Si(100)基板全面へのナノコラム成長」、「青色 MQW 薄膜基板上ナノテンプレート選択成長法によるナノコラム成長」、「赤色発光 InGaN 系ナノコラム LED 発光効率改善への取り組み」で、Ⅲ族窒化物半導体材料について、次世代光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みます。)

(学内)

- SLO 企画委員
- 0 年次担任

(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

- 応用物理学会 結晶工学分科会幹事
- The 10th Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Application (LEDIA 2024), プログラム委員
- The 15th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-15), プログラム委員
- 2025 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2025), 運営委員
- 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。）

半導体やナノテクノロジーを応用した次世代デバイスの研究を推進しており、量子情報デバイスやマイクロ波・赤外線領域での応用展開を目指しています。特に、Ag の異常拡散現象を利用した新材料の創製や、RF 波応答性を持つニューロモルフィックメモリ、赤外線天文学に貢献する半導体レンズ、新原理フィルタなど、物理現象に根ざした材料設計を基盤とした研究を展開中です。

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（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。）

○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研究では 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、評価を行っている。今年度は CBRAM の特性が RF 波の入力履歴に依存して変調されることを実証した。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。今年度は異常拡散した薄膜の非平衡状態図を作製し、どのような結晶相がどのような条件で出現するか系統的に調べ、熱平衡相図との違いを明確にした。今後、本非平衡状態図をベースに、熱平衡状態では作成できない相を生成していく。

○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、国立天文台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(moth-eye)構造を作製した。今年度は、メタルマスクを用いた深掘りエッチングによりより高性能な GRIN レンズ等の作製を行った。また、非エルミート光学において注目される exceptional point (例外点) と呼ばれる特異点をバビネ相補型構造対をもつファブリペロー共振器において見だし探求した。今後、性能向上と物理探索を並行して進めていく。

3. 2024 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。)

- RF 波印加による CBRAM 特性変調を電気化学シミュレーションにより再現した。特性変調の要因が RF 波により誘起される電気化学反応の蓄積であることを明らかにした。
- 非平衡状態図を作製し、Ag-Te 間の異常拡散は相図の示す最安定な平衡状態とは異なる結晶相を生成し得ることを明確化した。
- 赤外線天文学への応用に向けて新原理バンドパスフィルタの高性能化をおこなった。JAXA 宇宙科学研究所との共同研究により、今年度は、ドライエッチング条件の最適化を進め、深さ(共振器長)を従来の $d=20\mu\text{m}$ から $76\mu\text{m}$ に伸張することに成功した。これにより同一波長帯でもバンド幅が向上し、例えば、ファブリペロー共振の 4 次のピーク($\lambda_c=70.8\mu\text{m}$)で従来(1 次)の3倍程度である分解能 $\lambda/\Delta\lambda=29$ を得た。
- サブ波長構造積層干渉フィルタの研究においては、親水化接合を用い、SOI 基板を用いた同一基板内で4つの異なる屈折率を持つサブ波長構造の積層に成功した。
- CdZnTe を用いたイメージン回折格子の光入射面におけるモスアイ反射防止構造の実現に向けて、様々な手法に対する Feasibility study を行った。今年度はメタサーフェスを用いた反射防止構造と東京大学との共同研究によりレーザー加工による Si モスアイ構造の形成を進めた。
- 赤外検出器への集積化向け GRIN (GRaded INdex) レンズアレイの作製を進めた。今年度はレンズ効果の測定に適した直径 1mm のシリンドリカルレンズ(レンズ端深さ 約 $140\mu\text{m}$, レンズ中心深さ 約 $95.2\mu\text{m}$)を作成した。

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。)
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）：「レーザー加工」（東京大学 小西教授）

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，チャット，moodle の小テストを用いた演習の有効性について，例えば「ZOOM の個別チャットで授業中に質問しやすかった」等の意見があり，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低評価となった。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，メール，moodle のメッセージ等は匿名性の低さが質問の障壁となっている可能性があると考えている。匿名性の高い，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みます。）

（学内）理工広報委員，電頭委員会委員，1 年次担任

（学外）応用物理学会プログラム委員会委員，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。）
半導体装置の技術動向に関する調査への協力

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 CT 試験片の延性き裂進展解析（大学院博士研究）
- 板厚分布の不確定性を考慮した CFRP 補強平板の座屈解析（大学院修士研究）
- CFRP 製航空機主翼構造の積層構造モデルについての検討（卒研）
- サブモデリングを用いた CFRP 製胴体構造の応力解析精度の検討（卒研）
- 不確定性を考慮した CFRP 積層構造の応力解析システムの開発（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. 2024 年度の研究成果

- 内製 XFEM コード NLXSC8 の検証解析
- CFRTP 積層板の QSI/CAI 試験解析の実施
- CT 試験片の延性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な研究活動

- 日本計算工学会第 29 回計算工学講演会、OS オーガナイザー
- 日本機械学会計算力学部門第 37 回計算力学講演会、OS 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 II（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
ハイフレックス授業で実施した。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 II
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（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 6 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（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。）

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）
- (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. 2024 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。）

2024 年度の結果は令和 6 年電気学会全国大会（3 月明治大学）で 4 件発表した。また 2025 年度、ポルトガルで行なわれる国際会議 17th European Conference on Applied Superconductivity 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

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，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，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）全学図書委員，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），2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，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 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6年度～令和9年度

研究課題名：『JT-60SA ポロイダル磁場コイルの熱的安定性評価』

役割：代表者

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 超伝導コイルの熱的安定性評価及びクエンチ保護技術の開発

研究期間：令和6年度～8年度

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伝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

所属 機能創造理工学科

氏名 野村一郎

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

研究分野： 半導体工学、光エレクトロニクス

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

2. 研究テーマ（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。）

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 における結晶表面上ドットの研究」

「InP 基板上 II-VI 族半導体の高品質化に向けた InGaAs バッファ層成長条件の検討」

「InP 基板上 MgZnCdSe/ZnCdSe 共鳴トンネルダイオードの高性能化に向けた理論解析と結晶の高品質化のための基礎検討」

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

型高効率太陽電池への展開も見込まれる。このように本研究では InP 基板上 II-VI 族化合物半導体材料の可能性を極限まで追求し、これまでにない性能、機能を有する新たなデバイスの実現を目指している。

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

3. 2024 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 基板上の ZnCdSe 層成長後に見られる表面上ドットについて調べた。電子顕微鏡観察の結果、大きさは横幅及び高さとも数十 nm であり、1 平方マイクロメートルあたり数個の面密度であることが分かった。一方、ドット面密度と ZnCdSe 層の格子不整合度や発光特性等の結晶性との相関は見られず、必ずしもドットが ZnCdSe 層に悪影響を及ぼしていないことが示唆された。また、ドットの形成メカニズムについて検討するためドット面密度と ZnCdSe 層の成長条件との関係について調べた結果有意な傾向は見られず、ドット形成には成長条件以外の要因が関与していると考えられた。次に、ドットの有機洗浄や塩酸によるエッチング耐性について検討し、形状や面密度に明らかな変化がないことが示された。表面上ドットは成長後の評価やデバイス加工に悪影響を及ぼす可能性があるため今後もその性質や除去方法等について更に検討することとした。
- 2) InP 基板上 II-VI 族半導体結晶の高品質化のために重要な InGaAs バッファ層の成長条件について検討した。実際に InP 基板上に InGaAs バッファ層を様々な成長条件で作製し最適化を図った。その結果、バッファ層として重要な結晶表面の平坦性において優れた特性が得られる条件を見出した。
- 3) InP 基板上 BeZnTe 層の表面平坦性について調べた。BeZnTe 層の結晶表面では 1) で述べたドット形状がなく、平坦性の高い結晶であることが分かった。また、平坦性の Be 組成依存性を調べると、InP 基板に格子整合する組成よりも高い Be 組成において最も平坦性が高いことが示された。これは格子不整合度及び Be 組成と表面平坦性に何らかの関連性があると考えられ、この現象の解明が今後の課題であることが示された。
- 4) InP 基板上 II-VI 族半導体による共鳴トンネルダイオード (RTD) の高性能化について検

討した。MgZnCdSe 層と MgSe 層を障壁層、ZnCdSe 層を井戸層、エミッター層、コレクター層とした非対称 RTD の理論解析を行い、非対称の効果とエミッター層及びコレクター層のキャリア濃度の増加による性能向上について調べた。これによりピーク電流は対称 RTD と比べ 46 倍以上に増加し、大幅な性能向上が得られることが理論的に示された。

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。今後の改善点としては、この授業はプロジェクターを用いず板書により進めているが、その板書をより見易く分かり易くして、説明の仕方も含め受講生の理解度を増す工夫を心掛けたい。

「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。一方、成績分布において下位の成績の受講生もある程度いるため、その層の底上げをしていきたい。そのためには説明の内容や講義図面をより分かり易く工夫していく必要がある。また内容について、学習したことがどのように応用されているのかについての説明を増やし興味を深めていけるよう改善していきたい。

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

（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 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（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。）

医療系)

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 造形コバルトクロム合金の疲労特性向上を目指した基礎特性評価 (学部)

3D 造形チタン合金の疲労特性向上を目指した基礎特性評価 (学部)

脊椎用スクリューの各種力学特性評価 (学部)

Ti-Ta 合金の熱処理による組織構造と疲労特性の変化 (大学院)

Ti-Ta 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 (大学院)

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 (大学院)

各種表面改質を施したコバルトクロム合金の疲労特性向上を目指した各種特性評価 (大学院)

(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 (学部)

(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)

変形性膝用装具の立位時に加わる外力の評価 (学部)

展望：

(医療およびスポーツ医学系)

我が国における高齢化は、骨や関節軟骨などの変性による骨粗鬆症、変形性脊椎症、変形

性関節症などの運動機能の疾患を増加させている。そのため、健康で豊かな生活の質の向上を目的に、スポーツを取り入れた生活習慣が広く普及しつつある。しかし、その活動人口の増加や高齢化に伴い、骨折、靱帯損傷、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、靱帯、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継続的に研究活動を行っている。

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、「電子ビーム積層法および選択式レーザー焼結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。加えて、コバルトクロム合金についても研究活動を開始した。

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。2025年度も引き続き、疲労強度 1GPa を超える素材開発を実施する。

3. 2024 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たが、2024 年度は装置等一式を新規および更新した。これら試験機

を用いた研究活動を 2025 年度に実施する予定である。

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継続で実施している。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、工学的観点からの脊椎デバイスの考え方を構築しつつある。

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。これを基に、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することまでは可能としている。しかしながら、臨床装具としての作製までには達成されておらず、2025 年度で実施を予定している。

(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たが、2024 年度は装置等一式を新規および更新した。これら試験機を用いた研究活動を 2025 年度に実施する予定である。

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。加えて、選択式レーザー焼結法が着目されつつあり、同法においてもチタン合金を対象に新規な適用分野、使用方法について展開している。加えて、生体材料として応用されているコバルトクロム合金についても、同様な研究プロジェクト立ち上げ、基礎的な特性評価が得られた。2025 年度は、インプラントを想定した動的評価を行う予定である。

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ている。方向性の検討まで構築されているものの、疲労特性評価には至っていないため、2025 年度は引き継ぎ疲労特性の評価を実施する予定である。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する。

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。)

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みます。)

(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, 日本材料試験技術協会常任理事・編集委員長, 日本機械学会・関東地区商議委員・広報幹事, チタン協会, チタン学会, AM 研究会, 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）

- 高エネルギー原子核衝突反応における方位角異方性へのコアとコロナのせめぎ合いの影響
- 中性子スキン構造の理解に向けた衝突核子種ごとのジェット組成の解析
- 非線形因果律から見た 1 次元膨張系における流体描像の適用範囲の輸送係数依存性
- バリオン数を考慮した相対論的流体方程式の非線形因果律の解析

（修士論文）

- 因果律から制限される高エネルギー原子核衝突反応における流体描像の適用範囲
- 高エネルギー重イオン衝突反応におけるジェット伝播に対する QGP 応答

【研究の展望】

高エネルギー原子核衝突反応によって生成される極限物質「クォークグルーオンプラズマ」の熱力学的性質や輸送的性質を引き出すために相対論的流体力学を基軸に据え、モデルの構築や観測量の提案を行っている。特に、様々な揺らぎに注目し、この物質を解析する新たな切り口を目指している。また、生成過程のモデル化を行い、実験結果に対する新解釈を目指す。相対論的流体方程式が記述する系の因果律に注目し、因果律の破れと非平衡度合いの関係を定量的に明らかにしていく。

3. 2024 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。）

- 超高エネルギー原子核衝突反応におけるコアーコロナ描像モデルの構築とその応用
- 超高エネルギー原子核衝突反応におけるラピディティスキャンと保存量子数の流体化

- 相対論的流体方程式における非線形因果律と非平衡度合いの関連
- 相対論的流体方程式における非線形因果律と輸送係数の関係
- バリオン数を含む相対論的流体方程式の非線形因果律の解析
- バリオン拡散を含む因果的流体揺らぎの解析
- ジェットによる QGP 流体中パートンの反跳課程

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。）

- ・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 Quark Matter 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 共同議長
- ・国際研究会 Soft Jet 2024 共同議長
- ・国際会議 Initial Stages in High-Energy Nuclear Collisions 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、科学技術英語（物理）、Introduction to Subatomic Physics、物理学序論
- ・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。授業では「脳内変換」というメッセージを多用し、難しい概念を既習の概念につなげるよう学生に意識をさせた。また講義ノート of 公開をすることで学生の予習復習に役立てた。学生からのアンケートでも、内容は難しいもののそれを熱意をもって分かりやすく教えるスタイルが好評であった。

「量子物理及び演習」は、「講義＋次週の確認テスト」を基本スタイルとし、典型的な問題の解法を身につけることを意識させた。

「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。演習の時間中も教室を歩き回って質問対応を行い、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。この授業は学生にとってユニークな位置づけとなり、授業アンケートの反応は非常に良かった。

「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。

全学的な勉強会である「相対論を学ぼう」を企画し、理工学部全学科、全学年を対象に希望者を募り、7回かけてゼミ形式の授業を行った。その後も一部の学生が自主ゼミを続けるなど、意識の高い学生の掘り起こしとその好奇心を満たせる場の提供を行った。

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みます。）

（学内）物理学領域主任、理工広報委員会委員長、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。）

オールソフィアーズフェスティバルにおける「理系ソフィアンのつどい」からの招待で一般向け学術講演を行った。

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（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 「省エネ志向の列車ダイヤ決定方法」（博士・修士・卒業研究）
- ② 「鉄道車両のエコドライブ方法」（博士・修士・卒業研究）
- ③ 「非電化区間直通用の蓄電池搭載鉄道車両システム」（修士研究）
- ④ 「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・卒業研究）

（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 15 年近く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 年ほど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、強化学習などの 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。また、燃料電池やディーゼルハイブリッドとの相互比較なども行う予定である。
- 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。地上と車載の最適な役割分担方法、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 我々の生活圈や自然界に存在する未利用エネルギーの有効利用を目論んでいる。主なエネルギー源は光、振動、音、熱などである。その中でも、光は太陽電池により比較的まとまった電力が得られ、本研究室創立以来の研究課題である。IEEE の論文で極めて多くの引用回数を持つ粒子群最適化 (PSO) を利用した最大電力追従制御 (MPPT) の知見が利用でき、また強化学習などの最近の AI を活用する方法も期待できる。しかし、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、性能評価方法も含めて差別化が必須となる。途上国や農村などへの再生可能エネルギーの利用についても、今後の SDGs の達成に向けて期待できるテーマである。

3. 2024 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や、さらに乗車率との関係性などを明らかにし、両者をバランスさせる列車ダイヤについて検討した。一部駅を通過することにより、旅客サービスを同等に保ちつつ省エネを図れることが示された。本年度は学会発表等には至らなかったため、次年度以降に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、また遺伝的アルゴリズムを用いた方法や深層強化学習を用いた方法も別途検討した。これにより計算時間を短縮することができ、国際学会で3件の口頭発表を行った。他大学との共同研究では、回生エネルギーを増大させるブレーキの制御方法に関する共著論文が1編採択された。

- 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引き続き検討中で、次年度には学会発表できる成果が出る見込みである。
- ④ 余剰回生電力を駅負荷等で使うシステムにおいて、細かい回生電力の変化を考慮しながらコスト最小化を図る数理モデルを導入してその効果を評価し、国際学会で1件口頭発表した。鉄道用蓄電池の初期充放電試験に再生可能エネルギーを利用するなど省エネを図るエネルギーマネジメント方法とコスト評価について検討し、国際学会で2件口頭発表した。
- ⑤ 太陽光発電のMPPTについてPSOを用いた本研究室オリジナルの方法を多レベルインバータに適用する検討を行っており、高調波を抑制しつつ発電量を増やせることを示し、次年度の国際学会で発表する予定である。また、途上国におけるSDGs達成に向けた再生可能エネルギー導入方法についても検討が進んでいる。

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。）

○講演会

本学で開催されたインド・ウィークのイベントの一つとして、7/3にワークショップ“Sustainable Urban Transportation”を企画・開催した。

12/6にチューリッヒ応用科学大学のThomas Sauter-Servaes教授を招き、学科主催講演会“Education and Research on Mobility Science at ZHAW”を企画・開催した。

○その他共同研究

科研費のプロジェクトに関して、昨年度に引き続いて複数大学及び研究所等との共同研究打合せを年4回実施した。

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）

制御基礎（2024年度から新たに担当）

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）

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

Green Engineering Lab. 3

Graduation Research 1, 2

（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。また、授業外の勉強時間が少ない傾向にあり、この点については改善が必要である。

「モータドライブシステム I・II」

I の方は回答率 61%と前年度と概ね同じだったが、II の方はアナウンスが不十分だったためか回答率は 44%にまで下がった。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ほぼ皆無であった。

「Power Electronics」

英語コース科目である。回答率は前年度から大きく回復したが、41%に留まった。交換留学生を含めた履修学生の基礎知識が様々であり、難易度設定が難しいが、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ている。配布資料をもう少し充実して欲しいという改善要望があった。1 件を除い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。

「制御基礎」

事前に比較的周到的なアナウンスをしていたため、回答率は 67%に及んだ。担当初年度のため小テストの問題等が少なめだったことに対して、やや不満だった傾向がある。全体としてシラバスの到達目標を概ね達成したという回答が多かった。次年度は小テストの問題を充実させ、また教える内容を整理して消化不良を起こさないよう努めたい。

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

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

令和 7 年電気学会全国大会 一般セッション座長

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

日本 AEM 学会 正員

他 複数の国際学術雑誌で論文査読

海外の大学での活動

教皇庁立コミーリャス大学 研究所 IIT 科学諮問委員会 (SAB) 委員

その他 学外委員活動

国土交通省 鉄道技術開発課題評価委員会 委員

国土交通省 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 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、
EV 急速充電、自然エネルギー、強磁場マグネット

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。）

・超電導昇圧DCDCコンバータの安定性と高昇圧比トポロジーの検討（学士）

本研究では、超伝導による EV 急速充電の実用化に向けて、太陽光発電で得られた電力を昇圧する際に用いられるコンバータの動作解析を行い、安定化を図る。解析方法は、状態平均化法を用いてコンバータを数式モデルで表し、MATLAB によって結果を評価する。

さらに、将来に向けた利便性向上のために従来の昇圧 DC-DC コンバータより高い昇圧比が得られるコンバータを検討する。このコンバータでは超伝導線材によるダブルパンケーキコイルを 2 つ用いることが検討されているが、従来の昇圧 DC-DC コンバータとは異なり、相互インダクタンスを考慮しなければならない。そのため、実際のコンバータ設計に向けて、相互インダクタンスの大きさがコンバータ動作にどのような影響を与えるのかを調査する。これにより EV 普及を促す急速充電器の開発に革新的な進歩をもたらすと期待できる。

・大規模 CIC 導体の電流分布解析の アルゴリズム開発と 9 本撚りサブサイズ導体への適用（学士）

CIC 導体の特性として、高い機械的強度、安定性、交流損失の低減などがあるが、CIC 導体の使用が進んでいくに従って、長尺導体で交流損失が増大するという問題点が発見されていった。CIC 導体は素線を 3 本撚り合わせたトリプレットを基本単位として、それを多数回撚り合わせて構成しているため、多数の素線が導体圧縮によって隣り合うトリプレットに入り込み、素線間接触状況が線接触になっていると考えた。CIC 導体が長尺導体になると交流損失が大きくなることには、CIC 導体の中でそれぞれ素線に流れる電流がわからないことも関連する。本来のインダクタンスを考慮しても、実際の電流の流れ方は一定でないため、一本一本のインダク

タンスが同じにならないという問題点が出てくる。そこで解析方法としてスパース・タブロー法の利用が考えられた。回路シミュレータで使用されているアルゴリズムでモデル化することで電流分布を見ることができる。

今回はこのスパース・タブロー法を使って、CIC 導体の電流分布解析を行い、実際に CIC 導体の中での電流の流れ方について見ていく。その過程でスパース・タブロー法がこれまでよりも素早く、小さいマトリクスサイズで、計算できる修正スパース・タブロー法について提案した。

その結果スパース・タブロー法と同様の計算結果が、少ない時間と小さいマトリクスサイズで導出できることを検証し、その上で 9 本素線のインダクタンスマトリクスについて研究を行った。9 本素線のインダクタンスマトリクスにおいて、左端の抵抗値、素線間接触面抵抗の値は電流分布に影響を及ぼす、ということ、左端の抵抗値が大きいほうが電流の大きさの収束が速い、という考察が得られた。また、素線間接触抵抗の値を変えることは、電流分布に影響を与えるが、詳しい影響は今回の研究ではわからなかった。そのため、今回は計測直後に着目したが、更に長い経過時間も詳細に調べる必要がある。世界的に詳細な電流分布解析手法が存在しないため、日本の原型炉用マグネット設計に、極めて大きなインパクトのある成果である。

・ SuperKEKB アップグレード用 Nb₃Sn-QC1P 超伝導磁石の磁場分布および電磁力評価

SuperKEKB アップグレード用 Nb₃Sn-QC1P 超伝導磁石の磁場分布および電磁力評価として新しく Nb₃Sn を材料として用いる。鉄ヨークを入れなかった場合参考文献[10]に書かれている解析的な近似モデルと比較すると、これらの公式サイトの用途が first-order 及び order-magnitude である事を踏まえると、妥当であると言える。鉄ヨークを入れた場合も妥当であると考えられる。さらに、常温から低温まで 300K から 4.2K まで減らすために各導体に圧力がかかることや、今回は 2D で計算を行ったが、実際はターン部分があるため 3D での計算においての考慮も必要となる。これらを踏まえて、実際のマグネット制作では導体の動きを抑制するためのプリストレスを掛ける必要がある。

上記で述べたように 4 極マグネットであるから、4 極のノーマル成分が一番高い値を示していて、次いで 12 極、20 極がノーマル成分として大きな値を示していることが分かる。その他の値は 10^{-8} 以下に収まっており、かなり小さな値をとることがわかる。しかし、12 極、20 極は大きな値を示しているため、導体のポジショニングを最適にすることによって 12 極と 20 極をゼロに近づける必要がある。さらなる課題として 3D 形状の磁場分布電磁力評価が必要になる。一方でターン部分の導体の等周条件や実際のコイルを制作する際のエンドパーツの形状の考慮を踏まえてターン部分の 3D 形状を決定する必要があり、今後の長期課題である。

SuperKEKB では KEKB に比べて、衝突点(IP)でのビームサイズを KEKB 加速器の 1/20(KEKB の $110\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$ から SuperKEKB の $10\ \mu\text{m} \times 50\ \text{nm}$ まで)に絞り込み、蓄積 ビーム電流を 2 倍に上げることによって、KEKB で達成された最高ルミノシティの約 40 倍の $8 \times 10^{35}\ \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ を目指している。このビームサイズを実現するために、衝突点の一番近い位置に最終集束用超伝導電磁石システム(QCS)が設置されている。各アルファベットは Quadupole, Colliding section, Superconducting 意味する。QCS は 2 台の 4 極電磁石を使って、IP 上で鉛直、水平方向にビームを集束する。このような 4 極電磁石の配置は一般的にダブレットと呼ばれている。IP 通過後、ビームプロファイルを元に戻しビームを周回させるために、IP 下流側にも IP に対して対称なダブレットが設置される。このため、HER、LER の各リングにそれぞれ 4 台の 4 極電磁石が必要となる。HER、LER とは陽電子リング通称 Linac において加速された電子ビーム、陽電子ビームのことである。各リングで 4 台ずつなので、QCS 全体においては合計 8 台の 4 極電磁石が用いられる。QCS の 4 極電磁石は、QC1LP, QC2LP, QC1RP, QC2RP, QC1LE, QC1RE, QC2LE, QC2RE とそれぞれ名前が付けられている。ここにおける QC は QCS の QC であり、数字の 1, 2 はそれぞれ鉛直、水平方向の集束を意味している。数字の次の文字、L/R はリング中心から見て衝突点の左側、右側に設置されるものをそれぞれ L, R として区別している。また最後の文字 P/E は電磁石が設置されるリング、Positron ring (LER), Electron ring (HER)を意味している。

SuperKEKB のビーム最終集束用超伝導電磁石システム QCS は、55 台のいろいろな種類(補正ソレノイド 4 台、4 極電磁石 8 台、各種補正電磁石 35 台、漏れ磁場補正コイル 8 台)の超伝導電磁石で構成されており、2 台の QCS-L/QCS-R クライオスタットに各々 25 台/30 台が組み込まれている。クライオスタットとは超伝導電磁石を格納し、その超伝導状態を保持するための低温容器であり、一番外側は真空容器となっており、その内側にヘリウム容器が格納されている。ヘリウム容器は冷凍機から送られてくる液体ヘリウムで超伝導電磁石を浸漬し、超伝導状態に保つものである。ビームシミュレーションの結果から上述した LER の IP に最も近いビーム集束要素の QC1P を現在より 100 mm だけ IP に近づけることで、マシンの性能が向上する事が期待されている。

4 極電磁石用の空間の減少に伴い、コイルの断面積を半分にする必要があるため、超電導体の電流密度を 2 倍以上に高くする必要がある。ここで、NbTi の超伝導臨界面に近づくことにより、電流密度が臨界電流密度とほぼ等しくなる温度マージンが減少し、クエンチのリスクが増加してしまう。そのため、安定なビーム運転には 1-2 で述べた特徴を持つ、A15 型超伝導線材である Nb₃Sn の超伝導特性が必要になる。未だ世界に例を見ないコンパクトでビーム収束性の良い超伝導コイル実現に貢献する。

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

3. 2024 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。)

学術誌

T. Yagai, Y. Makida, T. Shintomi, N. Hirano, T. Hamajima, "Developing a New DC-to-DC Converter for Ultra-Fast Charges of Electric Vehicles Using Superconducting Inductors Cooled With Liquid Hydrogen", IEEE Trans Appl. Supercond. vol. 35, No.5 (2025), DOI: 10.1109/tasc.2025.3549007

M. Sugano, A. Kikuchi, H. Kitaguchi, G. Nishijima, and T. Yagai, "Uniaxial Tensile Stress Tolerance of Ultra-Thin Nb₃Sn Composite Wires and Twisted Cables", IEEE Trans Appl. Supercond. vol. 34, No.5 (2024), artID: 8400305 DOI: DOI:10.1109/TASC.2024.3355355

Nobuya Banno, Koki Asai, and Tsuyoshi Yagai, "Nb₃Sn Wire Fabrication Using Rod-in-Tube Method With a Diffusion Couple of Nb and Sn Alloy With Co-Addition of Cu and Zn", IEEE Trans Appl. Supercond. vol. 35, No.5 (2025): artID: 6001305,

DOI:10.1109/TASC.2025.3539266

Koki Asai, Tsuyoshi Yagai, Taku Moronaga, and Nobuya Banno, "Effect of Zn Addition on NbSn Layer Formation in the Nb/Cu-Sn-Ti Diffusion Reaction", IEEE Trans Appl. Supercond. vol. 35, No.5 (2025): artID:6001505; DOI: 10.1109/TASC.2025.3539271

“液体水素冷熱の有効利用と EV の急速充電を実現する超電導 DCDC コンバータの開発, 谷貝 剛 (上智大); 槇田 康博 新富 孝和 (KEK); 平野 直樹 (NIFS); 濱島 高太郎 (東北大) 2024 年度 春季低温工学・超電導学会(2024), 講演番号 1A-p04, (2024) (口頭 発表)”

“Nb₃Sn 層形成および超電導特性に与える Zn および Mg 添加効果, 伴野 信哉 (NIMS); 浅井 航希 谷貝 剛 (上智大) 2024 年度 春季低温工学・超電導学会(2024), 講演番号 3A-a02, (2024) (口頭発表)”

“Nb₃Sn 層形成および超電導特性に与える Ti 添加場所の影響, 伴野 信哉 (NIMS); 浅井 航希 谷貝 剛 (上智大) 2024 年度 春季低温工学・超電導学会(2024), 講演番号 3A-a03, (2024) (口頭発表)”

“Nb/Sn-Cu-Ti 拡散反応において Zn および Mg 添加が Nb₃Sn 層形成に与える影響, 2024 年度 秋季低温工学・超電導学会(2024), 講演番号 1B-a03, (2024) (口頭 発表)”

“Cu・Zn 共添加 Sn 合金芯の作製とそれを用いた Nb₃Sn 層形成, 2024 年度 秋季低温工学・超電導学会(2024), 講演番号 1B-a04, (2024) (口頭発表)”

“Nb₃Sn 層形成を促進する Ti 添加場所に関する検討, 2024 年度 秋季低温工学・超電導学会(2024), 講演番号 1B-a05, (2024) (口頭 発表)”

“MgB₂ 超伝導コイル冷却モデル装置ーオシレーションの抑制を目指したサーモサイフオンの改造, 2024 年度 秋季低温工学・超電導学会(2024), 講演番号 1C-a02, (2024) (口頭 発表)”

“EV の急速充電実現する液体水素冷却 MgB₂ 昇圧 DCDC コンバータのヘリウム温度運転, 2024 年度 秋季低温工学・超電導学会(2024), 講演番号 3B-a01, (2024) (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箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

1. 核融合科学研究所 一般共同研究

「核融合用超電導 CIC 導体における素線間接触抵抗の電磁気学及び構造的力学的検討」

令和6年度 研究代表者

2. 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6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。一方でアクティブラーニング導入が進んで着ないという指摘もあった。学生間の議論の場を増やすなど、今後の授業内容の改善に努めたい。

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みます。）

（学内）

- ・機能創造理工学科 3 年次担任
- ・機能創造理工学科 就職担当委員
- ・オープンキャンパス体験授業を担当

（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代表を務める。

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

「ガソリンエンジン後処理フィルターの開発」

コンパクトでエネルギー損失が小さく、有害物質の処理性能が高いエンジン後処理フィルターとして、粒子メンブレンフィルターの開発を行っている。中期的には、三元触媒粒子を用い、粒子をポーラス化することで触媒利用率を向上させた三元触媒ポーラス粒子メンブレン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。

「複数火災旋風（旋回火炎）の相互作用に関する研究」

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。過去の大規模災害において、複数の火災旋風が発生したと見られる記録があるが、実際にどのような条件下で複数の火災旋風が発生するのか、そして、火災旋風間にどのような相互作用があるのか明らかにされていない。本研究では、中期的には複数火災旋風の発生条件とそれらの相互作用を解明することを目指し、長期的には複数の火災旋風発生条件に関与するパラメータを選定して整理し、火災旋風による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、実験および数値シミュレーションによりホルダー内部およびホルダー-被把持物間の流動状況を調査し、振動・騒音を抑制した新たなホルダー形状を提案する。長期的には、他の工学問題にも適用可能な、空力騒音解析手法の構築を目指す。

3. 2024 年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

「ガソリンエンジン後処理フィルターの開発」

TWC ポーラス粒子メンブレンフィルターにおける粒子のポーラス構造の違いが触媒の反応率に与える影響について、数値解析によって調査した。解析においては、ガスの流れに対しては連続の式と Navier-Stokes-Brinkman 式を解き、物質拡散は粒子追跡法を用いて解析した。反応率は分子の多孔質体内部の滞在時間から算出した。結果より、粒子をポーラス化することによって単位触媒量当たりの反応率が中実粒子より向上することが示された。空孔径と比反応率の関係を調べた結果、空孔径が平均自由行程よりも小さい条件で比反応率が小さくなった。しかしながら、空孔径が比較的大きい条件ではデータのばらつきが見られ、空孔径や粒子比表面積に対する反応率の変化に明確な傾向を見出せなかった。同じ空隙率、空孔径を持つ粒子であっても反応率がばらつく原因を考察するため、流入境界から見た粒子表面形状を確認した結果、反応率が高い場合は空孔の無い固体部分の面積が大きく、反応率が低い場合は高い場合と比較して固体部分の面積が小さいことが確認された。表面の空孔が少ないほど反応率が高くなるという結果は、実験から予測される現象と食い違っているため、今後は、表面に大きさの揃った空孔が一樣に分布するという実際の粒子形状を再現し、表面状態の不均一性に起因する結果のばらつきを抑えた上で、解析を実施していく予定である。

「火災旋風（旋回火炎）の振動現象に関する研究」

500 mm × 500 mm の実験台を 4 枚の衝立で囲い、横幅 150 mm の空気流入口を対角に 2 箇所設置した。エタノール (5 ml) を入れた直径 50 mm の燃料容器を二つ用意し、容器間距離を変えた 4 つのパターン (50 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm) において、二つの火炎の相互作用を調査した。速度場の計測には粒子画像流速測定法 (PIV) を用いた。容器間距離が 50 mm では、二つの火災旋風が互いに巻き込むような挙動が見られた。容器間距離 100, 150 mm の場合には、二つの火災旋風が逆位相振動する様子が観察された。この時の高さ 100 mm の水平面における PIV の結果より、火炎の間に発生する渦が二つの容器間を移動する様子が見られた。容器間距離が 200 mm の場合は、容器の間にある渦が安定しており、二つの火炎は火災旋風とならず、同一方向に傾きながら燃焼している挙動が観測された。

「空気流によるノンコンタクトホルダーの開発」

ベルヌーイタイプノンコンタクトホルダー周囲の流れ場を調査し、振動・騒音の抑制や把持性能の向上につながる形状の検討を行うため、数値シミュレーションを実施した。直径 30 mm で 10 本ノズルを有するベルヌーイタイプノンコンタクトホルダーの周囲に直径 130 mm の円柱状解析領域を設定し、流入境界を質量流量 0.00079676 kg/s, 流出境界を圧力 0 Pa として数値解析を行った。乱流モデルには、剥離渦が振動に与える影響を捉えられるよう、非定常解析に適した Large Eddy Simulation (LES) を採用した。解析の結果、ホルダー角部で周期的な渦が発生しており、その振動周波数は 625 Hz であった。実験で計測された騒音周波数 1000 Hz とは一致しないが、これは実験と異なり解析では被把持物が固定されているためと考えられる。また、水平面での速度ベクトル図から、ノズル間に当たる周方向

位置で約 50 m/s の逆流が発生していることがわかった。次に、把持性能向上を目指して設計変更を行った結果、エッジ部分にラウンド形状を導入したホルダーでは、渦度のピーク値が約 2/3 に抑制されたが、依然として 625 Hz の周波数の渦が観測された。また、ノズル本数を 20 本に増加させた設計では、ノズル間の逆流を抑制することができた。

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）「乗用車および重量車の合成燃料利用効率の向上とその背反事象の改善に関する技術開発」

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

・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、結果から、多くの受講生が講義内容を十分に理解していることが確認できた。

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）理工英語コース運営委員会、教研系システム小委員会、グリーンエンジニアリングコース 2・3 年クラス担任

（学外）日本機械学会関東支部東京ブロック運営委員

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