

2025 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 2025 年度の職名

足立 匡	(教授)	…	2	高井 健一	(教授)	…	70
一柳 満久	(教授)	…	5	高尾 智明	(教授)	…	73
イルマス ^ス エミール	(助教)	…	10	竹原 昭一郎	(教授)	…	75
江馬 一弘	(教授)	…	15	田中 秀岳	(教授)	…	77
大槻 東巳	(教授)	…	20	張 月琳	(准教授)	…	80
菊池 昭彦	(教授)	…	23	曄道 佳明	(教授)	…	83
櫛田 英之	(准教授)	…	29	富樫 理恵	(准教授)	…	85
黒江 晴彦	(准教授)	…	32	中岡 俊裕	(教授)	…	92
桑原 英樹	(教授)	…	35	長嶋 利夫	(教授)	…	95
コトケイ	(特任助教)	…	39	中村 一也	(教授)	…	98
後藤 貴行	(教授)	…	44	野村 一郎	(教授)	…	101
酒井 志朗	(准教授)	…	47	久森 紀之	(教授)	…	105
坂本 織江	(准教授)	…	51	平野 哲文	(教授)	…	110
ジェシスカ エテ ^ス イター	(准教授)	…	54	マラ ^ス ハ ^ス クル	(特任助教)	…	114
下村 和彦	(教授)	…	58	宮武 昌史	(教授)	…	117
鈴木 隆	(教授)	…	61	谷貝 剛	(教授)	…	123
曹 文静	(准教授)	…	66	渡邊 摩理子	(准教授)	…	129

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

- ・ T'構造、無限層構造の電子ドーブ型銅酸化物高温超伝導体における超伝導の発現メカニズムの研究
- ・ ホールドープ型銅酸化物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ブ型銅酸化物において提案されているノンドープ超伝導に関連した新しい電子状態の詳細を、適切に還元された単結晶試料や薄膜試料を用いてホール抵抗率、ミュオンスピン緩和 (μSR)、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、ホールドープ型銅酸化物 Bi-2201 の超過剰ドーブ領域における強磁性ゆらぎに関して、輸送特性、磁気特性、 μSR 、中性子散乱などから調べている。

3. 2025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。)

- ・ 無限層銅酸化物高温超伝導体 $(\text{Ca}_{0.85}\text{Sr}_{0.15})_{1-x}\text{La}_x\text{CuO}_2$ の薄膜をパルスレーザー堆積法によって作製し、輸送特性と X線吸収分光の測定を行った。その結果、 $x=0$ では酸素アニールによって電気抵抗率が減少し、 Cu^{2+} の状態が増加するのに対し、 $x=0.1$ では還元アニールによって電気抵抗率が減少し、 Cu^+ の状態が増加することを見出した。これらのことから、過剰酸素がホールキャリアを供給することが明らかになった。今後は、Srが多い試料の電子状態について調べる予定である。
- ・ Bi-2201 系銅酸化物の超過剰ドーブ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。また、過剰ドーブ領域から超過剰ドーブ領域に向かって磁気相関長や磁気転移温度はほとんど変わらないことが明らかになった。今後は、超過剰ドーブ領域で観測されたリング状磁気構造についてさらに調べる予定である。

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

【共同研究】

- ・ 電子ドーブ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)
- ・ ホールドーブ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の研究 (PSI・Guguchia 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・幸田グループ、東京大学・前田グループとの共同研究)
- ・ 電子ドーブ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 (東京大学・堀尾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)

【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、神戸大学・赤木グループとの共同研究)

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

【担当講義、実験実習】

理工基礎実験演習、基礎物理学Ⅱ、熱力学、科学技術英語、物理学実験演習Ⅰ、低温・超伝導物性学、卒業研究Ⅰ,Ⅱ、物性物理 A、物理学序論、大学院演習ⅠA,ⅠB,ⅠIA,ⅠIB,ⅠVA,ⅠVB、物理学ゼミナールⅠA,ⅠB,ⅠIA,ⅠIB、Seminar in Green Science and EngineeringⅠB,ⅠIA、Master's Thesis and Tutorial ExercisesⅠB,ⅠIA

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)・理工学部機能創造理工学科 Green Engineering コース学年主任

- ・ 科学技術英語推進委員会委員長
- ・ 理工学部安全衛生委員会委員
- ・ 理工学部カリキュラム委員会委員
- ・ 理工学部新学科設置申請委員会委員
- ・ 理工学部英語コース運営委員会委員

(学外)・J-PARC/MLF 施設利用委員会兼 CROSS 選定委員会委員

- ・ 日本中間子科学会会長
- ・ 高エネルギー加速器研究機構ミュオン課題審査部会 Q1 審査委員長及び同部会分科会委員
- ・ J-PARC 利用者協議会委員
- ・ 東北大学金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター共同利用委員及び採択専門委員
- ・ 日米協力「中性子散乱」研究計画委員会委員
- ・ 東京大学物性研究所強磁場コラボラトリー運営委員／パルス強磁場コラボラトリー運営委員／国際超強磁場科学研究施設運営委員

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。

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, 自動車用エンジン, 航空機用エンジン, 熱交換器, 沸騰熱伝達, アンモニア燃焼, PIV, POD, DMD, 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 (簡条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士(博士)研究のテーマを記入してください。)

- [1] 干渉画像法を用いた間欠噴霧流における液滴径・速度の測定およびボロノイ解析に関する研究
- [2] PIV, POD および DMD を用いた CI エンジンにおけるシリンダ内の流動特性に関する実験的研究
- [3] 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および深層学習による予測モデルの構築
- [4] 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および深層学習による予測モデルの構築
- [5] アンモニア燃料を用いた回転デトネーションエンジンに関する研究

(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、研究対象を自動車用および航空機用エンジンとし、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。

既存の自動車用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)測定にて取得した速度

ベクトル分布に対し、POD (固有直交分解) 解析および DMD (動的モード分解) 解析を適用している。2018 - 2022 年度では、2 つの吸気ポート (ヘリカルポート, タンジェンシャルポート) 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 (モータリング条件下) を定量的に評価し、学術論文に成果をまとめて報告した。2023-2024 年度では、2022 年度までに取得した速度ベクトル分布に対し POD 解析を行い、学術論文に成果をまとめて報告した。2025 年度では、モータリング条件にて PIV 測定を行い、DMD 解析を行った。今後は、DMD により分解されたモード (周波数) ごとの物理的な理解を深めた後に、学術論文に成果をまとめる予定である。さらに、代替燃料を筒内に噴射した際の PIV 測定 (ファイアリング条件下) および POD・DMD 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自動車用エンジンの開発 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実機エンジン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) による実証が必要となる。①に関して、2024 年度は、副室噴口形状を変化させた定容燃焼器にて、アンモニア/酸素の混合気を用いた燃焼実験を行い、学術論文に成果をまとめて報告した。2025 年度は、副室噴口数・燃焼室形状を変化させた定容燃焼器にて、アンモニア/酸素の混合気を用いた燃焼実験を行い、筒内圧力を測定した。筒内圧力データを基に、質量燃焼割合、体積燃焼割合、燃焼期間、平均火炎伝播速度および平均噴射速度などを評価した。今後は、これまでの実験データを深層学習させて、筒内圧力の予測モデルを構築した後に、学術論文に成果をまとめる予定である。さらに、可視化が可能な定容燃焼器の準備が整ったため、筒内圧力と火炎の状態を同時測定し、最適な燃焼条件を明らかにしていく予定である。②に関して、2024 年度は、実機エンジンにて、アンモニア/ガソリン/空気の混合気 (アンモニア割合の低い条件下) を用いた実験を行い、学術論文に成果をまとめて報告した。2025 年度は、アンモニア/エタノール/空気の混合気 (アンモニア割合の低い条件下) に変更して実験を行い、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、学術論文に成果をまとめて報告した。今後は、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/空気の混合気にて、アンモニア割合の高い条件を実現するための実証実験を実施していく。具体的には、①で得られた副室噴口形状・噴口数・燃焼室形状の知見を元に、実機エンジンで検証していく予定である。さらに、実機エンジンで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、最適な燃焼条件を同定していく予定である。

カーボンニュートラルを目指した航空機用エンジンの開発 に関しては、エンジンからの二酸化炭素の排出をゼロとすることを目標とし、アンモニアを燃料とした回転デトネーションエンジン (以後、RDE と称す) の開発を、2025 年度から開始した。解決すべき課題は、

①RDEの実験装置・制御装置の構築, 10 k – 20 k Hz で測定が可能な可視化・圧力測定機器の導入, 排ガス分析機器の導入, ②アンモニアの物性に基づく遅い燃焼速度および難着火性, ③デトネーション波が伝播する際に発生する三次元的な構造の幅 (以後, セルサイズと称す) が大きい点, ④燃焼後のエミッションを低減するための運転条件の同定などが挙げられる。

これらを解決するため, ①装置の構築および測定機器 (高速度カメラ, ICP 型圧力センサー) の導入, ②プレドネーター (小径のチューブ構造を有し, 主燃焼室の前に配置することで, 主燃焼室内でのデトネーションを誘導する装置) の導入および最適設計, ③主燃焼室をホロータイプ (セルサイズが大きい燃料にも対応可能) にて最適設計, ④排ガス分析用のガスクロマトグラフィーの導入および深層学習を用いた運転条件の最適化が必要となる。

①に関して, 2025 年度は, ゼロから実験装置 (RDE, 水素・メタン・アンモニア・窒素, 酸素の燃料配管など) および電磁バルブの開閉の制御システムの構築を行った。これより, 当量比, 流量などを変更可能な RDE の燃焼実験を行えるようになった。また, 高速度カメラおよび ICP 型圧力センサーも導入したことで, 10 k – 20 k Hz での燃焼状態の可視化および圧力変動を取得できるシステムを構築した。②に関して, 2025 年度は, 数値計算に基づきプレドネーターを設計し, 水素/酸素の混合気を燃料とした試運転を実施した。これより, プレドネーター内で着火することは確認されたものの, デトネーションは発生していないことがわかっている。今後は, プレドネーター内の壁面形状を変化させて, デトネーションを誘発可能な形状へと再設計し, 再実験を行っていく予定である。③に関して, 2025 年度は, ホロータイプで主燃焼室を設計し, 試運転を実施した。プレドネーターによる燃焼 (水素/酸素の混合気を燃料) させて, ホロータイプの主燃焼室での燃焼実験 (メタン/酸素の混合気を燃料, アンモニアよりも燃焼がしやすいため, 試運転として実施) を実施した。これより, 主燃焼室も着火することは確認されたものの, デトネーションは発生していないことがわかっている。今後は, ②のプレドネーター内のデトネーション発生を優先する。その後, 現状のホロータイプの主燃焼室の燃焼でもデトネーションの可否を確認後, 最適設計および再実験を行っていく予定である。④に関して, 2025 年度は, 着手できていない。今後は, ガスクロマトグラフィーの装置の導入から進め, 実験データの取得後に, 深層学習にて予測モデルを構築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. 2025 年度の研究成果 (論文発表, 学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは, 達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

既存の自動車用エンジンの代替燃料の利用に関しては, 触媒を変更した複数の大豆油由来のバイオディーゼル燃料と通常のディーゼルを用いて, 燃焼特性を比較した。その結果は, 学術論文 1 編 (Automotive Experiences 1 編) に掲載された。カーボンニュートラルを目

指した自動車用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, Applied Thermal Engineering 1編) に掲載された。その他、PCMを用いた蓄熱蓄熱システムの研究を行った。その結果は、学術論文1編 (Journal of Energy Storage 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 (既存の自動車用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自動車用エンジンの研究)

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航空機用エンジンの開発)

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。

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）
展開知領域会議委員会（基盤教育センター）
展開知領域教員資格審査委員会（基盤教育センター）
理工安全委員会（理工委員）
クラス担任（機能創造理工学科）
カリキュラム検討タスクフォース委員（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 代表会員
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: Department of 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)
- enhanced heat transfer mechanism in cooling channels via nucleate boiling (SDG ⑦)

(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 2025 (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. Takanobu Okada, Mitsuhisa Ichiyanaagi, **Emir Yilmaz**, Takashi Suzuki, Hikaru Shiraishi, Eric Le Roy Ngwompe Souop, Evan Widjaja, Jason Sutedjo, Christian Dennis Marcelo, Ferdinand Ronaldo Tjotijono, Gabriel Jeremy Gotama, Willyanto Anggono, "Effect of Ignition Timing on Combustion of Ammonia/Ethanol Mixtures in Spark-Assisted Compression Ignition Engine with a Sub-chamber," *Journal of Engineering and Technological Sciences*, Vol. 57(6), pp. 735-746, 2025.

2. Hidetake Tanaka, Yasunori Kobayashi, **Emir Yilmaz**, “Development of Gripping-Strain Measurement Tool for Machining Center—Feasibility Study for Developing Gripping-Strain Distribution Measurement Tool—,” *International Journal of Automation Technology*, Vol. 19(2), pp. 126-132, 2025.
3. 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.

Conference Papers / Proceedings:

4. Mo Chen, Mayu Ogasawara, Edyta Dzieminska, **Emir Yilmaz**, Shuang Gao, Wenjing Cao, “Routes Optimization for Electric Power Delivery EVs Considering Predicted Traffic Congestion Conditions,” *2025 SICE Festival with Annual Conference*, pp. 779-782, 2025.
5. Hongkang Yu, Rin Kuroiwa, Edyta Dzieminska, **Emir Yilmaz**, Huang Xiaoliang, Wenjing Cao, “Optimization of Electricity Delivery Routes for EVs Considering Predicted Residential Electricity Demand,” *2025 American Control Conference (ACC)*, 2025.
6. Yuma Okada, Hidetake Tanaka, **Emir Yilmaz**, “Development of a Tilt Planetary Machining Apparatus with an Automatic Tilt-Angle Adjustment Mechanism (Part 2): Performance Verification of the Developed Tilt Planetary Machining Apparatus,” *2026 JSPE Spring Conference*, 2026.

Presentations:

7. Takanobu Okada, Christian Dennis Marcelo, Ferdinand Ronaldo Tjotijono, Yueyun Li, **Emir Yilmaz**, Mitsuhsa Ichianagi, Takashi Suzuki, “Analysis of Ammonia-Gasoline/Ethanol Co-Combustion Characteristics in a High-Compression-Ratio SI Engine with Sub-Chamber – Development of an in-cylinder pressure prediction model using Physics Informed Neural Networks –,” *2025-2026 JSAE KANTO International Conference of Automotive Technology for Young Engineers (ICATYE)*, 2026.
8. Zhengshang Ning, Hidetake Tanaka, **Emir Yilmaz**, Mitsuhsa Ichianagi, Takashi Suzuki, “A Comparative Study on the Tribological Behavior of ICE Piston Ring in Fresh and Ammonia-Dispersed Engine Oil,” *2025-2026 JSAE KANTO International Conference of Automotive Technology for Young Engineers (ICATYE)*, 2026.
9. Naoki Sakamoto, Minato Suzuki, Kodai Kato, Mayu Watanabe, Tianxue Wang, Ryohei Mochizuki, Yifan Yo, Hiroki Yamaguchi, Kento Hirose, **Emir Yilmaz**, Takashi Suzuki, Mitsuhsa Ichianagi, “A Study on the Effect of Subcooling on Heat Transfer Characteristics in Flowing Nucleate Boiling – Development of a Heat Flux Prediction Model and Analysis of Bubble Characteristics Using Deep Learning –,” *2025-2026 JSAE KANTO International Conference of Automotive Technology for Young Engineers (ICATYE)*, 2026.

10. Kosuke Inagaki, Hiromi Usuda, Tong Zhao, Mariko Watanabe, **Emir Yilmaz**, Mitsuhsa Ichiiyanagi, Takashi Suzuki, "Analysis of in-cylinder flow during the intake-compression stroke of a diesel engine using DMD analysis," *2025-2026 JSAE KANTO International Conference of Automotive Technology for Young Engineers (ICATYE)*, 2026.
11. Christian Dennis Marcelo, Takanobu Okada, Yueyun Li, Ferdinand Ronaldo Tjiojtjono, **Emir Yilmaz**, Mitsuhsa Ichiiyanagi, Takashi Suzuki, "Coupled Effects of Intake Air Temperature and Pressure on Ammonia-Gasoline Combustion Performance in a SACI Engine with a Sub-Chamber," *2025-2026 JSAE KANTO International Conference of Automotive Technology for Young Engineers (ICATYE)*, 2026.
12. Lijia Fang, Xichao Gu, **Emir Yilmaz**, Mitsuhsa Ichiiyanagi, Takashi Suzuki, "Enhancing Ammonia Combustion in a Constant Volume Chamber with a Sub-chamber and Applying Machine Learning for Performance Prediction," *2025-2026 JSAE KANTO International Conference of Automotive Technology for Young Engineers (ICATYE)*, 2026.
13. Po Lung Liang, Hidetake Tanaka, **Emir Yilmaz**, "Investigation of the Formability of CFRTP Incremental Forming on Cavity Mold," *The 11th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21)*, 2025.
14. Han Gao, Hidetake Tanaka, **Emir Yilmaz**, "Development of an SMA Actuator-Driven Electrode Structure with Automatic Inter-Electrode Gap Adjustment Mechanism for EDAT," *The 11th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21)*, 2025.
15. Zhengshang Ning, **Emir Yilmaz**, Hidetake Tanaka, "A Comparative Study on the Tribological Behavior of Piston Ring-Cylinder Liner in Ammonia-Dispersed Engine Oil," *The 11th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21)*, 2025.
16. Kondo Ryo, Hidetake Tanaka, **Emir Yilmaz**, "Research on the Basic Technology of Rotary Valve Engines for Range Extenders," *Japan Society of Mechanical Engineers 2025 Annual Conference*, 2025.
17. Mahdi Alebrahim, Mariyam Jameelah Ghazali, Yuichi Otsuka, Kiyoshi Ohnuma, **Emir Yilmaz**, Jo Onozuka, Nashrah Hani Jamadon, "Tribological and Biological Performance Evaluation of Textured Thermal Spray Coated TiO₂/ZnO," *The 6th MYTRIBOS International Symposium*, 2025.
18. **Emir Yilmaz**, Takashi Suzuki, Kota Suzuki, Shota Ishii, Minato Suzuki, Kodai Kato, Mayu Watanabe, Mitsuhsa Ichiiyanagi, "Comparison of Nucleate Boiling Heat Transfer on Aluminum Heating Surface using Distilled Water, Ethylene Glycol Aqueous Solution, and Long-Life Coolant for IC Engine Cooling System," *2025 JSAE Annual Congress (Spring)*, 2025.

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.)

- FY2025: ISUZU Advanced Engineering Center, study on friction force reduction via textured surfaces under hydrodynamic lubrication regime.
- March 2025: Attended a workshop at Indian Institute of Technology-Delhi.
- March 2026: Hosted Prof. Ozge Akbulut from Sabanci University (Turkey), for a seminar, titled: “Self-standing, malleable doughs of advanced ceramics enable low-number production on a benchtop”

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.)

【FY2025 春学期】

卒業研究 I

Fundamentals of Microsystem Design

設計工学

機能創造理工学実験・演習 2

Engineering and Applied Sciences Lab. 2

リサーチトライアル春

【FY2025 秋学期】

卒業研究 II

機械設計とデータ分析

理工共通基礎科目「微分方程式の基礎」〔物質生命理工学科・機能創造理工学科クラス〕

機械システム設計演習

機械工学輪講

Applied Mechanics

リサーチトライアル秋

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, good feedback from students about the all the lectures and their contents. A substantial improvement was done especially in 設計工学 as student reactions were better compared to previous year. Number of students for 微分方程式の基礎 lecture was down due to change in day & time, as Applied Mechanics were added. The schedule for 微分方程式の基礎 is changed to its original day & time, thus improvement is expected in FY2026. In total of

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)

- 機能創造理工学科 3 年次生担任
- 上智大学理工学振興会 Sophia Sci-Tech イベント企画 WG
- 大学院入試委員 (機能創造理工学学科 機械工学領域)
- 2026 年度就職担当教員 (2025 年 10 月より)

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

(On-campus)

- 国際会議「The 13th International Conference on Contact Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems (CM2025)」現地委員会委員長

(Off-campus)

- 東京北 Exchange ローター衛星クラブ・会員

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下さい。）

- 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「無機有機 2 次元ペロブスカイト物質(C₄H₉NH₃)₂PbBr₄ の励起子ダイナミクスの解明」
- 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「ボロン酸型蛍光プローブにおける光誘起電子移動と蛍光寿命の解析」
- 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「二酸化チタンの長寿命光励起状態観測のための過渡吸収測定法の開発」
- 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「極短パルス光源を用いた GaAs における非共鳴励起コヒーレントフォノンの観測」

展望については、「3. 2025 年度の研究成果」において，各テーマごと記載する。

3. 2025 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。昨年度の修士論文「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」の成果を2025年度には投稿論文としてまとめ Phys. Rev. Research に「Multiple quantum-well polaritons in organic-inorganic two-dimensional perovskite films with controlled well-layer number」というタイトルで出版した。

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。2025年度は、これまでの集大成として、修士論文「無機有機2次元ペロブスカイト物質(C₄H₉NH₃)₂PbBr₄の励起子ダイナミクスの解明」が完成した。

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」

2025年度の修士論文として、「ボロン酸型蛍光プローブにおける光誘起電子移動と蛍光寿命の解析」の研究を行った。この研究は、元々は、化学領域の分析化学研究室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が、数値計算の成果が非常に大きかった。

③ 「二酸化チタン光触媒のキャリアダイナミクス」

光触媒機能を持つ二酸化チタンの光物性研究であり、光励起キャリアのダイナミクスを研究している。2025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格段に進み、修士論文として「二酸化チタンの長寿命光励起状態観測のための過渡吸収測定法の開発」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。2025年度にはGaAsの透過型のコヒーレントフォノン測定に成功し、強度依存性や温度依存性などを詳細に調べることができた。その成果として、修士論文「極短パルス光源を用いたGaAsにおける非共鳴励起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。
- 研究室の OBOG が主宰する他大学の研究室 (慶応大、山梨大、大阪公立大、静岡大、関西学院大) との合同研究会を 2025 年 8 月に上智大学で実施した。
- 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

科学技術英語，電磁気学Ⅲ，量子光学，身近な物理学 (理工共通)，身近な物理 (全学共通科目)，卒業研究 I・II，理工基礎実験 (物理実験担当)，物理学実験Ⅲ

大学院講義

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

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

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

専門科目の「電磁気学Ⅲ」と「量子光学」は、2025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が、受講生の数は20名を越し、幅広い分野の学生との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みます。)

(学外) 日本私立大学連合会「学術研究の健全性向上に関する小委員会」委員
応用物理学会量子エレクトロニクス研究会常任幹事
応用物理学会フォトニクス分科会幹事
電子情報通信学会超高速光エレクトロニクス研究会委員
JST・CREST「次世代フォトニクス」領域アドバイザー
JST・CREST「光展開」領域アドバイザー
JST・さきがけ「光の創成」領域アドバイザー

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

2025年6月に、講談社ブルーバックスより「電子が知れば科学がわかる」というタイトルの書籍を出版した。また、上智大学地球市民講座において、春学期と秋学会に「光と電子の旅」という講義を行った。

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，量子観測

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，フォトニック結晶におけるトポロジカル転移を電子系の観点から検証する。こうした方法は従来転送行列法などで解析されてきたが，この方法に取って代わる方法として深層学習の方法をより進める。また，非エルミート系の相転移に研究の幅を広げている。2022年6月に科研費学術変革A「学習物理学」が採択され，計画班の代表を務めることになったので，より一層，機械学習を積極的に物理の研究に応用する。特に量子計算による機械学習の研究を行なう。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. 2025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。また磁性不純物を使ったリザバーコンピューティングを提案した。量子回路を物質として捉え，その物性を研究した。特に観測下にある系が示すエントロピーダイナミクスを調べた。

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。)

International workshop on Random operators and related topics

東北大学, 招待講演

” Localization and hyperuniformity in quasi-periodic systems”

6/4 ASG seminar@IBS

招待講演

Using and analyzing quantum computation: material phase classification and entropy dynamics

7/3 中部大学創発セミナー

人工知能によって発展する物性物理学

10/2 東大物性研談話会

共進化する物性理論・物性実験と人工知能

10/29 Shanghai University

Quantum Computation as Tool and Novel System: Phase Classification and Entropy Dynamics

12月6日東邦大複合物性研究センターシンポジウム

招待講演

物性物理と機械学習の協奏

3月2日

統計物理学の風景：鈴木増雄先生を偲んで

鈴木先生の講義と機械学習

3月17日

APS global summit, Denver

一般講演

Reconstructing Quantum Potentials from Magnetotransport Fingerprints via Automatic Differentiat

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 1 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。また応用データサイエンスの学生に量子計算を教え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（一般の人が分かるように分野と複数のキーワードを記入してください。）

研究分野： 半導体光デバイス、ナノテクノロジー

キーワード：トポロジカルフォトンクス、コンタクトレンズディスプレイ、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（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

- ・可視光領域におけるトポロジカルフォトンク光デバイスに関する研究
- ・コンタクトレンズディスプレイに向けた RGB 三原色集積光源の開発に関する研究
- ・水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE) 法によるワイドギャップ半導体ナノ加工技術の開発とデバイス応用に関する研究

修士論文テーマ

- ・緑～青色波長帯 GaN 系トポロジカル PhC 共振器の FDTD 解析および実験的検証
- ・InGaN/GaN ナノピラー構造の充填率向上に向けたプロセス技術の改善および電流注入構造の試作
- ・GaN 系 DBR 共振器型波長変換デバイスに向けた HEATE 法によるナノ構造作製およびナノ流路へのレーザ媒質の析出特性評価
- ・波長変換型超小型集積 RGB 光源に向けた GaN および Ga₂O₃系光デバイス基盤技術の基礎研究
- ・方向制御ナノポーラス GaN クラッド層を用いた低閾値レーザの構造解析と試作

卒業研究テーマ

- ・青色～近紫外域動作を目指した GaN 系トポロジカルフォトンク結晶の電子ビーム描画条件の検討
- ・塗布型絶縁材料 (ゼオコート) によるナノ構造微小基板の平坦埋込プロセスに関する基礎検討
- ・GaN 系光デバイス用新規光閉じ込め構造形成に向けたマストランスポート技術の基礎検討
- ・イオンビームスパッタリング ITO 膜の低抵抗化と p-GaN/ITO 接触抵抗低減

(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グラフィの可視域における実証実験、コンタクトレンズディスプレイに向けた超低消費電力集積RGB光源の開発、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を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。(2025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. 2025年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

- 1) 水素雰囲気異方性熱エッチング(HEATE)法による半導体ナノ加工技術に関する研究
 - ・次世代電子デバイス材料として注目されている(010)面 β -Ga₂O₃のHEATE加工においてもAl₂O₃/SiO₂二層マスクを用いることでサイドエッチングが抑制され、ナノ加工精度が向上することを見出した。
- 2) 可視領域トポロジカルフォトリソグラフィ結晶(PhC)に関する研究
 - ・可視領域トポロジカルPhCの高性能化と更なる短波長化に向けて、ナノホール形状制御技術の向上を進め、電子ビーム描画パターンの工夫により明瞭な改善効果を得た。
 - ・メンブレン型トポロジカルPhCにおいて、中心にトリビアルPhC、外周にトポロジカルPhCを配置した六角形共振器構造、および配置を逆転した反転構造におけるビーム放射特性を三次元FDTD法を用いて解析し、高指向性の直線偏光ビームや光渦ビームが発生可能であることを示した。
 - ・機械学習を用いてGaN系トポロジカルPhCの主要構造パラメータを入力してグローバル

バンドギャップを予測するモデルを構築した。予測精度は、数%程度の誤差でシミュレーション及び実験結果を説明できることを確認した。

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 GaN/空気-多層膜反射鏡 (DBR) を用いる青紫域 InGaN 系レーザの開発研究を継続し、AlInN 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理論解析と試作を行った。両方の構造において、光励起レーザ発振の観測に成功し、理論解析に整合する発振特性の傾向が確認された。
- (010) β -Ga₂O₃ 基板の表面に HEATE 法を用いて高さ 16 μ m の高アスペクト DBR 共振器構造を作製した。中央にナノ流路を配置して緑色発光擬二次元ペロブスカイト (P2F8) を充填する、高 Q 値共振器構造を形成し、100 倍対物レンズを用いて DBR 共振器側面が明瞭に観測できた。フーリエ顕微鏡を用いて、単体 Ga₂O₃/空気 DBR 構造の反射スペクトル測定を行い、シミュレーションとよく整合する反射スペクトルの観測に成功した。

4) InGaN ナノピラーLED、キラル構造による機能性光デバイスに関する研究

- 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 InGaN/GaN ナノピラー構造の作製と発光特性評価、キラル構造を導入した青色 LED 構造における円偏光発光などに関する検討を進めた。

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

- 共同研究 (関口博人 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 太音隆男 准教授) 「GaN ナノ構造発光デバイスの高性能化・光機能創成に関する研究」
- 研究会開催: 2025 年度 Sophia Open Research Weeks 「第 6 回半導体ナノフォトニクス研究会」 2025 年 11 月 19 日 (上智大学 中央図書館 9 階 L-911 会議室)
- 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」
- 第 5 回 関西学院大学・上智大学 理系学部連携シンポジウムにて講演 (2026/3/5)
- All Sophian's Day 2025, 上智大学理工学部同窓会 “理系ソフィアンの集い” にて講演 (2025/5/25)

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

・学部日本語コース (春学期)

理工学概説(機能創造理工)、アナログ電子回路、機能創造理工学実験・演習 2 (責任者)、リサーチ・トライアル春、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)、卒業研究 I。

・学部日本語コース (秋学期) サバティカルのため講義科目を春学期に移動

機能創造理工学実験・演習 1 (オンデマンドで担当)、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)
(オンデマンドで担当)

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

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

初回と最終回はオンライン、途中はオンデマンドで実施した。リアクションペーパーによる理解度の確認と課題による自習機会の提供は対面時と同等に行い、受講者のレベルに応じたサポートを心掛けた。授業最終日に対面で自作 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。

・「理工学概説 (機能創造理工) : 分担」 (2025 年度 Attractive Lecture Award 受賞)

14 回中 1 回分を担当している。大学入学直後の 1 年生向け授業であることから、図や写真を多用したわかりやすい構成を心掛けている。また、途中でクイズ形式の設問や計算演習

を行い Moodle で回答させることで、集中力が途切れないような構成としている。

・「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。昨年から引き続きオンデマンドレポート課題「実験レポートの剽窃と盗用」の英語化を継続した。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。

秋学期の実験・演習 1 は、サバティカル中だが交代教員の確保が困難だったため、実験動画をを用いたオンデマンド形式で実施した。レポートの内容などから、特に問題なく実施できたと思われる。

・「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ている。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「オンデマンド資料に動画での説明が欲しい」、「講義形式の方が学びやすい」など、賛否両方の意見が寄せられている。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続ける。

・「光エレクトロニクス I・II」

秋学期がサバティカルのため、春学期に移動した。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 年度からクォーター科目として I と II の各 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、前半の期末試験を補講日に実施する必要が生じており、学生や学事局職員の負担が増える点が大きな課題である。

・「光デバイス工学」

大学院科目であることを考慮して、少し難易度の高い演習課題を多く課すようにしている。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 (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

- ・半導体研究所 所長
- ・理工学部カリキュラム委員会 委員
- ・理工学部機能創造理工学科 2027 年度カリキュラムタスクフォース メンバー
- ・機能創造理工学実験・演習 2、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2. 主担当
- ・2025 年度オープンキャンパス体験授業 (2025/8/2)
- ・韓国半導体ブートキャンプ事業団への半導体研究施設案内 (2025/12/17)

(学外)

- ・15th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS 15, July 6-11, 2025, Malmo, Sweden) Program Committee Member.
- ・International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2025, September 15-18, 2025, Yokohama, Japan) Program Committee Vice Chair, Area 11.
- ・IOP Japanese Journal of Applied Physics, SSDM2025 Special Issue, Guest Editor.
- ・International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2026, September 14-17, 2026, Nagasaki, Japan) Program Committee member, Area 11.
- ・IOP Japanese Journal of Applied Physics, SSDM2026 Special Issue, Guest Editor.
- ・International Workshop on Nitride Semiconductors 2026 (IWN2026, November 8-13, Kumamoto), Program Committee member.
- ・座長：国際会議 SSDM2025
- ・座長：国際会議 ICNS15
- ・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)
- ・学術論文誌の論文査読 (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極短時間ダイナミクスの研究

キーワード：フェムト秒光パルス、コヒーレントフォノン、光触媒、励起子

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

- ・近赤外超短パルスによる半導体の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。半導体におけるコヒーレントフォノンの研究では、多くの場合、光パルスの反射変調を測定するが、我々はパルスの透過信号の変調を観測する。これにより、電子系の影響をうけずにフォノンが単独で存在する場合のダイナミクスを解明する。さらには励起用パルスの変化による電子-フォノン結合の状態制御が期待できる。

紫外光で有機物を分解する「光触媒」に着目し、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。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も存在するため、すべてを解明するためにはより長い時間領域での測定が必要になる。ただし、これまで我々が行ってきた短寿命キャリアの測定手法は原理的に長寿命測定を行うことが出来ない。そこで我々は測定手法の新規開発からスタートし、光触媒反応の包括的な解明を目指す。

3. 2025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。）

・上に述べた展望をもとに、透過型コヒーレントフォノンの観測を行うべく、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年度に光源が完成し、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。これを発展させて、2025年度は光源の安定化・高強度化に成功し、コヒーレントフォノンの測定を安定的に行うことが可能になった。そこで本来の研究目的であるコヒーレントフォノン信号のポンプパルス強度を詳細に調べ、フォノンが電子系から受ける影響を明らかにしている。

・上に述べたように、二酸化チタン光触媒の長寿命光励起キャリアダイナミクスを解明するために、この課題でも数年間をかけて新たな測定系を作製してきた。2025年度になって、テスト試料を用いて長寿命のキャリア寿命測定法の確立に成功した。

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。）

第6回光物理討論会（上智大学 2025年8月28日）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。）

理工基礎実験・演習，光学システムと応用，物理学実験演習1，大学院光物性，大学院物理学序論，リサーチトライアル春

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」

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。昨年度に引き続き、一回当たりの授業を以前よりも易しくした代わりにリアクションペーパーの課題の難易度を少し上げた。解答時間も長めに設定して、学生が各自で考えることを要求するような設問にした。さらに授業開始時に前回の課題の解説を行い、受講者の理解度を深めるように努めた。

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

(学内) 理工教職課程委員、全学教職課程委員

(学外) 応用物理学会量子エレクトロニクス研究会幹事

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

所属 機能創造理工 学科

氏名 黒江 晴彦

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

研究分野: 材料工学・環境・エネルギー・・・

キーワード: 光触媒、生体材料、水溶液プロセス、均一沈殿法、複合化

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

- ・シュウ酸チタン塩溶液より均一沈殿法で作成した酸化チタンナノ粒子の調整と評価 (光触媒効果の定量化、二次粒子の抑制法の開発、比表面積測定を卒研として実施)
- ・ペルオキシ・グリコール酸チタン・アンモニウム塩 (PGA-Ti(NH₄)) からのブルッカイト型酸化チタンナノ粒子の調整と評価 (調製条件の最適化)
- ・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. 2025 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。)

- ・ブルッカイト型酸化チタンナノ粒子の PGA-Ti(NH₄) からの調整方法の検討を始めた。この分野の第一人者である垣花眞人大阪大学特任教授の協力により、PGA-Ti(NH₄) 塩を 100 グラム単位で調製する方法を見出した。
- ・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り、その解決のために素材の見直しを検討した。

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。)

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

セミナー開催 (生体医歯工学共同研究拠点データ報告会 5/23 上智大学:

招待講演 大阪大学特任教授垣花真人先生他)

国内共同研究 (ヘリウムのリサイクル社会の構築を目指したヘリウム運搬法の研究)

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

【学部授業】 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」はきめの細かい授業で、授業中の満足度調査も好調であり、それが評価されて理工学部から表彰を受けた。

「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ください。）

- (1) 共同研究『パルス超強磁場を用いた革新的磁気機能性材料の創製』
- (2) 新規マルチフェロイック物質の非相反電磁応答の研究
- (3) SRD（放射率可変素子）の性能向上に向けた物質開発
- (4) 新規熱電および機能性酸化物の共同研究の推進

（展望）

- (1) に関連しては、4. 大学内外における共同的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神戸大学研究基盤センター極低温部門赤木暢准教授を研究分担者として、3カ年の共同研究をスタートし、3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、電場の印加方向によって磁性の変化（非相反電磁応答）を観測することを目指した。本年度はこれと平行して新しいマルチフェロイック物質の探索を進めた。
- (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も前年度に引き続き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. 2025 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) 2025 年度も引き続きパルス超強磁場発生と測定系の構築の完成を目指して研究を進めたが、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。昨年度完成した 8 層重ねて巻いたコイルを使用し、パルス超強磁場のみを発生させる予備実験を何度か行った。コイルを液体窒素中に固定し、一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さらに工夫し、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 方向に電場を印加しその磁化変化、すなわち非相反電気磁気応答を検討した。その結果、 $\text{CaBaCo}_4\text{O}_7$ 単結晶試料に関しては明確な非相反電磁応答を観測し、日本物理学会の英文誌 (JPSJ) に投稿し採択され、注目論文賞を受賞した。さらに本年は新しいマルチフェロイック物質の探索を行った。その結果、極性磁性体に分類されるマルチフェロイック物質 $\text{Fe}_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ 多結晶および $\text{Ba}_6\text{Ln}_2\text{Fe}_4\text{O}_{15}$ ($\text{Ln}=\text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}$) 単結晶試料の作製に成功し、磁気特性および電気磁気特性などの基礎物性を明らかにした。
- (3) 低ホールドーピング量で室温付近に金属絶縁体相転移温度 T_C を制御するためには、イオン半径の大きい K^+ や Na^+ といった 1 価の陽イオンを用いたホールドーピングが適している。しかしながら、固相反応法で $\text{La}_{1-x}\text{A}_x\text{MnO}_3$ ($\text{A}=\text{K}, \text{Na}$) を合成するには 1300 °C の高温焼成が必要であり、その過程で K や Na が揮発してしまう問題があった。そこで、SRD 特性の向上を目指して本年度は、低温合成プロセスであるゾル-ゲル法を採用することで、高品質な $\text{La}_{1-x}\text{A}_x\text{MnO}_3$ の作製を目指して合成条件を最適化し、その SRD 特性を評価した。その結果、強磁性相転移に伴う磁化の立ち上がり観測さ

れ、 T_C は置換量 x の増加に伴い高温側にシフトした。これらの振る舞いから、目的とした $\text{La}_{1-x}\text{A}_x\text{MnO}_3$ ($A = \text{K}, \text{Na}$) 多結晶試料をゾル-ゲル法により系統的に合成できたことが示唆された。しかしながら、飽和磁化の値および常磁性領域におけるキュリー則を用いた磁化の解析から、 Mn イオンの価数は仕込み組成から予想される値である $(3+2x)$ 価に比べて、大きい傾向があることが分かった。これらの結果から、本年度行った合成条件では試料内に組成の偏りが生じ、部分的に仕組み組成からずれた組成になっていると考えられた。

- (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神戸大学研究基盤センター極低温部門赤木暢准教授を研究分担者として、研究課題目『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、最終年度を迎えた。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(SRD)、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(SRD)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）、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ⅠA/ⅠB/ⅢA/ⅢB、物理学ゼミナールⅠA/ⅠB、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。）

2025 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）Journal of applied physics, 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, Urban Transport Decarbonization

Keywords: Electrical Equipment, Energy Management, Electric Railways, Electric Vehicles, Renewable Energy, Hydrogen Energy, Energy Storage Applications, LEAP Model, Policy Synergy Assessment

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) Optimization of Energy Management and Capacity Sizing for Railway Stations Integrating Renewable Energy and Energy Storage Systems

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

(3) Assessing Net-Zero Pathways for Urban Transport: Coupling Socio-Economic Demand Projections with Energy Supply Transitions

(Prospects)

Our research pursues the dual goals of improving energy efficiency in rail transit and accelerating the decarbonization of urban transportation. On the infrastructure side, we develop mixed-integer linear programming (MILP) models to co-optimize the sizing and dispatch of photovoltaic (PV) arrays, wind turbines, and energy storage systems (ESS) at railway stations, explicitly accounting for regenerative braking energy (RBE). On the policy-assessment side, we couple socio-economic demand forecasting with the LEAP platform to evaluate how vehicle technology substitution, efficiency improvements, and upstream electricity/hydrogen supply decarbonization interact under realistic scenarios. These two strands converge on a shared objective: providing quantifiable, decision-ready evidence for building next-generation sustainable transportation infrastructure.

(1) Optimization of Energy Management and Capacity Sizing for Railway Stations

Railway stations with multiple power sources—grid supply, PV, wind, ESS, and RBE—require careful capacity determination and energy management. We formulate a MILP model that jointly optimizes short-term energy flow and long-term equipment sizing, minimizing total annual cost (operational expenditure plus annualized investment). The model captures seasonal variation in solar irradiance, wind speed, and RBE availability across different geographic settings, and evaluates how the diversity of renewable resources influences the optimal configuration. Case studies demonstrate that integrating locally advantageous energy sources can reduce annual cost by up to 34% and grid energy consumption by up to 88%, while the contract power with the utility decreases correspondingly.

(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 significantly to carbon neutrality. This research constructs hydrogen demand forecasting models and optimizes the supply chain, considering hydrogen station placement, fuel cell vehicle energy management, and integration with renewable energy sources. Leveraging AI-based techniques, we aim to achieve higher-accuracy demand predictions and dynamic optimization strategies that distinguish our work from conventional approaches.

(3) Assessing Net-Zero Pathways for Urban Transport

For megacities pursuing net-zero targets, the binding constraint on transport decarbonization is not merely end-use vehicle substitution but system-wide carbon intensity across the entire energy supply chain. We propose an Activity–Structure–Intensity–Transformation (A-S-I-T) theoretical framework and integrate socio-economic demand forecasting with the LEAP platform. Using Tokyo as a case study, we construct a multi-dimensional scenario matrix combining end-use structure (S), efficiency improvement (C), and upstream transformation (T), enabling decomposition of main and interaction effects across policy levers. The results reveal that insufficient upstream transformation can actually increase cumulative CO₂ emissions even when end-use substitution is aggressive, underscoring that credible net-zero pathways require tightly coordinated transport policy with electricity and hydrogen supply decarbonization.

3. Research results for fiscal year 2025 (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).

This fiscal year saw substantial progress across all three research themes, resulting in one journal publications and two peer-reviewed conference paper.

Regarding theme (1), a study on the optimization of energy management and capacity sizing for railway stations integrating renewable energy sources and regenerative braking energy was conducted in collaboration with graduate students and Prof. Miyatake. A MILP model was formulated to jointly optimize short-term energy dispatch and long-term equipment sizing for stations supplied by PV, wind, ESS, and RBE. Thirteen case studies across three representative areas confirmed that locally advantageous renewable sources can reduce annual cost by up to 34% and grid energy consumption by up to 88%. The findings were presented at the 2025 IEEE Power Electronics Society International Decentralized Energy Access Symposium (IDEAS) and published in the conference proceedings.

Regarding theme (3), two significant outputs were produced. First, a journal article published in *Energies* constructed an assessment framework for megacities by integrating macroeconomic regression-based demand forecasting with the LEAP model. A single-factor versus multi-factor scenario matrix was designed across three policy levers, and the analysis demonstrated that upstream decarbonization yields the greatest independent emission reduction effect while the most ambitious composite scenario can reduce cumulative CO₂ (2022–2050) by approximately 35%. Second, building on the conference presentation at the 11th Applied Energy Symposium and Forum on Low-Carbon Cities and Urban Energy Systems (CUE2025, 18–22 July 2025, conference paper No. 83), the work was substantially expanded into a full journal manuscript submitted to *Applied Energy*. The expanded version introduces a novel A-S-I-T (Activity–Structure–Intensity–Transformation) decomposition framework that prevents over-crediting end-use switching when upstream supply remains carbon-intensive, and finds that the optimal pathway reduces cumulative emissions to 27,854.95 kt (–35.5%) and energy use to 718.69 PJ (–23.0%), approaching net zero by 2050.

Research on theme (2) also progressed through continued collaboration with doctoral researchers from the Graduate School of Global Environmental Studies on hydrogen demand forecasting for urban transportation systems.

Publications:

[1] Kong D, Li L, Kong D, Sun S, Qian X. Policy Synergy Scenarios for Tokyo's Passenger Transport and Urban Freight: An Integrated Multi-Model LEAP Assessment. *Energies*. 2026; 19(2):366. <https://doi.org/10.3390/en19020366>

[2] Kong D, Li L, Sun S, Kong D, Ren H, Zhou W, Qian X. Assessing Net-Zero Pathways for Tokyo's Transport: Coupling Socio-Economic Demand Projections with Electricity/Hydrogen Supply Transitions in LEAP. *Applied Energy*. (Submitted, Manuscript No. APEN-D-26-02362, VSI: CUE2025)

[3] Zhang Y, Dias J V P P, Kong D, Miyatake M. Optimization of Energy Management and Capacity Sizing for Railway Stations Integrating Renewable Energy Sources and Regenerative Braking Energy. *Proc. 2025 IEEE PES International Decentralized Energy Access Symposium (IDEAS)*. 2025.

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

Joint research with doctoral researchers from the Graduate School of Global Environmental Studies continued, focusing on hydrogen energy demand forecasting for urban transportation and on the A-S-I-T integrated assessment of decarbonization pathways for Tokyo's transport sector using the LEAP model. The collaboration produced one published journal article and one manuscript submitted to *Applied Energy*.

Collaborative research with graduate students from the Department of Engineering and Applied Sciences on the optimization of energy management and capacity sizing for railway stations integrating renewable energy sources resulted in a conference paper presented at the 2025 IEEE IDEAS symposium.

(2) Other Collaborative Research

We continued participation in a research project funded by the Grants-in-Aid for Scientific Research (KAKENHI), maintaining collaborative discussions with multiple universities and research institutes on topics related to railway energy systems.

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

(3) International Collaborative Research

Together with Prof. Miyatake, we participated in a JSPS Bilateral Joint Research Project proposal with the University of Birmingham (UK), titled "Electrified Port Hubs for Intelligent Multimodal Transport and Energy Integration (ePort)." The project aims to develop an integrated framework for coordinating automated guided vehicle (AGV) operations, port microgrids, shore power systems, and clean freight rail through advanced modelling and AI-driven control strategies,

contributing to the UK and Japan's shared vision for decarbonized port logistics. Although the Japanese-side application to JSPS was not selected, the UK-side application to The Royal Society was successfully funded. Collaborative research activities with the University of Birmingham team are ongoing.

Together with Prof. Miyatake, we also participated in a collaborative discussion on the Cameron Highlands Tourist Railway Project in Malaysia. The project, involving Sophia University, Futuristic Technologies Sdn Bhd, Universiti Geomatika Malaysia, and Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), explores the feasibility and technical design of a tourist railway system in the Cameron Highlands region of Pahang, Malaysia, with potential contributions from the Japanese side on railway energy systems and energy-efficient train operation technologies.

(4) Conference Participation

Presented conference paper No. 83 at the 11th Applied Energy Symposium and Forum on Low-Carbon Cities and Urban Energy Systems (CUE2025), held 18–22 July 2025.

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
- Engineering and Applied Sciences 3
- Topics of Green Engineering 3
- Green Engineering Lab. 2 (Online Report Evaluation)
- Green Engineering Lab. 3
- Nuclear Energy Engineering (Final Presentation Evaluation: One-time Only)
- Experiments & Exercise of Basic Science (Physics section, 3 weeks)

(Graduate Course)

- Advanced Electrical and Electronics Engineering 1

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]

Compared to the previous year, this fiscal year saw a notable expansion in teaching responsibilities, with the addition of two undergraduate electrical and electronics courses (Engineering and Applied Sciences 3 and Topics of Green Engineering 3), the graduate-level Advanced Electrical and Electronics Engineering 1, and partial instruction in the Experiments & Exercise of Basic Science laboratory course. Throughout all courses, I actively utilized the Moodle platform for material distribution, quiz submission, and reaction paper collection, building on the improvement plans identified in the previous year. Post-class dialogue with students continued to serve as an effective means of gauging comprehension and adjusting the pace of instruction.

[Engineering and Applied Sciences 3 / Topics of Green Engineering 3]

These two courses cover the fundamentals of microelectronics circuits, including basic electric

theory, circuit analysis, semiconductor devices, amplifier design, and digital logic. Through in-class exercises and reaction papers, it became apparent that a number of students entered the courses with relatively limited prior exposure to circuit analysis fundamentals. While the core syllabus objectives were largely achieved, the overall performance on assignments and the final exam suggested that the pacing and level of difficulty could be better calibrated to student readiness. Going forward, I plan to introduce additional review sessions on prerequisite concepts at the beginning of the course, incorporate more step-by-step worked examples during lectures, and adjust the difficulty gradient of assignments so that foundational skills are reinforced before advancing to more complex topics.

[Advanced Electrical and Electronics Engineering 1 (Graduate)]

Class discussions were particularly engaging, with students offering insightful comparisons between different energy storage configurations and their applicability in various operational contexts. Reports submitted at the end of the course reflected both solid technical understanding and independent critical thinking. The overall syllabus objectives were well met, and the quality of student engagement exceeded initial expectations. In future iterations, I intend to incorporate more real-world case data and guest perspectives from railway industry practitioners to further enrich the learning experience.

[Experiments & Exercise of Basic Science]

I was responsible for the physics experiment section (3 weeks), covering experiments on the simple pendulum and rigid pendulum, measurement of electron specific-charge, and wavelength of light using a spectrometer. These hands-on sessions offered students valuable opportunities to connect theoretical knowledge with experimental practice, and the structured report submissions indicated satisfactory achievement of the learning objectives for this section.

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
Institute of Electrical Engineers of Japan (IEEJ), 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ズ転移 (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. 2025 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ズ」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、低温のパイエルズ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、現在、投稿中である。
- B) の「金コロイドナノクラスターを用いた糖センサーの基礎物性」については、金ナノ粒

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

- 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。この結果は国際会議 LT30 で発表するとともに、J. Low. Temp. Phys. に掲載された。
- 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）に採択された。

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。）

- ・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、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。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。)

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

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

(学内)

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

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

所属 機能創造理工学科

氏名 酒井 志朗

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： 高温超伝導体の理論、準結晶など非周期構造をもつ固体の物性理論

キーワード： 超伝導、準結晶、電子状態、ハイパーユニフォーミティ、トルシェ・タイリング

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

【研究テーマ】

- ・銅酸化物高温超伝導体の電子状態の計算と超伝導発現機構の研究
- ・二層ニッケル酸化物の電子状態の計算と超伝導発現機構の研究
- ・準結晶超伝導体の超伝導特性の研究
- ・準結晶中の電子の非一様分布の分類と相転移の探索
- ・不規則ハイパーユニフォームアモルファスの電子状態の研究
- ・トルシェ・タイリング上の電子系の性質の研究
- ・ハイパーユニフォーミティの拡張と非周期固体への応用

【展望】

銅酸化物や二層ニッケル酸化物で見つかっている高温超伝導について、強い電子相関効果を取り入れた電子状態計算を通して、超伝導発現機構の解明に取り組んでいる。特に、モット絶縁体近傍で強い電子相関効果によって創発する隠れたフェルミオン励起が両者の超伝導体に共通して見出されたため、このフェルミオン励起の正体を解明することを目標に研究を行っている。

準結晶、トルシェ・タイリング構造物質、不規則ハイパーユニフォームアモルファスなどの非周期固体について、ハイパーユニフォーミティという枠組みを導入することで電子の非一様な分布を定量化し分類する研究を行っている。定量化することで非一様分布と物性の関係を議論でき、分類することで新しい電子相を探索できる。ハイパーユニフォーミティへ量子効果を取り入れる拡張によりさらに詳細な分類が可能になることを見出したため、今後その方法を様々な非周期系へ応用展開していく。分類が異なる非周期分布の間で相転移の探索を行い、臨界現象などの研究にも繋げていく。

3. 2025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。)

- ・銅酸化物高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ について、角度分解光電子分光と走査トンネル

顕微鏡による準粒子干渉効果の実験結果を統合解析することで、正負両方のエネルギーにわたる波数ごとの電子状態を初めて明らかにした。その結果として、強い電子相関効果から生じる隠れたフェルミオン励起の存在の証拠を準粒子干渉効果の実験データの中に見出した。

- ・二層ニッケル酸化物の低エネルギー電子状態を記述すると考えられる二層ハバード模型について、強相関効果を取り入れた上で超伝導状態の直接計算を行った。その結果、二層の自由度から生じる 2 つのバンドのうちの片方だけが擬ギャップをもつ特異な電子状態や、それに起因する運動エネルギーの利得による超伝導の発現などを見出した。
- ・2次元不規則トルシェ・タイリング構造を取り入れた電子模型を考案し、その電子状態を初めて計算した。その結果、2次元にも関わらず局在・非局在転移が存在することを示し、またそのことが構造中の（方向依存型）ハイパーユニフォーム性の存在に起因していることを明らかにした。
- ・1次元電子系は不規則ポテンシャル下で常に局在するのに対して準周期ポテンシャル下では非局在-局在転移を示すという違いの起源を解明するために、不規則ポテンシャルにハイパーユニフォーム性を系統的に導入するようなポテンシャルを構成し、電子系の局在の程度を調べた。その結果、準周期ポテンシャルがもつ強いハイパーユニフォーム性が非局在の原因であることがわかった。

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

【共同研究】

- ・銅酸化物高温超伝導体についての研究（上智大学・今田客員教授、NIMS、Schroedinger Inc.、東京大学、アイオワ州立大学、京都大学、理化学研究所との共同研究）
- ・多層系銅酸化物の研究（東京大学、東京理科大学などとの共同研究）
- ・二層ニッケル酸化物についての研究（東北大学、兵庫県立大学、東京大学との共同研究）
- ・強磁性ゆらぎの強い電子系についての研究（東北大学、兵庫県立大学、東京大学との共同研究）
- ・1次元不規則ハイパーユニフォーム電子系の研究（京都大学との共同研究）
- ・第一原理計算による強磁性体データベースの作成・公開（東北大学、理化学研究所との共同研究）

【研究会等】

- ・学術変革領域研究(B)「超均質非周期物質」キックオフミーティング、領域会議、若手研究会、オンラインセミナー（計4回）の開催（大阪大学、島根大学、東京科学大学、名古屋大学、名古屋工業大学、慶應義塾大学、室蘭工業大学、京都大学の研究者と共同開催）
- ・研究会「非周期物質とマルチフラクタリティ・ハイパーユニフォームリティ」の開催（東京科学大学、大阪大学の研究者と共同開催）

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

学部： 基礎物理学、量子物理及び演習 (前半)、数理物理、量子力学 1、機能創造理工学実験・演習 1、Engineering and Applied Sciences Lab. 1、リサーチトライアル

大学院： 物性物理特論、物理学序論 (第 10 回)、Green Science and Engineering (Physics) (第 2 回)

その他： オープンキャンパス体験授業、東京大学大学院総合文化研究科集中講義

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

「基礎物理学」

ほぼシラバス通りの内容を実施した。授業アンケート結果は平均点程度であった。各回の終わりに簡単なクイズを 1、2 問用意し、学生の理解向上を図った。また、授業中にプロジェクタを使って二重振り子や共鳴現象の動画を見せ、学生が具体的イメージを持てるよう努めた。中間テストを実施したことは学生が勉強する機会になったと思うが、期末試験の平均点が予想より低かった。満点のものもいた一方で、ほとんど点が取れていないものが相当数いた点に今後の改善・工夫が必要である。

「数理物理」

ほぼシラバス通りの内容を実施した。授業アンケート結果は高評価であった。各回の終わりに簡単なクイズを 1、2 問用意し、学生の理解向上を図った。複素関数論の数学的な面よりも実践に重点を置き、具体的な問題において使いこなせるように例題を多く解説した。また、講義中に数分時間を取って簡単な問題を考えてもらうことで、学生の理解向上を図った。

「量子力学 1」

ほぼシラバス通りの内容を実施した。授業アンケート結果は平均点程度であった。各回の終わりに簡単なクイズを 1、2 問用意し、学生の理解向上を図った。昨年度まであった「量子力学入門」という科目がなくなったため、その内容の一部も取り入れた。そのため中間テストを実施する時間的余裕がなく実施しなかったが、これは学生が自身の理解を確認する機会を失わせることになったかもしれない。実際、期末試験の平均点が予想より低く、基本的事項を習得できていない学生が多く見られた。来年度は講義内容を一部削り、中間テストを実施する。

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

(学外)

- ・日本物理学会誌編集委員
- ・理化学研究所 創発物性科学研究センター 客員研究員
- ・日本金属学会欧文誌 Materials Transactions 特集企画エディター
- ・国際会議 International Conference on Complex Orders in Condensed Matter (ICCOCM)
組織委員

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

「電力系統の解析・制御技術の高性能化」

- 電力系統の高性能化と持続可能なエネルギー利用
- 電力系統の解析技術の高性能化

（展望）

電力系統の解析・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手法や制御手法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. 2025 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。）

2025 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，大容量電力変換器の制御手法
- ・ 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。）

- ・ JST LOTUS プログラムによるバーラ技術科学大学ピラニ校との共同研究
- ・ (株)TMEIC との共同研究
- ・ 九州電力送配電(株)との共同研究
- ・ 東京電力ホールディングス(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），
Graduation Research 1・2, Research Trial Autumn,
Master's Thesis Tutorial and Exercise 1A・1B・2A,
Seminar in Green Science and Engineering 1A・1B・2A

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、学習した知識に基づき電力系統に関する近年の課題に関する調査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・課題に関する調査と、電力系統やそれによるエネルギー利用に関する課題について調査と発表を行った。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

日本電気協会 発電電専門部会 電力貯蔵用電池分科会 委員

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

Department: Department of Engineering and Applied Sciences

Name: Edyta Dziemińska

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

Research area: Detonation, Rotating detonation engine, Combustion

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

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

1. Obstacles and grooves influence on flame and detonation propagation (graduate school research) (undergraduate research)
2. AMR combustion code development (graduate school research) (undergraduate research)
3. Rotating detonation engine (graduate school research)

(Prospects)

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

Currently, hydrogen as an alternative energy source 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 2025 (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. Effect of Injector Arrangement in Disk-type Rotating Detonation Engine. M. Mizota, S. Yamazaki, S. Matsuzono, E. Dzieminska, K. Ishihara. 30th ICDERS, July 2025
2. Analysis of detonation wave propagation inside the combustor of a disk-type rotating detonation engine. S. Matsuzono, E. Dzieminska, M. Kawalec, T. Suzuki, M. Ichyanagi. 30th ICDERS, July 2025
3. Experimental Investigation of Detonation Wave Propagation and Interactions with Different Media. S.K. Mall, E. Dzieminska, S. Numao, S. Yoshimura, T. Suzuki. 35th ISSW, July 2025
4. Detonation Propagation in the Presence of Water Surface. S. Numao, S. Yoshimura, E. Dzieminska, S.K. Mall, A.K. Hayashi, F. Onishi, I. Nakamori, N. Tsuboi, T. Kodama. The Thirteenth Mediterranean Combustion Symposium, June 2025
5. Detonation initiation and propagation in detonation channel with a pool for an equivalence ratio of 0.8 to 1.2. E. Dzieminska, A. Kusanobu, A.K. Hayashi, F. Onishi, I. Nakamori, N. Tsuboi, T. Kodama. The Thirteenth Mediterranean Combustion Symposium, June 2025
6. Routes Optimization for Electric Power Delivery EVs Considering Predicted Traffic Congestion Conditions. M. Chen, M. Ogasawara, E. Dzieminska, E. Yilmaz, S. Gao, W. Cao. SICE FES 2025, Sep 2025
7. Numerical Investigation of a Nested Double Annular Combustion Chamber Configuration for Rotating Detonation Engine Applications. R. Okada, E. Dzieminska, M. Kawalec, W. Cao. Transactions on Aerospace Research, 2026(1), March 2026 (Peer-reviewed journal)

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. 林 光一 (Cosmosilva) – Detonation propagation over a water surface
2. Michal Kawalec (Warsaw Institute of Aviation) – Experimental research on rotating detonation engine

3. Dr. Wojciech Rudy (Warsaw University of Technology) – experiments with detonation initiation over grooves

- Organized Sophia Symposium 「水素社会：技術革新、安全性、そして社会的視点」
- Organized laboratory experiments for students from Notre Dame who joined a special education program
- Gave a lecture at 「サイエンス。いいね！2026」

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

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.)

Every year, I work on improving the class content, the syllabus, and the format of classes to accommodate students' needs.

Attractive Lecture Award, shared with other professors.

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, The Institute for Studies of the Global Environment, Advanced Mechanical and Structural Materials Innovation Center, and Student Exchange Committee (SEC).

(Off-campus)

Member of 燃烧学会, 日本航空宇宙学会, The Combustion Institute, and AIAA.

Jury of the Maria Skłodowska-Curie Award.

Secretary of the Institute for Dynamics of Explosions and Reactive Systems.

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 the Polish charity event WOŚP 34rd Grand Final (10th 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、ナノワイヤ、有機金属気相成長法、選択成長

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

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

（展望）

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

2025 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）と半導体レーザのしきい値の関係について研究を行った。また半導体レーザの構造として、横モード単一化としきい値電流の低減のためにハイメサ導波路構造の試作を行い、室温発振を得た。今後さらに導波路幅を狭くしたレーザ素子の試作を行う。また室温連続発振のために、銀ナノ粒子を用いたレーザチップの金属板へのボンディング技術を研究し、InP 基板上レーザにおいては室温連続発振を、InP-Si 基板上レーザにおいてはパルスデューティ比増大による発振動作を得た。今後、銀ナノペーストのボンディング条件を最適化し、InP-Si 基板上レーザの室温連続発振を達成する。

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。InP ナノワイヤ太陽電池においては多重反射により平面（プレーナ）構造よりも光-電気変換効率が上昇することをシミュレーションによって明らかにした。実験的には、コアシェル構造に関して、コアナノ

ワイヤを成長後、成長炉内から取り出して、In ドロップレットをエッチングし、その後シェル構造を再成長する方法と、成長炉内で In ドロップレットを結晶化し、連続してシェル構造を成長する方法の比較検討を行った。今後、不純物ドーピングによるPN構造を導入し、太陽電池デバイスを試作する。

3. 2025 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 3 件、国内学会発表 6 件、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。）

2025 年度上智大学学術研究特別推進費「重点領域研究」に採択された。これは物質生命理工学科陸川教授、内田教授、竹岡教授、横田准教授、機能創造理工学科高井教授との共同研究である。

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

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

（学部講義）

電磁波伝搬の基礎、光電磁波伝送工学、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11回小テストを実施し、講義内容を理解するための演習を行った。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12回小テストを実施し、講義内容に関連する演習を行った。講義の前半の内容に関して中間試験を、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9回小テストを実施し、講義内容に関連したレポート課題を1回行った。レポートは例年より1回少なかったため、次年度はレポート課題の回数を増やしたいと思う。ほぼシラバス通りの内容を実施できた。

全学共通科目であるナノテクノロジーが、受講者がいなかったため開講中止となった。来年度からは予定通り開講しないことになっている。

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

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

- カーボンニュートラル燃料を対象とした燃焼工学（特にアンモニア燃焼）
- 内燃機関における燃焼特性・熱効率・排出特性の解析
- サブチャンバー／プレチャンバーを用いた高効率燃焼技術
- 噴射条件（ノズル形状・径・数）と燃焼挙動の関係解明
- エンジン内流動の可視化・解析（PIV・POD等）
- 沸騰熱伝達およびエンジン冷却系の熱マネジメント
- 機械学習を活用した燃焼・圧力予測およびモデル化
- 回転デトネーションエンジン（RDE）の燃焼および設計
- 着火促進技術（外部エネルギー付加等）を用いた燃焼制御

キーワード

- アンモニア燃焼 / Ammonia Combustion
- 定容燃焼容器 / Constant Volume Combustion Chamber (CVCC)
- スワール流 / Swirl Flow
- PIV 解析 / Particle Image Velocimetry (PIV)
- POD 解析 / Proper Orthogonal Decomposition (POD)
- 沸騰熱伝達 / Boiling Heat Transfer
- 機械学習 / Machine Learning
- 燃焼圧力予測 / Combustion Pressure Prediction
- 回転デトネーションエンジン / Rotating Detonation Engine (RDE)
- 持続可能エネルギー / Sustainable Energy

2. 研究テーマ

- アンモニアを燃料としたカーボンニュートラル内燃機関の燃焼特性解明
- サブチャンバー／プレチャンバーを用いた高効率・高安定燃焼技術の開発
- 定容燃焼容器（CVCC）によるアンモニア燃焼の基礎現象の解明
- ノズル形状・噴射条件が燃焼速度・圧力特性に与える影響評価
- アンモニア燃焼における乱流・ジェット相互作用の解明
- PIV・POD 解析を用いたエンジン筒内流動および燃焼構造の可視化
- 機械学習を活用した燃焼圧力・熱発生率の高精度予測モデルの構築
- 沸騰熱伝達およびエンジン冷却系における熱輸送機構の解明
- アンモニア燃焼における着火促進・燃焼安定化手法の開発

▶ 回転 detonation エンジン (RDE) における燃焼波の形成・安定性評価

中長期的展望

本研究は、アンモニア燃焼を中核としたカーボンニュートラルエネルギー技術の確立を目指し、実験・理論・データ科学を融合した新しい燃焼研究体系の構築を志向するものである。中期的には、定容燃焼容器 (CVCC) およびサブチャンバー燃焼により取得される高精度な実験データを基盤として、燃焼現象の支配因子を体系的に整理するとともに、機械学習 (DNN、Random Forest 等) と物理モデルを融合したハイブリッド燃焼モデルの確立を図る。これにより、燃焼圧力や熱発生挙動を高精度に予測可能な設計基盤を構築し、従来の経験則に依存しない定量的な燃焼設計を実現する。また、アンモニア燃焼の課題である着火性や燃焼安定性の改善に向けて、外部エネルギー付加などの着火促進技術や噴射・ノズル設計の最適化を統合的に検討し、内燃機関への応用を見据えた高効率・低排出燃焼システムの提案へと発展させる。さらに、燃焼現象と冷却・熱回収を統合した熱マネジメント設計に取り組み、エネルギー変換効率の最大化を目指すとともに、流動・燃焼・熱輸送の連成現象に関する新たな知見および設計指針の創出を行う。

長期的には、これらの成果を基盤として、アンモニアを基軸とする次世代燃焼・エネルギー変換システムの実用化を視野に入れた研究展開を行う。特に、回転 detonation エンジン (RDE) などの高効率推進・発電技術への応用を進め、従来の燃焼方式を超える高効率エネルギー変換の実現を目指す。また、実験データと AI を高度に統合したデジタルツイン型の燃焼設計・最適化プラットフォームを構築し、燃焼器設計の高度化と開発期間の大幅な短縮を可能とする。さらに、自動車、発電、航空分野などへの社会実装を見据えた実機スケールでの実証研究へと展開し、産業界との連携を強化することで、カーボンニュートラル社会の実現に貢献する。最終的には、燃焼・流動・熱・データ科学を統合した学際的研究拠点の形成を通じて、新たなエネルギー技術の創出と人材育成を両立させることを目標とする。

3. 2025 年度の研究成果

2025 年度においては、アンモニア燃焼を中心としたカーボンニュートラル燃料の燃焼研究を軸に、基礎現象の解明から応用展開、さらには機械学習との融合に至るまで、体系的かつ着実な進展が得られた。特に、サブチャンバーおよび定容燃焼容器 (CVCC) を用いた実験研究により、ノズル形状や燃焼室構造がアンモニア燃焼特性に与える影響を詳細に明らかにし、燃焼速度や圧力特性に関する定量的知見を蓄積した。これらの成果は、Applied Thermal Engineering をはじめとする国際誌に掲載され、当該分野における設計指針の提示に貢献している。

また、アンモニア/エタノール混焼や SACI エンジンに関する研究を通じて、実機応用を見据えた燃焼制御および排出特性の理解を深化させた。加えて、PIV および POD 解析を活用した筒内流動解析や、沸騰熱伝達に関する研究により、流動・燃焼・熱輸送の連成現象に関する包括的な理解が進展した。これらの成果は、International Journal of Engine Research や Experimental Heat Transfer などの査読論文として公表されている。

さらに、本年度の大きな特徴として、機械学習を活用した燃焼予測モデルの構築が挙

げられる。DNN や PINNs を用いた筒内圧力予測や燃焼特性評価に関する研究を積極的に推進し、実験データとデータ駆動型手法の融合による新たな解析枠組みを提示した。これにより、従来の経験的手法に依存しない高精度な燃焼予測の可能性を示した。

加えて、回転デトネーションエンジン (RDE) やデトネーション波伝播に関する研究にも着手し、国際会議 (ICDERS、ISSW 等) において成果発表を行うなど、新規研究領域への展開を図った。

学術発信の面では、複数の査読付き国際論文の発表に加え、自動車技術会、日本機械学会、国際会議等において多数の発表を行い、研究成果の国際的発信および研究ネットワークの強化を進めた。特に、燃焼、熱伝達、流動解析、AI 応用といった異なる分野を横断する研究発表が行われており、本研究の学際的広がりが顕著に示された。

以上より、2025 年度は、アンモニア燃焼の基礎理解の深化、燃焼制御技術の高度化、ならびに AI を活用した新たな解析手法の確立において重要な進展が得られたとともに、次年度以降の応用研究およびシステム統合研究へと発展する基盤が確立された年度であったと総括できる。

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として研究を推進
 - 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) 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およびモデル化を担当

海外研究機関との国際共同研究を実施 (研究者受入・国際連携)

- インド・TKM College of Engineering (Professor V. Baiju)
 - 吸着冷却システムに関する研究 (活性炭系複合吸着材の開発・特性評価)
 - 太陽熱駆動型冷却技術の高度化に貢献
- 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の実験的研究
 - 火炎安定性および熱発生特性の評価
- 中国・Guangdong Technion-Israel Institute of Technology (Professor Madan Kumar)
 - アンモニア・水素・メタノール等の再生可能燃料を用いた輸送用エンジン開発
 - 2024 年 11 月～2026 年 12 月の長期国際共同研究を推進中
- UDトラックスとの連携により、商用車のマルチパスウェイ戦略に関する特別講演会を学内で開催 (2026 年 1 月)

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。)

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
- GREEN SCIENCE AND ENGINEERING (MECHANICAL ENGINEERING)
- Master' s thesis tutorial and exercise
- DR. DISSERTATION TUTORIAL AND EXERCISE

実験科目

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

ゼミナール

- 機械工学ゼミナール I A、I B、II A、II B
- 大学院演習 I A、I B、II A、II B
- DR. THESIS GUIDANCE
- Seminar in green science and engineering 1A 1B, 2A 2B
- 機械工学輪講

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

本年度担当した授業科目（工業熱力学、熱エネルギー変換、機械工学輪講、機能創造理工学実験・演習、グローバル系科目等）において、授業アンケートの結果は全体として学部平均と同等またはそれ以上の評価を得ており、特に「教員の説明の分かりやすさ」および「授業への意欲」に関しては一貫して高い評価が得られた。

また、「主体的に取り組んだ」「知的に刺激された」といった項目についても高評価を得ており、学生の学習意欲を引き出す授業運営が一定の成果を上げていると考えられる。特に機械工学輪講やグローバル系科目においては、ディスカッションや発表を取り入れた授業設計により、ほぼ全項目で高い評価が得られている。

試験、演習、レポート等の採点結果および成績分布からも、多くの学生が授業目標に到達していることが確認でき、基礎理解から応用力まで段階的に習得されていると評価できる。特に熱力学系科目においては、演習問題を通じた理解定着が効果的に機能しており、一定の学力水準の維持・向上に寄与している。一方で、成績分布においては中間層の割合が比較的高く、より上位層を引き上げるための発展的課題の導入が今後の課題である。

授業運営上の工夫としては、(1) 理論説明と実例・応用との対応付け、(2) 演習問題の

段階的難易度設定、(3) 必要に応じたフィードバックの実施、(4) 研究内容や最新技術動向の紹介による動機付け、などを行った。これらの工夫により、授業内容の理解促進および学習意欲の向上に一定の効果があったと考えられる。

一方で、アンケート結果からは「アクティブ・ラーニング（議論・発表）」に関する評価が一部科目で相対的に低い傾向が見られ、講義型科目における双方向性の向上が今後の改善点として挙げられる。また、授業外学習時間が比較的短い傾向にあることから、課題設定や予習・復習の仕組みを工夫し、学習時間の確保を促す必要がある。

シラバスに記載した到達目標については、アンケート結果および成績評価の両面から概ね達成されていると判断できる。特に「基礎理論の理解」「応用への展開」「論理的思考力の養成」といった教育目標は一定水準で達成されている。一方で、より高度な応用力や主体的学習の深化を促すためには、課題の高度化や授業内外でのアクティブ・ラーニングの充実が今後の重要な課題である。

以上より、本年度の授業は概ね良好に実施され、教育目標の達成に寄与したと評価できるが、双方向性の強化および学習の高度化を図るための継続的改善が必要である。

7. 教育研究以外の活動

(学内)

- 機械工学領域・領域主任
- 理工学振興会・会長

(学外)

- 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、ロボットの自動制御

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

1) 歩行者の挙動を予測して、予測した動きに応じて、衝突のリスクの高さを考えながら、電動車椅子の経路を計画

電動車椅子の前方に歩行者がいる場合、現状の歩行者の動きを考慮した上、その先の歩行者の挙動を予測し、予測時間の長さに合わせて、予測精度の度合いを調整し、その上衝突が起こらないように電動車椅子の経路を計画します。

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) 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. 2025 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。)

雑誌論文

1. Shuang Gao, Chenhao Li, Wenjing Cao, Wenjing Cao, Yanbo Che, Consensus Control of Electric Vehicle Charging Stations for Providing Performance-based Frequency Regulation Service, IEEE Transactions on Vehicular Technology, 74(9) 13809-13820 2025.

2. 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), pp. 366-375, 2025.

3. 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, 13(6), pp. 1699-1712 (2025).

4. 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.

学会論文

1. Hongkang Yu, Rin Kuroiwa, Edyta Dzieminska, Emir Yilmaz, Huang Xiaoliang, Wenjing Cao, "Optimization of Electricity Delivery Routes for EVs Considering Predicted Residential Electricity Demand." IEEE ACC2025, Denver USA, 2025, July.

2. Mo Chen, Mayu Ogasawara, Edyta Dzieminska, Emir Yilmaz, Shuang Gao, Wenjing Cao, "Routes Optimization for Electric Power Delivery EVs Considering Predicted Traffic Congestion Conditions" SICE FES 2025, Chiang Mai, Thailand, 2025, September.

3. Owen Zi-wen Zhou, Hongkang Yu, Zhewen Zheng, Wenjing Cao, "A Structure-Consistent Virtual Lane Data Generation Method for Complementing Real-World Lane Data", MSCS 2026, Toyama, Japan, 2026 March.

4. Zhenlong Wu, Zihan Dong, Takehito Kobayashi, Kosei Akiyama, Wenjing Cao, "A K-Means-Based Depot Allocation Method for Mobility Services in a Smart Satellite City", MSCS 2026, Toyama, Japan, 2026 March.

学会招待講演

Wenjing Cao, "Maximization of Smart Mobility Service Revenue Considering Ride-share Discount Rate Using Dynamic Programming", SICE FES 2025, Chiang Mai, Thailand, 2025, September.

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

共同研究

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. IEEE ACC 2025, Associate Editor/論文審査.
2. SICE SI 2025, セッション企画/司会、論文審査
3. SICE FES 2025, セッション企画、論文審査
4. MSCS 2026, セッション企画、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 2A
- 14) SEMINAR IN GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 2A
- 15) MASTER'S THESIS TUTORIAL AND EXERCISE 1B
- 16) SEMINAR IN GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 1B
- 19) MASTER'S THESIS TUTORIAL AND EXERCISE 2B
- 20) SEMINAR IN GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 2B
- 21) リサーチトライアル春
- 22) 卒業研究 II
- 23) 卒業研究 II
- 24) GRADUATION RESEARCH 1

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) GREEN SCIENCE AND ENGINEERING
- 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まれます。)

(学内) 学内で下記のことを担当しました。
広報委員会 委員

(学外) 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。)
なし

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

- ① 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

「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. 2025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。)

上記，①水素脆化メカニズムの解明，②自動車の軽量化に向け耐水素脆化特性に優れた高

強度鋼の創製，③水素エネルギー社会実現に向けたインフラ材料の構築について研究の3つに関して、着実に成果が得られつつある。

4. 大学内外における共同的研究活動（共同研究、学内共同研究などを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。）

学内においては、重点領域研究「光駆動による循環システム」に採択され共同研究を開始した。また、学外においては、9つの企業から委託研究・学外共同研究を受託し、共同研究を実施した。その他、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、学生からある一定の評価を受け、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まれます。）

（学内）

理工学研究科委員長、その他、職責に伴う委員

（学外）

2008年～（一社）日本鉄鋼協会評議員

2023年4月～ NEDO 鋼材ステアリング委員会委員

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，核融合，
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）

- ・ LCP シート挿入時における HTS コイルの冷却特性と接触面圧の評価
- ・ JT-60SA 超伝導コイルの設置誤差により生じる TF コイル用クエンチ検出電圧の評価
- ・ トカマク型核融合炉用超伝導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
- ・ NI 系 REBCO コイルにおける金属メッシュ抵抗制御界面の電気的特性
- ・ 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浮上力及び案内力特性
- ・ HTS バルクを使用した吸引型磁気浮上システムにおけるコイルサイズが浮上力特性に及ぼす影響イオン液体含浸 YBCO コイルの伝導冷却下におけるクエンチ保護特性の実験的評価
- ・ 面積流量計のホール IC の位置変更による磁場分布評価
- ・ 金属メッシュを介した REBCO 線材間の接触界面の圧力依存性
- ・ HTS バルクを用いた磁気浮上システムにおける遮蔽電流評価

3. 2025 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 ポルトガル 6件

12月 低温工学超電導学会（大阪）2件

3月 電気学会（東京）4件

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。(理工学部の学生アンケートでBest 5に入り，教授会で表彰された実績あり)
- 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。(理工学部の学生アンケートで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，副部門長，研究調査運営委員会委員長，国際委員会委員長，部門大会実行委員会委員，超伝導機器技術委員会幹事，電気学会本部の，経営企画委員会委員，研究調査会議委員，会計会議委員

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（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。）

- ・簡易人体モデルを用いた人体運動分析
- ・高速鉄道車両の乗り心地に関する研究
- ・ゴルフクラブのプレイヤーとのマッチングに関する研究
- ・評価グリッド法を用いた評価構造の解明

（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. 2025 年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。）

- ・自動ブレーキの感性評価に関して，人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，力学モデルを用いた統合的な検討を進めた。
- ・気管挿管動作時の視線と人体運動の分析に関して道具の機能の差から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新たな物理量による提案指標の有用性を示した。

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

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’

東海旅客鉄道株式会社 ‘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，機械設計とデータ分析

- 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。）

機械設計とデータ分析

アクティブラーニングの一環として、参加学生に講義内容の実験に参加させ、それらのデータの分析を行うことで、理論と実践を学ばせる講義を試みた。学生に興味を持ってもらうことができた。

- 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）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1年クラス担任

（学外）日本機械学会 交通物流部門 鉄道技術委員会 委員
JSCMR 主催 国際会議 CM2025 実行委員長

- 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。）

東京都主催のキラリ☆サイエンス Fes！に出展社として協力した。具体的には、受託業者である吉本興業のタレント，ガンバレルーヤのよしこさんの表情をモーションキャプチャで撮影し、その動きなどのデモを行い，女子小中学生の理系への興味を促進する講義を行った。

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

1. 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. バニシング加工メカニズムの解明に関する研究
6. CAD データに基づき展開図を用いた CFRTP のプレス成形に関する研究
7. 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)

シチズンマシナリー株式会社の共同研究として、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。銅-アルミニウム接合において接合面付近に金属間加工物が生成されていることを確認した。また X 線 CT による金属間化合物および空隙の 3 次元的分布について分析を行った。

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に変わって工業製品の構造部材としての需要が伸びている機能性樹脂材料の加工技術開発に取り組んでいる。

CFRP の旋削に関しては、NC 旋盤による放電援用加工について、形状記憶合金を用いた放電電極ギャップ自動調整機構を開発し、安定した放電加工が可能となった。

CFRTP の多品種少量生産に用いるインクリメンタルフォーミングによるシェル形状 3 次元造形法開発を行った。キャビティ型を用いる事で成形精度を大幅に向上することができた。一方で 3 次元スキャナを用いた形状評価については 2025 年 10 月より検証を開始したばかりであり、さらなる検討を有する。

バニシング加工の加工メカニズム解明に関してはアルミニウム合金のバニシング加工 Wo 例にとり、弾塑性 FEM 解析を試みている。

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を行い、実際に運転実験を行うことができた。熱処理および DLC コーティングを行ったロータリーバルブを用いる事で問題となっていたスカuffingを解決できた。

3. 2025 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.	Han Gao, Hidetake Tanaka, Emir Yilmaz	Development of an SMA actuator-driven electrode structure with automatic inter-electrode gap adjustment mechanism for EDAT	The 11th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st century (LEM21)	OPS-6	2025 査読有
2.	Zhengshang Ning, Emir Yilmaz, Hidetake Tanaka	A comparative study on the tribological behavior of piston ring-cylinder liner in ammonia-dispersed engine oil	The 11th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st century (LEM21)	OPS-27	2025 査読有
3.	Po Lung Liang, Hidetake Tanaka, Emir Yilmaz	Investigation of the formability of CFRTP incremental forming on cavity mold	The 11th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st century (LEM21)	OPS-16	2025 査読有
4.	Hidetake Tanaka, Ryuta Kuboshima, Emir Yilmaz	Electrical Discharge Assisted Turning of CFRP under Low Voltage Conditions	The 27th International Symposium on Advances in Abrasive Technology , 16 - 19 Nov. 2025	D19	2025 査読有
5.	岡田 維摩, Emir Yilmaz, 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 (第 2 報) -製作した傾斜プラネタリ加工装置の性能検証	2026 年度精密工学会春季大会	A27	2026

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

セミナー開催

精密工学会主催, 第 444 回講習会

「【基礎講座】見た目以上の価値を創る! 「表面処理」の世界」 上智大学 図書館棟会議室/ライブ配信, 2025 年 6 月 27 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），数学演習，数学 IIB（多変数微積），精密加工学特論，Green Science and 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。）

数学 BI および数学 BII ではホワイトボードを使用した板書による講義を行った。また数学演習も担当した。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パラメトリック曲線の課題を課した。

機械設計演習 I は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。3D-CAD モデルと図面を作成するテストも課した。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。機械設計演習 II では水平多関節型産業用ロボットを題材にし，受講者個人ごとに別の課題を設定し，設計計算，部品の選定から 3D-CAD によるモデリングと 2 次元製図の提出までおこなった。

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。）

（学内）

SG 委員会副委員長，STEC 担当

（学外）

砥粒加工学会理事，砥粒加工学会誌編集委員長，日本機械学会生産加工・工作機械部門漢字，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，日本機械学会英文誌論文集校閲委員，日本機械学会関東地区商議員，砥粒加工学会校閲協力委員

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

所属 機能創造理工学科

氏名 張 月琳

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

研究分野：頭部外傷の発症予測に関する研究，頭部保護具の開発に関する研究

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

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

「脳損傷症例を用いた再現解析システムによる受傷状況の推定」

「外傷性脳損傷可視化のための頭部有限要素モデルの開発」

「マーカー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. 2025 年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。）

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

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

「マーカー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-

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、ヘッドインパクト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」

公益社団法人ジャパン・プロフェッショナル・バスケットボールリーグ

「B. LEAGUE 内の脳振盪受傷映像に基づく数値解析を用いた頭蓋内力学負荷の可視化」

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，機能創造理工学 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。）

「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。

「応用材料力学」

講義の最初に前回の講義のポイントをまとめ、今回の講義の内容について概略的に説明するようにした。講義中に練習問題を取り入れて、各章が終わったところで演習を取り入れて理解度を測るようにした。受講生の成績の平均は概ねよかったが、不合格者も若干名おり、演習やレポート等で具体的に指示する必要がある。

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

（学内）

- ・理工自己点検評価委員

（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、鉄道技術史

キーワード： レール/車輪接触問題、車両運動、鉄道技術の変遷

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

鉄道車両の安全、安定性に関する研究

（展望）

鉄道の車輪・レール接触問題を中心としてマルチボディダイナミクスを援用した、車両、軌道運動の解析技術の向上、および現象解明を目的とした研究を展開している。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いる。不整を有する軌道上を走行する車両の運動解析技術は、鉄道の安全、安定に強く貢献すると考えられる。数値解析結果、フィールド調査結果などの比較検討によって、過大な輪重が生じるメカニズムの解明などを目指す。

鉄道技術の変遷

（展望）

我が国は世界有数の鉄道大国であり、その技術は世界から格段の信頼を得ている。このような技術進展と適切な鉄道ネットワークの配置がどのような社会背景や技術進展を得て成し遂げられたのか、鉄道全体の発展とそれを支えた保線技術の進展とを比較、整理しながらこの理由を明らかにする。これによって、世界の鉄道、特にこれから重点的に鉄道を導入、発展させる地域に対して、どのような技術がこれから必要となるのかの指針作りに貢献できるようになる。

3. 2025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。）

鉄道車両の安全、安定性に関する研究

不整を有する軌道上を走行する車両の運動解析について、モデリングとて意識化手法を開発した。特にレールの柔軟性も考慮することにより、精度の高い輪重変動解析が可能となった。主な成果は以下のとおりである。

- 1) フィールドデータに基づく不整を有する軌道のモデリング
- 2) マルチボディダイナミクスを用いた車輪・軌道系の輪重変動メカニズムの解明
- 3) 車輪・軌道系の輪重変動における上下変動の車両間伝播の影響解析

鉄道技術の変遷

鉄道の発展を、機関、電化、延伸、高速化などの観点から整理を行い、それぞれのフェーズにおいて必要となる保線技術を抽出し、この両者を比較するマトリクスを開発した。現状では、鉄道の進展を期待する地域、国において、このマトリクスを用いて、現在の鉄道の立ち位置、これから必要とされる保線技術などの戦略策定に活用されることが期待される。

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

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・軌道系運動解析

- 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。)

力学(20250年度休講)、応用機構学、その他大学院演習、研究指導を担当
博士後期課程学生の学位論文指導

- 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。)

授業では、演習を毎回設け、グループによる課題取組みを実施した。相互理解度が図られ学生にも好評であった。また授業中に学生に発言させる機会を多く持った。引きつづき動画の活用や、実システムの挙動を対象とする新しい教育マテリアルの開発を考えたい。

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

(学内)

学校法人上智学院経営企画担当理事

(学外)

私立大学連盟・副会長 (25年6月まで)

一般車社団法人クレーン協会・理事 など

以上

所属 機能創造理工学科

氏名 富樫 理恵

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

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

キーワード： InGaN, 窒化ガリウム(GaN)、ナノコラム、酸化ガリウム(Ga_2O_3)、酸化インジウム(In_2O_3)、窒化物半導体、酸化物半導体、結晶成長、熱力学解析、光デバイス、LED、マイクロ LED、レーザ、電子デバイス、気相成長、分子線エピタキシー、エッチング

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

- ① 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 水ガス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。InGaN/GaN ナノコラムでは、パターン基板上の結晶成長によって、コラム径を変化させると、可視全域で発光波長を制御できる。これを用いて、本研究では、同一基板上に三原色 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、フォトリソニック結晶効果と発光色制御を同時に発現させ、高い放射ビーム指向性、波長温度/電流安定性をもつ新世代の三原色集積型マイクロ LED を実現する。
- 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 (Al_2O_3 , Ga_2O_3 , In_2O_3) の結晶成長、およびデバイス化について検討している。特に、単斜晶系 β -ガリア構造を有する β 型酸化ガリウム($\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$)結晶は、広いバンドギャップを有することから、Si に代わる次世代パワーデバイス用材料として注目されている。近年、 Ga_2O_3 を用いた SBD や MOSFET、またより大きなバンドギャップを持つ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ とのヘテロ接合を用いた MODFET の試作およびその良好なデバイス性能が報告されている。これらのデバイスは、MBE 法や HVPE 法により成長させたエピタキシャルウェハをもとに構成されるため、デバイス技術の進展にはエピタキシャル

成長技術の成熟が不可欠である。これまで、HVPE 法による Ga_2O_3 の成長の熱力学解析による反応現象の解析を行い、この結果に基づいた成長装置の構築により高純度 Ga_2O_3 の高温・高速成長を達成している。

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. 2025 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 電流注入効率改善のための p-AlGaN EBL の高品質化

ナノコラム(NC)では格子歪抑制などのナノ結晶効果により、赤色域でも優れた発光特性が期待される。これまで、オンウエハーEQE : 2.1%の赤色 NC-LED を実現したが、Mg の過剰ドーピングに起因する欠陥が p-GaN クラッド層にみられた。そこで、Mg ドープ量を減少させて LED 結晶を作製したところ、電流-電圧特性は改善されたが、AlGaN-EBL 層の表面に凹凸が残り、その平坦化に課題が残った。今回、AlGaN 表面平坦化を目指してシャッター制御法を採用し、成長温度を 100 °C 増加させることで Al 表面マイグレーションを促進させながら LED 結晶を成長することを検討した。

従来条件で AlGaN-EBL を成長させた LED の発光近視野像とその EL スペクトルでは、発光分布の不均一性が見られた。これは AlGaN-EBL 表面の凹凸によるナノコラム間の電流注入効率のばらつきに起因すると考えられる。この課題に対処するため、GaN 基板上に Ti マスク選択成長法を用いて、InGaN/AlN/AlGaN MQW (5 ペア) を発光層とする pn 接合 NC 結晶を作製した。従来条件に対して AlGaN の成長温度を、+50 °C および+100 °C と高温に設定して比較を行った。AlGaN 成長中にはシャッター制御法を適用し、窒素シャッターを断続的に閉じることで Al および Ga の表面マイグレーションを促進させた。さらに、100 °C 高温条件で成長した AlGaN-EBL 結晶では、InGaN/AlGaN MQW 成長後にキャップ層 (AlGaN/GaN SL : 5 ペア) を導入し、高温成長時の In 離脱の抑制を図った。その結果、従来条件に対して、100 °C 高温成長条件では、より均一なトップ形状を有する NC 結晶が得られた。

② Ni マスクを用いたナノテンプレート選択成長法による InGaN ナノコラムの直接成長

ナノコラム(NC)は直径数 10~数 100 nm の柱状結晶で、InGaN NC では周期(L)や直径によって可視光全域の発光色制御が得られる。これまで、GaN 基板上にトップダウンエッチングナノピラー構造を形成し、これをナノテンプレートとして選択成長を行い、均一な NC 成

長を実現してきた。ここでは Ti ナノドットマスクとドライエッチングによって下地ナノピラー構造を作製したが、GaN と Ti のエッチング選択比が小さく、サイドエッチングが生じやすいため、ナノピラー側面がテーパ形状となつて、直径による高さバラツキの発生が課題であった。本研究では、この課題を Ni ナノドットマスクパターンによって解決し、ナノテンプレート上に n-GaN ナノコラム成長を介さないで InGaN NC の直接成長を行った。

HVPE 成長 GaN テンプレート基板に、ALD 法により SiO₂ を成膜し、電子線リソグラフィ(EBL)でナノパターンを描画した。次に、電子線ビーム蒸着により Ni を蒸着し、リフトオフ処理によってナノパターンを Ni ナノドットパターンに転写した。これをマスクとして RIE-ICP ドライエッチングを行い、引き続き Ni マスクおよび SiO₂ 層のウェットエッチング除去を行い、均一なナノピラー構造ナノテンプレートを作製した。

Ni マスクを用いて作製した周期 L = 120 nm, 280 nm におけるナノテンプレートの鳥瞰 SEM 像より、Ni ナノドットマスクによって周期によらず平坦な (0001) c 面トップを有する高アスペクト比のナノテンプレートが得られた。このナノピラー構造を RF-MBE によるナノテンプレート選択成長に用いながら、ナノピラー上に直接 InGaN を成長させ、バルク InGaN NC アレイを得た。その結果、室温 PL スペクトルより、ナノコラム周期の変化に応じて発光波長が 551 ~ 668 nm の範囲で変化し、In 組成および発光波長がナノコラム周期によって制御が可能であることが示唆された。

③ プラズモニック結晶応用を目指した Ni マスクナノテンプレート選択成長法によるハニカム格子 InGaN/GaN ナノコラムの作製

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。中でもハニカム格子ナノコラムは、プラズモニックナノコラム LED に適した格子配列を有する。これまでに、ナノテンプレート選択成長法を用いて赤色発光ナノコラムを作製に成功した。しかし、最隣接コラム間距離(a)が大きい領域(a>200nm)では、コラム間に異常成長が生じる課題があった。本研究では、Ni マスクを用いたナノテンプレート作製により充填率を高め、コラム間の異常成長の抑制と高輝度赤色発光 InGaN/GaN ナノコラムの作製を目指し研究を行った。

HVPE-GaN/sapphire(0001)基板に SiO₂ を 50 nm 成膜後、電子線リソグラフィ(EBL)によりハニカム格子状のナノホールをパターンニングし、Ni を 50 nm 蒸着・リフトオフすることで Ni ドットパターンマスクを作製した。ICP ドライエッチングによりナノピラーを形成後、ピラニア酸およびバッファードフッ酸により Ni と SiO₂ を除去し、ナノテンプレートを得た。得られたテンプレート上に、RF-MBE 法を用いて n-GaN, n-AlGaIn/GaN, InGaIn/GaN 超格子(SL)、InGaIn/AlGaIn 多重量子井戸(MQW)を順次成長させた。

Ni マスクおよび従来の Ti マスクを用いて作製したナノテンプレートの鳥瞰および俯瞰 SEM 像より、Ni マスクを用いた場合、c 面に対応する平坦なトップ形状が得られ、マスク充填率は約 50%と、Ti マスクの約 35%に比べて高かった。さらに、Ni マスクでは高い充填率を維持できているため、遮蔽効果が十分に効き n-AlGaIn/GaN 成長後でもコラム間の異常成長を抑制することができた。

④ ナノテンプレート選択成長法による Si(111)基板上への 200 nm 以下の短周期窒化物 ナノコラム成長

ナノコラム(NC)は直径数 10~数 100 nm の柱状結晶であり、無転位性や格子歪緩和などのナノ結晶効果によって優れた発光特性を示す。Si 基板上に InGaN/GaN NC-LED を作製することで、フリップチップボンディングによる駆動 IC チップへの低ダメージ転写や、安価で大面積な NC-LED の実現につながる。これまで、ナノテンプレート選択成長法により、MEE-AIN/AlGaN バッファ層を成長させることで、AIN/Si(111)基板上への均一な GaN NC の成長に成功した。さらに、厚膜 InGaN 活性層を成長させ、純色性の高い赤色の PL 発光を得た。これまで、Si 基板上では NC 周期 $L \geq 200$ nm の InGaN/GaN ナノコラムの研究について報告してきたが、本研究では、より高いナノ結晶効果が期待される周期 $L \leq 200$ nm の細線領域において、ナノテンプレート選択成長法により、Si(111)基板上への InGaN/GaN NC の成長を行った。

スパッタ法により AIN が成膜された Si(111)基板上に、ネガ型レジストを用いた電子線リソグラフィ(EBL)によりパターンを形成した。続いて、ネガ型レジストをマスクに ICP ドライエッチングにより、三角格子配列、周期 $L = 160 \sim 200$ nm のナノテンプレートを作製した。このテンプレート上に、RF-MBE 法により MEE-AIN/AlGaN バッファ層、および n-GaN:Si NC を 45 分間成長させた後、InGaN バルク活性層を 6 分 30 秒成長し、InGaN/GaN NC を作製した。InGaN/GaN NC 成長後の鳥瞰 SEM 像より、周期 $L = 160$ nm の細線領域においても、高い均一性を保った InGaN/GaN NC の形成が確認された。さらに、InGaN/GaN NC の室温 PL 発光スペクトルより、波長 626 nm、半値全幅 88.8 nm の赤色発光を確認した。

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

立方晶のビックスバイト構造を持つ単結晶酸化インジウム(c-In₂O₃)はおよそ 3.4 eV の広い光学吸収端を有することから、次世代光・電子デバイス応用のためのワイドバンドギャップ半導体材料として注目されている。本研究では、高純度金属 In と H₂O ガスの反応で In₂O 分子を選択的に生成する新規原料分子種生成制御法を提案し、生成した In₂O ガスと追加供給する H₂O ガスとの反応により、c-In₂O₃ 成長を実施し、高純度 c-In₂O₃ 成長層を得ることを目的としている。

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

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 克巳客員教授）「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 隆男准教授）「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（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6回半導体ナノフォトンクス研究会、主催：半導体研究所、2025年11月19日13:00～18:20 上智大学 中央図書館9階 L-911 会議室

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、電子物性工学、機能創造理工学実験・演習1、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1、機能創造理工学実験・演習2、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2、電気電子工学実験I、GREEN ENGINEERING LAB. 3、卒業研究I、卒業研究II、つくるI（キャリア形成I）、大学院演習IA、大学院演習IIA、電気・電子工学ゼミナールIA、電気・電子工学ゼミナールIIA、量子化学I（東京農工大学工学部、非常勤科目）、量子化学計算概論（東京農工大学工学部、非常勤科目）

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

「光電子デバイス」

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

「光伝送工学」

光エレクトロニクス基礎としての光導波路および光デバイスについて講義した。具体的には、半導体レーザーとその動作特性、高速変調のモード制御、光集積デバイス、発光ダイ

オード、受光デバイス、光導波路と伝搬モード、導波路間光結合、光ファイバとその伝送特性、光伝送の最先端技術などについて受講生が理解できるよう努めた。毎回小テストを取り入れることで受講生の習熟度を高める工夫をした。

「電子物性工学」

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

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

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

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

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

「卒業研究 I」、「卒業研究 II」

研究室の研究分野から各自の自主性によってテーマを選択し、研究指導を実施した。「卒業研究 I」、及び「卒業研究 II」の両科目により研究を遂行し、完了後は卒業論文としてまとめて論文審査を行った。2025 年度の卒業論文題目は、「InGaN 系赤色発光マイクロ LED の内部量子効率改善への取り組み」、「赤色発光 InGaN 系ナノコラムの電流注入効率改善の検討」、「ナノテンプレート選択成長法による Si 基板上 GaN ナノコラム成長における MEE-AIN バッファ層の条件検討」、「OVPE 法を用いたサファイア基板上 In₂O₃ 成長の検討」で、III族窒化物半導体材料、および酸化物半導体材料について、次世代光・電子デバイス応用に向けた検討を実施した。

「量子化学計算概論」（東京農工大学工学部、非常勤科目）

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

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

（学内）

- SLO 企画委員
- 1 年次担任

（学外）

- ナイトライド基金運営委員
- 酸化物基金運営委員
- 日本結晶成長学会 ナノエピ分科会幹事
- 公益社団法人 応用物理学会 結晶工学分科会幹事
- 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
- 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
- 第 9 回ウルトラワイドギャップ材料およびデバイスに関する国際ワークショップ (IWUMD202), 実行委員会委員、プログラム委員（酸化物）

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、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 波応答性を有する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しています。

キーワード：半導体、ナノテクノロジー、相変化材料、抵抗変化メモリ、ニューロモルフィックデバイス、非エルミート光学、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」

導電性ブリッジ型ランダムアクセスメモリ（CBRAM）や相変化メモリ（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や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。さらに、生体内では神経伝達物質（ドーパミン、アセチルコリン、GABA）、受容体の種類や投与タイミング、報酬やサプライズといった第三の因子によって神経細胞動作が変調されることが知られている。こうした第三の因子による変調を含む複雑な神経細胞動作の模倣に向けて、本研究では RF 波に着目し、RF 入力および伝送が可能な Ag-(Ge)-(Sb)-Te 系 CBRAM を提案し、その作製および評価を行っている。

○テーマ：「Ag の異常拡散を利用した新規材料の開拓」

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、新規な構造および結晶相の創製に取り組んでいる。Ag の異常拡散により、融点やガラス転移温度以下においても構造変化が可能となり、熱平衡状態の相図には現れない結晶相や構造の形成が可能となる。例えば、これまでに人工的な生成例がほとんど報告されていない直方晶 AgTe の作製に成功している。

○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」

宇宙における固体微粒子の形成・進化の理解に重要な赤外線天文学への応用を目指し、半導体微細加工および非エルミート光学を駆使した GRIN レンズや干渉フィルタの開発を、宇宙航空研究開発機構および国立天文台との共同研究として進めている。フォトリソグラフィや電子線リソグラフィ（EB リソグラフィ）によるパターンニングと、ドライエッチングお

よびウェットエッチングを組み合わせることで、サブ波長構造や新原理に基づく赤外線フィルタ、モスアイ (moth-eye) 構造の作製を実現した。さらに、メタルマスクを用いた深掘りエッチングにより、高性能な GRIN レンズの作製にも成功している。また、非エルミート光学において注目される例外点 (exceptional point) と呼ばれる特異点を、バビネ相補型構造対を有するファブリ・ペロー共振器において見だし、その物理の探求を進めてきた。今後は、デバイス性能の向上と新規物理の解明を並行して推進していく。

3. 2025 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 波により、シナプス可塑性を模したコンダクタンス変化つまり、LTP (Long-Term Potentiation)、LTD (Long-Term Depression) に対応する変調を実証した。今後ニューロモルフィックデバイスとしての特性を評価していく。
- スパッタ法により形成したアモルファスあるいは多結晶 Ag-Te 薄膜に対し、真空中で熱アニールを施すのみで、外部からの物質供給を伴わずナノピラー状構造が自発的に形成される現象を見いだした。本現象は、Ag の高速拡散に起因する組成再分配、固相デウェッティング、ならびに相分離・応力緩和が競合することで生じる拡散律速型の形態不安定性として理解される。特に、熱平衡相図には現れない準安定構造や異方的結晶成長が関与している可能性があり、非平衡過程における自己組織化現象として重要な位置づけを持つ。
- JAXA 宇宙科学研究所との共同研究により、赤外線天文学用のメタサーフェスマirror 2 枚からなる高剛性フィルタを高性能化した。大阪大学レーザー科学研究所での共同利用実験では、低温下での耐性を確認した。電磁界シミュレーションと FT-IR 評価により、ファブリペロー共振器モードと電極下部のスプーフ表面プラズモン・ポラリトノイドの例外点 (Exceptional Point: EP) 近傍特有の現象を観測した。角度依存性の低いフィルタの開拓に貢献し得る重要な知見といえる。
- マスクレス露光装置、ICP-RIE のボッシュエッチングを用いた Si ドライエッチング条件を精査した。ランピングの導入などにより、目標である均一穴径、深さ $180\ \mu\text{m}$ 程度の Si エッチングを達成した。アスペクト比依存性エッチング (ARDE) 効果にともなう深さ依存、テーパー構造補正した赤外線センサー向け GRIN (GRAdient INdex) lens を設計し、作製した。作製した構造パラメータを用いた電磁界シミュレーションにより、目標値である電場集光度 5 倍以上を達成していることを確認した。
- CdZnTe を用いたイメージョ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、東京大学との共同研究によりレーザー加工を進めた。レーザー加工に適した封止技術を開拓し、 μ メータオーダーの加工に成功した。

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

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) : 「テラヘルツ光学特性評価システム利用」(大阪大学 中嶋教授)

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、学生の希望も依然として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「小テストなどを解説の後に入れてくださるので実際に授業内でアウトプットできる」等の意見があり、好評であった。一方講義の進め方について、前半の容易な部分は遅く感じ、後半の難易度の上昇した部分は早く感じるとの意見が多かった。今後は、難易度に合わせた講義速度を心がけたい。「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、「線形代数や量子力学の前提知識に個人差があり、それによっては理解が難しい」との意見もあった。より知識の前提の少ない講義になるよう補足を増やしていきたい。

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

(学内) 理工広報委員, 電頭委員会委員, 2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。)
静岡聖光学院高校への出張講義を行い、理学・工学の差異や両者の融合手法、学部・研究事例を紹介した。

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)
- FEMによる輪重を受けるレール内き裂の応力拡大係数の評価 (大学院修士研究)
- 有限要素法を用いたCFRP積層板の損傷進展解析手法の検討 (大学院修士研究)
- クラッド構造におけるき裂の応力拡大係数評価手法の検討 (大学院修士研究)
- FEMを用いたCFRP積層円筒殻の座屈強度解析 (卒研)
- FEMを用いたCFRP積層構造の座屈固有値解析 (卒研)
- CFRP材DCB試験片の結合力モデルによるはく離進展解析 (卒研)
- FEMを用いたアルミニウム合金補強材の弾塑性座屈解析 (卒研)

(展望)

「数値シミュレーションによる構造物の強度信頼性評価方法の確立」というテーマで研究に取り組んでいる。適用機器・分野は、発電プラントで用いられる配管構造、航空機で用いられるCFRP積層複合材料構造などである。これまでエネルギー解放率、応力拡大係数、J積分などを用いて損傷進展条件を設定したシミュレーションを主に実施してきた。今後は、応力ベースの損傷発生、エネルギーベースの損傷進展を考慮できる結合力モデル (CZM)、連続体損傷力学(CDM)にも着目し、拡張有限要素法 (XFEM) と組み合わせて、より実際的な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. 2025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
- 初期き裂を考慮したCZMを用いたXFEM解析の実施

4. 大学内外における共同的な研究活動

- 日本計算工学会第30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 38 回計算力学講演会、OS オーガナイザー

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）
- Advanced Mechanical Engineering I（大学院：秋学期）
- Green Science and Engineering (Mechanical Engineering)（大学院：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
例年通りに実施できた。
- 機械システム設計演習 II
- 機械システム設計演習 I に実施した内容の一部を変更（軸受けの最適化→弾塑性解析）して実施した。
- Advanced Mechanical Engineering I
例年通りにオンデマンドと ZOOM を組み合わせた反転授業形式で実施した。
- Green Science and Engineering (Mechanical Engineering)
26 年 1 月 21 日（水）5 時限に対面で実施し、当日課題を出題した。

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

2025年5月 日本計算工学会 論文賞受賞.

杉山 優理氏, 博士論文副査.

Li Yanlong 氏 (指導学生), 博士論文主査.

唐澤 達史氏, 博士論文副査.

所属 機能創造理工学科

氏名 中村 一也

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

研究分野： 超伝導技術の電力機器応用

キーワード： 超伝導，電力機器

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

超伝導技術と応用機器への展開を主要テーマに，研究に取り組んでいる。

超伝導の特徴である完全導電性や完全反磁性を生かした新機能デバイスの研究開発（超伝導NMRの高性能化，新機能巻棒マグネット技術，超伝導磁気浮上システムの開発），あるいはエネルギー有効利用や環境保全の観点からの要求仕様を満たすデバイスの研究開発（核融合炉用マグネットの安定性調査，超伝導電力貯蔵装置の開発）を検討している。また，超伝導ではないが，上記の研究での技術を利用したマグネットフロート式インジケータの磁気分布の調査も行っている。

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

- (1) 超伝導NMRの高性能化（学部，修士）
- (2) 核融合炉用超伝導マグネットの安定性調査（学部，修士）
- (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）

3. 2025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。）

2025年度の結果は令和6年電気学会全国大会（3月宮城）で4件発表した。また2026年度、アメリカで行なわれる国際会議 Applied Superconductivity Conference で6件発表する予定である。これらの結果から、学会での発表が行なえる成果が得られたと考えられる。

4. 大学内外における共同的研究活動（共同研究、学内共同研究などを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，核融合科学研究所，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Ⅰ，機能創造理工学実験・演習Ⅱ，研究指導，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2，SCIENCE，TECHNOLOGY AND ENVIRONMENT，卒業研究Ⅰ，卒業研究Ⅱ

※大学院

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

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

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

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

（学内）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，図書選定委員，3年次担任

（学外）電気学会 新進会員活動委員会 2号委員，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電導コイルの高電流密度化、高安定化及び高クエンチ耐性化』

役割：分担者

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、
- 族化合物半導体、分子線エピタキシー成長、窒化物半導体、ナノコラム

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

研究テーマ

- 「 - 族化合物半導体を用いた可視光デバイスの研究」
- 「 - 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 MgSe/ZnCdSe 共鳴トンネルダイオードの理論解析と非対称構造による高性能化に向けた検討」
- 「InP 基板上 MgZnCdSe、MgSe/ZnCdSe 超格子の作製と評価及び Mg 組成についての検討」
- 「InP 基板上 ZnCdSe の分子線エピタキシー成長における InGaAs バッファ層の影響」
- 「InP 基板上 MgZnCdSe、MgSe/ZnCdSe 超格子の室温フォトルミネッセンス特性評価」

（展望）

InP 基板上 - 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 - 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 - 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 - 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こと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 MgZnCdSe 混晶及び MgSe/ZnCdSe 超格子の作製と評価を行った。これらはレーザや LED において光を発生させる部分(活性層)における重要な構成材料である。ここでは、これら材料を分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて作製し、組成分析や発光特性等について調べた。組成分析については幾つかの方法で行ったが、各々の結果にばらつきがあり、より精度良く測定する手法について今後も検討する必要があることが示された。また発光特性では、MgZnCdSe 混晶よりも MgSe/ZnCdSe 超格子の方が発光強度が高く、特性が優れていることが分かった。両者とも構成元素やそれらの組成比はほぼ同じであるのに発光特性に違いが生じた。この原因については今のところ不明であるが、興味深い現象であるので今後検討すべき課題とした。
- 2) InP 基板上 ZnCdSe の高品質化について検討した。ZnCdSe はレーザや LED 等のデバイスを構成する基本要素として重要である。通常、ZnCdSe の高品質化には下地層として設ける InGaAs バッファ層が重要であると考えられている。ここでは InGaAs バッファ層の結晶性とその上に成長させた ZnCdSe 層の特性との関係について調べた。具体的には条件を変えて成長させた InGaAs 層上に ZnCdSe 層を成長させ、特性を評価した。その結果、InGaAs 層の成長条件がその上の ZnCdSe 層の発光特性に影響することが示された。今後もより詳細な検討を進めて行く。
- 3) InP 基板上 - 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。これまで、RTD の二重障壁の片方の障壁高さを変えた非対称構造において特性改善が得られることを理論的に示した。今回はこれを基に、障壁の高さではなく層厚を変えることで非対称性を実現する方法を提案した。理論解析の結果、層厚を変えた非対称構造により先の高さを変えた構造と比べ同程度以上の性能向上が得られること

が示された。障壁の層厚を変える構造は高さを変える構造よりも作製上有利であり、RTD の高性能化に向けたより有効な手法が見出された。

4 . 大学内外における共同的研究活動 (共同研究、学内共同研究などを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。)

半導体研究所運営委員として、「第 6 回半導体ナノフォトニクス研究会」(半導体研究所及び上智大学研究機構との共催、2025 年 11 月 19 日、学内 L-911) の開催に携わった。

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、GREEN ENGINEERING LAB. 3、卒業研究、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 A、A、B、B、電気・電子工学ゼミナール A、A、B、B、博士前期課程研究指導

担当科目以外：研究発表指導、学位論文執筆指導、修士論文審査

電気電子工学実験 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」

授業はほぼシラバスに沿って進めることができ、授業内容の達成状況も充分であると考えられる。成績分布に関して、中間層が少なく上位層と下位層に分かれており、今後下位層の底上げを図っていききたい。そのためには学習に積極的に取り組める様、より分かり易い説明や内容に興味を持てるような工夫を増やしていければと考えている。

「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、受講生の習熟度では上位層から下位層まで大きな差があり、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、全学自己点検評価委員、半導体研究所運営委員、
2026 年度入学新入生クラス担任業務

ソフィアオープンリサーチウィークにおいてソフィア 100 人論文にポスター参加した。
理工学振興会ソフィアサイテック内のコラム「ただいま研究中」に寄稿した。

(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，金属積層造形法（AM），チタン・チタン合金，
破壊力学，環境材料強度学，スポーツ医学など

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

医療系)

- ・ショットピーニングを施した Ti-6Al-4Vr 合金の疲労特性向上を目指した各種特性評価（学部）
- ・3D 造形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（大学院）
- ・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（大学院）
- ・脊椎用スクリューの各種力学特性評価（大学院）
- ・Ti-Ta 合金の熱処理による組織構造と疲労特性の変化（大学院）
- ・Ti-Ta の脊椎固定モデルの疲労特性評価（学部）
- ・チタン合金の局所表面改質による疲労特性向上に関する研究（学部）
- ・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及ぼす応力集中に関する研究（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（大学院）

変形性膝用装具の歩行時・立位時に加わる外力の評価（大学院）

展望：

（医療およびスポーツ医学系）

我が国における高齢化は、骨や関節軟骨などの変性による骨粗鬆症、変形性脊椎症、変形性関節症などの運動機能の疾患を増加させている。そのため、健康で豊かな生活の質の向上を目的に、スポーツを取り入れた生活習慣が広く普及しつつある。しかし、その活動人口の増加や高齢化に伴い、骨折、靭帯損傷、軟骨損傷などの運動器外傷もまた増加している。このような運動器疾患の治療は、今後の医療の大きな課題の一つであり、運動器の性状、形態、物理的特性などをできる限り元の生理的な状態に戻すことが重要である。そこで、骨、軟骨、靭帯、関節を代替する材料を対象に医学と理工学の境界領域での生体材料工学の観点から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した。

(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。2024年度に導入した残留応力測定装置を活用することで、残留応力の測定を短時間で得ることができ、力学特性向上のメカニズム解明に大いに効果を発揮している。2026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. 2025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。2024 年度に導入した疲労試験機等一式を活用することで疲労に関する結果を得ており、1GPa の疲労強度を有する医療用金属材料の開発を引き継ぎ疲労特性実施する。

低男性用チタン合金として開発してきた Ti-Ta 合金の脊椎応用を目指した疲労試験結果より、低弾性合金の疲労強度向上には限界があることを見出し、低弾性、高強度、高疲労の達成にある一定の目処をつけた。そして、かかるデータを脊椎スクリューなどに応用するために、ISO 基準の Ti-Ta 製スクリューを機械加工で準備した。これらスクリューを用いた各種力学特性及び疲労試験を 2026 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。

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、これまで実際にしてきた装具装着時の歩行動作解析に、膝屈曲角度を同時測定でき角度センサーの適用を検討し、装具へ加わる力と変位の同時測定のシステムを構築した。これらシステムをもちいた歩行、立位動作を実施、得られるデータ生理学的動作と合わせて解析することに着手することができ、今後、様々な歩行様式で実験および解析を行い、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する。加えて、これら結果を基に、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、静荷重および動荷重試験から、同素材の耐久性を検討した。2026 年度は、3D プリンター製装具の作製が実現できるよう 2025 年度と同様、実験計画を検討する。

(構造・機能材料系) 概ね研究計画通りである。2024 年度に導入した疲労試験機等一式を活用することで疲労に関する結果を得ており、1GPa の疲労強度を有する構造用金属材料の開発を引き継ぎ疲労特性実施する。

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、使用方法について検討し、力学特性評価を開始した。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、力学特性評価を開始した。とくに、熱処理で力学特性を調整できるプロセスを検討し、かかる結果から疲労特性の評価を行う準備をし、2026 年度に疲労試験を実施する予定である。

ピーニングによる表面改質技術を適用した疲労特性の向上については、チタン合金やコバルトクロム合金に対して、レーザーやバレルなどの表面を粗さないピーニング技術をチタン合金およびコバルトクロム合金検討し、各種特性評価を実施した。2026 年度はかかる結果を鑑みたピーニングを行った疲労特性を評価し、1GPa の疲労強度を目指した研究活動を引き続き行う。

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), 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」(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、学生アンケートからは好評のようである..

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。ある意味では、オンデマンド型でもあり、学生からはレポート作成に時間をかけることができる状況は好評のようである。

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

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

(学内)

カリキュラム委員, 科学技術英語向上委員会, 機械工学領域英語委員

(学外)

日本材料学会関東支部常議委員, 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, 日本機械学会代議員・関東地区商議委員, チタン協会, チタン学会, AM学会, 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：高エネルギー原子核物理学

キーワード：クォークグルーオンプラズマ、高エネルギー原子核衝突反応
相対論的流体力学

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

（卒業研究）

- ・高エネルギー原子核衝突反応におけるチャームクォークのエネルギー損失
- ・高エネルギー陽子同士衝突反応におけるストレンジ粒子生成の多重度依存性
- ・高エネルギー原子核衝突反応で生成されたハドロン弦が持つエネルギー運動量の分布
- ・高エネルギー酸素原子核同士衝突反応における粒子生成のラピディティ依存性
- ・線形因果律から制限される体積圧力を考慮した流体描像の適用範囲
- ・非線形因果律から制限されるバリオン拡散流を考慮した流体描像の適用範囲
- ・非等方粘性流体力学の方程式が非線形因果律を満たす必要十分条件

（修士論文）

- ・1次元膨張系における粘性流体方程式の解の安定性と平衡度合いの関係
- ・1次元膨張系におけるバリオン数のゆらぎと拡散
- ・高エネルギー陽子同士衝突反応におけるコアコロナ描像に基づく QGP 生成のベイズ推定を用いた解析
- ・高エネルギー重イオン衝突反応の化学平衡化における高次散乱過程の効果

（博士論文）

- ・Dynamics of conserved charges in high-energy nuclear collisions based on core-corona picture

【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奇な解釈を目指す。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. 2025 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

- ・高エネルギー原子核衝突反応におけるコア-コロナ描像モデルにおける保存量子数のダイナミクスの記述
- ・ベイズ推定を用いた高エネルギー陽子同士衝突反応におけるクォークグルーオンプラズマ生成の可否
- ・揺動を取り入れた相対論的流体力学とその高エネルギー原子核衝突反応への応用
- ・高エネルギー陽子同士衝突反応の前方ラピディティ領域におけるカラーグラス凝縮の探索
- ・様々な散逸を取り入れた相対論的流体方程式の非線形因果律と非平衡度合いの関係

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

- ・国際スクール Zimanyi winter school 国際諮問委員
- ・研究会 Heavy Ion Café シリーズ 世話人
- ・国際会議 Asian Triangle Heavy Ion Conference 国際諮問委員
- ・国際会議 Strangeness in Quark Matter 国際諮問委員
- ・国際研究会 Jet-Soft dynamical medium interaction in high-energy heavy-ion collisions 組織委員
- ・国際会議 Quark Matter 国際諮問委員
- ・国際会議 Initial Stages in High-Energy Nuclear Collisions 国際諮問委員

- ・高密度バリオン物質の輸送に関する国際共同研究：Indian Institute of Technology Delhi
- ・カラーグラス凝縮の現象論に関する国内共同研究：長崎総合科学大、二松学舎大、国際教養大
- ・コア-コロナ描像に基づく模型構築に関する国内共同研究：国際教養大

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

- ・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（輪講）、現代物理学の世界A、B（輪講）、科学技術英語（物理）、物理学序

論（輪講）、Green Science and Engineering (Physics)（輪講）

・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。また講義ノートの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。なお、「量子力学2」はGood Practice 賞を授与された。

「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、理工学部の全学科、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まれます。)

(学内)

- ・物理学領域 主任
- ・理工広報委員会 委員長
- ・STEC 委員会 委員
- ・資格審査委員会 委員

(学外)

- ・Central China Center for Nuclear Theory, Board of Directors
- ・京都大学基礎物理学研究所 共同利用運営委員会 議長団代表
- ・Progress of Theoretical and Experimental Physics, Editor
- ・核理論懇談会 核理論委員会 委員
- ・日本物理学会 選挙管理委員会 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。)

- ・三鷹中等教育学校における出張講義
- ・理工学部夏の特別体験授業における講義

Department: Engineering and Applied Sciences

Name MARRA, Pasquale

1. Please specify research area and keywords

Research area: Research on condensed matter physics, topological superconductors, topological insulators, and other quantum materials.

Keywords: Superconductivity, Quantum computing, Topological insulators, Majorana fermions, Nonhermitian physics, Cold atoms in optical lattices, Condensed matter.

2. Research theme

“Topological Superconductivity and Majorana Fermions”

“Non-Hermitian Physics and Spacetime Geometry”

(Prospects)

I investigate the conditions under which exotic particles called Majorana fermions emerge in condensed matter systems. These particles are unique because they act as their own antiparticles and are "protected" by the laws of topology, making them incredibly stable against external noise. Moreover, I investigate how non-Hermitian phenomena, where physical systems can exchange energy with their environment, can be understood through the lens of curved spacetime. My recent work demonstrates a "duality" where spatial and temporal curvature gradients in a lattice act as an effective “force”, inducing effects like non-unitary time evolution, where the probability of finding a particle in a specific region of space is not constant.

3. Research results for fiscal year 2025

Published papers:

- 1) Gauge fields induced by curved spacetime, P Marra, Progress of Theoretical and Experimental Physics 2025 (10), 103B02
- 2) Nonhermitian topological zero modes at smooth domain walls: Exact solutions, P Marra, A Nigro, Progress of Theoretical and Experimental Physics, 2026 (2), 023A03
- 3) Metric-induced non-Hermitian physics, P Marra, SciPost Physics 20 (4), 103 (2026)
- 4) Topologically nontrivial multicritical points, RR Kumar, P Marra, preprint, arXiv:2507.11120 (2025)
- 5) Hidden localization transitions in generalized Aubry-André models, P Marra, preprint,

arXiv:2601.20931 (2026)

- 6) Controlling energy spectra and skin effect via boundary conditions in non-Hermitian lattices, S Rahul, P Marra, preprint, arXiv:2602.16780 (2026)

Conference presentations:

- 1) Metric-induced nonhermitian physics, 25 March 2026, JPS Spring meeting (online).
- 2) Nonhermitian skin effect and nonunitary time evolutions from spacetime curvature, 25 March 2026, JPS Spring meeting (online).
- 3) Nonhermitian topological zero modes at smooth domain walls: Exact solutions, 19 September 2024, JPS Autumn meeting, Hiroshima University, Japan
- 4) Nonhermitian topological zero modes at smooth domain walls: Exact solutions, 1 September 2025, Perspectives in Non-Hermitian Systems (PiNHS) Donostia / San Sebastian, Spain
- 5) Topological zero modes and bounded modes at smooth domain walls: exact solutions and dualities, 8 May 2025, Mallorca Topological Quantum Matter (MTQM), Spain

4. Collaborative research activities both on and off campus

International collaboration with Prof Angela Nigro, University of Salerno, Italy, and Dr. S Rahul, PES University, Bangalore, India

Collaboration with Prof. Muneto Nitta, Keio U, and Dr. Ranjith R Kumar, Hokkaido U.

5. Educational activities

Spring Semester, Undergraduate courses: Basic Physics 2, Electromagnetism, Thermodynamics, Green Engineering Lab 1.

Autumn Semester, Undergraduate courses: Introduction to Quantum Mechanics, Materials And Life Sciences (Physics) Engineering And Applied Sciences 2 (Electrostatics);

Autumn Semester, Graduate course: Introduction to Superconductivity.

Preparation of the textbooks “Thermodynamics for everyone”

6. Self-evaluation of educational activities

[Basic Physics 2]

Overall, students reached high average scores, with few exceptions, and were intellectually stimulated, asking many questions, which led in some cases to extended explanations on the whiteboard after the class. The syllabus was consistent with the plan. In the final survey, 100% of students reported working proactively (Q8: 5.0/5.0), and a vast majority (85.7%) felt intellectually stimulated to study the subject more deeply (Q11).

[Electromagnetism]

In the first few weeks, some students had difficulty to approach the subject. However, I spent extra time and effort on trying to simplify the language and to make the students to solve exercises on the whiteboard. At the end of the class, all students reached high average score, and I was able to complete the planned syllabus. Despite the technical difficulty of the topic, in the survey, students noted high opportunities for active learning and discussion (Q4 score: 5.0/5.0), significantly exceeding the faculty average of 4.6.

[Thermodynamics]

The students had very different academical background, with several exchange students, and some students which were not very familiar with physics. For this reason, I approach the subject emphasizing intuition, but providing mathematical details to the students which were able to follow. Overall, the average score was high, and there were few students which really excelled. In the survey, students sensed my enthusiasm (4.9/5.0), but the perceived clarity of explanations (Q1: 4.4) was slightly below the faculty average (4.6). To address this, I plan to incorporate more "layman-term" analogies to make abstract mathematical frameworks more intuitive for undergraduates.

[Green Engineering Lab 1]

This was a laboratory course with online learning. I achieved a perfect score (5.0/5.0) for both teacher enthusiasm (Q2) and the opportunity for feedback (Q3).

[Introduction to Quantum Mechanics]

This subject is notoriously challenging. However, the students were all interested in the topic and were able to overcome the mathematical difficulties and to perform well in the final exam. The syllabus was completed as planned. In the survey, I maintained a perfect score for teaching in accordance with the syllabus (Q9: 5.0/5.0). Moreover, 100% of the students reported that they achieved the goals of the class as indicated in the syllabus (Q10: 5.0/5.0). Students also reported a strong sense of enthusiasm for the subject (Q2: 4.8/5.0).

[Materials And Life Sciences (Physics) / Engineering And Applied Sciences 2 (Electrostatics)]

This class had students from different background. For this reason, I used analogies from both engineering and biology, to keep the course interesting. All students reached high average score, and I was able to complete the planned syllabus. In the survey, students from Materials and Life Sciences had 100% satisfaction (5.0/5.0) across nearly every category. Specifically, they reported maximum levels of intellectual stimulation (Q11), proactive participation (Q8), and achievement of syllabus goals (Q10). Students from Engineering and Applied Sciences still highly rated (Satisfaction Q13: 4.7), valued the feedback loop (Q3: 5.0) and syllabus compliance (Q9: 5.0).

[Introduction to Superconductivity]

This graduate course included a final project report assignment, where students were tasked to bridge the gap between their research background and the course topic. Some of the students presented projects which may have real world applications in the future.

所属 機能創造理工学科

氏名 宮武 昌史

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

研究分野： 電力変換応用，システムのモデリングと制御，軌道系交通システム

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

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

- ① 「省エネ志向の列車ダイヤ決定方法」（博士・修士・卒業研究）
- ② 「鉄道車両のエコドライブ方法」（博士・修士・卒業研究）
- ③ 「非電化区間直通用の蓄電池搭載鉄道車両システム」（修士研究）
- ④ 「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 「途上国・災害時の再生可能エネルギー利用」（修士・卒業研究）
- ⑥ 「太陽光発電の最大電力追従制御」（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①～⑥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年ほど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年以上前から列車の運転に関する研究を行い、経験論ではなく、最適性に基づく理論的な検討の先鞭を付けた。いくつかの論文は、国内外問わず被引用回数が非常に多い。

低コストで省エネ効果を得られることから、鉄道事業者やメーカ等の期待も高い。ただし、これも近年海外から多くの論文が出ており、それらとの差別化が必須となっている。今後、ますます向上した計算機性能を利用し、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り、国内外からの期待も高い。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 途上国、離島、農村や、災害で電力供給が閉ざされた地域における再生可能エネルギーや電気自動車(EV)を中心とした電力供給システムの利用について、時に途上国のフィールドデータを用いてその経済性や環境性、さらには回路の制御性について評価を行ってきた。この研究は途上国におけるニーズが高いため、国際共同研究になり得る課題である。
- ⑥ 本研究室創立以来の研究課題であり、一時途絶えていたが最近再開したものである。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 を活用する方法も併せて検討している。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。

3. 2025 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ごと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。また、遅延時に一部駅を通過することにより、遅延回復能力と省エネとを両立できることが示された。査読付論文 1 編を投稿中で、また来年度に国際学会発表 1 件を予定している。
- 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引き続き検討し、③と関連して複数の電源を持つ車両の停電時救済運転にも適用できることを明らかにした。また、強化学習を利用した省エネ運転制御方法も開発し、パラメータ変動に対するロバスト性を持たせることができた。これらの成果は、査読付論文1編と国際学会発表2件で公表した。

- 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した。これまでとは違う、より条件の厳しい路線を想定した結果、システムとして十分成立することを明らかとした。
- ④ 余剰再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 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検討し、国際学会で1件成果発表を行った。また、EVのある家庭において、EVの充電スケジューリングを強化学習により行う方法を検討し、国内学会で1件発表した。
- ⑥ 太陽光発電のMPPTについて、PSOを利用した方法と強化学習を利用した方法とを並行して検討した。電力変換回路方式やスイッチング方法との関連についても検討し、高調波を抑制しつつ発電量を増やせることを示した成果を国際学会で1件発表した。

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。）

○講演会

4/21に阿部玲子氏を本学に招き、学科主催講演会「マダム、これが俺たちのメトロだ！」を企画・開催した。

客員准教授として本学に滞在中だったインド工科大学デリー校の Anandarup Das 准教授によるセミナーを6/20に企画・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、昨年度に引き続き複数大学及び研究所等との共同研究打合せを年2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

モータドライブシステムⅠ・Ⅱ（共に1単位のクォーター科目）

マルチメディア情報社会論（輪講：1回のみ）

電気電子工学実験 I・III, 卒業研究 I・II

(学部 英語コース)

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

Green Engineering Lab. 3,

Graduation Research 2

(大学院 日本語コース)

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

(大学院 英語コース(GS&E))

Green Science and Engineering (Electrical and Electronics Engineering),

Thesis Guidance, Master's Thesis / Dr. Dissertation Tutorial and Exercise,

Seminar in Green Science and Engineering

(他大学)

発電電工学 (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極端に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、アクティブラーニングと授業外の勉強時間の評価が低い傾向にあり、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 68%とかなり高く、II の方は 53%だが昨年よりは高くなった。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。

「Motor Drive Systems」

英語コース科目である。回答率は隔年交互開講している前年度の Power Electronics の 41%から 17%に大幅に低下し、2名の回答のみでは有意な改善点を見出すのが困難であ

った（評価自体は概ね良かった）。交換留学生が多く、回答方法が分からない、回答してもフィードバックが期待できないなどの理由により回答率が低いのだと思われるが、まずは回答率の改善から取り組まなくてはならない。

「制御基礎」

回答率は 60%に及んだ。理工共通科目のためか、評価のばらつきが比較的多く見られるが、自由記述は肯定的なものが多かった。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。一部課題が意図通りにならなかった問題があったため、改善を図りたい。

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
ポストコロナ・DX 時代の都市鉄道の「あるべき姿」調査専門委員会 委員
米国電気電子学会(IEEE), Member
Transactions on Intelligent Transportation Systems 等で論文査読多数
International Association of Railway Operations Research (IAROR), Member
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
東京大学大学院 工学系研究科 博士論文 審査員 1 件

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 (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。)

・Nb₃Sn 超伝導層形成に与える Ti・Zn 共添加の影響 (学士)

次世代の加速器だけでなく、核融合装置でも、その強磁場化のために Nb₃Sn 線材の適用は必須である。しかし、求められる仕様が 4.2K, 16T で 1500A/mm² と、これまで開発されていない高性能な線材が必要となる。そのため、NIMS と共同で高性能線材の開発を進めている。

- 今回の実験では、初めて同時に Ti・Zn を Nb₃Sn へ添加し、その超伝導特性を調べた
- 共添加の際、Ti は Nb へ、Zn は Cu へ均一に添加を施した
- 断面の様子から、NT-CZ-S の Nb₃Sn 層はあまり厚くならなかったが、化合物の生成は見られなかった
- 磁荷測定より NT-CZ-S は、N-CZ-ST と N-C-ST の間の J_c 特性を持つ
- NT-CZ-S の場合、Ti 偏析が見られず Sn 組成が改善された
- 今後はさらなる線材の改善が検討される

・超伝導インダクタを用いた昇圧型 DCDC コンバータの性能評価 (修士)

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。

Bi2223 コイルを2個用いた高昇圧比のコンバータを構成し、数kWの電力変換で昇圧比最大4倍、効率92%以上を得た。損失を詳しく解析したところ、コンデンサの誘電損が多くを占めていたため、この誘電損がそのままもしくは減少させられるとしてMWクラスの出力時の効率を推定した所、98.2%になる可能性を示した。これにより、液体水素を冷媒として用いた高効率急速充電コンバータの実現が期待される。

・加速器用高電流密度 **Nb₃Sn** 超伝導電磁石の電磁力・コイル変形に関する研究—**Nb₃Sn** 導体スタックの室温横圧縮試験システムの開発— (修士)

SuperKEKB 加速器は、7 GeV の電子リングと 4 GeV の陽電子リングで構成される、非対称エネルギー型衝突加速器であり、標準理論を超える新物理を探索するために運用されている。加速器の性能を向上させるため、最終集束四極超伝導電磁石システム内の陽電子リングの最終集束四極電磁石 (QC1P) をビーム衝突点に 100 mm 近づけることが提案された。しかし、空間上の制約により、磁石の断面積を半減し、電流密度を倍増する電磁石設計が要求される。よって、QC1P の線材を現行の NbTi からより高い臨界特性を有する Nb₃Sn へ変更する計画が進められている。

Nb₃Sn-QC1P 磁石では、ビーム光学から要求される高い磁場均一性を達成するために、コイルの位置決め精度を ±10 μm 以内に抑える必要がある^[4]。しかし、磁石の運転時に、大きな応力が発生するため、コイルにはプリストレスとして圧縮応力を印加する必要がある。Nb₃Sn 線材はひずみに弱い材料であるため、その力の大きさは導体の機械特性をもとに正確に決める必要がある。

磁石を巻く導体は、Nb₃Sn 角断面ワイヤーをガラス編組で覆い、エポキシ樹脂で含侵されるため、エポキシ樹脂で含侵された Nb₃Sn 導体の機械特性が必要である。さらに複合材であるため、簡単な試料に対する測定から開始する必要がある。そのため、圧縮試験装置用治具を開発した。これを用いて圧縮試験を実施、磁石設計に有用な測定結果を得た。今後の展望として、低温での機械特性の測定や、QC1P のミラー磁石の応力・変形測定を予定している。

・修正スパースタブロー法を用いた大型超伝導導体の電流分布解析

超伝導線は、ヘリウム冷却の Nb₃Sn や NbTi、液体水素冷却 MgB₂ 線、臨界温度が 77K を超える希土類系の REBCO に至るまで、様々な材料が手に入るようになったが、1本(または1枚)あたりの電流容量は精々100A程度である。そのため、種々の適用機器仕様に合わせた大容量導体(数kA~数10kA)の設計には、さらに多数の超伝導線・テープ線を集合導体化した時の冷却による熱収縮および大電流通電時の電磁力も考慮した電磁挙動を予測できる事が重要であり、その技術開発が急務である。

令和 7 年度の量研機構共同研究で優秀賞を受賞した修正スパース・タブロー法は、導体内部の複雑な構造も考慮した電流経路を大規模電気回路として計算モデル化し、その解を得る手法である。熱擾乱による超電導クエンチで発生する非線形抵抗や電磁力による超電導特性の変化も計算に入れる事ができ、詳細な電流分布の過渡現象を高い精度で計算できる手法であり、その困難さ故に世界で誰も成功していなかった。

2025 年度は、これを 9 本素線の NbTi CIC 導体、および 5 枚単純積層の HTS 導体に適用し、複雑な電流経路やクエンチ時の挙動まで詳細に計算出来ることを示した。

2026 年度は国際会議 ASC2026 にて世界に公表する予定である。

3. 2025 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. Koki Asai; Tsuyoshi Yagai; Taku Moronaga; Nobuya Banno , “**Effect of Zn Addition on NbSn Layer Formation in the Nb/Cu-Sn-Ti Diffusion Reaction**”, **IEEE Trans. Appl. Supercond.** Volume: 35, [Issue: 5](#), August (2025) , **Article Sequence Number: 6001505**
2. Nobuya Banno; Koki Asai; 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.**, Volume: 35, [Issue: 5](#), August (2025), **Article Sequence Number: 6001305**
3. T. Yagai; Y. Makida; T. Shintomi; N. Hirano; T. Hamajima , “**Demonstration of a MgB₂ DC-DC Boost Converter for Ultra-Fast Battery Charge up to 200 A-200 V Output Power**”, **IEEE Trans. Appl. Supercond.** Volume: 36, [Issue: 3](#) ,(2026), **Article Sequence Number: 5000505.**
4. T. Yagai; Y. Makida; T. Shintomi; N. Hirano; T. Hamajima . “**Development of a New DC-to-DC Converter for Ultra-Fast Charging of Electric Vehicles Using Superconducting Inductors Cooled With Liquid Hydrogen**”, **IEEE Trans. Appl. Supercond.** Volume: 35, [Issue: 5](#), August (2025), **Article Sequence Number: 5000506**

学会発表 (海外)

5. T. Yagai, Y. Makida; T. Shintomi; N. Hirano; T. Hamajima, “**Demonstration of a MgB₂ DC-DC Boost Converter for Ultra-Fast Battery Charge up to 200 A-200 V Output Power**”, 29th International on Magnet Technology (2025), Wed-Mo-Po.05-04

学会発表（国内）

6. 谷貝 剛, 金子和宏, 星野壮太; 伴野信哉, 北口 仁; 宇藤裕康; 濱島高太郎, “スパース・タブロー法の発展型アルゴリズムを用いた大型 CIC 導体の高速電流分布解析” 2025 年度春季低温工学・超電導学会 1A-p04, (口頭発表)
7. 谷貝 剛; 槇田康博, 新富孝和; 平野直樹; 濱島高太郎, “EV の急速充電用超電導 DCDC コンバータの高昇圧比・大電流化”, 2025 年度春季低温工学・超電導学会 1C-a01, (口頭発表)
8. 谷貝 剛; 槇田康博, 新富孝和; 平野直樹; 濱島高太郎, “EV の急速充電用超電導 DC-DC コンバータの高昇圧比動作特性” 2025 年度秋季低温工学・超電導学会 1C-p08 (口頭発表)
9. 谷貝 剛; 槇田康博, 新富孝和; 平野直樹; 濱島高太郎, “修正スパースタブロー法を用いた HTS 積層導体の局所クエンチからの電流再配分” 2025 年度秋季低温工学・超電導学会 1A-a06 (口頭発表)
10. 金子 和宏, 星野 壮太, 谷貝 剛; KASHIKHIN Vadim, STOYNEV Stoyan; 中尾 健吾, マン カケイ; 有本 靖, 大内 徳人, 植木 竜一, “SuperKEKB 四極磁石のための平角 Nb₃Sn 導体の機械特性の測定と構造解析 —2次元構造解析のための室温での導体スタックの横圧縮試験—”, 2025 年度秋季低温工学・超電導学会 3P-p01 (ポスター発表)
11. 星野 壮太, 金子 和宏, 谷貝 剛; 大内 徳人, 有本 靖, 植木 竜一; KASHIKHIN Vadim, STOYNEV Stoyan; 中尾 健吾, マン カケイ, “SuperKEKB 超伝導四極電磁石用の平形 Nb₃Sn 導体の磁化特性と磁場性能への影響: 磁化測定による磁化の時間依存性とフィラメント実効径の評価”, 2025 年度秋季低温工学・超電導学会 3P-p02 (ポスター発表)
12. 伴野信哉, 谷貝 剛, “内部スズ法 Nb₃ 線材における Ti・Zn 共添加手法の検討” 2025 年度春季低温工学・超電導学会 1A-p06, (口頭発表)

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

1. 核融合科学研究所 一般共同研究

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

令和 7 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7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. 電気工学実験 II, III
4. Clean Energy
5. Nuclear Energy Engineering
6. 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
13. DR. DISSERTATION TUTORIAL AND EXERCISE 4A
14. DR. THESIS GUIDANCE

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。)

成績は、概ね正規分布している。2023, 4年度は授業アンケートの信憑性もある程度高かったが、母数が少なかった。そのため、25年度は、ほぼ強制的にアンケート回答の時間を設け、教室内で速やかに回答できるように環境を整えた。(それでも回答率は想定を下回った)

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、23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けるスタイルを確立するため、積極的に課題を増やした。今後はアクティブラーニングを含めたさらなる学習効果の向上を目指したい。

7. 教育研究以外の活動 (学内または学外の委員、事務局などを記入してください。クラス担任や各種

のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

- ・機能創造理工学科 4 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でラボツアーを担当

(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。

1. 研究分野とキーワード

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

「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. 2025年度の研究成果

「ガソリンエンジン後処理フィルターの開発」

ポーラス粒子メンブレンフィルターの粒子堆積層構造のコントロールと構造の最適化を目指し、その前段階として空塔速度と造孔材濃度を变化させた場合の堆積層厚みの計測を行った。圧力損失が同じ値となるように粒子を堆積させた結果、空塔速度が大きくなるにつれて堆積層の厚みが減少した。これは空塔速度が大きくなると粒子が密に堆積するためと考えられる。造孔材濃度を变化させた場合には、予想に反して堆積層の厚みが全て同じとなった。この原因を考察するためには、粒子形状や粒子堆積層の観察、粒子間距離の計測が必要となるが、今年度は実施できなかったため、今後の課題とする。

ポーラス粒子構造の最適化に向けて、空孔を有する多孔質体を対象に、ランダムウォーク法を用いた拡散シミュレーションを行った。空孔径は 100, 200, 300, 350, 400 nm の 5 種類とし、分子の平均自由行程は 100 nm とした。空孔径と拡散係数および分子―壁平均衝突回数の関係を調べた結果、空孔径が大きくなるにつれて拡散係数は増加し、350 nm で最も大きくなった後ほぼ変化しなくなった。分子―壁平均衝突回数は空孔径 100 nm の場合にやや高い数値を示したが、その他の条件では変化が小さかった。以上より今回の計算条件の範囲では、最も反応率が高くなるのは空孔径 350 nm の場合であった。

「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 箇所設置した装置を用いた。2024 年度に、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結果、容器間距離 100, 150 mm の場合に、二つの火災旋風が逆位相振動する様子が観察された。この現象のメカニズムを解明するため、2025 年度は数値計算を中心に行った。乱流モデルには、非定常な振動現象を捉えられるよう、非定常解析に適した Large Eddy Simulation (LES) を採用した。燃焼モデルには市販のソフトウェア ANSYS Fluent に搭載されている燃焼モデルのうち、部分予混合モデルを採用した。実験結果と数値計算結果を比較した結果、容器間距離 100 mm で火炎が逆位相振動する様子が確認できた。しかしながら定量的な妥当性検証には至っておらず、今後の課題として残った。

「空気流によるノンコンタクトホルダーの開発」

ベルヌーイタイプのノンコンタクトホルダーでは、空気の供給圧力を増加させると把持対象物（以下、ワーク）の振動発生による把持力低下に加え、騒音が発生するという問題がある。過去の研究より、振動の原因は渦の発生にあることが判明しているものの、ホルダーとワーク間で発生する流れの詳細な挙動については未だ十分に解明されていなかった。そこで 10 本ノズルタイプのベルヌーイタイプノンコンタクトホルダーを対象に、ワークとホルダー間の距離（以下、クリアランス）が最小・最大の場合の流れ場を数値シミュレーションによって明らかにすることを目的とした。結果より、最小クリアランスの場合はワーク上の圧力は正圧であり、最大クリアランスの場合は負圧となった。また、最大クリアランスの場合は、流れが放射状に高速で噴出しているのに対し、最小クリアランス時は粘性の影響により大きく減速する流れとなっていることが分かった。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- 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Ⅰ，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1，機能創造理工学実験・演習Ⅱ，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2，機械工学輪講，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，熱流体工学特論，GREEN SCIENCE AND ENGINEERING (MECHANICAL ENGINEERING)，大学院演習ⅠA・ⅠB，機械工学ゼミナールⅠA・ⅠB
- カトリック高等学校対象 理工学部 夏の特別体験授業
- 専門基礎ライブラリー 流体力学 改訂版 シンプルにすれば「流れ」がわかる，共著，実教出版株式会社，2025年10月

6. 教育活動の自己評価

「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。また、講義時間内に簡単なクイズを出題し、内容が理解できているか確認しながら進めた。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できていること、シラバスに記載した到達目標を達成していることを確認した。

7. 教育研究以外の活動

（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3・4年クラス担任

（学外）日本機械学会関東支部東京ブロック商議員

8. 社会貢献活動、その他

河合塾【みらいぶっく～学問研究紹介】 執筆