

2021 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 2021 年度の職名

足立 匡	(教授)	…	2	高尾 智明	(教授)	…	63
一柳 満久	(准教授)	…	6	高柳 和雄	(教授)	…	65
イルマス エミール	(助教)	…	10	竹原 昭一郎	(教授)	…	67
江馬 一弘	(教授)	…	12	田中 秀岳	(准教授)	…	69
大槻 東巳	(教授)	…	17	Zhang Weilu	(特任助教)	…	72
菊池 昭彦	(教授)	…	19	張 月琳	(准教授)	…	75
櫛田 英之	(准教授)	…	25	曄道 佳明	(教授)	…	78
黒江 晴彦	(准教授)	…	28	富樫 理恵	(助教)	…	81
桑原 英樹	(教授)	…	30	中岡 俊裕	(教授)	…	87
後藤 貴行	(教授)	…	34	長嶋 利夫	(教授)	…	90
坂間 弘	(教授)	…	37	中村 一也	(准教授)	…	93
坂本 織江	(准教授)	…	39	野村 一郎	(教授)	…	96
ジェシカ エター	(准教授)	…	42	久森 紀之	(教授)	…	100
下村 和彦	(教授)	…	45	平野 哲文	(教授)	…	104
申 鉄龍	(教授)	…	49	宮武 昌史	(教授)	…	107
鈴木 隆	(教授)	…	52	谷貝 剛	(教授)	…	112
曹 文静	(助教)	…	56	李 寧	(特任助教)	…	118
高井 健一	(教授)	…	61				

特別な事由により当該年度の公式活動な教育・研究実績が無い教員の情報は未記載

所属 機能創造理工学科

氏名 足立 匡

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

研究分野: 銅酸化物、鉄化合物、ニッケル酸化物などの超伝導体の物性研究

キーワード: 銅酸化物高温超伝導体、鉄系超伝導体、ニッケル酸化物、単結晶育成、輸送特性、磁気特性、熱物性、ミュオンスピン緩和 (μ SR)

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

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

(展望)

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

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

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

- ・ 電子ドーピング型 T'銅酸化物の母物質に電子をドーピングした $\text{Pr}_{1.3-x}\text{La}_{0.7}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4+\delta}$ ($x = 0.05, 0.10$) の単結晶を用いて X線吸収分光の測定を行った。これまでよりも還元の真空度を $\sim 10^{-5}$ Pa まで上げて還元した試料で測定を行った結果、還元によって電子とホールがともにドーピングされることがわかった。これは、低温におけるホール抵抗の測定から提案されているマルチキャリアの存在と関係する可能性がある。今後は、輸送特性の結果との比較から還元によるキャリアのドーピングのメカニズムを明らかにする。
- ・ 無限層構造を有する銅酸化物 $(\text{Ca}_{0.85}\text{Sr}_{0.15})_{1-x}\text{La}_x\text{CuO}_2$ の薄膜を PLD 法で作製し、アニールによる電子状態の変化を調べた。その結果、母物質の $x = 0$ では酸素アニールによって、La 置換で電子をドーピングした $x = 0.2$ の試料では還元アニールによってそれぞれ電気伝導

性が向上することを見出した。これらのことから、As-grown 薄膜では母物質の CuO_2 面に酸素欠損が、 $x = 0.2$ では過剰酸素がそれぞれ存在する可能性が高いと結論した。

- Bi-2201 系銅酸化物の超オーバードープ領域の単結晶に磁性不純物の Fe を置換した試料を用いてミュオンスピン緩和の測定を行った。その結果、Fe を 9.6%置換すると低温で長距離の磁気秩序が形成されることを見出した。このことから、Fe の周囲で強磁性ゆらぎが安定してクラスターを形成し、クラスター間の磁氣的相互作用によってクラスタースピングラスが形成されている可能性があるかと結論した。今後は、中性子散乱から反強磁性ゆらぎについて調べる予定である。

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

【共同研究】

- 銅酸化物超伝導体における輸送特性、磁気特性から見た電子状態の研究 (東北大学、低温超伝導物理学グループとの共同研究)
- 銅酸化物超伝導体における μSR による磁気特性の研究 (理化学研究所・渡邊グループとの共同研究)
- 電子ドープ型銅酸化物超伝導体における光電子分光による電子状態の研究 (早稲田大学・藤森、溝川グループ、Zurich 大学・Chang グループとの共同研究)
- 電子ドープ型銅酸化物超伝導体における NMR による電子状態の研究 (千葉大学・深澤グループとの共同研究)
- 電子ドープ型銅酸化物超伝導体における精密結晶構造解析の研究 (東北大学・木村グループとの共同研究)
- 電子ドープ型銅酸化物超伝導体における X線吸収分光の研究 (東北大学・藤田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・門野グループ、東京大学・前田グループとの共同研究)
- ホールドープ型銅酸化物超伝導体における高圧下 μSR と共鳴非弾性 X 線散乱に関する研究 (PSI・Guguchia グループ、Zurich 大学・Chang グループとの共同研究)

【研究会、国際ワークショップ開催】

- 日本物理学会 2021 年秋季大会領域 10 国際シンポジウム「Research Frontier of Spintronics and Magnetism Opened by Advanced Spectroscopies」、2021 年 9 月 20 日、オンライン
- Materials Research Meeting 2021 国際会議シンポジウム「Novel Functions in Advanced Materials Probed by Spin Polarized Quantum Beams」、2021 年 12 月 13-17 日、パシフィコ横浜 (横浜市)
- 日本中間子科学会研究会「ミュオンで見る磁性・超伝導物質研究の最前線」、2022 年 1 月 7-8 日、大阪大学 (豊中市)

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】

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Ⅰ、物理学序論、大学院演習ⅠA、ⅠB、ⅡA、ⅡB、物理学ゼミナールⅠA、ⅠB、ⅡA、ⅡB

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。）

- ・ 熱力学：受講者数が100人を超えるため、昨年度に続いてオンデマンドの形式を採用した。授業では難しい内容を平易な言葉でやさしく解説し、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り、講義映像を何度も見直せることで理解が進んだとの感想を多く得た。（昨年度の講義が授業顕彰を受けた）
- ・ 低温・超伝導物性学：コロナ禍で対面とオンラインのハイブリッド形式で行った。授業アンケートは全般的に平均以上であった。授業方法の項目がよく、また、総合的に見て良かったという回答が平均を上回っていたことから、概ね良い内容であると思われる。
- ・ 基礎物理学Ⅱ：受講者数が100人を超えるため、昨年度に続いてオンデマンドの形式を採用した。演習課題を多く設け、解答をやさしく解説することで受講する学生の理解の向上を図った。授業アンケートは概ね平均であった。特に課題の項目が良かった。また、内容の理解度の項目が平均を上回っていた。（昨年度の講義が授業顕彰を受けた）

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）・大学院グリーンサイエンス／エンジニアリング領域領域主任

- ・ スーパーグローバル委員会委員
- ・ 科学技術英語推進委員会委員
- ・ 全学安全衛生委員会委員
- ・ 理工学部図書委員会委員
- ・ 理工学部新英語コース立案委員会委員
- ・ 科研費学内公募説明会（中級編）講師

（学外）・大阪大学大学院理学研究科集中講義非常勤講師

- ・ 第6回中性子・ミュオンスクール幹事／実行委員
- ・ 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所ミュオン科学研究系客員教授
- ・ 日本物理学会選挙管理委員
- ・ 雑誌「固体物理」、誌友
- ・ J-PARC/MLF 施設利用委員会兼 CROSS 選定委員会委員
- ・ 日本中間子科学会副会長
- ・ J-PARC, MLF 利用者懇談会副会長
- ・ 高エネルギー加速器研究機構ミュオン課題審査部会 Q1 審査委員長及び同部会

分科会委員

- J-PARC 利用者協議会委員
- 東北大学金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター共同利用委員
- 東北大学金属材料研究所附属中性子物質材料研究センター共同利用委員会兼採
択専門委員会委員

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

所属 理工学部機能創造理工学科

氏名 一柳 満久

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

研究分野： 伝熱工学, 熱工学, エンジンシステム

キーワード： エンジン, 熱交換器, 気液二相流, 可視化計測, 数値熱流体解析

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

「ディーゼルエンジンにおけるポート開度面積が筒内スワール流に与える影響」

「吸気バルブへの噴霧衝突角度変化が粒子径・速度に与える影響」

「副室式定容燃焼室を用いたアンモニア/酸素混合気の燃焼解析」

「副室と補助熱源を用いたアンモニア/ガソリン混焼エンジンの燃焼解析」

(展望)

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

既存の内燃機関の熱効率向上に関しては、ディーゼルエンジンを対象として、過渡運転時の燃料噴射時期・噴射量制御において適合数の少ないモデルベース制御(MBC)の開発が望まれている。MBCには、ガス流動、噴霧発達、混合気形成、燃焼、着火遅れ、冷却損失の現象に対して、低計算負荷かつ高精度なモデルの開発が必要である。この中で、冷却損失以外は、比較的条件を満たしたモデルの開発が進んでいるが、冷却損失はその開発が遅れており、実験をベースとした経験式が用いられている。そのため、当研究室では、低計算負荷かつ高精度な冷却損失のモデルを開発している。モデルの高精度化のためには、冷却損失に大きな影響を及ぼす筒内のガス流動の測定が必要であり、可視化単気筒エンジンを用いたPIV測定を行っている。2020年度までは、2つの吸気ポート(ヘリカルポート、タンジェンシャルポート)のうち、ヘリカルポートの空気流量を変化させた条件にて、筒内のガス流動を定量的に評価した。一方、2021年度以降は、タンジェンシャルポートの空気流量を変化させた条件にて、筒内ガス流動の定量評価を始めた。今後は、本知見を基に、ガス流動モデルの改良および冷却損失推定モデルの精度向上を行っていく予定である。

カーボンフリーエンジンの開発に関しては、内燃機関からの温室効果ガス(二酸化炭素)

の排出削減を主たる目標とし、既存のガソリンや軽油に替えて、アンモニアを燃料とした新たなエンジンの開発を行っている。解決すべき課題は、アンモニアの物性に基づく遅い燃焼速度、難着火性、および燃焼後のエミッション処理などが挙げられる。これらを解決するため、アンモニアの燃焼特性の解明、新たな燃焼コンセプトの提案および実機エンジンでの実証が必要となる。燃焼特性の解明と燃焼コンセプトの提案のため、数値熱流体解析および定容燃焼器による実測を併用し、アンモニアの燃焼条件を検討している。2021年度は、定容燃焼器にて、アンモニア・酸素の混合気を用いた燃焼実験を行い、筒内圧力を測定した。筒内圧力データを基に、質量燃焼割合、体積燃焼割合、および燃焼期間などを評価した。今後は、様々な運転条件における燃焼実験を行い、得られたデータを解析することで、より燃焼速度が向上する主燃焼室形状の検討および新たな燃焼コンセプトの提案を行っていく予定である。また、実機エンジンでの実証に向けて、数値熱流体解析および定容燃焼器による実測結果を基に提案された新たな燃焼の実現が可能な、実験装置の構築と実測を行っている。2021年度は、アンモニア・ガソリン・空気の混合気を用いて実験を行い、筒内圧力を測定した。アンモニアとガソリンの混合割合を検討した結果、当該実験条件下では、アンモニア比率 66% まで安定燃焼することがわかった。今後は、温間および冷間始動共に、アンモニア・空気の混合気による燃焼が可能となるように、更なる燃焼室形状の改良を行っていく予定である。

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

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

既存の内燃機関の熱効率向上の研究に関しては、冷却損失推定モデルの改良を目的とし、筒内圧力の測定および PIV 測定を行った。また、カーボンフリーエンジンの開発に関しては、定容燃焼器および副室とグロープラグを併用したエンジンを開発し、アンモニア混合気を燃焼させた際の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 8 編 (Mechanical Engineering Journal 1 編, Journal of Engineering and Technological Sciences 1 編, Journal of Engineering Science and Technology 1 編, International Journal of Automotive Engineering 3 編, Automotive Experiences 2 編) に掲載された。

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

学外共同研究： 自動車用内燃機関技術研究組合 (学外共同研究)

学外共同研究： Petra Christian University (既存エンジンの高効率化及び代替燃料の研究)

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

学内共同研究： 上智大学 学術研究特別推進費「重点領域研究」(カーボンフリーエンジンの開発)

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

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

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

大学院： 伝熱工学特論，大学院演習，機械工学ゼミナール，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。)

「伝熱工学概論」

授業アンケートにおいて、全ての項目において平均点程度であった。このことから、概ね講義は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。

「数値伝熱工学」

授業アンケートにおいて、全ての項目において平均点程度であった。このことから、概ね講義は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。

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

学内： 理工自己点検・評価委員会（理工委員）

理工安全委員会（理工委員）

学外： 文部科学省 科学技術専門家ネットワーク・専門調査員

公益社団法人 日本伝熱学会 広報委員会 委員長

公益社団法人 日本伝熱学会 協議員会 委員

公益社団法人 日本設計工学会 研究調査部会 委員

公益社団法人 自動車技術会 関東支部 学生活動参与

一般社団法人 日本機械学会 関東支部 関東学生会 会員校役員

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

Department: Department of Engineering & Applied Sciences

Name: Emir YILMAZ

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

- Research area: Research on nucleate boiling phenomenon, Research on Micro-Texturing
- Keywords: tribology, surface engineering, micromachining, EDM

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.)

“Experimental studies on the effect of surface roughness on nucleation site density”

“Optimization of micro-texturing on sliding surfaces to reduce heat loss in *New Generation Internal Combustion Engines*”

(Prospects)

- The theme of the nucleate boiling project is to find optimum surface roughness characteristics to enhance heat transfer by altering the size & number of nucleation sites on a heated surface. By enabling & controlling the creation of air bubbles more heat is aimed to be transferred to the flowing coolant liquid, which would shrink the size of conventional coolant systems.
- Second project is to minimize the friction coefficient in a piston-liner relation by adding micro-texturing on sliding surfaces. Goal is to optimize the *shape, dimension & orientation* of the micro-textures. This is joint research with Isuzu Central Engineering Center Co., Ltd..

3. Research results for fiscal year 2021 (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. Anggono, W., Stanley, S.,P, Ronaldo, F., Gabriel, J., G., Guo, B., **Yilmaz, E.**, Ichiyanagi, M., Suzuki, T., “Engine Performances of Lean Iso-Octane Mixtures in a Glow Plug Heated Sub-Chamber SI Engine,” *Automotive Experiences*, vol.5(1), p. 16-27 (2021) doi.org/10.31603/ae.5118

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.)

- Contract Joint Research with Isuzu Central Engineering Center Co., Ltd.

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

- 微分方程式の基礎, 機械システム設計の基礎, 機械工学輪講, 機能創造実験・演習 II, 設計工学, Fundamentals of Microsystem Design

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.)

- For Basics of Differential Equations (微分方程式の基礎) lecture, in FY2022, I am planning to do flip-classroom approach in order for students to solve more problems. I am hoping that the average score will be higher because of this approach.

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)

Gave two lectures during Open Campus event at Yotsuya Campus on June 13th, 2021.

Title: 未来はここにある：低炭素社会及び水素系燃料

(Off-campus)

Gave a lecture on Ammonia Engine research at Zero Emission Vehicle Consortium (under AICE)

Title: カーボンフリーアンモニアエンジンの開発

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

None

所属 機能創造理工学科

氏名 江馬 一弘

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

研究分野： 物質中での光の振る舞いの研究，光を使った新機能の研究 など

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

2. 研究テーマ（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下さい。また，必要があれば，卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

① 「無機有機ペロブスカイト物質の励起子物性」

② 「ボロン酸型蛍光プローブの光誘起電子移動に関する研究」（修士論文テーマ）

修士論文題目「ボロン酸型蛍光プローブにおけるポテンシャル障壁及び頻度因子の溶媒水濃度依存性」

また，このテーマを発展させた分野横断型研究プロジェクト「超分子ナノ構造による分子認識過程の解明と高機能細菌検出センサーの開発」が，上智大学学術研究特別推進費の重点研究として採択され，2021年度途中から研究を開始している。

③ 「二酸化チタン光触媒のキャリアダイナミクス」

④ 「半導体中のコヒーレントフォノンに関する研究」

⑤ 「InGaN/GaN ナノコラムの発光特性」

展望については，「3. 2021年度の研究成果」において，各テーマごと記載する。

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

「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。2021 年度は、修士論文のテーマとはならなかったが、3 次元構造と 2 次元構造について、引き続き光物性の研究を行った。太陽電池材料として最近大きな注目を集めている 3 次元無機ペロブスカイト材料については、東京大学工学部の近藤研究室との共同研究として、A サイトの材料を変えた効果を詳細に調べている。さらに、研究室としては 20 年以上続けている 2 次元ペロブスカイト材料の励起子物性についても、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を進めている。3 次元構造と 2 次元構造については、どちらも引き続き研究を継続していく予定である。

② 「ボロン酸型蛍光プローブの光誘起電子移動に関する研究」

化学領域の早下先生との共同研究であり、糖認識機能を持つ分子の発光と消光の特性を研究している。2020 年度の活動報告書では「現在は糖認識機能を持つ超分子に特化しているが、将来的には様々な超分子の光物性と研究していく予定である」と記載したが、2021 年度は正しくその発展が開始された。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採択され、その研究代表者として研究をスタートした。ボロン酸蛍光プローブに関しては、現在論文執筆中であり、2022 年度は細菌検出に向けた発展を進めて行く予定である。

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。2021 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進行中であり、2022 年度も継続していく予定である。

④ 「半導体中のコヒーレントフォノンに関する研究」

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

⑤ 「InGaN/GaN ナノコラムの発光特性」

電気電子工学領域の岸野研究室との共同研究であり、半導体ナノコラムの光学特性について、ナノコラム単体での特性と、ナノコラムは配列したことによる配列効果の両面から研究している。ここ数年間は、大学院生の研究テーマとしての実施は行わなかったが、すでに取得したデータの解析を進め、オレンジ色から赤色領域の InGaN の発光特性と局在効果に関する以下の論文を出版した。

N. Shimosako, K. Kinjo, Y. Inose, T. Nakaoka, T. Oto, K. Kishino, and K. Ema,

“Energy diagram and parameters regarding localized states in InGaN/GaN nanocolumns”, J. Appl. Phys. **130**, 143106 (2021).
<https://doi.org/10.1063/5.0065656>

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

(学内)

- 2018 年度まで続いた科研費基盤研究 (A) 「ナノ空間包接場を用いる超分子計測・分離システムの開発 (代表: 早下隆士)」の発展として, 上智大学学術研究特別推進費重点研究「超分子ナノ構造による分子認識過程の解明と高機能細菌検出センサーの開発」の代表者として, 化学領域早下研究室, 生物領域神澤研究室, 看護学科岡本研究室と共同研究を行っている。
- 2017 年度まで続いた科学技術振興機構 (JST) の先端的低炭素化技術開発 (ALCA) の研究「有機無機ハイブリッド高効率太陽電池の開発 (代表: 宮坂力)」を研究基盤として, 応用化学領域竹岡研究室と共同研究を行っている。
- 第 16 回上智大学国連 Week の企画として, Web セミナー「持続可能な社会に向けたエネルギーと太陽電池」(2021 年 10 月 22 日) を応用化学領域の竹岡教授と共同で企画し, 閉会挨拶を行った。

(学外)

- 無機有機ペロブスカイト材料の研究は, 桐蔭横浜大学, 東京大学, 兵庫県立大学との共同として, 2014 年度にスタートし, 現在も継続している。
- 東京大学, 京都大学, 大阪大学, 慶応大学の光物性関係の研究室と合同で, 宿泊討論会である「光物性研究会」を 2003 年度より, 本学の軽井沢セミナーハウスで毎年開催していたが, 2019 年度以降は残念ながら中止となって, しかし, このメンバーでの研究交流は依然として続いている。
- 応用物理学会の量子エレクトロニクス研究会の常任幹事 (2016 年度まで委員長) として, 毎年「量子エレクトロニクス研究会」を開催している。
- JST・CREST 「トポロジー」「人工グラフェンに基づくトポロジカル状態創成と新規特性開発」の研究分担者として, ごく一部であるが, 半導体のトポロジカルフォトリックに関する研究に加わっている。
- JST・CREST 「次世代フォトリック」領域アドバイザーとして, 関連する分野の

研究者との交流を続けている。

- 日本とスウェーデンの間の大学間交流 MIRAI プロジェクトにおいて、大学の前代表者として、セミナーの開催、共同研究の実施などを積極的に支援している。

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

学部講義

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

大学院講義

物理学ゼミナールⅠA・ⅠB、物理学ゼミナールⅡA・ⅡB、大学院演習ⅠA・ⅠB、大学院演習ⅡA・ⅡB、

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。2021年度は2020年度に続き、オンラインでの開催となったが、投票機能を利用したクイズなどを頻繁に実施することで、双方向の講義ができたと感じている。

専門科目の「電磁気学Ⅲ」と「量子光学」は、2021年度は対面講義とオンライン講義を併用した。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。

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) 人を対象とする研究に関する検討委員会委員長

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

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

一般および中高生向けのテキストとして、Newton から「ニュートン式 超図解 最強に面白い!! 光」を 2021 年 12 月に出版した。

所属 機能創造理工学科

氏名 大槻 東巳

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

研究分野：物性物理学 (量子輸送現象の理論的研究)

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

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

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

(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。またフォトニック結晶におけるゲイン、ロスを取り込むため、非エルミート系の物理をより進める。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。

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

アンダーソン転移の研究で確立させたスケーリング理論を、Dirac 半金属, Weyl 半金属が金属へと転移する新しいタイプの相転移に応用した。また、アンダーソン転移の解析に適した大規模並列アルゴリズムを開発し、有効性を確認した。これらの研究は科研費基盤 B を受けて行ったものだが、それを発展させ 2019 年度から基盤 A で行うことになった。また、深層学習の方法を様々な量子相転移、特に k 空間の波動関数の解析に適用した。また、物理量の時間依存性をニューラルネットワークで解析した。それと並行し、非エルミート系の物理の研究も始めた。

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。）
大阪大学、及び北京大学のグループと共同研究を行った。

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。）

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

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。）

google forms などを使いオンライン授業に取り組んだ。

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）

- ・ プロフェッショナルスタディーズのコーディネーター、及び講師を務めた。
- ・ データサイエンス連系課程（仮称）の設立準備委員会のカリキュラム・入試小委員会の座長を務めた。

（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 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、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。)

- ・水素雰囲気異方性熱エッチング(HEATE)法による窒化物半導体ナノ構造の作製とデバイス応用に関する研究
- ・可視光領域におけるトポロジカルフォニック光デバイスに関する研究
- ・無機半導体/有機半導体ハイブリッド型光デバイスの開発に関する研究
- ・分子ドーピング有機単結晶成長技術の開発とデバイス応用に関する研究
- ・多電極型静電塗布(NMD)法による有機・無機薄膜成膜技術の開発に関する研究
- ・コンタクトレンズディスプレイに向けた三原色集積光源の開発に関する研究

卒業研究テーマ

- ・InGaN/GaN ナノポーラスメンブレン構造の作製に関する基礎検討
- ・GaN 系可視域トポロジカルフォニック結晶の構造設計と電子線描画条件の検討
- ・HEATE 法による InGaN/GaN 高密度ナノピラー作製のための電子ビーム描画条件の検討
- ・RGB 光集積デバイスに向けたペロブスカイト材料の経時劣化特性評価

修士論文テーマ

- ・面内集積型波長変換 RGB レーザに向けた FDTD 解析と GaN/Air DBR 構造の試作

(展望)

窒化物半導体は緑～青、紫外領域の LED やレーザ材料として実用化されているが、青色近傍の狭い波長域以外では効率が低く、大幅な性能改善の余地がある。我々の研究室では、独自に開発した水素雰囲気異方性熱エッチング技術(HEATE法)を駆使して、ナノ構造効果

による発光特性の向上や有機無機複合光デバイスによる可視全域における高効率光源の開発を目指している。

HEATE 法は、ダメージフリーで数ナノメートルレベルの極限微細加工が可能な新技術であり、低コストという特徴も有している。本技術により、窒化物半導体ナノ構造の発光特性の解明、高効率緑色 LED やナノ構造レーザの開発に向けた基盤技術の確立を進め、マイクロ LED 術への展開などを進める。また、新物理現象として注目されているトポロジカルフォトリニクス可視光領域での実験的検証を目指した研究も行っている。

無機半導体と有機半導体の特徴を組み合わせ、それぞれの欠点を補完するような有機無機複合デバイスは、従来の光エレクトロニクスデバイスを超える機能性や高効率・低コスト・大面積化・フレキシブル性など、魅力的な次世代デバイスコンセプトである。これまでに、無機半導体 (MoO_3 や MgZnO 、 AlGaIn など) と有機半導体 (蛍光性分子 F8BT や BP3T、燐光性低分子 $\text{Ir}(\text{mppy})_3$ など) を組合せたハイブリッド LED (IO-HyLED) の開発、無機層から有機層への電子注入効率改善する多重中間層の開発、ITO に替わる高性能透明導電膜である $\text{MgZnO}/\text{Ag}/\text{MgZnO}$ 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の開発などを行ってきた。最近では、単結晶状態の有機半導体の優れた光学的・電気的特性に着目し、有機半導体やペロブスカイト半導体の単結晶成長技術、およびこれらに対する分子ドーピングによる発光特性向上技術の研究に注力してきた。これらの新しい技術に、従来から確立してきたワイドギャップ半導体デバイス技術を融合させて、可視域における発光ダイオードや半導体レーザの高性能化に向けた基盤技術を開拓し、可視トポロジカルフォトリニクスデバイスやコンタクトレンズディスプレイ用超低消費電力 RGB 集積光源などの実現に向けた研究を展開する。

窒化物半導体ナノ結晶と有機系半導体の複合デバイスによる低コスト・低環境負荷・高効率・新機能性という究極のグリーンデバイスの実現を目指した研究に取り組んでゆく。

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

1) ワイドギャップ半導体ナノ結晶加工技術に関する研究

- ・年度初期に HEATE 法で GaN が正常にエッチングできないトラブルが発生し、原因究明のために装置の改修や各種条件での HEATE や電子顕微鏡観察、表面元素分析などを実施した。状況が長期に及んだため研究計画が大きな影響を受けたが、ほぼ原因が特定されナノ加工が実施可能な状態に復帰できた。
- ・ NH_3 添加 HEATE 法により幅数十 nm の高密度なナノ空隙を有するナノポーラス構造の作製条件を見出し、さらに熱硝酸による AlInN 層の選択エッチングを組合わせて $\text{InGaIn}/\text{GaIn}$ 多重量子井戸 (MQW) ナノポーラスメンブレン構造を作製する手法を開発した。作製した $\text{InGaIn}/\text{GaIn}$ -MQW ナノポーラスメンブレンの室温光励起発光強度は未加工ウェハの 20 倍以上に増強し、マイクロ LED 等への応用が期待される新しいデバイス構造が提案された。また、FDTD 法と PL 測定を併用してこの PL 強度増強効果の定量的な解明を行った。

- ・ 極微細 InGaN/GaN ナノピラー構造のエッチングマスクとして使用する SiO₂ ナノマスク作製技術を向上させるために、電子線描画から Cr パターンのリフトオフ、SiO₂ エッチングまでのプロセス技術の最適化を進めた。電子線レジストの現像時間や Cr 膜厚などの精査により、直径 30nm の SiO₂ ナノマスクを周期 60nm の高密度（面密度 3.2E10cm⁻²）に配置した位置制御ナノマスクをほぼ 100%の成功率で作製できる条件を見出した。
- ・ β型酸化ガリウム (Ga₂O₃) 単結晶の HEATE による高アスペクト異方性エッチング技術を用いて、半導体/空気多層膜反射鏡（分布ブラッグ反射鏡：DBR）構造やナノ流路構造を作製した。

2) 可視領域トポロジカルフォトリック結晶 (PhC) に関する研究

- ・ JST-CREST プロジェクトの課題である可視領域のポロジカルフォトリック現象の実験的検証に向け、微細な三角形ナノパターンの電子ビーム描画条件の最適化を行った。描画パターンを工夫し、SEM 像を用いた電磁界シミュレーションでトポロジカル PhC バンドが可視光領域に形成されるに十分な精度のレジストマスクの形成が確認された。
- ・ 電流注入型可視トポロジカル PhC デバイスに適した導波構造の探索を電磁界シミュレーション (FDTD 法) を用いて行い、低屈折率な AlInN 層やナノポーラス GaN 層の導入が有効であることを示し、構造の最適化を行った。

3) 有機半導体デバイスに関する研究

- ・ 有機無機複合型 RGB 集積レーザの構造設計：有機半導体発光層と励起用 InGaN 半導体レーザを同一基板に形成する集積型 RGB レーザの構造設計を行った。導波モード解析と FDTD 法を併用し、InGaN/GaN 多重量子井戸活性層を p 型および n 型 GaN 層で挟んだ構造の下部に低屈折率 AlInN 層を有する構造において、高い光閉じ込め係数が得られる高次導波モードが形成される設計条件を見出した。さらに、導波路両端に高反射率の半導体/空気 DBR を形成することによりしきい値電流 500uA 以下で発振可能な極低閾値レーザが期待できることを示した。
- ・ 高アスペクトナノトレンチ加工技術の開発：RGB 集積レーザの作製に向け、有機材料を流し込む GaN ナノ流路の形成条件の把握を行った。エッチングには独自の低損傷ナノ加工技術である HEATE を用いた。昨年度はアンモニアを添加することによる垂直性の向上を見出したが、本年度はエッチング温度と圧力の影響を精査し、GaN の場合は水素のみでも 1000℃、20Pa 程度の高温度低圧条件を用いると垂直性の良好な高アスペクトナノトレンチを形成可能であることを見出した。ワイドギャップ酸化物である Ga₂O₃ や In₂O₃ の HEATE によるエッチング特性の評価も行い、有機無機複合デバイスへの適用可能性を検討した。

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。）

- ・ JST CREST プロジェクト (研究代表者：物質材料研究機構 胡曉 博士、共同研究者：東京工業大学 雨宮智宏 准教授)「人工グラフェンを用いたトポロジカル状態創成と新規機能探索」
- ・ JST CREST プロジェクト (上智大学グループ共同研究者：岸野克己 教授、江馬一弘 教授)「人工グラフェンを用いたトポロジカル状態創成と新規機能探索」
- ・ 共同研究 (豊橋科学技術大学 関口博人 准教授)「窒化物ナノコラムを用いた発光色制御技術の開発」
- ・ 共同研究 (静岡大学 光野徹也 准教授)「GaN 超微細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コラム結晶の光学評価に関する研究」
- ・ 共同研究 (山形大学 大音隆男 准教授)「プラズモニクスによる GaN ナノ構造発光デバイスの高性能化に関する研究」
- ・ 上智大学 時限研究機構 (江馬一弘 教授、大槻東巳 教授)「フォトニクスリサーチセンター」
- ・ 上智大学 付置研究所 (岸野克己 教授、下村和彦 教授、野村一朗 教授、中岡俊裕 教授、富樫理恵 助教)「半導体研究所」
- ・ 研究会開催：2021 年度 Sophia Open Research Weeks 「第 2 回半導体ナノフォトニクス研究会」2021 年 11 月 16 日 (オンライン開催)

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

- ・ 学部日本語コース (春学期)
理工学概説(機能創造理工)、アナログ電子回路※、機能創造理工学実験・演習 2 (責任者)、卒業研究 I、研究指導.
- ・ 学部日本語コース (秋学期)
卒業研究 II、光エレクトロニクス I・II (セメスター科目)、情報フルエンシー(HTML と CSS を用いた Web ページ作成技法)、機能創造理工学実験・演習 1※、研究指導.
- ・ 学部英語コース (春学期)
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2.
- ・ 学部英語コース (秋学期)
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1.
- ・ 大学院 (春学期)
電気・電子工学ゼミナール IA、電気・電子工学ゼミナール IIA、大学院演習 IA、大学院演習 IIA、大学院演習 VA、光デバイス工学.
- ・ 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.

習 IIB、大学院演習 VB、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。)

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

初回と最終回はオンライン、途中はオンデマンドで実施した。リアクションペーパーによる理解度の確認と課題による自習機会の提供は対面時と同等に行い、受講者のレベルに応じたサポートを心掛けた。授業最終日に自作 WEB ページを紹介することを最終課題に設定しており、目標の明確化とモチベーションアップに有効である。2019 年度から継続して HTML と CSS のバージョンアップとレスポンシブルデザインへの対応を行っている。COM 室では OS が Windows で統一されていたが、オンライン授業では、Mac を使用する学生への対応が必要になることが判明したので、今後の課題として検討を行う。

・「機能創造理工学実験・演習 1」、「機能創造理工学実験・演習 2」、「ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1.」、「ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2.」

当初から当科目の責任者を担当している。2021 年度はハイブリッド形式での実施となったが 2020 年度のオンデマンド資料を活用して効率的に実施できた。オンデマンド課題として「実験レポートの剽窃と盗用」に関するレポート課題を課して、盗用・剽窃に対する理解向上と注意喚起を積極的に行った。対面課題「太陽電池」では、機材の使用方法などの基礎的な内容をできるだけ丁寧に指導し、クイズを交えて集中力の維持に努めた。ほとんどの学生が積極的に実験に取り組んでおり十分な学習効果が得られた手ごたえを感じた。

・「アナログ電子回路」(2018 年度「理工学部授業顕彰制度」受賞)

演習問題と課題をできるだけ多く取り入れて、学生が自分の手で問題を解く機会を積極的に増やすよう心掛けた。講義内容は毎年改善を加えており、重要事項を効率的に学べるように工夫している。電子回路は基礎知識の積み上げで理解する必要があるため、初期の内容を定着させるために、適切な頻度で演習課題を課することが重要であると感じる。電気電子工学の基礎科目として今後も丁寧かつ効果的な講義を心掛ける。

・「光エレクトロニクス I・II」

2021 年度からセメスター科目としての I と II 各 7 回に分けての実施を試みた。留学ができない時期であるため受講者は I と II でほぼ重複していたが、コロナ禍が収束した際に留学などに有効活用されることを期待している。講義では写真や図を多用したパワーポイントを用い、受講者の関心を維持させる工夫を行っている。積極的な姿勢で授業に参画する機会を高めるため、講義中にクイズを出して Moodle で回答させる方式を導入したところ、

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た。2020 年度に引き続き、これまでの講義内容を系統的に整理して、講義資料の充実と学生の自習用資料としての活用を目指している。

・「光デバイス工学」

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

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

(学内)

- ・半導体研究所 所長
- ・フォトニクスリサーチセンター 所長
- ・理工カリキュラム委員会 委員
- ・全学教研系システム小委員会 委員
- ・機能創造理工学実験・演習 2、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2. 主担当
- ・機能創造理工学科 1 年次クラス担任

(学外)

- ・社団法人ワイドギャップ半導体学会 企画幹事.
- ・International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021, September 6-9, 2021, online) Program Committee Member, Area 11.
- ・International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2022, September 26-29, 2022, Chiba, Japan) Program Committee Member, Area 11.
- ・14th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS14, 2023, Fukuoka, Japan) Program Committee Member.
- ・国際会議 座長：SSDM2021
- ・応用物理学会春季学術講演会 座長、審査委員 (詳細略)
- ・新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 助成事業 ピア・レビューア (詳細略)
- ・日本学術振興会 科研費専門委員 (詳細略)
- ・上智大学 学内研究費関係 (詳細略)
- ・学術論文査読 (詳細略)

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

所属 機能創造理工学科

氏名 櫻田英之

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

研究分野： 超短光パルスを用いた物質の超高速応答のダイナミクスの研究

キーワード： フェムト秒パルス、コヒーレントフォノン、光触媒、励起子

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

「コヒーレントフォノン測定のための近赤外超短パルス光源の開発」

「二酸化チタン光触媒におけるキャリアダイナミクス測定法の開発」

（展望）

我々は極めて短い光パルスを用いて、固体中で原子が一斉に振動するコヒーレントフォノンの観測を行ってきた。ただし、これまでの研究で使用した光源は可視光しか出力できず、研究対象となる物質や研究手法が限定されてきた。本研究ではこれまでとは異なる物質に対して電子励起の抑制とコヒーレントフォノンの生成を同時に行うために、新たに超短パルス光源の開発を行う。

紫外光で有機物を分解する「光触媒」について、紫外光が物質の反応エネルギーへと変化するメカニズムの解明を目指している。具体的には光励起キャリアが反応に寄与するまでの過程を明らかにする。そのためにこれまでは光励起直後のキャリアダイナミクスを詳細に観測してきた。ただし、光励起キャリアの緩和過程は様々なチャンネルがあり、すべてを解明するためにはより長い時間領域での測定が必要になる。

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

・コヒーレントフォノン測定を目的とする近赤外光源は昨年度に完成したが、強度の揺らぎが大きく、微弱な信号の測定が出来なかった。そこで本年度は非線型光学結晶を変更して新たな光源を作製した。まだ出力強度は不足しているが揺らぎは無いことから、今後は出力の増強に向けた改良を行う。

・二酸化チタン光触媒の長寿命光励起キャリアダイナミクスを解明するために、2020年度

から新たな測定系を作製している。ただし、想定以上に時間ドリフトが大きく信号の測定には至っていない。そこで2021年度は時間ドリフトの起源を探るとともに、これを打ち消す手法の開発を行った。

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

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

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

理工基礎実験・演習, 光学システムと応用, 物理学実験演習1, リサーチトライアル II, 大学院実験物理特論 B, 大学院光物性

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

「大学院光物性」

2021年度は途中からオンライン形式に変更になった。そのためリアクションペーパーとして提出してもらった課題を Moodle での提出に切り替えた。授業時間内での提出という制約がなくなったため、やや時間がかかる課題を毎回出して授業内容をより深く理解できるよう努めた。

「光学システムと応用」

2021年度はハイフレックス形式の講義であった。そのため、通常の対面授業ではホワイトボードを使って説明している内容もパワーポイントのスライドにするとともに、計算過程をホワイトボードで示す際にはカメラを使ってリアルタイムでオンラインの学生も視聴できるようにした。さらに毎回の授業でリアクションペーパーとして簡単な計算を提出してもらおうが、こちらもオンラインの学生には Moodle を使い、授業時間内を締め切りとして計算結果の写真を提出してもらい、対面とオンラインでの理解度に差が出ないように努めた。

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、二年代担任

(学外) 応用物理学会量子エレクトロニクス研究会幹事

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

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：磁性，強相関係，生体材料

キーワード

研究対象：磁性体，誘電体，マルチフェロイック物質，リン酸カルシウム塩

研究手法：光散乱測定，磁化測定，誘電測定，構造解析

特徴：多重極限環境，強磁場，液体ヘリウム温度(近低温)，均一沈殿法

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。)

$\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$ の研究

$\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$ は、低温相で磁気対称性 Pm' を持つマルチフェロイック物質であると考えている。この仮説を実証する事が中期的な目標、この磁気対称性を持つ物質を見つける事が応用上価値のあるものである事を示す事が、長期的な目標である。

● 超強磁場中の磁化測定(過去の卒研テーマ)：

光学的手法を用いた 200 T までの超強磁場中での磁化測定を目標に、準備を行っている。

● 磁性・非磁性不純物置換効果(過去の修士論文テーマ)：

不純物置換試料の強磁場物性を測定した。

● 電場中磁化測定プローブの開発とマルチフェロイック研究への応用：

電場中の測定プローブ自体の磁化を極めて小さくする方法を開発し、極めて薄い試料を用いての磁化測定を行う方法を確立した。

高機能リン酸カルシウム塩の合成

リン酸カルシウム塩は、生体を形成する骨の主成分である水酸アパタイトを含む。前駆体として、均一沈殿法で作った繊維状リン酸八カルシウムを用いることにより、繊維状の水酸アパタイトを合成する事が可能である。この系に光触媒機能を賦活して、無機物を使わない光触媒シートを合成する事が中長期的な目標である。

2021 年度卒研テーマ：

- 繊維状リン酸八カルシウムの合成における出発水溶液の Ca/P 比の影響
- Rietveld 解析を用いた繊維状リン酸八カルシウム化合物の同定
- ポリエーテル・エーテルケトン真空紫外光照射による表面改質とアパタイト被覆

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

$\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$ の研究、強磁場物性に関しては、装置のトラブルや液体ヘリウムの枯渇のため、研究が思うように進まなかった。2016 年度科研費(基盤研究(C))を延長することとなつてしまった。最終年度に向けペースを上げる。

高機能リン酸カルシウム塩の合成については、繊維状リン酸八カルシウムで不織布を作る技術を確立し、それを熱処理して繊維状水酸アパタイト不織布に変化させることに成功した。

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。)

● 科研費(基盤研究(C)研究代表者) 1 件

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

【学部授業】つくる I (全学共通科目), 現代物理学の世界 A (全学共通科目), 現代物理学の世界 B (全学共通科目), 電磁気学 II B, 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), 科学技術英語(物理), Science, Technology, and Environment (英語コース授業), 卒業研究 I, II

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

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

2021 年度秋学期に、対面授業が復活したが、オンラインの特性を活かして、より双方向性の高い対面授業の方法を模索した。中でも、質問を敢えてネットで受け付ける事により、今までに比べて多種多様な質問を受けられるようになった事は、授業デザインにも活かせる良い収穫であった。

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)

- ・機能創造理工学科 3 年次生担任
- ・機能創造理工学科 WE B 担当
- ・物理学領域ネットワーク・管理者

(学外)

- ・日本強磁場フォーラム第 14 期幹事

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 桑原 英樹

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

研究分野： 新規機能性酸化物の探索

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

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

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

（展望）

- (1) に関連しては、本年度も継続して大阪大学大学院理学研究科附属先端強磁場科学研究センターとの共同研究を計画し、前期・後期の物性研共同利用の応募申請を行った。具体的には我々が見出した新規マルチフェロイック物質の強磁場 ESR 測定を進めた。
- (2) 既に我々の研究室で見出しているマルチフェロイック物質に関して、学科内の黒江研との共同研究によって、電場の印加によって磁性の変化を観測することを目指した。本年度は特に結晶が持つ電気分極（結晶極性）方向に起因する非相反電磁応答に着目し実験を進めた。
- (3) 本研究テーマは宇宙航空研究開発機構・東京理科大学との共同研究で、本年度よりさらに実際に惑星探査機などに搭載される放射率可変素子を作製するために、日本特殊陶業株式会社との共同研究もスタートした。性能向上のために本年度は Mn サイトに 2 価の不純物を導入した化合物の作製に取り組んだ。
- (4) 本研究テーマは鹿児島大学（熱電材料）および東邦大学（誘電材料）との共同研究である。本学の装置を利用して比熱測定や誘電測定、結晶成長を共同研究によって推進した。

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

研究目標および計画に対応させて達成状況を簡単にまとめると、

- (1) 我々が見出した新規マルチフェロイック物質である $\text{CaBaCo}_4\text{O}_7$ 結晶の誘導化合物 $\text{CaBa}(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_4\text{O}_7$ ($x=0, 1/4, 1/2, 3/4, 1$) 結晶を対象物質として物性研究所共同利用研究に応募申請し、前期・後期とも採択された。残念ながら本年度はコロナの影響やコンデンサーバンクの故障などで強磁場 ESR の実験を行うことはできなかった。本年度は母物質($x=0$)に関して、課題であった結晶方位を揃えたシングルドメインの結晶作製を中心に実験を行い、一軸圧力下でアニールを行うことにより、よりシングルドメインに近い結晶を得ることができた。引き続き他の組成試料についてもシングルドメインの結晶作製を行い、磁気励起の全容を明らかにする予定である。
- (2) 本年度も引き続き $\text{CaBaCo}_4\text{O}_7$ 及び $\text{CaBaFe}_4\text{O}_7$ 結晶の電気磁気効果の極性依存性、すなわち c 軸方向に自発電気分極を持つ極性結晶 (空間群 $Pbn2_1, P6_3mc$) の $\pm c$ 軸の 2 方向での非相反電気磁気応答を検討した。本年も上記(1)と関連して、混晶系の $\text{CaBa}(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_4\text{O}_7$ ($x=0, 1/4, 1/2, 3/4, 1$) 固溶体結晶、特に $x=1/2$ を対象物質とし、Ca サイトの Sr 置換効果を検討した。その結果、30%までの Sr 置換で結晶構造は変化せず、Sr 置換が磁気特性に与える影響は小さいことが明らかとなった。また自発電気分極の立ち上がりは Sr 置換によって抑制されることも明らかにした。今後さらに試料作製方法を改良して、それぞれの組成での磁気電気特性測定を進めていきたいと考えている。
- (3) 本年度は過去に研究を進めてきた Mn サイト不純物置換を異なったアプローチで再検討を行った。通常 Mn サイトに導入する不純物としては 3 価あるいは 4 価が主に使用されていたが、今回 2 価の不純物、具体的には Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} を検討した。これは、Mn の平均価数+3.225 価に対して、価数の低い 2 価の不純物を導入することによって、Mn へホールを実効的に導入することで、不純物導入による T_c の低下をホールドープによって補いながら、 T_c を制御することを意図したものである。その結果、意図したとおり T_c の低下を抑制することに成功した。ただ SRD の性能そのものは向上しなかったため、今後は Mn サイトの置換不純物としてまだ調べられていない 3d 遷移金属元素を中心に再検討を行う予定である。
- (4) 本年も継続して、電子ドープ型 SrTiO_3 に微量の Mn を添加した系での熱電変換材料に関する鹿児島大学との共同研究開発、および $\text{EuTi}_{1-x}\text{Al}_x\text{O}_3$ 結晶の作製とその詳細な磁気特性測定に関する東邦大学との共同研究を行い、研究成果を共著論文として公表した。

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

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

（学外） 宇宙航空研究開発機構・東京理科大学と共同で「高機能放射率可変素子の開発」プロジェクトを継続している。また本年度より上記に加えて日本特殊陶業株式会社との共同研究もスタートした。また、継続して、東邦大学赤星研究室と機能性酸化物材料に関する共同研究、鹿児島大学奥田研究室と熱電材料に関する共同研究、東京理科大学齊藤研究室と光電子分光に関する共同研究、さらに大阪大学大学院理学研究科附属先端強磁場科学研究センターにおいて萩原研究室と強磁場 ESR に関する共同研究を行った。

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

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

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

2021 年度も昨年度に引き続きコロナの影響で急遽、殆どの科目でオンラインやオンデマンド、ハイフレックス授業を余儀なくされた。オンライン授業では、なるべく一方的な講義を配信するだけにならないように、オンライン授業中に受講生が参加するクイズを行ったり、授業後に毎回レポート課題を課して、締め切り後にその解説を行うなどして、対面授業以上にきめ細かな教育が出来たと考えている。また受講生も気軽にチャットで質問してくれるなど、オンライン教育の良い面も発見できたと思うので、次年度以降完全対面授業になってもオンライン教育の良い面は継続させたいと考えている。

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

（学内） 理工学専攻主任、3年次クラス主任、理工研究教育推進委員会委員、理工スーパーグローバル委員会委員長、理工カリキュラム委員会委員、理工学科長会議委員、大学院担当教員資格審査委員会委員、上智大学科学技術国際交流委員会（STEC）委員、放射線安全管理委員会委員、理工学テイヤール・ド・シャルダン委員会委員、発明委員会委員、理工学振興会運営委員会委員、SLO企画委員会副オフィス長を務めた。

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

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

所属 機能創造理工学科

氏名 後藤貴行

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

研究分野： 低温物性実験

キーワード： NMR、 μ SR、ボロン酸糖センサー、量子スピン磁性体、トポロジカル絶縁体、極低温、強磁場、超伝導、フラストレーション

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

- A) p軌道量子スピン磁性体におけるスピンパイエルス転移
- B) 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
- C) 対角相互作用によってフラストレートした二次元正方格子系の基底状態
- D) 競合鎖量子スピン磁性体におけるネマチック相の探索
- E) 高温超伝導体母物質のナノサイズ試料におけるサイズ効果
- F) ナノワイヤー次元磁性体におけるスピン緩和異常
- G) 幾何学的フラストレーションを有する低次元磁性体の基底状態
- H) フラストレートスピントラップ磁性体における基底状態

(展望)

「極低温・強磁場における新奇な基底状態の探索」をメインテーマとして研究を行っている。量子スピン磁性体・超伝導体の電子状態を、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。特に、幾何学的フラストレーションによって磁気転移が妨げられている磁性体の絶対零度での挙動や、無極性というこれまでに無い新しい概念を持つ、スピンネマチック状態の探索を重点的に調べている。

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

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

- A) の「p軌道量子スピン磁性体におけるスピンパイエルス」については、超酸化物(スーパーオキシド)のアルカリ金属化合物の NMR による研究を行っており、これまで高温で

の一次相転移で p 軌道の向きが変わることを明らかにした。本年度は、パイエルス転移状態でギャップが開いた状態でありながら磁気不均一が増大することを見出し、原因を検討中である。

- B) の「金コロイドナノクラスターを用いた糖センサーの基礎物性」については、まず、金ナノ粒子の表面にフェロセン・Ru0 等の磁性コンプレックスを凝集させた分子センサーの研究を、学内の競争的予算（下記）の支援を受けて開始した。これまで金ナノ粒子とボロン酸分子をつなぐアルキル鎖上の一次元スピン拡散を NMR 及び μ SR で検証した。今年度は糖認識の有無に伴うボロン酸の電子状態の変化を NMR で明らかにした。
- C) の「対角相互作用によってフラストレートした二次元正方格子系の基底状態」では東工大との共同研究により、二次元正方格子磁性体の新規物質 SrLaCu(Sb, Nb)O6 について、エンドメンバーの磁気構造について、面間スピン構造が Sb 系と Nb 系とで異なることを明らかにし、論文が出版された。
- D) の「量子スピン磁性体におけるネマチック相の探索」については、これまで J1-J2 競合鎖 Cs 系について縦磁場 μ SR と NMR の結果を比較し、磁気転移が磁場誘起されることを見出した結果について取りまとめ中である。
- E) の「高温超伝導体ナノ粒子の電子状態」については、九州工大、理化学研究所との共同研究により、キャリア未ドーパの物質の反強磁性転移温度が粒径に顕著に依存し、さらに、低温で常磁性相と相分離していることを明らかにした。論文を投稿中である。
- F) の「ナノワイヤー一次元磁性体におけるスピン緩和異常」では芝浦工大との共同研究を始め、磁化測定、NMR 測定に着手し、今年度はリガンド分子がフェニルとナフチルの場合でスピン間相互作用が変わっている可能性があることを縦緩和時間 T1 の温度依存性から明らかにした。また、高温で横スピン緩和が異常に遅くなることを見出した。
- G) の「幾何学的フラストレーションを有する低次元磁性体の基底状態」では東京理科大との共同研究で、擬一次元ダイヤモンド鎖及び擬二次元手裏剣格子の量子スピン系の NMR の研究を行い、前者は、縦緩和率の温度べき指数がラッティンジャー液体とは異なる、特異な磁場依存性を示すことを明らかにした。後者（手裏剣格子）については、非磁性的なスピンギャップの存在が明らかになり、構造変化由来によるものと指摘した。
- H) の「フラストレート磁性体の基底状態」については、三角チューブ磁性体 CsCrF4 において秩序状態における磁気構造を明確にするため、複数サイト（三つのフッ素サイト及び Cs サイト）においてスペクトルと T1 の測定を行い、さらなる解析を進めた。現在、中性子実験との整合性を引き続き検討中である。

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

- ・東北大学金属材料研究所における共同利用

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

強磁場センター共同利用課題「ナノサイズ金微粒子糖センサーのNMR」

・ 理化学研究所 客員研究員 (μ SR 実験)

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

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

・ 学部： 環境問題と科学技術 (全学共通科目)、解析力学、統計力学、低温電子物性、機能創造理工学実験演習Ⅱ、物理学実験演習Ⅲ (主担当を務めた)

・ 学部 (英語コース)： 機能創造理工学実験演習Ⅱ

・ 大学院： 物理学ゼミナールⅠA/B、大学院演習ⅠA/B、物理学序論 (輪講) を担当した。

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

学部の理工共通科目 (解析力学・統計力学) 及び学科専門科目の低温電子物性については、ハイフレクスによる講義を行った。特に前者二科目については、講義ノートを改定・配布した。

また、学部英語コースを含む機能創造実験演習Ⅱについては、英文のテキストを改定配布した。この科目に加え、物理学実験Ⅲにおいて、説明と模擬実験のビデオ撮影、模擬データによる課題設定を行い、オンデマンド講義プログラムを作成・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)

・ 理工カリキュラム委員会委員、理工大学院資格審査委員

・ 上智大学洋弓部顧問 (2019年12月より)

(学外)

・ 研究費配分に関する教育研究環境検討委員会 (日本物理学会) 委員

・ 日本中間子学会会誌「めそん」編集委員

・ 日本物理学会 第76期 JPSJ 編集委員 (Associate Editor)

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

所属 機能創造理工学科

氏名 坂間 弘

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

研究分野： 環境浄化の研究, 省エネの研究

キーワード： ハードディスク, 光触媒, 宇宙コンタミネーション

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。）

「マルチフェロイック材料の開発」

「宇宙コンタミネーションの除去法の開発」

（展望）

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

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

- ① Bi 系ペロブスカイト薄膜で上記課題を実現するために、クロム酸ビスマス (BiCrO_3) を ALD 法で成長させることに成功した。そして、他の方法で成長した場合に比べて、結晶性のよい薄膜が得られることがわかった。
- ② 宇宙コンタミネーションの除去法として使える光触媒の開発を行った。 ZrO_2 を試した結果、真空中では大気中に比べて汚染物質の分解速度は低下するものの、分解は可能であることがわかった。ただし、分解が困難な物質もあることがわかった。それは、これらがベンゼン環をもつため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簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。)

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

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

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

授業で使ったテキストを復習の便宜のために、pdfで配布する

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

(学内)

(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 坂本 織江

1. 研究分野とキーワード

研究分野： 電力系統の解析と制御に関する研究

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

2. 研究テーマ

「電力系統の解析・制御技術の高性能化」

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

(展望)

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

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

本研究室では以上の理由から電力系統の解析・制御技術の高性能化を目指し、主に系統に外乱による大きな変動が生じた場合に電気エネルギーを安定に送り続けられるかどうかという同期安定性の観点から、発電機などの解析モデルの開発や制御方式の研究を行っている。解析技術においては、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」について研究・利用している。

3. 2021年度の研究成果

次のテーマに関する研究を行った

- ・ 瞬時値解析のための誘導機モデルの研究
- ・ 同期発電機と変動性再生可能エネルギーを含む系統の安定性
- ・ 超電導電力機器の導入による系統の安定化と運用可能範囲の拡大

- ・ 太陽光発電の大量導入に対応する電力変換器の制御
- ・ 風力発電を含む系統の安定化のためのエネルギー貯蔵装置の制御方法
- ・ 同期安定性と電力品質を総合的に考慮した需要地系統の運転方法
- ・ 系統の安定化や需給調整力の拡大に寄与する需要家機器の運転方法
- ・

4. 大学内外における共同的な研究活動

研究推進センターによる年鑑の通り

5. 教育活動

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

6. 教育活動の自己評価

「電磁気学Ⅰ」

受講生の理解を深めるために講義資料に加え演習問題を設けた。電磁気学の入門科目として、主要な法則のイメージを分かりやすく伝えることを重視した。本科目は静電磁界に関する基礎的な内容を扱うものであり、より専門的な内容に関しては後継科目の受講を強く推奨している。

「電力系統工学」

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

“Electric Power System Engineering”

英語コースの3年次生向けの学科専門科目であり、以前に学生からより技術的な面や設備についても学びたいとの要望があったので、電力設備の観点からも解説するよう心掛けた。学生への課題として1つの国または地域の電力系統の特徴と課題に関する発表を課しており、学生にも好評であるので来年度以降も続けたい。

7. 教育研究以外の活動

- (学内) 科学技術国際交流委員会 (STEC) 委員
理工学部予算・会計委員会 委員
理工学部スーパーグローバル委員会 委員
Green Engineering 3・4年次生 (2019年9月・2018年9月入学) 担任
- (学外) 2022年電気学会産業応用部門大会実行委員会 幹事
電気学会 産業応用部門論文委員会 委員
電気学会 東京支部学生員委員会 委員
電気学会 東京支部学会活動推進員
CIGRE SC C1 国内分科会委員
電力広域的運営推進機関 広域系統整備委員会 委員
日本産業標準調査会 標準第二部会 スマート・システム標準専門委員会 委員
経済産業省 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会
電力安全小委員会 電気保安制度ワーキンググループ 委員
同分科会 産業保安基本制度小委員会 委員

8. 社会貢献活動、その他

Department: Department of Engineering and Applied Sciences

Name: Edyta Dziemińska

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

Research area: Detonation, Combustion, Shock waves, Aircraft Design

Keywords: detonation, deflagration, shock wave, boundary layer, reactive mixtures, ignition, flame acceleration, morphing wing, distributed electric propulsion

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

1. Obstacles and grooves influence on flame and detonation propagation (graduate school research) (undergraduate research)
2. AMR combustion code development (graduate school research) (undergraduate research)
3. Hypersonic shock waves in CO₂ and air (graduate school research) (undergraduate school research)
4. Morphing technology for wings with jet flaps and distributed electric propulsion (graduate school research) (undergraduate research)
5. Rotating detonation engine (graduate school research) (undergraduate research)

(Prospects)

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

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

Numerical analysis shows that deflagration-to-detonation transition can be triggered by shock

wave boundary layer interaction (SWBLI). Computationally obtained images are quite similar to experimental results. Lately, our interest falls also into acetylene combustion as a very energetic fuel so the development of a reduced chemical combustion model is essential.

Morphing technology for a wing is tested numerically for jet flaps using Tohoku supercomputer. For evaluation of our work we also use software calculating aircraft performance developed at Warsaw University of Technology. We also implemented distributed electric propulsion.

3. Research results for fiscal year 2021 (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).

“Numerical investigation of three deflagration-to-detonation transition conditions related to the velocity of the spontaneous reaction wave” X. Tang, E. Dziemińska, A. K. Hayashi, N. Tsuboi, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 46, Issue 75, 29 October 2021, Pages 37487-37501

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

Collaborative research with

1. Prof. Tomasz Goetzendorf-Grabowski (Warsaw University of Technology)
2. 吉田 一朗 教授 (法政大学)
4. 水書 稔治 教授 (東海大学)
5. 大林 茂 教授、焼野 藍子 助教 (東北大学)
6. 森井雄飛 助教 (東北大学)
7. 林 光一 (Cosmosilva)

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

1. English for Science and Engineering (Undergraduate school)
2. English for Science and Engineering (Graduate school)
3. Topics of Green Engineering 1 (Undergraduate school)
4. Basic Physics 1 (Undergraduate school)
5. Engineering and Applied Sciences Lab 1 & 2 (English group) (Undergraduate school)

6. Aircraft Design with Mechanics of Flight (Undergraduate school)
7. Numerical Analysis (Undergraduate school)
8. Seminar in Mechanical Engineering (Undergraduate school)
9. Application of Mechanical Engineering (Graduate school)
10. Graduation research 1 & 2
11. Master's Thesis Tutorial and Exercise

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.)

In general, classes get a good response from students, however, some classes that I teach in English for Japanese content studies can be quite challenging for them due to the language barrier.

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

(On-campus)

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

(Off-campus)

Member of:

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

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

The organizer of Polish charity even WOŚP 30th Grand Final (6th Grand Final in Japan) (hybrid event) - charitable fundraiser for specialized diagnostics units for Polish public hospitals for children.

所属 機能創造理工学科

氏名 下村 和彦

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

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

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

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

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

（展望）

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

2021 年度はこの歪量子井戸構造の歪量とレーザしきい値の関連に関する研究を継続して行った。シリコン基板上量子井戸レーザの井戸層に歪を導入した歪量子井戸レーザの歪量としきい値電流の関係について InP 基板上レーザとの比較検討を行った。またしきい値電流の低減および単一モード光ファイバとの結合のために、半導体レーザの横モードを制御する電流狭搾構造として、リッジ構造、ハイメサ構造、埋込み構造の試作、比較検討を行った。InP 基板上レーザとの比較も継続して行っている。

自己触媒による InP ナノワイヤの成長に関する研究を継続して行っている。自己触媒 InP ナノワイヤをコアとした、コア-シェルナノワイヤ構造の作製において、In 触媒をエッチン

グによって除去した後、再成長によってシェル層を成長する構造を検討した。またデバイス化のために、InP コアの下部を絶縁膜によって埋込み、これにコア-シェルナノワイヤ構造を再成長する構造を検討した。

学内共同研究において人工葉デバイスの研究を行っているが、そのための半導体結晶成長および太陽電池デバイスの試作を行った。GaAs 基板上 GaInP 結晶、さらに GaAs と GaInP のタンデム構造による太陽電池デバイスを試作し、発電特性を確認した。

また太陽電池のさらなる高効率化のために、ナノワイヤ構造を用いた太陽電池の研究を開始した。ナノワイヤ構造としてはこれまで研究してきた自己触媒 InP ナノワイヤの成長技術を応用して、GaAs 基板上における自己触媒 GaAs ナノワイヤの結晶成長技術に着手した。

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

シリコン基板上半導体レーザに関して、原著論文 1 件、国際会議発表 2 件、国内学会発表 4 件を行った。

自己触媒ナノワイヤに関しては、国際会議発表 1 件、国内学会発表 1 件を行った。

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

学内共同研究として、重点領域研究「人工葉の創成とその光化学変換」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。)

(学部講義)

電磁波伝搬の基礎、光電磁波伝送工学、ナノテクノロジー (全学共通、7 回)、理工基礎実験演習、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、電気・電子ゼミナール、研究指導

2021 年度は複数の担当科目において、対面および Zoom によるオンラインのハイブリッド授業を行った。講義資料は Moodle によって配布し、その資料は講義室ではプロジェクトによって投影し、Zoom によるオンライン授業においては画面共有して行った。ホワイトボード・黒板に板書した内容はカメラによって同時中継し、板書内容が分かるように配慮した。

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

「電磁波伝搬の基礎」は対面および Zoom によるオンラインのハイブリッド授業を行った。受講者が 30 名以下となり、通常の半分程度となった。これは同時間帯に電気系科目が開講された影響であり、2022 年度は開講時限を変更した。講義内で小テストを 9 回実施し、講義内容を理解するための演習を行った。受講者は減少したが、少人数で講義した影響か、期末試験の結果からも全体的に理解度は例年よりも上昇した。

「電子デバイス」は対面および Zoom によるオンラインのハイブリッド授業を行った。例年よりも受講者が減少したが、その理由は不明である。本年度は学生からの質問が積極的であり、講義内容の理解度も良かった。

「光電磁波伝送工学」は対面および Zoom によるオンラインのハイブリッド授業を行った。受講者数は例年より減少した。レポートは 2 回課題を出したが、小テストを実施しなかった。次年度以降は、講義内容の理解を促進させるよう小テストの実施回数を多くしたいと考えている。

「ナノテクノロジー」は後半 7 回の講義を担当し、対面および Zoom によるオンラインのハイブリッド授業を行った。例年 100 名程度の受講者がいるが、本年度は 30 名とかなり減少した。多くの全学共通科目がオンラインで行われているのに対して、対面での授業形態をとったことで敬遠された可能性がある。毎回穴埋め式の簡単な小テストを行った。またリアクションペーパーを 2 回提出させた。対面授業においては、実際に使用している半導体基板、光露光用マスクを回覧し、少しでもナノテクノロジーについて理解度を上げるよう工夫した。

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)

機能創造理工学科学科長

(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

電子情報通信学会光エレクトロニクス研究専門委員会専門委員

27th International Semiconductor Laser Conference (ISLC2020) Pacific-Rim Program Committee

電子情報通信学会 光エレクトロニクス研究会 座長 (2021 年 8 月 27 日開催、オンライン)

開催)

第 69 回応用物理学会春季学術講演会講演奨励賞審査員

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

氏名 申 鉄龍

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：自動制御理論および自動車エンジン、ハイブリット自動車、機械システムにおける応用

キーワード： システム制御理論、最適化、学習アルゴリズム、パワートレイン制御、ハイブリット自動車エネルギー効率最適化

2. 研究テーマ

本年度は以下の課題を中心に研究活動を展開し、博士後期課程、前期課程在学生の研究テーマもこれらの関連課題である。

- ① CO₂ 排出抑制を考慮した HEV エネルギーマネジメント手法
- ② コネクティド環境におけるハイブリット自動車のエネルギーマネジメント手法
- ③ リアルワールド情報活用による自動車エネルギー効率最適化 (AICE 委託研究)
- ④ 災害時情報伝達のための EV 活用手法 (トヨタ自動車)
- ⑤ EV 活用を考慮したピコグリッドの最適化手法 (上智大学ブレンディング事業)

エンジンベンチにおける実験に基づいて、自動車エンジンの CO₂ 排出特性を把握し、CO₂ 排出抑制を考慮した HEV のエネルギーマネジメント策を構築する課題にチャレンジし、その有効性を確認した。本課題は、四年生の卒業研究課題として実施し、得られた成果は国際学会に投稿し発表される予定である。また、昨年度に続き、コネクティド環境下 V2X 情報活用による自動車動力システムの最適制御手法構築に重点をおいて研究を進めてきた。強化学習手法を用いてドライバーのディマンドを予測し、それに基づくハイブリット自動車のリアルタイムエネルギーマネジメント最適化制御手法を開発した。

AICE の委託研究では、リアルワールドの交通流や V2X の情報を活用し、エネルギー効率を向上させるための動力システムのオンライン制御手法を検討し、車群の挙動の統計特性に基づいて、エンジンマネジメント策を構築する手法を考案した。また、エンジン制御に関する研究では、EGR 流量のオブザーバ理論に基づくバーチャルセンサを活用し、EGR 制御による効率向上手法を検証した。ハイブリットパワートレイン向けのエンジン暖機制御問題に取り組み、エンジンの熱エネルギー損失を減らし、ハイブリット自動車のエネルギー効率最適化のためのエンジンマネジメント手法を構築した。

トヨタ自動車からの委託研究「次世代エンジン制御技術に関する研究」では、引き続き大規模 EV 群と電力システムとの協調制御手法の開発のほかに、実走行ビッグデータ解析を行い、災害時車群の挙動によって、行政情報の伝達の可能性を解析し、データ伝播のための車両ルーティング問題に挑戦した。

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

昨年度に続き、モデル未知のシステムの最適制御問題と Mean Field Game (MFG) 問題の強化学習による解法手法開発に大きな進展があった。その成果をはじめ、制御理論と自動車動力システムの制御技術開発においては、多数の成果を挙げる事ができた。年度内 IEEE Transaction on Automatic Control, IEEE Transaction on Intelligent Transportation Systems, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences Applied Energy, Control Engineering Practice, International Journal of Engine Research, Control Theory and Technology 等の国際学術誌に論文を計 7 篇掲載し、査読付き国際会議 Proceedings 等に 16 篇の論文を掲載した。

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

「共同研究」

- ① HEV 動力系の学習に基づくリアルタイム最適化に関する研究(共同研究者：大連民族大学張江燕准教授)
- ② IFAC Benchmark 問題に関する研究 (Linkoping University, Lars Eriksson 教授、Polytechnic University de Valencia, Carlos Guardiola 教授)
- ③ エンジン燃焼制御 (Polytechnic University de Valencia, Pla Benjamin 教授)
- ④ PhD Short Course 講師務める (Northeast University, Jilin University 等)

「主催した講演会等」

- ① 講演会、Bingchang Wang 教授 (山東大学), 2021, 09, 22.
- ② 講演会、Ming Cao 教授 (The University of Groningen, Netherlands)

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：「数学 B」、「数学演習」、「制御基礎」、「機械創造実験」、「機械工学ゼミナール IA, IIA」, 「卒業研究 I, II」、「地球環境と科学技術」

大学院：「アドバンスト制御」、「制御工学特論 B」、「大学院演習 IA, IIA」, 「研究指導」の他、グリーンエンジンニアリング専攻前期、後期課程のゼミナール、研究指導科目を多数担当。

指導教員：博士後期課程 1 名

博士前期課程 4 名

卒業研究 3 名

博士学位論文主査 1 件

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。)

制御基礎や大学院の授業は数学的な内容が多いので、なるべくスライドを使わず板書による結果解析、導出過程の教授に気を配るようにしていた。対面授業が可能になったのでよかったと思う。

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)

グローバル化推進連携本部 部員
地球環境研究所 所長

(学外) Asian Journal of Control, Guest Editor

Control Theory and Technology, Associate Editor

Information Science, Associate Editor

計測自動制御学会 (SICE) , 代議員

IFAC Technical Committee on Automotive Control, Member

SICE Annual Conference 2021, General Chair

IFAC 6th Conference on Engine-powertrain Control, Simulation, and Modeling,
General Chair,

The 5th CAA International Conference on Vehicular Control and Intelligence,
IPC Chair

他、IEEE, IFAC 関連学会の IPC メンバー多数

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

1. 研究分野とキーワード

研究分野： エンジンシステム, 冷凍機 など

キーワード： カーボンフリー、エンジン、熱伝達、高効率化、冷凍機 など

2. 研究テーマ

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

(展望)

温暖化を抑止するためには二酸化炭素の排出量を低減する必要がある。そのため、燃焼しても二酸化炭素を排出しないアンモニアを燃料としたカーボンフリーエンジンの開発は、二酸化炭素の排出抑制のために有望である。同様に、エンジンの高効率化による二酸化炭素の排出抑制に関しては、核沸騰熱伝達を用いた熱マネジメントが有効であることから、核沸騰現象を制御するためのモデル開発が必要とされている。また、シリンダ内部のガス流動解析および燃料の粒径・速度はエンジンの排気ガス性能を向上させるために重要である。エアコンに使用される冷凍サイクルの性能向上も、自動車の総合効率に大きな影響を与えることから、二酸化炭素の排出量低減のために重要となる。

3. 2021 年度の研究成果

- 「アンモニアを燃料としたカーボンフリーエンジンの開発」の研究では、定容燃焼器と実機エンジンを用いて実験を行った。定容燃焼器実験では酸素・アンモニア混合気が自己着火により急速燃焼していることが確認された。また、アンモニアとガソリンの混焼燃焼実験では、アンモニアを 70%程度混焼することが可能であることを明らかとした。
- 「核沸騰熱伝達コントロールに向けた現象解明とモデル化」の研究では、平板流路加熱実験装置を用いて実験を行った。その結果、腐食、冷媒成分、流速、サブクール度、圧力、表面粗さが、壁面熱流束に与える影響について明らかとするこ

とができた。

- 「シリンダ内ガス流動の解析」の研究では、PIVを用いてヘリカルポートとタンジェンシャルポートから流入する流体の干渉について検討した。本年度はタンジェンシャルポートの流量を変化させることにより、シリンダ内に形成されるスワール流や乱れ強さが変化することを明らかにした。
- 「燃料噴霧の粒径と速度の同時計測に関する研究」の研究では、吸気バルブへの噴霧衝突角度の変化が粒子径・速度に与える影響について検討した。その結果、噴霧外縁部でザウター平均粒径および合体確率が大きく、合体確率より粒子の衝突・合体が生じていることが推察された。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- 上智大学重点領域研究「アンモニアを燃料としたカーボンフリーエンジンの開発」研究代表者
- AICE 次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築 共同研究者
- 科研費 基盤研究C 「ゼロエミッションに向けた冷間始動可能な予混合圧縮着火アンモニア燃焼エンジンの開発」共同研究者

5. 教育活動

【講義科目】

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

【実験科目】

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

【ゼミナール】

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

【その他】

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

6. 教育活動の自己評価

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

7. 教育研究以外の活動

(学内)

- 全学安全委員会・委員
- 労働者代表委員会・委員

- テクノセンター・センター長
- 理工学振興会・会長
- リエゾンオフィス・オフィス長
- クラス担任 (2年次)
- 機械工学領域英語委員会・委員長

(学外)

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

8. 社会貢献活動、その他

- Elsevier reviewer
- SAE international reviewer

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、電気自動車とソーラーパネルを電力源とするマイクログリッドの統合制御、ロボット制御

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

1) 合流車と本線車の挙動の同時最適化による協調的な合流挙動の生成に関する研究
実際の自動車に実装できる協調的な合流挙動制御手法を構築することを最終的な目標としています。

2) 燃費最適な PnG 方式の検討に関する研究
燃費最適な PnG を見つけて、エンジン動作点、エンジン駆動状態の継続時間、エンジン再始動時の燃料消費量とエンジンのイナーシャ、道路勾配などの要素の計算結果への影響を明確にすることができます。

3) エンジン On/Off 切り替え機能を有するパワートレインの実時間最適制御に関する研究
エンジン On/Off 機能を有する車の各運転シーンにおける燃費最適な運転方式を算出し、実際の自動運転や運転補助への応用手法を明確にすることを目標としています。

4) ハイブリッド自動車の燃費等を改善するためのパワートレイン最適制御手法の構築
本来のルールベース制御手法をベースに、燃費等を改善するためのパワートレイン最適制御手法を構築し、燃費等の改善余地を明確にすることができます。

5) 災害地や過疎地のための EV による電力配達の配達ルートの最適化
災害地や過疎地のエネルギー供給システムの構築と最適制御ができるようになります。

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

雑誌論文 (査読あり)

[1] Wenjing Cao, Tsuyoshi Yuno, Taketoshi Kawabe. Pulse and glide strategy analysis based on engine operating point during pulse mode. European Journal of Control. May 2022, Vol. 65, 100629.

[2] Wenjing Cao, Taketoshi Kawabe, Tsuyoshi Yuno, Xiaoliang Huang. Fuel consumption reduction effect of pre-acceleration before gliding of a vehicle

- with free-wheeling. Control Theory and Technology. (April 2022).
<https://doi.org/10.1007/s11768-022-00087-x>
- [3] Yuki Kishi, Wenjing Cao, Masakazu Mukai. Study on the Formulation of Vehicle Merging Problems for Model Predictive Control. Artif Life Robotics (March 2022). <https://doi.org/10.1007/s10015-022-00751-0>
- [4] Wenjing Cao, Masakazu Mukai, Taketoshi Kawabe. A parameter setting method to find the required state estimation accuracy for a motion control method in merging scenario. Asian Journal of Control. Sep. 2021, <https://doi.org/10.1002/asjc.2666>
- [5] Wenjing Cao, Taketoshi Kawabe, Tsuyoshi Yuno. Analysis of PnG Strategy Focusing on the Effect of the Duration of Pulse Mode. IFAC-PapersOnLine. 2021. Vol.54. No.10. pp:424-429.
- [6] Yifan Wang, Miaolei Zhou, Chuanliang Shen, Wenjing Cao, Xiaoliang Huang, Time delay recursive neural network-based direct adaptive control for a piezo-actuated stage, Science China Technological Sciences, 2022 (accepted)

国際学会（査読あり）

- [1] Wenjing Cao, Bo Zhang, Masakazu Mukai. Analysis of fuel efficiency characteristic of an internal-combustion-engine-driven vehicle using pulse and glide strategy driving on a slope road. The 13th Asian Control Conference (ASCC 2022). May 2022, Online.
- [2] Yu ZHANG, Wenjing CAO, Hanqing ZHAO, Shuang GAO. Route planning algorithm based on dynamic programming for Electric vehicles used to delivery electric power for an isolated area. 27th International Symposium on Artificial Life and Robotics. Jan. 2022, Online.
- [3] Wenjing Cao, Hanqing Zhao. Merging Trajectory Generation Based on Rule-based Control in Situations with Emergency Vehicle. 27th International Symposium on Artificial Life and Robotics. Jan. 2022, Online.
- [4] Natsuki Shimada, Wenjing Cao, Yu Zhang. Optimal Assignment Method for Mobile Assist Robot Using Matching Theory. 27th International Symposium on Artificial Life and Robotics. Jan. 2022, Online.
- [5] Shuang Gao, Ruxin Dai, Wenjing Cao, Hongjie Jia, Yunfei Mu. Potential Economic Benefit of Electric Vehicles as Energy Storage in the Electricity Market. The annual conference ICPE 2021-The 2nd International Conference on Power Engineering. Dec. 2021. Nanning, China.
- [6] Yuno, Tsuyoshi, Cao, Wenjing, Kawabe, Taketoshi. Model-Predictive Eco-Driving Control Using Future Information of Traffic Lights. IFAC-E-COSM2021. Aug. 2021, Tokyo, Japan. Online.
- [7] Wenjing Cao, Taketoshi Kawabe, Tsuyoshi Yuno. Analysis of PnG Strategy

Focusing on the Effect of the Duration of Pulse Mode. IFAC-E-COSM2021.
Aug. 2021, Tokyo, Japan. Online.

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

共同研究

学内共同研究：ブランディング後続事業のエネルギーグループで過疎地や災害時の
エネルギー供給システムの構築と制御

学外共同研究：ハイブリッド自動車のリアルタイム最適制御に関する研究

国際学会実行委員

1. SICE AC 2021
2. IFAC E-COSM 2021
3. 電気学会産業応用部門大会 2022年

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

共同担当科目

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

実験科目

1) 「機能創造理工学実験・演習 2」の中の「倒立振子のフィードバック制御」部分

上記各科目のテキストのオンライン版の作成と見直しを行いました。

また、下記実験科目の計画と指導書の作成と修正を行いました。

「機械創造工学実験」の中の「移動型ロボットの走行制御実験」の部分

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

今年オンライン講義、ハイフレックス講義、オンデマンド、対面講義など多様な形式で、講義や実験科目を行いました。ハイフレックスなどの方法で講義を行うことで多様な状況への対応が必要で、色々経験なことを経験しました。それに応じて、講義の質を保つ上で学生の負担を最小化するように工夫しました。また、オンラインやハイフレックス講義で、講義資料のオンライン版を作成と修正しました。その中なるべく講義の質が下がらないように、講義のやり方、課題の構成などをいろいろ工夫しました。それで、オンラインやハイフレックス講義のやり方もわかるようになり、講義において、学生の負担と悩みもわかるようになりました。

また、なるべく学生の質問にタイムリーに回答をするように工夫しました。

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

(学内)

学内で下記のことを担当しました。

広報委員会 委員

理工学振興会 委員

(学外)

国際学会実行委員

1) SICE AC 2021

2) IFAC E-COSM 2021

3) 電気学会産業応用部門大会 2022

研究会委員

自動車技術会 自動車制御とモデル研究部門委員会 委員

モデル予測制御の理論と応用調査研究会 幹事

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

公園の除草作業

「アジアリサイクル貢献活動」へ服を寄付
その他寄付等

所属 機能創造理工学科

氏名 高井 健一

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

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

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

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

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

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

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

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

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。)

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

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

(学内)

機械工学領域主任、他

(学外)

2008年～ (一社) 日本鉄鋼協会評議員

2019年4月～ (一社) 日本鉄鋼協会鉄鋼研究プロジェクト代表

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 高尾智明

1. 研究分野とキーワード

研究分野： 応用超伝導の研究

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

2. 研究テーマ

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

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

3. 2021 年度の研究成果

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

4. 大学内外における共同的研究活動

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

5. 教育活動

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

6. 教育活動の自己評価

理工学概説：新1年向け導入教育の授業でありテーマの選定に留意した。

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

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

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

7. 教育研究以外の活動

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

8. 社会貢献活動、その他

所属 機能創造理工学科

氏名 高柳 和雄

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

研究分野： 原子核物理学、凝縮系物理学、数理物理学

キーワード： 有効相互作用、逆散乱理論

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

① 「有効相互作用」

② 「逆散乱理論」

（展望）

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

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

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

1. 基研研究会「核力に基づいた原子核の構造と反応」2021年12月7日—2021年12月10日、京都大学基礎物理学研究所
2. 日本物理学会第77回年次大会、2022年3月15日—2022年3月19日、岡山大学
3. 理化学研究所セミナー、2022年1月19日、理化学研究所

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

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

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

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

2021 年度は対面授業が始まったものの、ハイフレックス講義が必要な場合もあり、前年度に引き続いて学生に配布する講義資料をかなり多く作成した。その効果もあり、ハイフレックスやオンデマンドの環境でも十分な教育効果があったと思われる。説明できなかった内容に対しては、課題やレポートなどで補うなどの改善を考えていきたい。

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

(学内)

理工入試委員会、テイヤール・ド・シャルダン委員会

(学外)

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

所属 機能創造理工学科

氏名 竹原 昭一郎

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

研究分野： 機械力学，人間工学，マルチボディダイナミクス，感性工学

キーワード： 自動車，二輪車，人体モデル，テザー，スポーツ

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

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

「人と乗り物や道具の相互作用を含んだ系の運動と制御」というテーマで研究に取り組んでいる。特に、スポーツ，自動車・人体系の連成解析，宇宙用モビリティシステムの開発を行っている。今後は、より精度の高い動解析を目指し、モデリング，定式化の手法開発，人体の運動制御，人体の運動計測に関する研究を進める。また，評価グリッド法を用いた感性に関する検討を乗り物やHMI に対して実施する。

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

- ・自動ブレーキの感性評価に関して，人間の評価傾向の分類に成功した。
- ・気管挿管動作時の視線と人体運動の分析に関して熟練度者と初心者の差を示した。
- ・テニスラケットとゴルフクラブのマッチングに関して提案指標の有用性を示した。
- ・テザースペースモビリティに関する新たな制御方法を構築した。

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。）

聖マリアンナ医科大学 ‘テーマ非開示’

株式会社アドヴィックス，エクオス・リサーチ ‘テーマ非開示’

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

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

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

基礎工業力学, 機械力学

動画を使った講義が好評を得ている。

つくる 2

バルブメーカーと AI 企業との PBL 方式を対面で実施した。講義の難易度は高いが学生達からは達成感が得られると評価を得ている。受講学生が 8 名と少ないことが問題である。大学よりこのような講義をアピールする機会があれば受講生が増える可能性がある。

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

(学内) SLO 委員, 入試委員

(学外) 日本機械学会 機械力学・計測制御部門 部門幹事
日本機械学会 交通物流部門 鉄道技術委員会 委員
自動車技術会 二輪車運動特性部門委員会 委員

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

所属 機能創造理工学科

氏名 田中秀岳

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

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

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

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

1. 展開図を用いた CFRP を用いたシェル形状 3次元造形法の開発研究
2. 自動旋盤を用いた切削・接合・塑性複合加工に関する研究
3. 機能性樹脂材料の放電援用切削加工に関する研究
4. テクスチャを有する油静圧案内面の摩擦力測定に関する研究
5. プレスフィットチャックの包括的精度検証に関する研究
6. 機械学習を援用した 3D-CAD による設計支援システム開発に関する研究

(展望)

マシニングセンタ用プレスフィットチャック式の工具ホルダの包括的精度検証を新たに開始した。静的な把持精度と回転中の工具把持力分布について、回転中に4カ所の同時測定可能な装置を開発製作し、実験を行った。動的な把持精度に関しては装置不具合にて次年度に持ち越しとなった。

引き続き、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、ある程度の放電援用切削加工条件の探索を行い、工具摩耗低減効果を確認した。本結果について国際会議での発表を行い、その発表より論文誌への推薦があり、採録が決定なった。

金型を用いて CFRP のプレス加工を行う新たな加工方法に関して、熱可塑性 CFRP の応用として3次元プリンタにより作成したプリフォームを用いてプレス加工試験を、複数層でのプレス試験を含め検証している。繊維材の流動と金型のクリアランスとの調整が現状での課題である。

企業との共同研究では、自動旋盤を用いた切削・接合プロセスの加工条件の最適化に関して接合試験片の回転曲げ疲労試験を行った。接合材は無垢材にくらべ疲労特性が極めて低下しているため、その向上が課題である。

テクスチャを有する油静圧案内面の摩擦力測定について、楕円形状のテクスチャを有するスライダを用いての測定を行った。テクスチャを付加することで摩擦力低減が行えることが確認できた。

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

1. Fundamental study of electro-discharge assisted hybrid cutting for UD CFRP
Hidetake TANAKA and Yuta FUKADA, International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21), November, (On-line)
2. Feasibility study of EDM assisted combined turning for uni-directional CFRP
Hidetake TANAKA, Yuta FUKADA and Ryuta KUBOSHIMA, International Journal of Automation Technology, Vol.16 No.5. 2022, (12-Apr-2022 Acceptance letter)

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

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

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

精密加工と工作機械, 物理標準と精密計測, 多変数微積, 精密加工学特論,
GREEN_SCIENCE_AND_ENGINEERING1, 機械設計演習 II

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

春学期科目及び演習科目については対面講義を行った。秋学期の受講者が多数の講義につ

いては Moodle によるオンデマンド講義と演習を行った。

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

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

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

(学内)

学生生活委員会, SG 委員会, STEC 担当, グリーンエンジニアリングコース担任

(学外)

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

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

Department: Department of Engineering and Applied Sciences

Name: Zhang Weilu

- 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: Superconductivity, Spectroscopy.

Key words: Experimental condensed matter physics, Cuprate superconductor, Fe-based superconductor, Angle-resolved photoemission spectroscopy, Raman spectroscopy

- 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.)

Research theme: Experimental research of high-temperature superconductors by angle-resolved photoemission spectroscopy and Raman spectroscopy.

(Prospects):

We are studying the superconducting gap of the protect-annealed T'-cuprate superconductor. Understanding the gap energy and symmetry is important for understanding the superconducting mechanism.

- 3. Research results for fiscal year 2021** (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).

List of Publications:

1. Quadrupolar charge dynamics in the nonmagnetic FeSe_{1-xS_x} superconductors
Weilu Zhang, Shangfei Wu, Shigeru Kasahara, Takasada Shibauchi, Yuji Matsuda, Girsh Blumberg
Proc. Natl. Acad. Sci.U.S.A. 118(20) (2021)
2. Multipole polaron in the devil's staircase of CeSb.
Y. Arai, Kenta Kuroda, T. Nomoto, Z. H. Tin, S. Sakuragi, C. Bareille, S. Akebi, K. Kurokawa, Y. Kinoshita, W.-L. Zhang, S. Shin, M. Tokunaga, H. Kitazawa, Y. Haga, H. S.

Suzuki, S. Miyasaka, S. Tajima, K. Iwasa, R. Arita, Takeshi Kondo
Nat. Mater. 21,410-415 (2022)

Conference presentations:

1. On the origin of the nematic order in the iron-based superconductors
Weilu Zhang, 2021 MIRAI 2.0 Workshop in Material Sciences (2021.6)

- 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.)

Joint research with Prof. Okazaki Kozo, Institute for Solid State Physics, University of Tokyo. “Investigation of T'-cuprate high-temperature superconductor by angle-resolved photoemission spectroscopy”.

- 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.)

Subjects:

1. Basic Physics II
2. Thermodynamics
3. Optics
4. Electromagnetism
5. Green engineering lab1
6. Engineering and applied sciences 2 (Green Engineering Subjects) Life Sciences (Physics)(Green Science Subjects)
7. Introduction to quantum mechanics
8. Introduction to superconductivity

- 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.)

[Basic Physics II]

Due to the outbreak of Covid19, this course is in a hybrid form. Face-to-face classes and synchronized Zoom classes for the students who cannot come to the university are offered.

In the hybrid learning mode, to enhance the engagements of all the students, several measures had been taken. Especially, I tried to make the best use of the internet.

For example, I use google form to collect students' answer of the quizzes in class. The QR code of the submission link will be shown on the slides, therefore both students in the classroom and remotely can use their smartphone to scan the code and submit the answer. Google form allows the students to submit answer for multiple times, record the time of submission and keep a record of all submissions. Using this information, I can track students' comprehension of the lecture contents. This method is effective, and I have applied it to other courses. The homework assignments and evaluation are made more flexible to adjust to the hybrid teaching mode.

[Green engineering lab1]

The objective of this course is to apply the knowledge of classical mechanics and electromagnetism that the students have learned in previous courses, such as [Basic physics 1], [Basic physics 2], and [Electromagnetism] to solve practical problems.

In 2021, this course is provided in a hybrid mode. Face-to-face classes and synchronized Zoom classes are provided. Like my other courses in hybrid mode, I tried to make the best use of the internet to improve teaching. I use the file sharing system provided by Pearson e-learning platform and encourage students to use Zoom group discussion and Line group chat. We also conducted the final exam online with the help of Zoom. Based on the weekly exercises and the exam results, it shows that the syllabus is appropriate, the exercise and discussions are effective in enhancing students' understanding of the classical mechanics and electromagnetism knowledge. The students have achieved the course objective well.

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.)

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

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。)

「高次脳機能障害評価症例における有限要素モデルによる受傷状況再現解析」

「外傷性脳損傷可視化のための頭部有限要素モデルの開発」

「野球デッドボール症例解析による脳振盪発症リスクの推定」

「頭部保護具の性能評価」

(展望)

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

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

「高次脳機能障害評価症例における有限要素モデルによる受傷状況再現解析」の研究では、高所転落による高次脳機能障害の症例の再現解析を行い、頭蓋内に生じたさまざま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、本研究手法を用いて複数の損傷が同時に発症した症例の再現可能であること示した。

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

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

の時間的・空間的な分布を可視化した。

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

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

・兵庫県災害医療センター

「頭部の器質的損傷予測、検証、シミュレーションのための外傷症例解析を生かしたVR(Virtual Reality)モデルの作成」

・フラワー株式会社

「頭部外傷の保護装置が及ぼす頭部への衝撃による力学的負荷について」

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

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

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

「機能創造理工学 I」

オンデマンド形式で実施した。集中力を考え 15 分未満となるように講義資料を分割したり、講義中に練習問題を取り入れたりして理解度を測るようにした。受講生の成績の平均は概ねよかったが、不合格者も若干名おり、演習やレポート等で具体的に指示する必要がある。

「材料力学の基礎」

オンデマンド形式で実施した。集中力を考え 15 分未満となるように講義資料を分割した。講義の最初に前回の講義のポイントに関する小テストを行っている。学生の達成度を確認しながら講義を進めたが、小テストで点数を取れなかった学生はやはり成績もよくなかったため、演習やレポート等をさらに指示するようにする必要がある。

「応用材料力学」

オンデマンド形式で実施した。集中力を考え 15 分未満となるように講義資料を分割した。講義中に練習問題を取り入れて、理解度を測るようにした。受講生の成績の平均は概ねよかったが、不合格者も若干名おり、演習やレポート等で具体的に指示する必要がある。

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

（学内）

- ・理工自己点検評価委員
- ・1次年生担任

（学外）

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

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

該当なし

所属 機能創造理工学科

氏名 曄道佳明

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

研究分野： マルチボディダイナミクス、機械力学、車両工学

キーワード： レール/車輪接触問題、車両運動、柔軟体解析、探査システム

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

鉄道車両の安全、安定性に関する研究

(展望)

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

探査システムの運動と制御

(展望)

マルチボディダイナミクスの複合的先端トピックである、大変位、大変形を伴う柔軟体の運動解析技術の向上に取り組んでいる。特に、柔軟体の長さ変化や境界移動問題が付随する問題に対して、新たな高速、高精度の解析手法を開発しようとしている。動解析の対象として、母船、テザー（ケーブル）、先端機で構成されるテザーシステムを考え、前述の特徴を有する柔軟体と母船、先端機に代表される剛体の混在系として扱い、連成運動のメカニズムを明らかにする。さらに今後は、先端機の位置、姿勢制御技術の確立を目指している。ケーブルの運動解析では、伸展や巻取りも考慮に入れ、固有特性が時変となる系に対する力学的アプローチを提案する。

鉄道ネットワークの効果創出と評価の研究

(展望)

鉄道ネットワークは、地域の活性化や交通渋滞の解消など、開発地域の発展に即効性のある効果をもたらす。鉄道ネットワークの敷設効果を、多面的にかつ総合的に評

価する手法を開発することを目的としている。これは、環境負荷の低減、人の移動の促進、教育・医療機関へのアクセスなどの改善を実現する手段ともなり、駅の配置やネットワークの接続により効果創出を担う評価法の確立は意義深い。国内外の地域を対象として、実際に則した鉄道ネットワークの評価について検討する。あるいは支線の分岐や延伸効果などの評価も同時に可能となるため、将来的には国際機関やODAにおけるインフラ政策などへの貢献が期待される。

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

鉄道車両の安全、安定性に関する研究

車両走行によるレール、車輪系の損傷、摩耗の発生、進展一を解析対象として、主に下記3テーマに対する成果を得た。

- 1) フィールドデータに基づく高速鉄道の車輪の偏摩耗特性
- 2) マルチボディダイナミクスを用いた車輪・レール系の摩耗係数の同定
- 3) マルチボディダイナミクスを援用したゲージコーナーき裂進展の要因解明

これらの研究は、東海旅客鉄道㈱および公益社団法人鉄道総合技術研究所との共同研究を通じて推進し、東海道新幹線のフィールドデータ、鉄道総研の実験的環境を活用した。マルチボディシステム動解析ソフトを援用し、独自開発の摩耗進展解析プログラムと連携させた数値シミュレーション技術の構築を行った。

探査システムの運動と制御

大変位、大変形を伴う柔軟体の運動について、長さ変化、境界移動問題を随伴する運動解析手法の確立を目指した。基準時間の採用によって、高速、高精度への効果が異なることなどを指摘し、さらに従来法との精度、計算コストなどの比較を行った。

鉄道ネットワークの効果創出と評価の研究

南アフリカ・ケープタウンに敷設される鉄道ネットワークを対象例として、配置される駅に特性を与え、ターミナル駅、中規模駅、小規模駅に分類しながら駅配置を設計する理論構築を行った。

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。）

学内共同研究

- ・機能創造理工学科 宮武教授、情報理工学科 伊呂原教授、教育学科 小松教授、経済学科 プテンカラム教授、グローバル教育センター

山崎助教との共同研究による、鉄道ネットワークの構築と評価の研究（科研費基盤Bプロジェクト・継続）

・谷藤客員教授（新潟大学名誉教授）との共同研究

学外共同研究

・東海旅客鉄道(株)との共同研究による高速鉄道の車輪摩耗進展解析

・鉄道総合技術研究所との共同研究による、レール損傷進展解析

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

力学(2020年度休講)、応用機構学、その他大学院演習、研究指導を担当

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

授業では、演習を毎回設け、解説を行い、理解度をチェックしながら進めたこと、授業中に学生に発言させる機会を多く持った。学生の授業アンケートではおおむね高い評価を得た。引きつづき動画の活用や、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) 学長

(学外) 私立大学連盟・副会長、国際教育交流協議会・会長、中教審分科会委員など

Asian Society on Multibody Dynamics：国際委員

国際ジャーナル Railways：Advisory Board member

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)、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、レーザ、電子デバイス、気相成長、分子線エピタキシー、エッチング

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

- ① ハライド気相成長(HVPE)法によるIII族セスキ酸化物半導体結晶成長、およびデバイス化
- ② 新規原料分子種生成メカニズムの解明による高純度酸化ガリウム半導体結晶の創出
- ③ 窒化物ナノコラム結晶を用いた高機能光デバイスの研究

(展望)

- ① 次世代光・電子デバイス応用、ならびに新学術領域の開拓に向け、III族セスキ酸化物半導体結晶(Al_2O_3 , Ga_2O_3 , In_2O_3)について、ハライド気相成長(HVPE)法で安定相、準安定相発現を検討している。特に、 In_2O_3 は、およそ3 eVの広い光学吸収端を有することから、次世代光・電子デバイス応用のための魅力的な半導体材料である。現在、透明電極膜材料として広く利用されているが、半導体としての応用がなされていない。これまで、一塩化インジウム(InCl)と高純度酸素(O_2)を原料としたHVPE法を(2110)方向に5°以上のオフ角を有する(0001)面サファイア基板上で実施したところ、熱平衡下成長、非熱平衡下成長で安定相立方相(ビックスバイト結晶)成長が生じ、1000°Cの高温成長では高純度単結晶が得られている。そこで、デバイス応用を目指し、毒性のないガスと簡便な装置を用いた低損傷のエッチング法である水素雰囲気異方性熱エッチング(HEATE)法をHVPE成長で得られた立方晶 In_2O_3 結晶へ適応し、その基本的なエッチング特性について検討する。さらに、熱力学解析を用い、他の酸化物半導体結晶である Ga_2O_3 , Al_2O_3 も加え詳細に比較・検討する。得られた研究成果より、HEATE法を用い、立方晶 In_2O_3 結晶のマイクロ、ナノ構造を実現し、 In_2O_3 成長層を用いた電子デバイス応用へ展開する。
- ② 単斜晶系 β -ガリア構造を有する β 型酸化ガリウム($\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$)は、低コスト・高耐圧・低

損失パワーデバイス材料として有望である。本研究では、高純度金属ガリウムと水ガスの反応、及び Ga_2O_3 原料と水素ガスの反応で一酸化ガリウム(Ga_2O)分子を選択的に生成する新規原料分子種生成制御法を行う。生成した Ga_2O ガスと追加供給する水もしくは酸素ガスとの反応により、 Ga_2O_3 成長を実施する。本手法は、原料分子種に塩化物を用いないため、安全かつ簡便であり、膜中への塩素の取り込みが問題とならない。さらに、大気圧下で高温・高速成長可能であり、高純度厚膜結晶が得られる可能性が高い。最終的に、高温・高速高純度 Ga_2O_3 成長を実現し、デバイス応用につなげる。

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

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

- ① 酸化インジウム (In_2O_3) はおよそ 3 eV の広いエネルギーギャップを有することから、次世代光・電子デバイス応用のための魅力的な半導体材料である。これまで、InCl と O_2 を原料としたハライド気相成長(HVPE)法を用いて、成長温度 1000 °C で立方晶 In_2O_3 薄膜が成長することを報告している^[1]。一方、 In_2O_3 はドナーとして働く酸素空孔が形成されやすいことから、結晶表面に酸素欠乏が集中して表面電荷蓄積層が形成され、結晶表面で下方エネルギーバンド湾曲が発生し、ショットキーバリア形成を妨げることが問題となっている^[2]。今回、HVPE 法により just サファイア基板の(0001)面上に In_2O_3 を 1000 °C で 30 分成長したサンプル (重量膜厚 : 1.2 μm) を用い、ショットキーバリアダイオードの作製を試みた。室温ホール効果測定により、用いたサンプルは、キャリア密度が $4.1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、移動度が $76.4 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ の低い残留キャリア密度であること確認している。フォトリソグラフィ、および電子ビーム蒸着法を用い、オーミック電極用として Ti 40 nm, Au 160 nm, ショットキー電極用として Pt 30 nm, Ti 10 nm, Au 160 nm の金属電極を各々堆積させることで、 In_2O_3 のショットキーダイオードを作製した。得られた電流密度-電圧測定結果より、立ち上がり電圧が約 0.4 V, 約 2 桁の整流比を有する整流特性が確認できた。さらに熱電子放出の式より、理想係数 n は 8.41、バリア高さは 0.48eV と見積もられた。

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

- ② β 型酸化ガリウム(β - Ga_2O_3)は4.4–4.9 eVのワイドバンドギャップエネルギーを有することに加え、EFG法により導電性を有する単結晶バルク基板が実現されていることから、高耐圧・低損失パワーデバイス材料として注目されている。これまで、ハライド気相成長(HVPE)法による単結晶 β - Ga_2O_3 (001)基板上高品質 β - Ga_2O_3 厚膜の高速ホモエピタキシャル成長が報告されている^[1,2]。一方、 Ga_2O_3 に関する研究の更なる進展には、原料分子種に塩化物を用いない、より簡便な新規成長手法の開拓が重要である。そこで新たに、原料部で高純度金属 Ga と H_2O ガスの反応で Ga_2O ガスを選択的に生成し、成長部で生成した Ga_2O ガスと追加供給する H_2O ガスとの反応により Ga_2O_3 成長する新規成長系を提案する。今回、成長部における Ga_2O_3 成長について熱力学解析を用い詳細に検討した。 Ga_2O_3 生成反応群とその平衡定数 K の温度依存性の結果より、 Ga_2O ガスと H_2O ガスを原料ガス種とする Ga_2O_3 生成の平衡定数は 1000°C 以上の高温下でも正の値を示すことがわかった。さらに、これまで実績のある HVPE 成長系の平衡定数に匹敵する値を有することから、高温・高速成長可能であることが示された。次に、様々なキャリアガス中の水素比率(F°)における Ga_2O_3 生成の駆動力の温度依存性の結果より、生成の駆動力は F° の値に大きく依存し、 F° を減少させることでより高温で Ga_2O_3 成長することがわかる。特に、 $F^\circ = 1.0 \times 10^{-2}$ 以下にすることで、 1000°C 以上の高温下での成長が可能であることが明らかとなった。これは水素供給分圧を下げることで、 $\text{Ga}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{Ga}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ の反応で進行する水素による Ga_2O_3 分解を抑制することに起因する。

[1] K. Nomura *et al.*, *J. Cryst. Growth* **405** (2014) 19. [2] H. Murakami *et al.*, *Appl. Phys. Express* **8** (2015) 015503.

- ③ GaN テンプレートのエッチングすることであらかじめ GaN の柱状ナノパターンを形成したトップダウンナノテンプレート上に InGaN/GaN 成長を実施した。これにより、Ti マスク選択成長法の問題点である核形成時の不均一性の影響を受けず、より制御性を高く保つことが可能となることから、純色性の改善が期待できる。はじめに、トップダウンナノテンプレートを、遮蔽効果が得られる 200nm 以上のナノコラム高さを得ることを目的とした Ti と SiO_2 を用いたダブルマスク法、及びトップへのイオンダメージを抑え c 面を得るための BHF ウェットエッチングを利用し作製した。作製した鳥瞰、および俯瞰 SEM 像 より、ナノコラム高さが 200nm 以上残っていること、および c 面が形成されていることがわかった。次に、作製したナノテンプレート上に、InGaN 活性層の成長時間を 2、5、12、20 min と変化させ InGaN/GaN 成長を実施した。活性層成長時間の増加によるトップ角度の形状、コラム周期に対する PL ピーク波長の変化より、成長時間 2 min では短波長化が観測されたことより低 In 組成土台 InGaN が成長している段階、5 min では高 In 組成 InGaN core が成長している段階、12、20min では InGaN core が十分成長し In 凝集効果が効いている段階であることが明らかとなった。これは、Ti マスク選択成長法の活性層成長メカニズムの結果に一致する。さらに、各周期、各活性層成長時間において室温 PL で単一スペクトルの発光が得られ、成長前コラムトップ

がc面であることにより低In組成土台InGaN成長が抑制されたと考えられる。

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。)

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

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

学内共同研究 (機能創造理工学科、菊池 昭彦教授) 「水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE)法による III 族酸化物半導体結晶の異方性エッチングに関する研究」

学外共同研究 (東京農工大学大学院 工学研究院 応用科学部門、熊谷 義直教授) 「III族セスキ酸化物半導体結晶成長 (Ga_2O_3 、 In_2O_3) に関する研究」

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

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

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

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

電子物性工学、機能創造理工学実験・演習 1、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1、つくる I (キャリア形成 I)、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。)

「電子物性工学」

光・電子デバイス動作の理解に必要な電子物性現象についてオンデマンド形式で講義した。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。

「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。2021年度の主な卒業論文題目は、「発光色純度改善に向けたトップダウンナノテンプレート上 InGaN/GaN ナノコラムの成長と評価」、「HVPE 法で成長したサファイア基板上 In₂O₃ 単結晶薄膜のデバイス化の検討」、「プラズモニクナノコラム LED に向けたハニカム配列 InGaN/GaN ナノコラム結晶の作製」で、III族窒化物、及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

（学外）

- ナイトライド基金運営委員
- 日本結晶成長学会 ナノエピ分科会幹事
- Light-Emitting Devices, Materials, and Application, SPIE Photonics West, プログラム委員
- The 9th Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Application (LEDIA 2022), プログラム委員

- 第4回酸化ガリウムおよび関連材料国際ワークショップ (IWGO-4) 実行委員会 委員

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

所属 機能創造理工学科

氏名 中岡 俊裕

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

新しいデバイスを作る研究、新原理動作に向けた物理現象探求

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

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

○テーマ：「Ga₂N:Eu 中のスピン物性」

(展望)

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

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

(展望)

相変化材料における Ag の電気化学反応による非線形性スイッチに着目した新しい RF デバイスを開拓している。これまでに通倍動作、通倍動作の不揮発スイッチなどを開拓してきた。今後特性向上していくとともに、RF 特性から逆にこれまで未探索であった RF 領域の電気化学反応も探求していきたい。

○テーマ：「カルコゲナイドを中心としたナノ構造および熱電材料の開拓」

(展望)

Sb₂Te₃, Ag-Te を中心としたカルコゲナイド材料を用いて、電気化学反応などを駆使することで、準安定結晶相生成、および新規なナノ構造の作製に取り組んでいる。これらの熱電特性を評価し、新しい作成手法による熱電材料開拓へと展開していく。

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

(展望)

宇宙の固体微粒子の形成・進化の理解に重要な赤外線天文学への応用に向け、半導体微細加工を駆使した GRIN レンズ, 干渉フィルタの開発を JAXA との共同研究により進めている。フォトリソグラフィ, EB リソグラフィによるパタニングとドライエッチング, ウェットエ

ッチングにより，サブ波長構造，モスアイ構造を作成している。今後，新しい原理に基づく赤外線フィルタ，冷却環境における光学系構築などにも取り組んでいく予定である。

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

- GaN:Eu において Eu 濃度に依存するピーク，素子内の歪に依存するピークを見出し，系統的な測定から発光起源の同定を進めた。赤色 LED を応用，量子情報応用において重要なステップといえる。
- Ag—Te 間の電気化学反応を利用して室温スパッタリングにより単結晶の Ag₂Te ナノロッドの形成に成功した。熱電応用などが期待できる成果であり論文にまとめた。
- Si の単一材料によるサブ波長構造を用いた赤外領域 GRIN レンズを作成した。冷却サイクルに強い利点を持つ。シミュレーションと FTIR 測定，テラヘルツカメラによる測定より GRIN レンズの機能を実証した。

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。）

共同研究（学内）：「将来型ワイヤレス通信技術の実現に向けたメモリスタ(Memristor)を用いた低消費電力マイクロ波回路」（林教授）

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

共同研究（学外）：「赤外線天文学向け光学素子」（JAXA 和田助教）。JAXA システム研究員として研究を進めている。

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

共同研究（学外）：「テラヘルツ波」（大阪市立大学 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、

（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。）

本年度の機能創造理工学3の講義は対面とオンライン双方であったがオンライン講義の評価が高かった。特に moodle で実施した演習の有効性についてアンケートの点数が高かった。今後も本形式の演習は継続していきたい。

集積回路の基礎の講義は概ね例年通りの評価であった。今後学生の意見をより取り入れ、内容を精査していきたい。

量子情報エレクトロニクスの講義では例年よりも「科目の目標にあわせた授業項目」の評価が低かった。興味換気のために高度な内容も扱っているが科目の目標に即していないと受け取られたものと考えている。今後しっかりとした理解が求められる内容と参考的内容を明確に分離し講義していきたい。

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

大阪サテライトキャンパスでのオープンキャンパス体験授業実施

（学外）応用物理学会プログラム委員会中分類代表，座長

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

所属 機能創造理工学科

氏名 長嶋 利夫

1. 研究分野とキーワード

研究分野： 計算破壊力学

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

2. 研究テーマ

- プラント機器構造のき裂進展解析
- 複合材料構造の損傷進展解析
- 針の穿刺挙動の有限要素法シミュレーション
- CFRP 積層構造の CAI 強度評価シミュレーション (大学院博士研究)
- サブモデリングとイナーシャリリースを用いた有限要素法解析の検討 (卒研)
- XFEM によるシェルモデルの構造解析に関する検討 (卒研)
- FEMによるき裂を有するクラッド材の応力拡大係数の評価 (卒研)
- 薄肉構造物の大変形問題における FEM モデル化手法の検討 (卒研)

(展望)

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

3. 2021 年度の研究成果

- 内製 FEM コード NLFEA3D の改良、検証解析
- 内製 XFEM コード NLXP3DV2 の改良、検証解析
- 内製 XFEM コード NLXQ3D の新規開発、検証解析
- 内製 XFEM コード NLXSHELL4 の新規開発、検証解析
- 内製 FEM 非線形はり要素コード NLFEAdemoB3D2 の新規開発、検証解析
- CFRP 積層板の QSI/CAI 試験解析の実施
- クラッド材 CT 試験片の疲労き裂進展解析の実施
- EFGM による大変形接触解析
- AFP 製 CFRP 積層板の強度解析の実施

4. 大学内外における共同的な研究活動

- 日本計算工学会第26回計算工学講演会、オーガナイザー
- 日本機械学会計算力学部門第34回計算力学講演会、オーガナイザー
- 原子炉圧力容器内のき裂進展解析（電中研との共研）
- NEDO 航空機 CAE プロジェクト（東北大からの再委託）
- AFP 製 CFRP 積層板の数値解析モデルの構築と強度解析（JST）

5. 教育活動

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

6. 教育活動の自己評価

- テンソル解析の基礎
ハイフレックス授業に対応した。
- 連続体力学
ハイフレックス授業に対応した。
- 有限要素法の基礎
ハイフレックス授業に対応した。
- 機械工学輪講
ハイフレックス授業に対応した。
- 固体力学特論
ハイフレックス授業に対応した。
- Advanced Mechanical Engineering I
オンデマンド授業用に資料（動画）を作成し、ほぼ例年並みに実施することができた。
- 技術の歴史
オンライン授業用に資料を修正し、ほぼ例年並みに実施することができた。

7. 教育研究以外の活動

- (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
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（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。）

学術論文査読 17件

所属 機能創造理工学科

氏名 中村 一也

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

研究分野： 超伝導技術の電力機器応用

キーワード： 超伝導，電力機器

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

超伝導技術と応用機器への展開を主要テーマに，研究に取り組んでいる。

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

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

- (1) 素粒子加速器用超伝導マグネット導体の開発
- (2) 超伝導NMRの高性能化
- (3) 核融合炉用超伝導マグネットの安定性調査
- (4) マグネットフロート式インジケータの磁気分布の調査
- (5) 新機能巻棒マグネット技術
- (6) 超伝導磁気浮上システムの開発
- (7) 高温超伝導マグネットにおける熱的安定性の調査

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

2021年度は，福岡で行なわれた国際会議 Magnet Technology 27 で 7 件発表した。また 2022 年度，アメリカで行なわれる Applied Superconductivity Conference でも発表する予定である。これらの結果から、学会での発表が行なえる成果が得られたと考えられる。

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

※共同研究

量子科学技術研究開発機構，物質・材料研究機構，理化学研究所，東京計装株式会社

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

※学部

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

※大学院

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

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

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

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

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

（学外）電気学会 電力・エネルギー部門論文委員会 主査，電気学会 新進委員会 委員，電気学会 編修委員会 委員，電気学会 令和3年電力・エネルギー部門大会論文委員会 委員，2022年電気学会産業応用部門大会実行委員会 幹事

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

プロジェクト名：科学研究費助成事業 基盤研究 (C)

研究期間：令和2年度～令和5年度

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

役割：代表者

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

研究課題名：JT-60SA 超伝導コイルの電氣的安定性及び冷却安定性評価

研究期間：令和3年度～6年度

役割：代表者

所属 機能創造理工学科

氏名 野村一郎

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

研究分野： 半導体工学、光エレクトロニクス

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

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

研究テーマ

「II-VI族化合物半導体を用いた可視光デバイスの研究」

「II-VI族化合物半導体による新機能材料、デバイスの開拓」

「窒化物半導体ナノコラムを用いた光デバイスの研究」

卒業研究テーマ

「InP 基板上 MgZnCdSe/MgZnSeTe 系 II-VI 族半導体レーザの理論解析」

「InP 基板上 II-VI 族半導体成長のための InGaAs バッファ層の検討」

「規則配列 InGaN/GaN ナノコラムデバイスにおける P 型電極形成に関する研究」

修士論文テーマ

「Si 基板上 InGaN 系規則配列ナノコラムの分子線エピタキシャル成長のための基礎研究」

「InP 基板上 II-VI 族半導体を用いた共鳴トンネルダイオードの高性能化に向けた検討」

(展望)

InP 基板上 II-VI 族化合物半導体を用いた可視光デバイス、緑～黄色域半導体レーザの研究を行っている。これらはフルカラーディスプレイ等の高精細表示デバイスや高効率照明への応用が期待される。これまで、BeZnSeTe、MgZnCdSe、BeZnTe といった II-VI 族化合物半導体材料を開拓し、デバイス開発を進めることで、光励起による緑色～黄色域でのレーザ発振、電流注入による緑色～黄色発光、更には II-VI 族デバイスにおいて最大の問題である素子寿命の大幅な改善に成功した。今後も、材料の高品質化、新規開拓、デバイス構造の最適化等を進めることで緑色～黄色域光デバイスの可能性を高めていく。また、当該材料の特長を生かした新たな機能デバイスへの展開を目指している。例えば、ZnCdSe/BeZnTe 超格子は可視光全域から近赤外域をカバーする遷移波長を有し、広い波長

域に対応する光デバイスや白色発光等の多色発光デバイスへの応用が期待される。更に、大きなヘテロ障壁を有することから共鳴トンネルダイオードやサブバンド間遷移光デバイス等への応用が考えられ、超高速演算素子や大容量光通信デバイス、テラヘルツ帯デバイス、また中間バンド型高効率太陽電池への展開も見込まれる。このように本研究ではInP基板上II-VI族化合物半導体材料の可能性を極限まで追求し、これまででない性能、機能を有する新たなデバイスの実現を目指している。

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

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

1) InP基板上II-VI族半導体を用いた共鳴トンネルダイオードの研究を進めた。様々な構造パラメータを変えながら電圧電流特性の理論解析を行い、高性能化について検討した。

2) InP基板上II-VI族半導体レーザの構造解析を行った。活性層厚や光導波層厚を変えながらしきい値電流密度を理論計算により求め最適化について検討した。

3) InP基板上II-VI族半導体の高品質化に向けたバッファ層の成長条件について調べた。InP及びInGaAsバッファ層を成長条件を変えながら作製し、成長表面の平坦性等の結晶性を評価した。これにより最適化を図った。

4) InGaN/GaNナノコラムの発光色制御メカニズムについて検討した。InGaN/GaNナノコラムは、ナノコラム径を変えるだけで様々な発光色に制御できる特長がある。ここでは、ナノコラム径とナノコラムトップの形状及び発光特性との関係を調べた。その結果、ナノコラム径によりナノコラムトップのInGaN層の形状が大きく変わり、これが発光波長の変化に大きく影響していることが分かった。

5) Si基板上InGaN系規則配列ナノコラムの分子線エピタキシャル成長について検討した。基板温度や原料供給比、更に成長初期条件が結晶成長に与える影響を調べ、高品質化を図った。

4. 大学内外における共同的研究活動 (共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してくだ

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

学内共同研究

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

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

担当科目：半導体物理の基礎、電子量子力学、電気電子工学実験Ⅰ、Ⅱ、GREEN ENGINEERING LAB. 3、卒業研究Ⅰ、Ⅱ、情報リテラシー(統計処理)、理工学概説、量子物性工学、大学院演習ⅠA、ⅡA、ⅠB、ⅡB、ⅢA、ⅢB、電気・電子工学ゼミナールⅠA、ⅡA、ⅠB、ⅡB、ⅢA、ⅢB、博士前期課程研究指導、博士後期課程研究指導
担当科目以外：研究発表指導、論文執筆指導、修士論文審査(主査、副査)

電気電子工学実験Ⅰ 責任者

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

「半導体物理の基礎」

前年度はコロナ禍の影響で授業形態をオンデマンドとしたが、当該年度は通常の対面形式に戻すことができた。これにより受講生の理解度が格段に改善されたことが私の印象だけでなく授業アンケートの結果からも見て取れた。対面により受講生の理解度を把握し易くなり、授業の進め方を調整したり説明に工夫を加えることができた為だと考えられる。

「電子量子力学」

前年度はコロナ禍の影響で授業形態を同時双方向型としたが、当該年度は通常の対面形式で行った。これにより授業の質も従来通りに戻せたと考えられる。授業の内容は大きくは変えていないが、より興味を持ち理解を深められるように講義図面や説明等に細かい修正を施した。

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)

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

(学外)

第 69 回応用物理学会春季学術講演会座長

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

所属 機能創造理工学科

氏名 久森 紀之

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

研究分野： 生体材料，構造用・機能性材料，スポーツ医工学

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

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

（医療系）

医療用金属材料の疲労特性にレーザーマーキングが及ぼす影響（大学院）

医療用 β 型チタン合金の疲労特性評価（大学院）

ショットピーニング処理した医療用 Co-Cr 合金の摩耗特性評価（大学院）

医療用 Co-Cr 合金の表面性状・組織に及ぼすショットピーニングの効果（学部）

3D 造形チタン合金のき裂進展特性の評価（学部）

医療用 β 型チタン合金の摩耗・腐食特性評価（学部）

（構造・機能材料系）

浸炭処理した SCM440 鋼の疲労特性評価

3D 積層造形したチタン合金の疲労特性評価

（スポーツ医学）

再現性の高いボウリング投球動作の解析（大学院）

3D プリンターを用いた膝用装具の開発（大学院）

膝用装具の力学特性評価（学部）

展望：

（医療およびスポーツ医学系） 我が国における高齢化は、骨や関節軟骨などの変性による骨粗鬆症，変形性脊椎症，変形性関節症などの運動機能の疾患を増加させている。そのため、健康で豊かな生活の質の向上を目的に、スポーツを取り入れた生活習慣が広く普及しつつある。しかし、その活動人口の増加や高齢化に伴い、骨折，靭帯損傷，軟骨損傷などの運動器外傷もまた増加している。このような運動器疾患の治療は、今後の医療の大きな課題の一

つであり、運動器の性状、形態、物理的特性などをできる限り元の生理的な状態に戻すことが重要である。そこで、骨、軟骨、靭帯、関節を代替する材料を対象に医学と理工学の境界領域での生体材料工学の観点から研究活動を行っている。

また、整形外科分野の医師および病院との連携により、患者に優しい生体材料の創製に向けて材料設計から評価、適用基準まで総合的に取り組んでいる。加えて、スポーツ医療工学の観点から、新規デザインおよび機能を有する装具の開発に取り組み、高齢化社会およびスポーツ人口への貢献を実施している。

一方、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・技術者レベルで開始することができた。次年度より具体的な患者に適用する形状設計を行う予定である。加えて、かかる装具の力学特性の評価を実施し、膝疾患患者での評価を行う予定である。

(構造・機能材料系)

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

とくに、新規な製造方法で製品化する、「電子ビーム積層法により造形したチタン合金の力学特性の評価」については、国内のみならず海外からの問い合わせも多い。チタン合金の新規な適用分野、使用方法について期待ができ、将来期待が大きいと考えている。これに加えて、電子ビーム積層法により造形したコバルトクロム合金の力学特性の評価についても実施し、3D 造形材の今後の製品応用に一躍担いたいと考える。

その他、学術的な面からは、「ショットピーニングによる表面改質を施した純チタン及びチタン合金の疲労特性の評価」の結果より、チタン系材料の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、従来材に比べて約 80%の疲労強度の向上を達成することができ、他の材料では見られない特異な結果を得ることができた。加えて、低コスト純チタンの表面改質化は、チタン合金レベルの疲労特性に達する可能性を見出し、今後、さらに研究を進める予定である。

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

(医療系) 概ね研究計画通りである。一部の課題については、装置の老朽化に伴うメンテナンスに時間を要しているものもあるが、順次、修理等で対応している。幾つかのテーマについては、企業との学外共同研究として新たに実施している。

新しい試みとして、3D プリンティングによる CFRP 製膝用装具の開発を実施した。高齢化やスポーツ人口の増加による変形性膝関節症や反張膝等の膝関節疾患の治療方法として、運動療法や装具療法等がある。装具療法で使用する膝用装具は、膝関節を固定し安定化させることで膝関節への直接的な負担を軽減する役割を有している。装具素材の観点からは、ス

ステンレス製やアルミ製ではその重みやしなやかさに乏しいことから非装着へ繋がる心理的な要因が指摘されている。一方、カーボンプラスチック製は、軽量かつ弾力性を有するが、高い荷重が加わる場合は強度不足による破損等の報告がなされている。そこで、炭素繊維が含有された高強度なCFRP素材に着目すると共に、個々の関節形態に合わせたオーダーメイド装具の実用化を検討した。すなわち、そのフィット感から装着率を高め、結果として疾患進行の予防効果を期待している。本研究では、3Dプリンターを用いたCFRPの造形を実施した。具体的には、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、各力学特性の評価を実施し、安全で安心を担保する装具開発を実施している。

(構造・機能材料系) 概ね研究計画通りである。一部の課題については、装置の老朽化に伴うメンテナンスに時間を要しているものもあるが、順次、修理等で対応している。しかし、電子ビーム積層法により造形したチタン合金に関する研究テーマについては、国内のみならず海外からの問い合わせがある。そして、チタン合金の新規な適用分野、使用方法について新規な展開を開拓し、将来期待が大きいと考えている。新たに、コバルトクロム合金についても研究を実施し、チタン合金同様の期待を得ている。

ショットピーニングによる表面改質を施したチタン合金の疲労特性の評価および、強加工プロセスによる微細構造と力学特性についても、企業からのアプローチもあり、精力的に推進している。加えて、これに関する特許も申請した。

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

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

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

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

(学外)

「初心者のための疲労設計法」テキスト作成(日本材料学会)

「初心者のための疲労設計法」(講習会講師)

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

講義はパワーポイントを利用している。とくに学部においては、学生が書くための時間と内容を講義する時間に配慮している。講義に使用する図や表などについては、資料として配付している。大学院においては、専門的内容や社会との関連について、事例を交えて講義するよう努めている。また、大学院についても、基本的な内容についてのみ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)

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

(学外)

日本材料学会理事・評議員、日本材料学会関東支部常議委員・支部長、日本材料学会疲労部門委員会幹事、日本材料学会生体・医療材料部門委員会幹事、日本金属学会第7分野委員、日本バイオマテリアル学会評議員、日本材料試験技術協会常任理事・編集委員長、日本臨床バイオメカニクス学会、一般社団法人 日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会、一般社団法人 日本整形外科スポーツ医学会、一般社団法人 臨床スポーツ医学会

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

所属 機能創造理工 学科

氏名 平野哲文

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

研究分野：ハドロン物理学

キーワード：クォークグルーオンプラズマ、相対論的流体力学

相対論的重イオン衝突反応、量子色力学、非平衡統計力学

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

【卒業研究テーマ】

- ・高エネルギー重イオン衝突反応初期状態における中性子スキンの効果
- ・高エネルギー重イオン衝突反応における $K^*(892)^0$ に注目したハドロンガスのダイナミクスの解析
- ・紐破碎におけるクォーク対生成確率のフレーバー依存性

【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。非平衡統計力学における「揺らぎの定理」の高エネルギー原子核衝突反応への応用も検討している。

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

- ・高エネルギー原子核衝突反応における動的コア-コロナ描像モデルの構築
- ・QGP 流体の動的な生成
- ・小さい衝突系におけるストレンジネスの増加
- ・超中心衝突反応における流体揺らぎ
- ・流体揺らぎや初期揺らぎが引き起こす運動量空間の相関の喪失
- ・臨界揺らぎのダイナミクス
- ・一次元膨張系における因果律を守る流体揺らぎ

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

- ・国際スクール Zimanyi winter school 国際諮問委員
- ・研究会 Heavy Ion Café シリーズ世話人
- ・国際会議 Asian Triangle Heavy Ion Conference 国際諮問委員
- ・国際会議 Strangeness in Quark Matte 領域諮問委員

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

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

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

「基礎物理学」では、学部初年度の基礎科目であることを鑑み、昨年度に引き続き、対面でありながら、記入をしながらノートを作成していくスタイルを継続した。

「量子力学2」、及び、「量子力学3」では、難しい概念、計算をできるだけ既習の内容と絡めて伝える努力を行った。特に講義ノートの公開とそれに書き込みながら解説を進めるスタイルに変更を継続した。

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

専門科目では、予想以上に平均点が低かったことから、授業中の例題を増やす、適当なレポート課題を出すなどの工夫を通して、一層、学習の到達度を上げていくことを改善点とする。

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

(学内) 理工広報委員、STEC 委員、機能創造理工学科 4 年次生担任、全学教務委員、財政計画等検討専門委員

(学外) 核理論委員会新人論文賞担当幹事

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。）

特に無し

所属 機能創造理工学科

氏名 宮武 昌史

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

研究分野： 電力変換応用，システムのモデリングと制御，軌道系交通システム

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

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

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

(展望)

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

- ① 列車の各駅での着発時刻を定める列車ダイヤにおいて、駅間の走行時間を適正に配分して省エネを図る研究であり、我々が 10 年程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て、主に欧州や中国から多くの論文が出ており、また②と連成させた大規模問題を解くことも試みられており、その差別化を考えていく必要がある。
- ② 15 年程前から列車の運転に関する研究を行い、経験論ではなく、最適性に基づく理論的な検討の先鞭を付けた。いくつかの論文は、国内外問わず被引用回数が非常に多い。低

コストで省エネ効果を得られることから、鉄道事業者や電機メーカー等の期待も高い。ただし、これも近年海外から多くの論文が出ており、それらとの差別化が必須となってきた。今後、ますます向上した計算機性能を利用し、実務上重要となる条件を考慮した研究や、運転支援システムや自動運転システムへの実装を視野に入れた研究も必要となる。

- ③ 景観に配慮して架線を使わない路面電車だけでなく、ローカル線の気動車を電化せずに電気で走らせるシステムとして、①や②の成果も取り込み、間欠給電と蓄電装置を組み合わせた新しい鉄道システムのイノベーションに挑むという独創性の高い研究である。閑散線区への適用や、発展途上国への適用、さらには災害へのレジリエンスも期待されるため、蓄電装置や④とも関係する間欠給電技術の進展も見込み、今後も継続して検討していく予定である。
- ④ ③を実現する基幹技術の一つとして、駅停止時や駅周辺の低速走行時に大電力を地上から車上に給電する技術が不可欠である。非接触給電装置は、安全性、メンテナンス性、取扱いの容易さから、その目的に適している。既に家電や自動車用として開発が進んでいるが、大電力化により鉄道への適用を目論む。コイル形状の工夫等により鉄道特有の制約下での大電力化を達成し、解析モデルと小型の実証装置により検証を行う。また、移動給電装置の設置場所のシステム設計も対象とする。この分野に取り組む研究機関が非常に増えており、それらとの差別化が重要となる。
- ⑤ ブレーキ時に得られる回生電力のうち、他の列車で消費し切れない分を地上側で有効利用する検討である。地上蓄電装置や再生可能エネルギー源を有し、余剰回生電力を合わせてエネルギー効率だけでなくコストの面からも評価できるモデルの構築とブラッシュアップが必要である。ここでは、導入する設備の設計とエネルギーマネジメントが決定されるような方法論を検討する。電力系統への連系や電気自動車への充電などとの組み合わせが展望として考えられる。
- ⑥ 災害時の電力供給不足時や変電機器類故障など、電気の供給が十分でない時の運行のあるべき姿を検討するもので、独創性が高い研究である。電気の供給の問題とその対処方法にはいくつかパターンがあり、それに応じた対策メニューを用意する必要がある。平常時における鉄道運行のタブー、例えば臨時に列車を通過させるなど、を異常時に外すことで、どの程度の運行のレジリエンスが確保できるかも検討する。
- ⑦ 我々の生活圏や自然界に存在する未利用エネルギーの有効利用を目論んでいる。主なエネルギー源は光、振動、音、熱などである。光は太陽電池により比較的まとまった電力が得られ、本研究室創立以来の研究課題であり、IEEEの論文で極めて多くの引用回数を持つ最大電力追従制御(MPPT)の知見が利用できる。それ以外のエネルギー源では、発電デバイスの直並列による大電力化の方法論や、省電力用の整流や昇圧コンバータによる発電デバイスの制御について今後も検討が必要となる。

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

ここでは、2.で挙げた研究テーマ毎にその成果を説明する。

- ① 利用者の利便性を簡易的に考慮して消費電力量との多目的最適化の枠組み問題を解くことを提案した。また、中国の大学と共同で、正確な電力モデルのもとで省エネダイヤを導く方法について国際学会発表を行った。一方、高速鉄道や、異なる電力特性を持つ列車が混在する時の省エネダイヤの検討も引き続き行い、今後学会発表を予定している。
- ② 最適制御に基づき、直流電化方式下で再生電力の融通を考慮して複数列車の運転を最適化する方法の開発を昨年度に引き続いて行った。
- ③ 非電化区間に導入する蓄電装置搭載電車について、蓄電池の充電状態を考慮した最適化モデルを用いて、省エネとなる列車ダイヤと充電装置の位置とを導くことに成功した。今後国内学会で1件の発表を予定している。
- ④ まず、鉄道用の大容量非接触給電装置の検討を行った。具体的には、前年度に引き続き電磁誘導式による移動中給電のコアとコイル形状の最適化を行う方法の開発を続け、論文投稿を行ったが、まだ掲載決定には至っていない。また、電動バス向けの給電装置を道路のどこに置くのが良いかを定める最適化問題を解く方法についても検討した。
- ⑤ 列車の余剰再生電力を超電導エネルギー貯蔵装置とバッテリーのハイブリッド装置に蓄える方法について検討し、今後国際学会発表や論文投稿を行う予定である。また、インドなど交流電方式が一般的な国を想定し、太陽光発電を交流電回路に組み入れた際の高調波抑制方法の検討を行い、国内外の学会発表をそれぞれ1件ずつ行った。また、余剰再生電力を用いて電気自動車を充電するシステムの設計と評価を行い、国際学会でポスター発表を2件行う予定である。
- ⑥ 一部の変電所が故障により脱落した際に、運転の工夫により健全な変電所のみで運行への影響を最小限に食い止める検討を昨年度から引き続き行い、ケーススタディのバリエーションを増やして、提案手法の優位性をより明確に示せた。
- ⑦ 太陽光を農作物と太陽電池に分けるソーラーシェアリングについて基礎的調査研究を行った。さらに、小規模な発電として振動等によるエネルギーハーベスティング（環境発電）を鉄道に適用した場合の発電電力量の評価も行った。今後、学会発表や論文投稿を行う予定である。

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。）

2021年度は、科研費3件に基づく包括的な共同研究を主に実施した。

○科学研究費

◇ 基盤研究(C)（上智大学、千葉大学、早稲田大学）

- 「省エネルギーと輸送品質とを考慮した鉄道システムの知的リアルタイム制御技術」研究代表者(2019～2021年度)

◇ 基盤研究(B)（上智大学）

- 「鉄道ネットワークの構築による貧困・教育・環境問題の複合的解決のための方法論の開発」学内研究分担者(2017～2021年度)

※本課題は文理融合的な研究課題で、理系教員3名のほか、文系教員も3

名参画している

◇ 基盤研究(B) (早稲田大学, 東京大学, 上智大学)

- 「ピーク電力カットと回生電力量増加のための電気車駆動系の革新的な設計法と運転法」研究分担者(2019～2021年度)

○その他共同研究

東京大学, 工学院大学, 東京電機大学, 上智大学, 日本大学の5大学で鉄道の運行に関する合同勉強会を, 鉄道事業者の方のご協力を賜り, 定期的に開催している。

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

(学部 日本語コース)

モータドライブシステム I・II (共に1単位のクォーター科目)

マルチメディア情報社会論 (輪講: 1回のみ)

電気電子工学実験 I・III, 卒業研究 I・II

(学部 英語コース)

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

Nuclear Energy Engineering (輪講: 1回のみ)

Green Engineering Lab. 3

(大学院)

電気エネルギー管理と制御,

研究指導, 大学院演習, 電気・電子工学ゼミナール

(他大学)

発変電工学 (千葉大学)

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

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。

今年度もコロナ禍により、一部期間、一部科目において主にリアルタイム配信によるオンライン授業を実施した。また、昨年度から本格的に始めた Moodle 上での毎回のリアクションペーパーを、今年度は対面時にも提出してもらうようにしたことで、学生が質問や感想を気軽に書き込める環境を作った。また、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た。

授業アンケートの結果は低くないものの、今年度は例年より低い傾向にあった。オンラインと対面の狭間で学習効果が低下し、また、難易度設定も難しかったことが原因の一つとして挙げられる。

研究室での教育では、英語コースの大学院生・卒研究生と研究生を10名ほど受け入れ、日々英語が飛び交う国際的な環境を作り出すことで、教育効果を上げている。

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)

大学院 理工学研究科 理工学専攻 電気・電子工学領域主任
理工学部 予算・会計委員会 委員長
地球環境研究所 所員

(学外)

電気学会 上級会員
交通・電気鉄道技術委員会 1号委員
産業応用部門 論文委員会 D4/D5/D8 委員 論文査読業務等
2022年産業応用部門大会 実行委員長
鉄道地上設備におけるパワーエレクトロニクス応用調査専門委員会 委員
日本 AEM 学会 正員
米国電気電子学会(IEEE), Member
Transactions on Intelligent Transportation Systems 等で論文査読多数
International Association of Railway Operations Research (IAROR), Member
他 複数の国際学術雑誌で論文査読
9th International Symposium on Speed-up and Sustainable Technology for Railway and Maglev Systems (STECH2021), Organizing Committee Member
海外の大学での活動
教皇庁立コミーリャス大学 研究所 IIT 科学諮問委員会 (SAB) 委員
その他 学外委員活動
国土交通省 鉄道技術開発課題評価委員会 委員
国際規格 IEC TC9 MT62427 Convenor / 国内作業部会 主査
国内の研究所 リサーチアドバイザー

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。)

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

所属 機能創造理工学科

氏名 谷貝 剛

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

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

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

・内部スズ法構造 Nb₃Sn 線における微量元素添加による微細組織制御と拡散反応メカニズムの解明 (博士)

内部スズ法と呼ばれる高特性 Nb₃Sn 超伝導線材は Sn 芯モジュール、Cu 母材モジュール、Nb 芯モジュールで構成されている。先行研究では線材への Ti 添加の研究は数多く報告されているが、それぞれのモジュールに添加した場合の微細組織と超伝導特性について、体系的な研究は行われてこなかった。そこで、内部スズ法 Nb₃Sn 線材におけるそれぞれのモジュールに Ti 添加した多芯線を開発する事で実用化を想定した研究を行い、製作した拡散対試料において、拡散現象を解明した。

その中で、従来の内部スズ法線材のように Sn 芯モジュールに Ti 添加した場合には Sn-Ti 化合物の堆積により Sn、Ti の拡散・分布が不均一で Nb₃Sn 層生成を阻害していること、一方で Nb 芯モジュールや Cu 母材モジュールに Ti 添加した場合には Sn・Ti が均一に拡散し、Nb₃Sn 層の生成が促進されることを明らかにした。また、拡散対試料における基礎研究では Sn 芯、Cu 母材に Ti 添加した場合には Nb₃Sn 界面に NbSnCuTi₄ 元化合物が生成され、この化合物が Nb₃Sn 層の生成を阻害していることを新たに発見した。一方で、Nb 芯に Ti 添加した場合にはこの 4 元化合物は生成されないことを明らかにし、内部スズ法 Nb₃Sn 線材では Nb 芯に Ti 添加するのがふさわしいと結論づけた。

以上のような体系的な研究によって内部スズ法構造における Ti 添加の効果や拡散挙動が明らかとなった。これは新たな知見であり、Nb₃Sn 線材開発に与えるインパクトは大きい。さらに実用線材を模した多芯線における研究では、Nb 芯に Ti 添加した場合には、Sn 芯に Ti 添加した従来構造よりも超伝導特性が 1.3-1.4 倍程度向上することが明らかにされた。頭打ちであった Nb₃Sn 線材の特性を大きく向上させ、次世代の高磁場機器の要求に適応し得る線材開発の可能性が示された。

・高温超電導テープ線材のヘリカル巻線への適用による複合的曲げ歪みの印加と超電導特性への影響の評価 (学士)

イットリウム系線材に代表される高温超電導テープ線材は、高い熱的安定性及び極低温での優れた超電導特性が魅力である。故に電力貯蔵用のマグネットとしての応用が期待されている。大容量の電力貯蔵コイルには、線材をまとめた導体に大きな電磁力がかかる。ヘリカル巻き線（複雑に捻れた巻き線方法）は、うまく条件を満たせば、この電磁力をうまくバランスさせる事ができるため、小型で低コストの電力貯蔵装置実現の可能性を秘めている。研究は、線材の曲げに対する超電導特性の変化を詳細に調査するものであり、さらに今年度は有限要素解析を用いた大容量積層導体の捻れに対する歪み解析も行っている。大型貯蔵マグネットへの応用に対して大きな貢献が期待できる。

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

水素タービン発電や、燃料電池車の普及など、水素社会への移行が急速に進んでいる。輸入・貯蔵は、比較的体積効率の良い液体状態で行うため、水素の沸点 20K の冷熱が身近になる。これを有効に利用するため、39K で超電導状態を示す MgB₂ 線材を用いると、高温超電導テープ線材よりも高性能なマグネットを構成できる可能性がある。小規模電力網などでは、再生可能エネルギー由来のクリーンな電力によって売電量を減らし、CO₂ 排出削減を試みており、そのために電力品質の確保が欠かせない。しかし、小規模であっても、電圧変動を抑制するには、電力貯蔵コイルの大容量化は必須となる。そのために、超伝導素線を撚り合わせて大容量化した導体およびマグネットを、熱処理前後の許容歪み範囲内設計、試験を行って、その実現可能性について研究を行っている。2021 年度は、公益財団法人 競輪オートレース (JKA) 研究助成・開発研究の助成を受け、(1)さらなる大容量化

のための kA 級大型 MgB₂ 導体開発と、10kJ 級 MgB₂ 電力貯蔵コイルの液体水素冷却における直流通電および連続充放電試験を行い、設計通りの実証試験結果を得た。大型導体開発では、国際学術誌 IEEE Transaction on Applied Superconductivity に査読の結果掲載され、世界的にも高い評価を受けた。

・接触抵抗率の不均一な分布が LNI-REBCO コイルの振る舞いに及ぼす影響 (学士)

超伝導応用機器の中でも核磁気共鳴 (Nuclear Magnetic Resonance: NMR) 装置用の超伝導コイル技術に関する研究である。NMR 装置は、分子構造を分析するために用いられ、化学・物理学・材料科学・生物学・創薬といった様々な分野で使用されている。超伝導磁石の磁場強度が増加するほど測定感度と分解能が

増加するため、装置の性能向上には強い磁場が必要となる。現在日本では、次世代世界最高磁場機として 1.3 GHz (30.5 T) NMR 装置の開発が進められている。この開発における課題の一つとして、最内層に使用する高温超伝導 (High temperature superconductor: HTS) である (RE)Ba₂Cu₃O_y (REBCO) コイルのクエンチによる焼損が報告されている。先行研究により、レイヤー巻き方式の REBCO コイルにおけるクエンチからの保護方法として、intra-Layer No-Insulation (LNI) 法が有効であることが明らかになっている。LNI 法とは、レイヤー同士の電氣的絶縁を確保しつつ、レイヤー内のターン同士を電氣的に接続するために、銅と絶縁材 (ポリイミド) の複合シートを層間に挿入しながら絶縁の無い線材をレイヤー巻きする手法である。

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

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

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

・伝熱を利用した大型 CIC 導体の素線軌跡計測の手法確立の開発

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

き線を行ってから熱処理を行う、いわゆるワインド&リアクト法で作られているが、大型のマグネット設計には、導体を熱処理してからコイル巻き線するリアクト&ワインド法の適用が必須と考えられている。そのため、1000本を超える超電導素線が複雑に絡み合った導体内部の構造を適切に把握し、通電中の電磁力によって、歪みに弱い素線がそのように変形するかを定量的に評価する事が重要となる。このテーマは、量研機構からの助成を受け、物質材料研究機構と共同で行っている研究で、日本独自のアプローチとして独自性が高い。2021年度は、高解像度の赤外線サーモグラフィを用いて伝熱から素線の配置を詳細に調査し、1440本素線導体のうち、素線が全体の1/6の最終サブケーブル内の素線配置計測に成功した。この成果は、電気学会の研究会にて公表されている。

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

1. T. Morita, T. Yagai, N. Banno, “Impact of Ti-doping on Nb₃Sn layer formation in internal Sn-processed Nb₃Sn superconducting wires,” *Cryogenics*, vol. 122, March 2022, 103420.
2. 谷貝 剛 他 “大型 SMES 磁石応用への大電流容量 MgB₂ 導体開発”, 低温工学学会誌 特集 56 巻 5 号 2021 年, pp. 269-276.
3. T.Yagai, et al, “Demonstration of kA-Class Rutherford Cables Using MgB₂ Wires for an Energy Storage Device Suitable for a Liquid Hydrogen Indirect Cooling”, *IEEE Trans. Appl. Supercond.* Vol. 32, No.6, 2022 DOI: 10.1109/TASC.2022.3154339.
4. N. Banno, T. Morita, T. Yagai, and S. Nimori, “Microstructure and Superconducting Properties of Hf-Ta Addition Bronze-Route Nb₃Sn Wire”, *IEEE Trans. Appl. Supercond.* Vol. 32, No.6, 2022 DOI: 10.1109/TASC.2022.3160662.
5. 谷貝 剛他, “大容量撚り線導体に適用する MgB₂ 線材の製造方法と機械特性の相関”, 2021 年度春季低温工学・超電導学会 1B-p03, 5/19-22, 2021.
6. 谷貝 剛他, “液体水素間接冷却 MgB₂ コイル特性試験と熱平衡解析”, MgB₂ の大容量超伝導応用に関する研究会, 2022 年 3 月 25 日
7. 石田道由、谷貝 剛、伴野信哉、宇藤裕康、”伝熱を利用した大型 CIC 導体の素線軌道計測の手法確立の開発”, 電気学会研究会, MC-21-024, ASC-21-024, 12/10, 2021.

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

1. 核融合科学研究所 一般共同研究

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

令和 3 年度 研究代表者

2. 公益財団法人 競輪オートレース研究助成
「液体水素供給網の高度利用と低炭素電力システムを実現する大容量超電導電力貯蔵装置の研究開発」
2021 年度 研究代表者
3. 量研機構共同研究
「電磁応力下における多重撚り導体の機械的・電磁氣的現象把握と線材高強度化設計指針の構築」
令和 3 年度 研究分担者

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

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

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

成績分布は、概ね正規分布している。2020 年度はオンラインだったため、対応に苦慮した。Web のアンケートの集計結果の母数が少なかった事もあるが、評価は前年度よりも良くなかった。

授業では、学生の理解を促進するため、図や表など、オンラインで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。手間をかけた割には、思うように評価が上がっていない。アンケートの中で、「自分で手を動かす時間がほしかった」との意見があり、多くの例題の解説に時間を費やすだけでなく、学生自らが解いてみる、演習を交えた授業スタイルを検討し、早速導入している。

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)

- ・留学生委員会
- ・機能創造理工学科0年次担任

(学外)

- ・電気技術者試験レビュー委員
- ・低温工学協会 出版委員

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。)

特に無し。

所属 機能創造理工学科

氏名 李 寧

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

研究分野：回路設計に関する研究

キーワード：半導体、トランシーバー、CMOS

2. 研究テーマ（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。）

見直し中

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

該当なし

4. 大学内外における共同的な研究活動（共同研究、学内共同研究などを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。）

2021 IEEE International Conference on Integrated Circuit Technology and Application, RF section, TPC member

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

SEA6660E PHYSICS AND ENGINEERING OF ELECTRONIC DEVICES

SEA2060E ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES 3

SEA50200 電気電子工学実験 I*

SEA5160E GREEN ENGINEERING LAB. 3*

SEA2080E ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2*

SEA6620E TOPICS OF GREEN ENGINEERING 3

MSGR7040 GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 4

MSGR7070 ADVANCED ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING 1

SCT1210E EXPERIMENTS & EXERCISE OF BASIC SCIENCE*

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

「ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES 3」 コロナで、授業は対面とオンラインで同時にやりました。学生は半分ぐらい対面で、半分ぐらいオンラインを受講しました。両方の学生を理解しやすいように、配布資料と黒板に書いて説明することを工夫しました。受講生9人の中2人だけアンケートを答えました。アンケートにおいて、全て4点以上でしたが、改善することがまだまだたくさんあると思います。今後オンライン授業について工夫することは、ア)学生とのコミュニケーション、イ)学生理解度のチェック方法などと考えます。

「PHYSICS AND ENGINEERING OF ELECTRONIC DEVICES」 コロナで、授業は対面とオンラインで同時にやりました。学生2しかいなかったのですが、極めて少人数ですので、丁寧に説明しました。最後の試験は、オンラインで行いました。今後の課題は、オンライン試験について、ある程度多人数でも上手く実現出来ることです。

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

(学内)

該当なし

(学外)

2021 IEEE International Conference on Integrated Circuit Technology and Application, RF section, TPC member

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