

2020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 2020 年度の職名

足立 匡	(教授)	...	2	高柳 和雄	(教授)	...	60
一柳 満久	(准教授)	...	5	竹原 昭一郎	(教授)	...	62
江馬 一弘	(教授)	...	9	田中 秀岳	(准教授)	...	64
大槻 東巳	(教授)	...	13	Zhang Weilu	(特任助教)	...	67
菊池 昭彦	(教授)	...	15	張 月琳	(助教)	...	70
樺田 英之	(准教授)	...	22	曄道 佳明	(教授)	...	73
黒江 晴彦	(准教授)	...	24	富樫 理恵	(助教)	...	76
桑原 英樹	(教授)	...	26	中岡 俊裕	(教授)	...	82
後藤 貴行	(教授)	...	30	長嶋 利夫	(教授)	...	85
坂間 弘	(教授)	...	33	中村 一也	(准教授)	...	88
坂本 織江	(准教授)	...	35	野村 一郎	(教授)	...	91
ジェシカ エディター	(准教授)	...	38	久森 紀之	(教授)	...	95
下村 和彦	(教授)	...	42	平野 哲文	(教授)	...	100
申 鉄龍	(教授)	...	45	宮武 昌史	(教授)	...	103
鈴木 隆	(教授)	...	49	谷貝 剛	(教授)	...	108
曹 文静	(助教)	...	53	李 寧	(特任助教)	...	113
高井 健一	(教授)	...	56	渡邊 摩理子	(准教授)	...	115
高尾 智明	(教授)	...	58				

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、鉄化合物などの超伝導の物性研究

キーワード: 銅酸化物高温超伝導体、鉄系超伝導体、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'構造など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
(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と鉄化合物に着目し、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、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. 2020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'銅酸化物の母物質である $\text{Pr}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ と、母物質に電子をドーピングした $\text{Pr}_{1.3-x}\text{La}_{0.7}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4+\delta}$ ($x = 0.10$) 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ものの、ドーピングされるホール量がこれまでよりも少ないことがわかった。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。
- 電子ドーピング型銅酸化物 $\text{La}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4+\delta}$ の薄膜を PLD 法で作製し、PSI の低速ミュオンを用いて μ SR 測定を行った。その結果、超伝導が著しく抑制された超オーバードーピングの $x = 0.17$ において、還元によって低温での Cu スピン相関の発達の程度が変わることを見出した。また、最適に還元した試料でも Cu スピン相関が発達することがわかった。これは、提案されている強磁性秩序が関係しているかもしれない。

- ・ Bi-2201 系銅酸化物の超オーバードープ領域における強磁性ゆらぎの詳細を明らかにするために、磁性不純物の Fe を置換して輸送特性と磁気特性を調べた。その結果、Fe 置換によって強磁性ゆらぎが安定すること、強磁性ゆらぎの次元性が 2 次元から 3 次元に変わることを見出した。今後は、超伝導が発現するオーバードープ領域で見られる反強磁性ゆらぎとの関連を明らかにするために中性子散乱の実験を予定している。

4. 大学内外における共同的研究活動 (共同研究、学内共同研究などを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 μ SR による磁気特性の研究 (理化学研究所・渡邊グループとの共同研究)
- ・ 電子ドー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 mSR 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】

- ・ 「ミュオン科学研究会 –ソフトマター・ミュオニウム・強相関電子系におけるミュオンサイエンスの進展–」、2020 年 11 月 9–10 日、オンライン
- ・ 「量子スローダイナミクスと機能 –基礎科学から新材料へ–」、2020 年 6 月 10, 12 日、オンライン

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、熱力学、物性物理 A、低温・超伝導物性学、基礎物理学Ⅱ、物理学実験演習Ⅰ、物理学序論、卒業研究Ⅰ、卒業研究Ⅱ、大学院演習 IA, IB, IIA, IIB, IVA, IVB、物理学ゼミナール IA, IB, IIA, IIB、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。)

- ・ 熱力学: コロナ禍で学生の来学が禁止されていたため、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。
- ・ 低温・超伝導物性学: 授業アンケートは全般的に平均以上であった。授業方法の項目がよく、また、総合的に見て良かったという回答が平均を上回っていたことから、概ね良い内容であると思われる。コロナ禍で同時双方向授業の形式を採用したが、好評を得た。
- ・ 基礎物理学Ⅱ: コロナ禍で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。

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

(学外)・第20回日本中性子科学会年会実行委員

- ・ 雑誌「固体物理」、誌友
- ・ 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, マイクロ伝熱, 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。)

「ディーゼル機関における PIV 測定を用いたガス流動解析」

「ディーゼル機関における燃料噴霧流が筒内ガス流動に与える影響」

「干渉画像法を用いた間欠噴霧流の粒子径・速度および空間分布の解析」

「アンモニアを燃料とした定容燃焼器の構築と燃焼試験」

「副室と補助熱源を備えた HCCI エンジンにおける燃焼解析」

(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年度は、エンジンに吸入される空気量と筒内のガス流動の関係を定量的に示した。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、CFD 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。2020 年度は、CFD 解析を基に、燃焼速度が向上する主燃焼室形状を検討した。その検討結果を基に、定容燃焼器にてアンモニア燃焼実験を行い、筒内圧力を測定した。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、CFD 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。改良したエンジンの動作検証のため、アンモニアの燃焼速度とほぼ同じである希薄状態のガソリンを燃料として実験を行った。混合気温度（グロープラグ電圧）と点火時期が、IMEP（エンジンの仕事相当）、燃焼変動率、希薄限界、および熱効率へ与える影響を明らかにするため、筒内圧力を測定した。今後は、アンモニア燃焼が可能となるように、更なるエンジンの改良および実機でのアンモニア燃焼を実現させていく予定である。

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. 2020 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、熱流束の測定、PIV 測定および燃料噴霧の測定を行った。また、副室とグロープラグを併用したエンジンにおける希薄燃焼時の筒内圧力の測定、および自動車搭載用の熱交換器の効率向上を目的とした実験的研究を行った。それらの結果は、学術論文 7 編（Journal of Engineering Science and Technology 1 編, International Journal of Automotive Engineering 1 編, International Journal of Technology 1 編, Automotive Experiences 1 編, SAE Technical Paper 3 編）に掲載された。

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

学外共同研究：自動車用内燃機関技術研究組合（学外共同研究）

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

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

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： 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 日本設計工学会 研究調査部会 委員

文部科学省 科学技術専門家ネットワーク・専門調査員

自動車技術会 関東支部 学生活動参与

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 江馬 一弘

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

研究分野： 物質中での光の振る舞いの研究，光を使った新機能の研究 など

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

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

- ① 「無機有機ペロブスカイト物質の励起子物性」（2件の修士論文テーマ）
- ② 「InGaN/GaN ナノコラムの発光特性」
- ③ 「二酸化チタン光触媒のキャリアダイナミクス」（修士論文テーマ）
- ④ 「半導体中のコヒーレントフォノンに関する研究」（修士論文テーマ）
- ⑤ 「ボロン酸型蛍光プローブの光誘起電子移動におけるスペーサー長依存性」

展望については、「3. 2020年度の研究成果」において，各テーマごと記載する。

3. 2020年度の研究成果（論文発表，学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは，達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

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

- ① 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。2020年度は，3次元構造と2次元構造について，一つずつの修士論文を完成させて。太陽電池材料として最近大きな注目を集めている3次元無機有機ペロブスカイト材料について，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た。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

研究を開始した。3次元構造と2次元構造については、どちらも引き続き研究を継続していく予定である。

- ② 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。2020年度は、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の発光特性の論文を出版し、さらに次の論文として、局在効果の詳細を解析する論文を作成中である。
- ③ 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。2020年度は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い、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を試みた。まだ改良が必要であり、2021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であり、2020年度は、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た。これは、2018年度からの継続課題であり、2021年度のある程度の成果が見込まれている。
- ⑤ 化学領域の早下先生との共同研究である。分子内の光誘起電子移動に関して、ドナーとアクセプタの距離を変えた場合の違いを詳細に測定し、距離依存性や溶液依存性の知見を深めた。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。

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）

- 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。
- 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、化学領域早下研究室、南部研究室と共同研究を行っている。
- 科研費特別推進研究「ナノ結晶効果によるエネルギー・環境適合デバイスの革新（代表：岸野克巳）：2012～2016年度」を基盤として、科研費の研究期間終了後も電気電子工学領域岸野研究室、中岡研究室と共同研究を行っている。

(学外)

- 無機有機ペロブスカイト材料の研究は、桐蔭横浜大学、東京大学、兵庫県立大学との共同として、2014年度にスタートし、現在も継続している。
- 科研費基盤研究(B)「無機有機ハイブリッド物質を用いた共振器ポラリトン(代表:江馬一弘)」として、佐賀大学江良研究室、産業技術研究所高田研究室、愛知工業大学森研究室と共同研究を行っている。
- 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ソニックに関する研究に加わっている。
- JST・CREST「次世代フォトリソニック」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、大学の代表として、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、

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」では10号館講堂で、300名の講義を行っている。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。2020年度は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」も2020年度はオンライン講義となり、学期末試験が実施できなかった。しかし、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、成績評価も十分に行えたと考えている。

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) 学術研究担当副学長
学術研究担当副学長が職責となる各種委員会

(学外)
日本物理学会代議委員
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。)

子供への教育・啓蒙活動として、福音館から絵本「光の正体」を2020年10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（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

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

（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。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. 2020年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

アンダーソン転移の研究で確立させたスケーリング理論を，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，それを発展させ今年度から基盤 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。）

東北大学、及び北京大学のグループと共同研究を行った。

日本物理学会の理事として学会活動に寄与した。

国際会議 Localisation 2020 の共同議長を務めた。

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

- ・ 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

（学外）

- ・ 日本物理学会理事

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 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

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

卒業研究テーマ

- ・GaN系青色域トポロジカルエッジ導波路のFDTD解析および三角ナノホール作製プロセスの基礎検討
- ・GaN系可視域トポロジカルフォニック結晶の作製に向けた電子線露光条件の検討
- ・窒化物半導体可視域光集積回路に向けた導波デバイスの設計と作製に関する基礎検討
- ・有機無機複合型光集積デバイスに向けたGaN細線流路における結晶析出制御に関する基礎研究

修士論文テーマ

- ・水素雰囲気異方性熱エッチング法による高アスペクトナノ構造の作製とアンモニアガス添加効果に関する研究
- ・可視領域トポロジカルフォニック結晶の実現に向けたFDTD解析とHEATE法によるGaNナノ空孔構造作製
- ・HEATE法で作製したInGaN/GaN極微細ナノピラーの光学特性評価とHEATE法によるZnO単結晶のエッチング特性評価

- ・可視光集積素子に向けた分子ドーピング有機半導体単結晶のエネルギー移動効率と CsPbBr₃-GaN LED に関する研究
- ・発光デバイス応用に向けた有機分子材料の凝集形態による発光特性への影響に関する基礎的検討

(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、無機半導体ナノ構造と有機半導体発光層を組み合わせた可視全域で高効率発光が可能な有機無機複合光デバイス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ンクスの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 (MoO₃ や MgZnO、AlGaN など) と有機半導体 (蛍光性分子 F8BT や BP3T、燐光性低分子 Ir(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 MgZnO/Ag/MgZnO 系多層膜 (DMD)、多電極型型静電塗布 (ナノミスト堆積: NMD) 法を用いた有機多層膜成膜技術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、高性能 RGB 発光ダイオードや RGB レーザ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. 2020 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

- ・ HEATE 法による GaN ナノ構造形成における圧力や NH₃ ガス添加量依存性、GaN のドーピング依存性などを系統的に評価した。特に NH₃ 添加量が 1～5% と微量領域のエッチング形状に対して詳細に検討を行い、ナノピラー形状に対する影響を把握した。また、マスク

幅 100nm 以下の狭い条件では、傾斜角 98.5 度以上で深さ 1 μ m 以上の高アスペクトディープエッチングが可能であることを確認した。

- InGaN/GaN スラブ導波構造と高アスペクトナノトレンチで構成する導波路型の多層膜反射鏡 (DBR) や側面に DBR を有する導波構造の設計条件を FDTD 法で解析し、可視域における平面型集積光回路の基盤技術の開発、および HEATE 法による試作を行った。
- HEATE 法によるワイドギャップ半導体 (GaN や G_2O_3 および ZnO) エッチング時の生成ガス種の平衡分圧の温度依存性を熱力学解析により算出し、Ga 液滴が発生しないエッチング機構の解析を行った。
- β 型酸化ガリウム (Ga_2O_3) 単結晶の HEATE によるエッチングの面方向依存性が生じるメカニズムを考察し、実験結果を説明可能なモデルを構築した。

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

- GaN 系トポロジカル PhC の三次元 FDTD 解析による導波解析やスーパーセル法によるフォトリックバンドのエッジモード解析を行い、可視領域トポロジカルエッジ伝搬現象が実験的に観測可能であることを示した。
- 50kV 電子ビーム描画装置を用いて RGB 波長に対応するトポロジカル PhC 用ナノホールアレイの描画条件と形状補正法の検討を行い、一辺 100nm 以下の正三角形の六員環をハニカム状に配列したナノホール用エッチングマスクの描画条件を把握した。
- HEATE 法による InGaN/GaN 微細エッチングと熱硝酸による AlInN 層の選択エッチングを組合わせて InGaN/GaN メンブレン PhC を作製する手法を開発した。作製した InGaN/GaN トポロジカル PhC メンブレンの室温光励起発光強度は元ウェハの数倍に増加し、本手法が InGaN/GaN 系可視域 PhC の作製に有効な低損傷ナノ加工技術であることを実証した。

3) 有機半導体デバイスに関する研究

- 分子ドープ有機単結晶 (C6 ドープ PBD) の構造最適化モデルにおける X 線回折の理論スペクトルの計算を行った。このモデルと実際の X 線回折スペクトルを比較することにより実際の分子構造の解明が可能になると期待される。
- 有機半導体の単結晶、スピコートで形成した非晶質膜、熱溶融固化法で形成した非晶質膜を作製して凝集形態が光学特性に及ぼす影響を調べた。単結晶とスピコート非晶質膜は同膜厚の o-MSB ドープ PBD で比較し、単結晶膜は一軸性偏光依存性を有し、光励起誘導放出が見られたが非晶質では偏光依存性がなく誘導放出は得られなかった。また室温大気中での紫外線照射による発光特性の劣化は、単結晶の方が大幅に抑制された。熱溶融固化膜とスピコート膜を、同膜厚の C6 ドープ DBFPO と C6 ドープ mCP の二種類の材料で比較し、すべての膜は偏光無依存で誘導放出は得られなかった。光照射時の相対劣化特性は熱溶融固化膜とスピコート膜で同等であったが、熱溶融固化膜の方が発光強度が強く、原因は分子密度が高いためであると考察された。
- 緑色発光ペロブスカイト MAPbBr₃ 前駆体溶液、および CsPbBr₃ 前駆体と酸化ポリエチレン (PEO) 混合溶液に対し、貧溶媒滴下スピコート法による成膜条件を把握した。貧溶媒滴下時間、溶液濃度、POE 濃度比、雰囲気露点の影響を調査し、良好な発光特性を有す

る緻密なナノ結晶膜を得る条件を把握した。また、Au/MoO₃/CsPbBr₃:PEO/TFB/n-GaN 構造の有機無機ハイブリッド LED を作製してペロブスカイト膜厚と電流注入発光特性の関係を調べ、膜厚を 51nm から 99nm に増やすと発光効率が顕著に改善されることを確認した。

- RGB 集積光源の開発に向け、GaN 表面に形成したナノ流路にペロブスカイト前駆体溶液を注入し、ペロブスカイト単結晶を析出させる実験を行い、基板の親水性疎水性、湿度、温度、流路幅の影響を把握した。

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。)

- 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 (山形大学 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、野村一郎 教授、中岡俊裕 教授、富樫理恵 助教)「半導体研究所」
- 研究会開催：2020 年度 Sophia Open Research Weeks 「半導体ナノフォトニクス研究会」
2020 年 11 月 17 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。)

- 日本語コース (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^{*}、卒業研究 I、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)^{*}、研究指導。
- 日本語コース (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、大学院演習 VB、修士論文、卒業研究 II、光エレクトロニクス※、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。

・英語コース (春学期)

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2. ※

・英語コース (秋学期)

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1. ※

注) 上記の※印の科目は、オンライン/オンデマンド化に伴い動画資料を作成した。

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。)

・「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.」

当初から当科目の主担当を努めている。全面オンライン化に伴いレポートの提出方法が Moodle による電子ファイルに完全移行できた。自動的に剽窃チェックされることとレポートの写しは大幅に減点されることを周知しているためと考えられるが、紙レポートと比較して明らかにコピーは減少しているものの、依然として過去レポートの丸写しに近いものもあるので対策を検討したい。今後も継続的に電子ファイル提出と Moodle による剽窃チェックの効果を調査する。2020 年度の実験・演習 2 では、初めに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さらに積極的に行った。

・「アナログ電子回路」 (2018 年度「理工学部授業顕彰制度」受賞)

コロナ禍により授業回数が減少した分を演習課題で補い、例年通りの内容で実施できた。オンライン化によるデメリットもあるが、Zoom のチャットでリアルタイムに学生の理解度

を比較的正直に確認できることがわかった。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の定期的な演習課題などを課して、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」

コロナ禍によりオンラインで実施したが、特にトラブルは生じなかった。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。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 Zoom で質問を出してチャット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。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進めている。

・「光デバイス工学」

コロナ禍による授業回数の減少分をオンデマンド動画資料で配布することにより、例年通りの内容で実施できた。動画資料については視聴後にメールで報告させる仕組みを導入したことにより、全体の進捗状況が把握できた。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。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検討している。

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

(学内)

- ・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)

- ・日本学術振興会 ワイドギャップ半導体光・電子デバイス第 162 委員会 企画・運営委員.
- ・International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021, September 6-9, 2020, online) Program Committee Member, Area 11.
- ・International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2020, September 27-30, 2020, online) Program Committee Member, Area 11.
- ・Editorial board member of Japanese Journal of Applied Physics (JJAP) Special Issue

(2020).

・ 14th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS14, 2023, Fukuoka, Japan) Program Committee Member.

・ 国際会議 座長 : SSDM2020

・ 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。）

「近赤外超短パルス光源の設計・構築」

「二酸化チタン光触媒におけるキャリアダイナミクス」

（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。本研究では新たに波長の異なる光源を作成し、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ことで、フォノンの緩和機構の解明を行う。

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。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幅広い時間領域・スペクトル領域での測定が必要になる。

3. 2020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。）

・近赤外超短パルス光源はすでに完成しているが、これまで使用してきた光パルスと波長が異なるために従来のセンサー類が使えず、2019年度はこの新たな光源の特性評価に苦心していた。2020年度は、理工学部申請型（応募制）研究費によってこの波長領域のカメラを購入することで、アライメント精度が格段に向上した。その結果、FROG測定を行うことができるようになり、この光源の出力パルスのチャープ特性の評価に成功した。

・二酸化チタン光触媒の光励起キャリアダイナミクスを解明するために、これまで紫外が

ンプ・白色プローブ分光測定を行ってきた。2020年度は長時間領域でのキャリアダイナミクスの測定を可能にするために、可視から近赤外領域に至る新たな測定系を作製した。ただし、想定以上に時間ドリフトが大きく、現在はその解決に向けて測定装置の改良を行っている。

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

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，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。）

「光物性」

春学期の講義だったため、オンラインかつ回数を減らしての授業であった。ただし、例年より授業のレベルを落とすことは避けたかったため、通常は授業中に示している計算過程を毎回のリアクションペーパーとして提出してもらうようにした。なお、学生の負担が増えないように、授業の各所に計算のヒントを入れるようにした。

「光学システムと応用」

例年はホワイトボードを使用して講義を行うが、2020年度はこちらの科目もオンラインであった。そこで、ペンタブレットを用いて、スライドに書き込み、それを授業後に毎回 Moodle にアップロードすることで学生の理解に繋がるように努めた。

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

（学内）理工教職課程委員、全学教職課程委員、一年次担任

（学外）応用物理学会量子エレクトロニクス研究会幹事

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

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

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

研究手法：光散乱測定，磁化測定，誘電測定

特徴：多重極限環境，強磁場，液体ヘリウム温度(近低温)，超高压

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。

パルス強磁場中の光散乱測定装置の開発と磁性研究への応用：

超安定パルス強磁場システムに組み込める光散乱測定装置を開発し、磁場中での光散乱スペクトルの変化を測定する。磁性研究にこの装置が有用である事を示し、世界に実験手法を広めるのが長期的な目標である。

パルス強磁場中の光散乱測定装置の開発と磁性研究への応用：

超安定パルス強磁場システムに組み込める引き抜き法による磁化測定装置を開発し、強磁場中での磁化の絶対値の測定方法を確立する事が長期的な目標である。

3. 2020 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。)

$\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$ の研究，強磁場物性に関しては，装置のトラブルのために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ってしまった。最終年度

に向けペースを上げる。

パルス強磁場中の光散乱測定装置に関しては、2018年度科研費（基盤研究（B））の予算を用いて、光ファイバー・バンドルを用いた光散乱測定装置を開発し、実証実験を行った。結果として、光ファイバの光散乱が特に低周波数部の光散乱スペクトルを測定する際に問題になることが分かった。この影響を取り除くために、フォトニックファイバと呼ばれる、光伝播部に物質が存在しないタイプの光ファイバを用いて、光学系を作成する事を計画し、測定系を組み上げた。

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

- 科研費（基盤研究（B）研究分担者） 1件
- 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】現代物理学の世界A，現代物理学の世界B，電磁気学ⅡB，理工学概説，物理学概説，理工基礎実験(授業＋装置担当)，物理学実験Ⅰ(授業＋装置担当)，卒業研究Ⅰ，Ⅱ【大学院授業】物理学序論，Green Science and EngineeringⅠ

2020年度はオンライン対応のため、上記授業ではオリジナル・コンテンツを作成した。

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。）

2020年度はzoomを利用したリアルタイム配信型のオンライン授業となった。その特性を活かした授業を心がけ、一定の評価を得た。20人程度の少人数授業と200人程度の大規模な授業ではコンテンツ作成の方法論を違えて、少人数授業では学生の授業参加が良くできるように、レポートを公開性にするなどの工夫を行った。

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

(学内)

- ・機能創造理工学科3年次生担任
- ・機能創造理工学科WEB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ください。）

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

（展望）

- (1) に関連しては、本年度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う。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 測定を進めていく。
- (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、惑星探査機などに搭載される放射率可変素子の性能向上に関する研究を行っている。本年度も引き続き主に Pb を含む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する。

3. 2020 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 $\text{CaBaCo}_4\text{O}_7$ 結晶の誘導化合物である、 $\text{CaBa}(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_4\text{O}_7$ ($x=0, 1/4, 1/2, 3/4, 1$) 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、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強磁場 ESR の実験を行った。具体的には、各軸の切り出しを行った $x=0$ の母物質結晶試料におけるパルス強磁場 ESR 測定を行い、磁気状態を調べた。その結果、結晶方位によって特徴的な吸収が見られたので、結晶方位を揃えたシングルドメインの結晶作製が課題となった。さらに引き続き他の組成試料について広い磁場周波数領域で継続的に実験を行い、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。本年は(1)と関連して、混晶系の $\text{CaBa}(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_4\text{O}_7$ ($x=0, 1/4, 1/2, 3/4, 1$) 固溶体結晶を対象物質とした。極性依存性の測定に進む前に、まず最初に新しい固溶体結晶の磁気相転移温度、誘電相転移温度の測定を行った。その結果、 $x=1/2$ 結晶において、先行研究の磁気相転移温度を再現する結果が得られた。他の組成に関しては先行研究の報告が無く、また結晶性の良い試料が未だ得られておらず、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極性依存性測定まで進めていきたいと考えている。
- (3) 本年度は昨年度検討を行った Ba イオンに続いて、揮発性と毒性から研究があまり進んでいなかった Pb イオンを使用した物質系での SRD 特性の検討を行った。Pb イオンに着目したのは、 Pb^{2+} のイオン半径が Ba^{2+} より小さいが、 Sr^{2+} より大きいという特徴を活かして、Ba の時と同様に、バンド幅がより大きくかつ、より少ないキャリア濃度領域の試料を作製することができ、これにより SRD の特性向上を期待した。本年度は残念ながら SRD の特性そのものの向上は見られなかったが、比較的良質の $\text{La}_{1-x}\text{Pb}_x\text{MnO}_3$ 多結晶試料を得ることができた。今後は Mn サイトの置換効果で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） 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、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）

（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

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。）

2020 年度はコロナの影響で急遽、殆どの科目でオンライン授業を余儀なくされた。そのオンライン授業は、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、次年度以降に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、1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、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、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 Material 部門のチェアとなり、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、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) 競合鎖量子スピン磁性体におけるネマチック相の探索
- C) フラストレートスピンチューブ磁性体における基底状態
- D) 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
- E) 幾何学的フラストレーションを有する低次元磁性体の基底状態
- F) 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
- H) 新奇な一次元磁性体の構築と電荷制御の試み

(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. 2020 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 による研究を岡山大学と共同で行っている。本年度はスピンギャップサイズの評価、及び、高温での構造相転移が一次であることの確認に加え、この相転移で p 軌道の向きが変わることを、超微細結合の変化とし

て捉えることに成功した。

- B) 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、今年度は 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ている可能性を見出した。
- C) 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。
- D) 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。今年度は、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。後者の実験は英国 ISIS-RAL 研究所に試料を送付して行った。
- 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。現在論文執筆中である。
- F) 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、非磁性的なスピング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。
- G) 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 Sr₂CuW_xTe_{1-x}O_{6.5} の基底状態を NMR によって調べ、両エンドメンバーで見られた反強磁性が x=0.2 では消失し、フェルミオニックな準粒子によるコリンハ的な振る舞いが観測された。さらに本年度、同系の新規物質 SrLaCu(Sb, Nb)_{0.6} についても研究を継続し、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た。
- H) の「新奇な一次元磁性体の構築と電荷制御の試み」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、科研費（基盤 C）の支援を受けた研究が続行中である。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。

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）「金微粒子を用いた糖認識センサーの異種核二重共鳴 NMR（SEDOR）による微視的機構解明」

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）、卒業研究Ⅰ、卒業研究Ⅱ
- ・学部（英語コース）：機能創造理工学実験演習Ⅱ
- ・大学院：大学院生なしのため、物理序論（輪講）のみを担当した。

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、Zoom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作成・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、英文のテキストを修正した。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. 2020 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。

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。)

なし

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。)

物理学ゼミナール、大学院演習

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。)

アンケートはおおむね肯定的な評価をもらったが、学生へのフィードバックが少ないといわれたので来年度はコミュニケーションをとっていきたい。

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)なし

(学外)日本表面科学会協議員

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。)

なし

所属 機能創造理工学科

氏名 坂本 織江

1. 研究分野とキーワード

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. 2020年度の研究成果

次のテーマに関して研究した。

- ・ 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と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、
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。2年次の学生が多いので、法則などのイメージを分かりやすく伝えることを重視した。なお、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、学修面の効果があり、議論できるため学生にも好評だったので来年度以降も続けたい。

上記のいずれの科目も2020年度はZoomを用いてリアルタイム双方向型で実施した。講義時間中に簡単な演習やクイズを含めたり、短い休憩時間を取るなどの工夫を行った。

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 2・3年次生 (2019年9月・2018年9月入学) 担任

(学外) 同期機諸定数調査専門委員会 委員、産業応用部門論文委員会 委員、
東京支部学生員委員会 委員、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

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. Deflagration-to-detonation transition dependence on roughness (undergraduate research)
3. AMR combustion code development (graduate school research) (undergraduate research)
4. Hypersonic shock waves in CO₂ and air (undergraduate school research)
5. Morphing technology for wings with jet flaps (graduate school research) (undergraduate research)
6. 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 a 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 reduced chemical combustion model is essential.

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

3. Research results for fiscal year 2020 (Please make sure that you enter a list of publications, conference presentations, and other achievements into the Sophia University Teaching Staff Educational Research Information Database. In the response sheet, please specify how much you have achieved either in text or in bullet point).

Publications

1. Numerical Study on JP-10/Air Detonation and Rotating Detonation Engine. A. Koichi Hayashi, Nobuyuki Tsuboi, and Edyta Dzieminska. AIAA Journal, vol. 58 No 12, December 2020
2. Experimental and Computational Study on Helical Coil and Straight Type Sub-Cooled Condenser for Air Conditioner in Automobile Vehicle. Hardeep Singh, Mitsuhsa Ichianagi, Junya Washiashi, Jun Liu, Edyta Dzieminska, Takashi Suzuki. SAE International 2020-04-14

Conferences

1. 17th International Conference on Flow Dynamics, October 28 - 30, 2020: two oral presentations
2. AIAA Scitech 2021 Forum
Experimental and Numerical Study on Disc-RDE: Flow Structure and its Performances. A Koichi Hayashi, Kazuhiro Ishii, Tomohiro Watanabe, Nobuyuki Tsuboi, Kohei Ozawa, Nicola Jourdain, Edyta Dzieminska, and Xinmeng Tang. AIAA 2021-1253

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 gets 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 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 member.

(Off-campus)

Member of:

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

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

Organizer of Polish charity even WOŚP 29th Grand Final (5th Grand Final in Japan) (online 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
- ・星形コアシェル構造ナノワイヤの成長原理
- ・可視光帯半導体結晶の成長条件
- ・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、シリコン基板上に SCH-MQW レーザを作製している。

2020 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行った。シリコン基板上レーザの低しきい値のために歪量の詳細な検討を行った。また電流狭搾構造として、半導体埋込み構造の研究を行った。シリコン基板上レーザにおいてこれまでよりも低しきい値、さらに高出力なレーザ発振を達成した。またシリコン酸化膜が表面にあるシリコン基板上へのレーザ集積化を行った。ハイメサ構造、表面二電極レーザ構造により、InP 基板上と同等のしきい値電流密度を得ることに成功した。

シリコンプラットフォーム上における InP 系光デバイスの集積化技術においては、選択成長技術によるバンド端エネルギーの制御を行った。通信波長帯における多波長光源の実現

のために、マスク形状とバンド端エネルギーの関連を調査した。さらに InP 薄膜とシリコン基板の貼り付けにおいて、溝を設けたシリコン基板を作製し、これに InP 薄膜を貼り付け、ボイド密度の低減効果があることを実証した。今後この基板を用いたレーザの試作を行う予定である。

自己触媒による InP ナノワイヤの成長に関する研究が進展した。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 結晶の有機金属気相成長による結晶成長条件の最適化を行った。実際に太陽電池デバイスを試作し、発電特性の向上を得ることができた。

3. 2020 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 3 件、国内学会発表 5 件を行った。

自己触媒ナノワイヤに関しては、国内学会発表 2 件を行った。

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

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

2020年度はすべて Zoom を用いたオンライン講義であった。オンライン講義のための資料作成、実験用動画の作成にかなりの時間をとった。

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

「電磁波伝搬の基礎」は81名の受講者であり、物質生命理工学科から1名、情報理工学科から7名の受講者があった。オンライン講義のため10回の講義を行った。毎回小テストを行ったが、対面講義と同様に回答を短時間で回収する方式で行ったが、かなり不評であった。また学生の理解度の把握が出来なく、授業評価ではかなり厳しい意見があった。

「光電磁波伝送工学」は秋学期開講であったため、春学期の反省を生かして、小テストの回収を当日中に変更して行った。しかしオンライン講義では学生の反応を知ることができず、どの程度理解しているのかを判断できなかった。

「ナノテクノロジー」では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1回提出させた。この講義ではこれまでに実際に使用している半導体基板、光露光用マスクを手にとって回覧することを行ってきたが、今回はオンライン講義でそれもできなく、デバイスのイメージを学生が把握できたかどうか不明であった。

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
第68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（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。）

本年度研究は以下の課題を中心に行い、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 学習に基づく動的計画問題の解法
- ② 点火式エンジン確率制御手法
- ③ 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
- ④ ガソリンエンジンのばらつき抑制と効率最適化制御（AICE・経産省委託研究）
- ⑤ 大規模 EV 群と電力システムの協調制御手法（トヨタ自動車株式会社委託研究）
- ⑥ 災害時 EV 活用手法（トヨタ自動車）
- ⑦ EV 活用を考慮したピコグリッドの最適化手法

コネクティド環境の下、V2X 情報活用による自動車動力システムの制御手法構築に重点をおいて研究を進めてきた。科研費の研究で蓄積した知見を活かして、V2X 情報を考慮したパワートレイン効率向上のためのオンボード制御アルゴリズムを構築し、テンスとベンチにおいて実験検証を行った。また、ドライバーのダイヤモンドを予測し、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。これらの研究実績に基づいて、AICE プロジェクトと NEDO プロジェクトの研究実施計画検討に参加し、次年度の研究課題を明確にすることができた。

AICE プロジェクトとして引き受けたエンジン制御に関する研究では、エンジンの EGR ループの無駄時時間遅れ特性と EGR 流量の計測困難である課題に挑戦し、オブザーバ理論に基づくバーチャルセンサを提案し、EGR と VVT の協調制御による効率向上手法を開発した。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込み、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に取り組み、Mean-field game 理論を用いた EV 充放電管理手法の構築に成功した。この研究は、社会のモビリティのスマート化

に向けて、グローバルな視点からエネルギー効率向上のための EV 活用を目的としており、電力グリッド、人々の社会活動におけるモビリティ需要など挙動のモデリングから着手し、システム論と最適化の数的手段を活用して EV のバッテリーを自動車動力のためのエネルギー蓄積装置だけではなく、電力網と協調管理を行うことによって社会のエネルギー効率向上を実現することを目的に、Mean Field Game 問題の学習による解法を構築し、本課題の研究を大幅に進展させることができた。

災害時の EV 活用問題に取り込み、自律型ピコグリッドのシステムマネジメント手法、エネルギー配送のためのビークルルーティングアルゴリズム、自動車の機動性と通信機能を利用したデータ伝達手法などの課題に挑戦し、一定の成果を上げることができた。

3. 2020 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。)

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の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ことができた。2020 年 4 月から 2021 年 3 月までの間、IEEE Transaction on Automatic Control, IEEE Transaction on Neural Networks and Learning Systems, IEEE Transaction on Control System Technology, IEEE Transaction on Vehicular Technology, Applied Energy, IET Control Theory & Applications, International Journal of Engine Research, Journal of Control, Measurement, and System Integration 等の国際学術誌に論文を計 19 篇掲載し、査読付き国際会議 Proceedings 等に 13 篇の論文を掲載した。

上記論文の中で、The 16 th IEEE International Conference on Control & Automation (ICCA 2020) で Best Paper Award, The 4th CAA International Conference on Vehicular and Intelligence (CVC2020) で Guo Konghui Paper Award を受賞し、The 4th IEEE International Conference on Industrial Cyber-Physical Systems では Best Paper Award の Final List に選ばれた。

また、SICE International Symposium on Control Systems 2021 で特別講演を行い、The 2nd International Conference on Industrial Artificial Intelligence, 2nd TCCT workshop on logical systems, 中国自動車学会内燃機関大会で招待講演を行った。

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。)

「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 日瑞大学共同研究プロジェクト MIRAI 参加

- ⑤ PhD Short Course 講師務める (Tianjin University)
- ⑥ University of Birmingham 特別講演

「主催した講演会等」

- ① 講演会、Minyi Huang 教授 (Carleton University, Canada) , 2020, 07, 17-18.
- ② 講演会、Mazen Alamir 教授 (University of Grenoble, France, 2020, 09, 16.
- ③ 講演会、Hongming Xu 教授 (University of Birmingham, UK)、2020, 09, 16.
- ④ 講演会、Xiaoping Xue 教授 (Harbin Institute of Technology, China)、2020, 09, 07-09.
- ⑤ 講演会、Yuanzhang Sun 教授 (Wuhan University, China) , 2020, 12, 09.
- ⑥ 講演会、Weidong Zhang 教授 (Shanghai Jiaotong University, China) , 2021, 2, 8.

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」

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 5 名 (グリーンエンジニアリング領域 3 名含む)

博士前期課程 5 名

卒業研究 4 名

博士学位論文主査 4 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が、5 月からオンライン授業になったので、リアルタイムで板書を使う授業を工夫した。

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)

グローバル化推進連携本部 部員

地球環境研究所 副所長

(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
SICE AC 委員会, 委員
IFAC Technical Committee on Automotive Control, Member
CCC2016, Regional Chair
SICE Annual Conference 2021, General Chair
IFAC 6th Conference on Engine-powertrain Control, Simulation, and Modeling,
General Chair,
The 4th CAA International Conference on Vehicular Control and Intelligence,
IPC Chair
他、IEEE, IFAC 関連学会の IPC メンバー多数担当

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」
- 「省エネ型冷凍サイクルに関する研究」
- 「高効率熱交換器の開発」

(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、ヘリカル形状の熱交換器や核沸騰現象を用いた冷却装置やシリンダ内部のガス流動解析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。また、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燃費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と考えている。さらに、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と考えている。

3. 2020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、超希薄ガソリン混合気を用いた実機実験においても、従来と比較して約 3 倍の速度で燃焼していることが確認された。
- 「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、核沸騰熱伝達により熱移動が急激に増加することや、加熱面の腐食や冷却液の劣化が熱伝達に与える影響について明らかにした。

- 「シリンダ内ガス流動の解析」の研究では、PIVを用いてヘリカルポートとタンジェンシャルポートから流入する流体の干渉について検討した。実験ではヘリカ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。
- 「省エネ型冷凍サイクルに関する研究」では、CFD解析を用いて、ボルテックスチューブ形式の熱交換器の解析を行った。その結果、エネルギー分離により、外部への熱伝達が促進されることを確認した。また、作動流体が理想気体の場合と実在気体の場合ではエネルギー分離効果に差が発生していることを明らかにした。
- 「高効率熱交換器の開発」では、流路形状が直線的な熱交換器と螺旋形状の熱交換器を製作し、実験により流路形状が熱伝達性能に与える影響について検討した。その結果、螺旋形状の熱交換器は直線形状の熱交換器と比較し 3 倍ほど熱交換量が増加する一方で、圧力損失も増加することを確認した。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- Sophia Open Research Weeks 2020 でポスター発表「カーボンフリーエンジンの開発」
- 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）
- 熱エネルギー変換工学特論
- 数値伝熱工学
- 燃焼工学特論
- Thermal energy conversion
- Master's thesis tutorial and exercise
- DR. DISSERTATION TUTORIAL AND EXERCISE

【実験科目】

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

【ゼミナール】

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

【その他】

- ボルボグループインターンシップ 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** 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** オンラインでの講義であったことから、前年度と比較すると学生の理解度を向上させることが困難であった。次年度の創意工夫が必要と考えている。
- **グローバル企業のビジネス展開** 多数の講師による講義のため、重複する内容となる部分が無いように配慮して行った。オンラインでのグループワークが活発に行われなかったことから、次年度は対策が必要と考えている。
- **熱エネルギー変換工学特論** オンライン講義において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。
- **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 FEM 解析を行うことにより、オンライン講義においても受講者が興味を持って参加できる講義とした。
- **燃焼工学特論** オンライン講義において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。
- **Thermal energy conversion** 日本語クラスと同様に、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。

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
- リエゾンオフィス・オフィス長
- クラス担任 (1年次)
- 理工学振興会・委員
- 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
- センサー研究会・委員

8. 社会貢献活動、その他

- Elsevier reviewer
- IC-AMME 2021 Scientific committee and 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。

3. **2020 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]W. Cao, M. Mukai, and T. Kawabe, "A parameter setting method to find the required state estimation accuracy for a motion control method in merging scenario," Asian Journal of Control. (Accepted)

国際学会 (査読あり)

[1]W. Cao, S. Kishi, T. Yuno, T. Kawabe, Y. Komoriya, K. Sakata, and H. Ikoma, "Optimization of fuel-economic pulse and glide driving pattern for an automobile with internal combustion engine in single traveling scenario,"

presented at the SICE Annual Conference 2020(SICE 2020), Online, Sep. 2020. [Online]. Available: https://controls.papercpt.net/conferences/conferences/SICE20/program/SICE20_ContentListWeb_3.html#frat10_05.

国内学会（査読無し）

[1]Cao W. and Kawabe T., “ Simultaneous Optimization of the Operation Mode of the Powertrain and the Speed Pattern of a Vehicle with On/Off-Switchable Engine to Optimize the Fuel Efficiency,” 自動車技術会大会学術講演会講演予稿集(CD-ROM), vol. 2020, p. 77, May 2020.

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

共同研究

学外共同研究：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

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

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初体験で、試験なしで講義や実験科目を行いました。試験なしと回数が減った分、レポートや課題の量が多くなりました。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、オンライン講義初体験で、講義資料のオンライン版を作成しました。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、オンライン講義のやり方もわかるようになり、オンライン講義において、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

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

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

Wikipedia へのお金の寄付

「アジアリサイクル貢献活動」へ服を寄付

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

「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. 2020 年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

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

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

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

「高温超伝導レイヤー巻コイルの熱的・機械的安定化に向けたエポキシ含浸技術に関する研究」 「リアクト&ワインド法に有望な RHQT 法 Nb3Al テープ状導体の開発」 「JT-60SA CS モジュールにおける SHe 温度により影響を受ける冷却速度の調査」 「銅テープ共巻きコイル法を用いた YBCO コイルにおけるクエンチ保護法の有効性に関する実験的検討」 「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寸法変化時の浮上力特性評価」 「高熱伝導繊維シート挿入による伝導冷却型 HTS コイルの熱的安定性向上の評価」

(展望) 外部機関との連携(外部資金の獲得，外部機関と共同研究)を重視した研究を遂行している。着実な教育研究の成果をあげていると言え，今後もこの方針を継続する。

3. 2020 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 ASC (10月オンライン)，国内の電気学会 (10月オンライン)，低温工学超電導学会 (12月京都/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。

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，中部電力，クラレ

5. 教育活動

理工学概説，電気回路Ⅱ，発電・送電工学，卒業研究Ⅰ・Ⅱ，電気電子工学実験Ⅰ・Ⅱ・Ⅳ，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科目)

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。コロナ禍のため実施できなかったが，学外施設の見学は高評価であり，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科目)

7. 教育研究以外の活動

(学内) 全学中南米留学プログラム運営協議会委員

(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副委員長および委員，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の定理の簡明な照明を与えた。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は、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の応用が可能であり、その方向への理論的発展も期待される。

3. 2020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。）

1. 本研究室で完成させた有効相互作用の摂動的構成を多体系に適用することにより、（現在知られている）linked diagramの定理の簡明な照明を完成し、次の論文に発表した。

“Linked-diagram theorem in many-body perturbation theory”,

Kazuo Takayanagi,

Annals of Physics 415 (2020) 168119(1-43)

2. 本研究室で完成させた基礎理論 (EKK 法) による有効相互作用を使った原子核の構造計算により、中性子ドリップラインを決めるメカニズムが従来考えられていたものとは違う事が示せた。その結果は次の論文に発表された。

“The impact of nuclear shape on the emergence of the neutron drip line”,
Naofumi Tsunoda, Takaharu Otsuka, Kazuo Takayanagi, Noritaka Shimizu, Toshio Suzuki,
Yutaka Utsuno, Sota Yoshida and Hideki Ueno,
Nature 587 (2020) 66

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。)

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。)

2020 年度はオンライン講義になったため、講義内容を伝えやすくする目的で、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、オンライン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，制御工学，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。）

「テザー利用型移動デバイスにおける運動エネルギーを用いた制御法の検討」

「自動運転時の制動に関する評価指標の構築」

「Macintosh 型喉頭鏡とビデオ喉頭鏡による気管挿管動作時の視線と人体運動に関する研」

「身体モデルの動作モード切り替えタイミングに関する研究」

「機械学習を用いた自動車乗員の制動時における身体挙動特徴別分類」

（展望）

「感性を考慮した人と乗り物や道具の設計」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。今年度に、成果に対する見通しが立ったため、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。

3. 2020 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。）

- ・聖マリアンナ医科大学との共同研究において、気管挿管動作時の視線と人体運動に関して通常の喉頭鏡とデジタル喉頭鏡の比較を行った。
- ・ゴルフスイングの研究に関して、身体全体の検討を行った。
- ・テザースペースモビリティに関して提案制御方法の実験的検証を行った。

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 ‘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

- 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
デマンド型の講義で実施したが、課題に対しては好評を得ることができた。

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

(学内) 将来構想委員会委員

(学外) 日本機械学会 交通物流部門 鉄道技術委員会 委員
日本機械学会 機械力学・計測制御部門 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. 熱可塑性 CFRP の逐次成形に関する研究
4. 機能性樹脂材料の放電援用切削加工に関する研究
5. 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
6. 小型コレットチャックの振れ精度向上に関する研究
7. マシニングセンタ工具ホルダの工具把持力分布のインプロセス計測

（展望）

2019 年度に引き続き，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。

機能性樹脂材料の切削加工に関して CFRP の旋削に関しては，NC 旋盤を放電援用加工が行えるように改造し，放電電源及び制御装置により安定した放電援用切削加工を実現した。

CFRP の次世代自動車のボディパネルや構造部材への適用を鑑み，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 次元プリンタによる展開図作成に成功した。作成したプリフォームを用いてプレス加工試験を継続している。

CFRP のシェル形状 3 次元造形法としては，CAD データも基づいた短繊維熱可塑性 CFRP の逐次成形を熱間加工にて行い，さらなる成形性向上を達成している。

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現機種での結論に至った。研究の知見が製品に寄与している。

マシニングセンタ工具ホルダの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。回転数上昇に応じて把持力低下が観測され

たが、試作機の不具合で破損した。

小型のコレットチャックの触れ精度向上に関する研究にて、チャック精度の問題点を発見し改善点等を報告した。次の製品にて改善される予定。

3. 2020 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. 第 63 回十大新製品賞モノづくり賞受賞（シチズンマシナリー株式会社との共同研究）
2. CNC 自動旋盤における引張強度に基づく摩擦圧接条件の最適化
山本 大雅，田中 秀岳，2021 年度精密工学会春季大会公演論文集
3. レーザーアシスト逐次成形法による CFRP のシェル形状 3D プリンティング
山田 橋平，田中 秀岳，猪狩 龍樹，2021 年度精密工学会春季大会公演論文集

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，株式会社ムラキ

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。）

機能創造工学実験 2，精密加工と工作機械，機械設計の基礎，物理標準と精密計測，多変数微積，精密計測特論，工作機械工学，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。）

Moodle を活用した演習を積極的に行った。

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, 日本機械学会 生産加工・工作機械部門 第3企画委員会幹事, 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: Research on superconductivity

Key words: Superconductivity, Cuprate superconductor, Experimental condensed matter physics, 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 2020** (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. S-F Wu, W-L Zhang, VK Thorsmølle, GF Chen, GT Tan, PC Dai, YG Shi, CQ Jin, T Shibauchi, S Kasahara, Y Matsuda, AS Sefat, H Ding, P Richard, G Blumberg. *In-plane electronic anisotropy resulted from ordered magnetic moment in iron-based superconductors*. Physical Review Research 2 (3), 033140 (2020)
2. S-F Wu, W-L Zhang, Li Li, H-B Cao, H-H Kung, Athena Safa Sefat, H Ding, P Richard, G Blumberg. *Coupling of fully symmetric As phonon to magnetism in Ba(Fe_{1-x}Au_x)₂As₂*. Physical Review B 102 (1), 014501 (2020)

- 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.)

Lectures:

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 provided online. The length of the semester is reduced from 14 weeks to 10 weeks, which makes teaching more challenging. Several measures had been taken to improve distance learning. To keep students better engaged, I encourage students to work in 3 or 4 people groups on one question in each class. In addition, quizzes for every two or three weeks, instead of final exams, are given out to assess students' feedback timely.

[Introduction to quantum mechanics]

Quantum mechanics is usually considered a difficult and abstract course for undergraduate

students in science subjects. In 2020, this course is delivered online. How to keep students engaged and active becomes an important issue. In this course, a 100-minute lecture is usually divided into three or four sections, each for 30-minutes at most, focusing on a small topic. There is a short break between sections for students to digest the course contents, organize their thoughts, talk to peers, or ask questions. By giving out quizzes and polls during the lectures, I can identify the struggling students and give them support. Giving out quizzes and polls every week turns out to be an effective measure to assess students' progress, therefore, I am implementing it in my other classes in the future.

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)

(Off-campus)

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

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，関節軟骨に関する研究

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」

「ヘルメットの長期使用による脳振盪の発症リスクの影響」

「マイクロ CT 画像相関法を用いた関節軟骨の 3 次元変形計測」

(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. 2020 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、交通事故を以て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な力学パラメータと損傷の関係を検討した。今年度は再現する症例数を増やすとともに、接触特性の検討によって解析精度を向上させた。

「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。

「ヘルメットの長期使用による脳振盪の発症リスクの影響」の研究では、アメリカンフットボールにおける頭部衝突によって脳振盪を引き起こした事故において、新品のヘルメットの装着したときと長期したヘルメットを装着したときの頭蓋内の力学パラメータを比較した。その結果、新品のヘルメットを着用したほうが脳震盪の発症リスクが

低いことがわかった。さらに、パッド使用する材質による脳振盪の発症リスクの影響を検討した。

「マイクロ CT 画像相関法を用いた関節軟骨の 3 次元変形計測」の研究では、マイクロ CT 内で実施可能な圧縮試験機を作成し、圧縮前後の CT 画像を用いて関節軟骨部の変形を計測することが可能であることを示した。

4. 大学内外における共同的研究活動 (共同研究、学内共同研究などを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。)

- ・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, 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」

Zoom によるオンライン形式で実施した。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
- ・0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

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。本研究では、特に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研究を推進している。引き続き、摩耗進展、きしみ割れの発生などについての力学的メカニズムを探究するテーマを進めており、鉄道事業者、民間研究所との共同研究により、実際に則した解析技術の構築を目指す。

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。当研究室では、これに長さ変化、境界移動問題を付随する課題に取り組み、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対象例としている。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したうえで、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解析技術の構築を目指す。

鉄道ネットワークの効果創出と評価の研究

(展望)

鉄道ネットワークの整備は、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インフラである。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、人の移動、教育・医療機関へのアクセスなどの改善を条件設定として考慮したうえで、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を意味する。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。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. 2020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摩耗特性解析
- 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算出に関する研究
- 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クリACK対策の一考察

これらの研究は、東海旅客鉄道(株)および公益社団法人鉄道総合技術研究所との共同研究を通じて推進し、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。

[公刊論文]

軌条輪上を走行する輪軸の摩耗特性解析、日本機械学会論文集、Vol. 86, No. 889 (2020)、原聡、川崎雅弘、曄道佳明、谷藤克也

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。従来法との精度、計算コストなどの比較を行い、その有効性の検討を進めた。

[国際会議投稿論文]

“Numerical Approach for Flexible Body with Time-varying Length and Variable Boundary”, Riko Ogawara, Kenko Kudo, Shoichiro Takehara and Yoshiaki Terumichi, 10th European Nonlinear Dynamics Conference, Lyon (France), July 11-16, 2022.

鉄道ネットワークの効果創出と評価の研究

鉄道やバス網など、異なる公共交通機関で構成される交通ネットワークの最適化について、富山市および南アフリカ・ケープタウンに敷設される鉄道ネットワークを対象として、バス網との接続や駅の配置などについて、その構築方法および評価法の確立を進めた。

[修士論文]

異なる公共交通機関で構成されるネットワークの評価方法、根本萌生

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

- ・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。)

授業については、オンライン (Zoom) での形態で行ったが学生からは概ね高い評価を得た。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ことなどが要因と考えられる。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、私学研究福祉会・理事長 (2020年度任期終了)、

国際教育交流協議会・会長など

Asian Society on Multibody Dynamics : 国際委員

国際ジャーナル Multibody Systems : Advisory Board member

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、レーザー、電子デバイス、気相成長、分子線エピタキシー、エッチング

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

- ① 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3.4 eVの広い光学吸収端を有することから、次世代光・電子デバイス応用のための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(ピックスバイト結晶)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、フォトリソ結晶効果と発光色制御を同時に発現させ、高い放射ビーム指向性、波長温度/電流安定性をもつ新世代の三原色集積型マイクロ LED を実現し、この研究を三原色集積型ナノコラムフォトリソ結晶レーザに展開する。また、単一ナノコラムレーザを探究し、サブ μW 出力レーザ動作が求められる網膜走査型ディスプレイ用三原色レーザへの道を拓く。

3. 2020 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 III族セスキ酸化物半導体結晶の中でも、 In_2O_3 結晶はおよそ 3.4 eV の広い光学吸収端を有することから、次世代光・電子デバイス応用のための魅力的な半導体材料である。InCl と O_2 を原料とした HVPE 法を用いることで、成長温度 1000°C の高温下でビクスマイト構造の立方晶 In_2O_3 薄膜が成長することを報告した。本成果については査読付き論文として広く公開している。さらに現在、(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を用いることで、成長温度 1000°C で双晶のない立方晶 In_2O_3 単結晶薄膜が成長することを明らかにしている。
- ② HVPE 法で成長させた In_2O_3 成長層について、デバイス応用を目指した、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 HEATE 法を用い、その基本的なエッチング特性について検討した。これより、エッチングは nm オーダーで制御可能であること、ドロップレットの形成なしにエッチング可能であること、熱力学解析により HEATE 法による In_2O_3 成長層のエッチング反応は説明可能であることを明らかにした。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・検討した。研究成果については国内・国際学会発表を行い広く公開することができた。
- ③ Ga_2O と H_2O もしくは O_2 ガスを原料として用いた新規原料分子種生成制御法による Ga_2O_3 成長の熱力学解析を実施した。原料部で Ga 金属と H_2O の反応により Ga_2O ガスを生成し、生成した Ga_2O ガスと別途導入する H_2O ガスを成長部で反応させることで、大気圧下で 1000°C 以上の成長温度にて、 Ga_2O_3 高速成長が期待されることを理論的に

明かにした。得られた結果に基づき成長装置を設計・構築することで、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と考えられる。さらに、成長層の構造、電気・光学物性等の評価を行い、デバイス応用につなげることが可能であるといえる。

- ④ Ga₂O₃ との混晶作製も期待される In₂O₃ 結晶について、③と同手法による結晶成長実現を目的として、一酸化インジウム(In₂O)と H₂O もしくは O₂ ガスを原料として用いた In₂O₃ 結晶成長の熱力学解析を実施した。原料部で In 金属と H₂O の反応により In₂O ガスを生成し、生成した In₂O ガスと別途導入する H₂O ガスを成長部で反応させることで、大気圧下で 1000°C以上の成長温度にて、In₂O₃ 高速成長が期待されることを明らかにした。この結果は、大気圧下 1000°C以上の高温成長温度にて、Ga₂O および In₂O ガスと H₂O ガス間の反応による高純度厚膜 In_xGa_{1-x}O 混晶が得られる可能性を示している。
- ⑤ 活性層 InGa_N の成長時間を 12 min とした InGa_N/Ga_N ナノコラム結晶を用い、PL 発光測定、および活性層構造の検討のため TEM 薄片化と EDX 点分析を詳細に行った。これより、周期 L が増加しても PL 発光ピーク波長が変化しない領域と周期の増加に伴い発光ピーク波長も増加する領域が存在するにも関わらず、臨界コラム径を境にした Axial から Core-Shell 構造への変化は確認されず、全領域 Core-Shell 構造であり、Core の形状と体積の変化によって発光波長の違いが起こることが明らかとなった。PL 測定より得られた長波長側のピークは core、短波長側のピークは shell であり、周期の増加に伴いこの core の形状が変化することが推測できた。さらに、より詳細な活性層構造の検討のため活性層の成長時間を 5, 10, 15 min としたサンプルを作製し比較・検討した結果、c 面形成前の土台 InGa_N が PL 発光の低波長成分であることが判明した。
- ⑥ ナノコラムの問題点として複数ピークの存在による多色発光が挙げられ、色純度向上には発光ピークを単一にする必要がある。上述した⑤の結果より、n-Ga_N の top 角度の鈍角化により土台 InGa_N の体積を減らすことができれば鋭い単峰性スペクトルが得られ、色純度向上が期待された。そこで、Ga 比を高めて成長させることで n-Ga_N のトップ角度を鈍角化した層を導入し、土台 InGa_N の体積の減少させる成長を試みた。その結果、PL 発光測定より、Ga rich 条件にて n-Ga_N を作製したサンプルについては低周期領域こそ複数ピークが現れたが周期が増加するにつれてシングルピークとなった。すなわち、Ga rich 条件にて n-Ga_N を成長させたことにより土台となる InGa_N の体積が減少し、低波長成分である土台の発光が抑えられ、スペクトルが単峰性になり発光純度が向上した。

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

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

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

能光デバイスの研究」

学内共同研究（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 智広准教授）「窒化物ナノコラム結晶を用いた高機能光デバイスの研究」

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

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

- ・ 光電子デバイス、光伝送工学、ADVANCED ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING 2、機能創造理工学実験・演習 1、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1、機能創造理工学実験・演習 2、ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2、電気電子工学実験 I、GREEN ENGINEERING LAB. 3、卒業研究 I、卒業研究 II、量子化学 II（東京農工大学工学部、非常勤科目）、コンピュータ化学（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。）

「光電子デバイス」

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

「光伝送工学」

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

れることで受講生の習熟度を高める工夫をした。さらに、本講義ではレポート課題を多く取り入れたことにより、受講生がより主体的に勉学に取り組むことができた。しかしながら、学生へのレポート課題の負担が大きくなってしまったため、次年度以降、改善したい。

「ADVANCED ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING 2」

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

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

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

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

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

「卒業研究 I」、「卒業研究 II」

研究室の研究分野から各自の自主性によってテーマを選択し、研究指導を実施した。「卒業研究 I」、及び「卒業研究 II」の両科目により研究を遂行し、完了後は卒業論文としてまとめて論文審査を行った。2020 年度の主な卒業論文題目は、「規則配列 InGa_N/Ga_N ナノコラムにおける発光色の高純度化」、「水素雰囲気異方性熱エッチング(HEATE)法による HVPE-In₂O₃ 成長層のエッチング特性評価」、「III₂O, H₂O 原料を用いた III 族酸化物半導体結晶成長の熱力学的検討」で、III 族窒化物、及び酸化物半導体材料について、次世代光・電子デバイス応用技術、及び実験と理論計算の協調による結晶成長の研究について実施した。

「量子化学 II」(東京農工大学工学部、非常勤科目)

量子化学は物理化学の重要分野であり、原子・分子の性質を電子状態から理解するための基礎である。本講義では、波動関数・電子軌道などの理論的背景の基本（シュレディンガー方程式、原子や2原子分子の電子構造、軌道間相互作用、各種近似理論（変分法、ヒュッケル法、ハートリー・フォック法等））を学ぶとともに、分子軌道計算ソフトウェアを用いた実習をとおして、原子・分子に関する知識を深めることを目指した。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。

「コンピュータ化学」（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 8th Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Application (LEDIA 2020), プログラム委員
- IWGO-4 (4th International Workshop on Gallium Oxide and Related Materials), 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

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

○テーマ：「GaN:Eu 中のスピン物性」

(展望)

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

○テーマ：「相変化材料における新しい電気化学過程と放射線センサーへの応用」

(展望)

福島原子力発電所の事故以来、食品、がれき中の放射能濃度や空間線量など、放射能、放射線の測定が非常に重要になっている。特に、原子力発電所のプール、核燃料サイクル、また、放射線治療において高線量率(\geq kGy/h)に対応するモニタ、センサーが求められている。しかしながら、従来の線量率モニタで高線量率に対応できるものは少なく、メンテナンスの必要性、価格、量産性の問題などがあり、ニーズに十分にはこたえられていない。本研究では電気化学過程の γ 線に対する応答を調べるとともに、高線量でも動作する新しいシンプルな構造の放射線センサーを提案、その有望性を示していく。

○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。

3. 2020 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。)

- GaN:Eu において素子内の歪分布と g 因子（ゼーマン分裂の大きさを表す比例係数）との明瞭な相関を得た。量子情報応用において必要な、歪を利用した g 因子チューニングの実現むけた重要なステップといえる。
- γ 線に対する可逆な抵抗変化のメカニズム解明に注力した。I-V 測定結果、交流インピーダンス測定結果を可逆な導電領域形成と荷電欠陥を中心とするモデルにより説明し、論文にまとめた。
- 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。

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

共同研究（学内）：「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）：「宇宙用ナノエレクトロニクス」（JAXA 川崎教授）。JAXA システム研究員として研究を進めている。

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

共同研究（学外）：「テラヘルツ波」（大阪市立大学 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

（学外）JAXA2020 年度研修・オータムスクール、「超小型衛星通信系 RF 部製作実習」コース講義担当（分担）

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 の講義はオンラインであったが全般的にアンケートの点数が高く、例年の対面時よりも高評価であった。特に moodle で実施した演習の有効性についてア

アンケートの点数が高かった。対面実施の際も本形式の演習は継続していきたい。

量子情報エレクトロニクスの講義では逆に対面時よりもアンケートの点数は低く、特に難易度に関する項目の評価が低かった。やや高度な内容を含む講義であったので理解度チェックが重要であり、対面時は理解度を見ながら実施できたが、オンライン時はビデオオフであったこともあり理解度チェックが不十分であったと反省している。より緻密なチェックを加え、改善していきたい。

集積回路の基礎の講義は概ね例年通りの評価であったが、講義内演習の時間不足の指摘があった。例年の対面講義時とほぼ同じ時間をとったがオンライン時にはより長い時間が適切であったかもしれない。今後精査して対応していく。

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
将来構想委員会委員

（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。）
とくになし

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
- 接触条件を考慮した停留き裂解析手法の研究（大学院修士研究）
- 連続体損傷力学を用いた FEM による CFRP 積層板の損傷進展解析手法に関する研究（大学院修士研究）
- FEM による CFRP 積層板の損傷進展解析における層間剥離のモデル化に関する研究（卒研）
- FEM による針の PDMS への穿刺試験解析（卒研）
- 有限要素法による異種材を含む平板の解析（卒研）

（展望）

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

3. 2020 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 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 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25回計算工学講演会実行委員長、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）

5. 教育活動

- テンソル解析の基礎（学部：秋学期）
- 連続体力学（学部：春学期）
- 有限要素法の基礎（学部：秋学期）
- 機械システム設計演習 I（学部：秋学期）
- 機械創造工学実験（学部：春学期）
- 機械工学輪講（学部：秋学期）
- 固体力学特論（大学院：春学期）
- 有限要素法（日本大学大学院）（大学院：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
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。
- 連続体力学
オンライン授業用に資料を修正した。例年より短縮して実施した。
- 有限要素法の基礎
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。
- 機械システム設計演習 I
一部オンライン受講に対応しながら、ほぼ例年並みに実施することができた。
- 機械創造工学実験
オンライン授業用に資料を修正した。
- 機械工学輪講
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。
- 固体力学特論
オンライン授業用に資料を修正した。例年より短縮して実施した。
- 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長
- 日本機械学会事業アドバイザー委員会委員
- 日本計算工学会 理事
- 私立大学情報教育協会 理事

日本計算工学会論文集編集委員

International Journal of Computational Methods 誌 Editor

(学内) 情報システム室長

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。)

学術論文査読 15件

所属 機能創造理工学科

氏名 中村 一也

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

研究分野： 超伝導技術の電力機器応用

キーワード： 超伝導，電力機器

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

超伝導技術と応用機器への展開を主要テーマに，研究に取り組んでいる。

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

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

- (1) 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と動作解析
- (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. 2020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。）

2020年度の結果は令和2年 電気学会 電力・エネルギー部門大会で1件発表した。また2021年度、福岡で行なわれる国際会議 Magnet Technology 27 で3件発表する予定である。これらの結果から、学会での発表が行なえる成果が得られたと考えられる。

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

※共同研究

量子科学技術研究開発機構，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，電気・子工学実験Ⅳ，研究指導，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 1，ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES LAB. 2，卒業研究Ⅰ，卒業研究Ⅱ

※大学院

電気エネルギー工学特論，大学院演習ⅠA，大学院演習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 B 部門 論文委員会副主査，電気学会 新進委員会委員，電気学会 編修委員会委員

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

プロジェクト名：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）高温超

電導実用化促進技術開発

研究期間：平成 28 年度～令和 2 年度

研究課題名：『高温超電導高安定磁場マグネットシステム技術開発』のうち、『コイル保護・焼損対策手法の開発』

役割：分担者

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

研究課題名：JT-60SA 超伝導コイルの冷却安定性及び共振現象評価

研究期間：平成 30 年度～令和 2 年度

役割：代表者

プロジェクト名：科学研究費助成事業 基盤研究 (C)

研究期間：令和 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

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 MgSe/ZnCdSe 共鳴トンネルダイオードの特性向上に向けた理論解析」

「InP 基板上 II-VI族半導体レーザ構造の導波路解析」

「InP 基板上 ZnCdSe/MgZnCdSe II-VI族半導体ヘテロ接合における電流電圧特性のキャリア濃度依存性」

「InGaN/GaN ナノコラム LED の発光特性におけるラジカル窒素条件の影響」

修士論文テーマ

「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特性解析」

「InP 基板上 II-VI 族半導体レーザ構造に関する基礎研究」

「InP 基板上 II-VI 族半導体超格子におけるインターサブバンド間遷移の評価に関する検討」

「規則配列 InGaN/GaN ナノコラムの発光色変化メカニズムの解明に関する研究」

(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、これまでにない性能、機能を有する新たなデバイスの実現を目指している。

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

3. 2020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) MgSe/ZnCdSe 共鳴トンネルダイオードの高性能化に向けた検討を進めた。障壁層厚や井戸層厚を変えながら電圧電流特性の理論解析を行い、最適な構造について調べた。また、エミッター層やコレクター層でのキャリア濃度依存性についても検討した。

2) ZnCdSe/MgZnCdSe ヘテロ接合での電圧電流特性の理論解析を行った。ここでは、各層のキャリア濃度及びヘテロ障壁高さと電圧電流特性との関係について調べた。これより、レーザ等のデバイスの低抵抗化に向けた重要な知見が得られた。

3) サブバンド間遷移光デバイスの光導波路構造について検討した。コア層をZnCdSe/BeZnTe 超格子、クラッド層をMgZnCdSeとして光導波特性の理論解析を行い、コア層厚と光閉じ込め効果との関係及び光閉じ込めに必要なクラッド層厚について調べた。また、ZnCdSe/BeZnTe 超格子におけるサブバンド間遷移光吸収特性の評価のための試料構造について検討し、今後の試料作製及び評価のための準備を進めた。

4) InP 基板上Ⅱ-VI族半導体の高品質化に向けたInPバッファ層の成長条件について調べた。InPバッファ層の成長温度を変えながら成長表面の平坦性を評価し、最適な成長温

度を求めた。これにより原子層レベルで平坦な高品質 InP バッファ層の作製条件が明らかになった。

5) InGa_N/Ga_N ナノコラムの発光色制御メカニズムについて検討した。マスク基板上的選択成長により作製できる InGa_N/Ga_N 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、ナノコラム径の異なる InGa_N/Ga_N ナノコラムを作製し、電子顕微鏡観察や発光特性の測定により発光波長が変化する仕組みを調べた。その結果、Ga_N ナノコラム上の InGa_N 層の形状がナノコラム径により異なり、そのため InGa_N 層中の In 組成が変化するために発光波長が変わることが分かった。

4. 大学内外における共同的研究活動 (共同研究、学内共同研究などを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ⅠⅡ、GREEN ENGINEERING LAB. 3、卒業研究ⅠⅡ、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ⅠAⅡAⅠBⅡB、電気・電子工学ゼミナールⅠAⅡAⅠBⅡB、博士前期課程研究指導
研究指導、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」

当該年度はコロナの影響で授業形態を急遽オンデマンドに変更したため、課題の内容等が十分ではなく、学生の理解度も通常より低かったのではないかと危惧される。今後もリモートによる実施となる可能性もあるので、その場合でも授業の質を落とさぬよう同時双方向等授業形態を含めた検討及び準備を進める必要があると考える。

「電子量子力学」

当該年度はコロナの影響で授業形態を同時双方向型とした。また、授業で使用する図面や演習問題及びその解答例の掲示や演習レポートの提出に moodle を活用した。授業中では、対面と異なり受講生の反応が分かり難いので、できる限り丁寧に説明することを心掛けた。また、毎回の演習は授業の理解を深める手助けとなるよう配慮し、解答の説明もできるだけ分かり易くするよう努めた。授業アンケートではどの項目においても比較的高い点数が得られており、上記の対応がある程度評価されたものと考えられる。

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

（学内）

理工自己点検評価委員、理工安全委員（委員長）、安全衛生委員、半導体研究所運営委員、
4 学年クラス主任

（学外）

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

所属 機能創造理工学科

氏名 久森 紀之

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

研究分野： 生体材料，構造用・機能性材料，スポーツ医工学

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

2. 研究テーマ（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）

3D造形チタン合金のき裂進展特性の評価（大学院）

3D造形チタン合金の疲労特性向上を目指した表面改質の適用（学部）

医療用 β 型チタン合金の疲労特性評価（学部）

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）

（構造・機能材料系）

合金材料の X 線残留応力測定システムの構築（大学院）

（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（学部）

膝前外側靭帯モデルの作製と回旋制御の評価（大学院）

アスリート義足の評価と開発（大学院）

下肢筋力測定器の開発（大学院）

展望：

（医療およびスポーツ医学系）我が国における高齢化は、骨や関節軟骨などの変性による骨粗鬆症，変形性脊椎症，変形性関節症などの運動機能の疾患を増加させている。そのため、健康で豊かな生活の質の向上を目的に、スポーツを取り入れた生活習慣が広く普及しつつある。しかし、その活動人口の増加や高齢化に伴い、骨折，靭帯損傷，軟骨損傷などの運動器外傷もまた増加している。このような運動器疾患の治療は、今後の医療の大きな課題の一つであり、運動器の性状，形態，物理的特性などをできる限り元の生理的な状態に戻すこと

が重要である。そこで、骨、軟骨、靭帯、関節を代替する材料を対象に医学と理工学の境界領域での生体材料工学の観点から研究活動を行っている。

また、整形外科分野の医師および病院との連携により、患者に優しい生体材料の創製に向けて材料設計から評価、適用基準まで総合的に取り組んでいる。加えて、スポーツ医療工学の観点から、新規デザインおよび機能を有する装具の開発に取り組み、高齢化社会およびスポーツ人口への貢献を実施している。その他、東京パラリンピック陸上競技で短距離走種目の出場を目指している下腿切断女子アスリート（1名）を対象に、義足の開発を行っているが、コロナ禍に伴い人を対象とする研究活動に支障をきたした。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予定である。

膝前外側靭帯モデルの作製と回旋制御の評価においては、医学系学会にて発表をすることで、工学から医学へのアプローチとして高い評価を得た。臨床で行うことのできない手術手法をシミュレーションで明らかにすることで臨床への適用を可能にする結果を明らかにした。本研究は国際プロジェクトとして発展する予定である。

（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。

また、特筆することは、日本材料学会関東支部研究発表会にて、合金材料のX線残留応力測定システムの構築に関する研究発表に対して優秀講演賞を受賞した。加えて、昨年度も他学会より表彰されている。すなわち、曖昧とされてきた評価方法に対して、本手法を取り入れることによる評価方法の妥当性について早急に検討し、開示してほしい要望を各方面から頂いている。今後も多くの材料を対象に評価方法および、結果の妥当性の考え方について取り組んでゆく予定である。

3. 2020 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。膝前十字靭帯 (ACL) の動作の評価知見を元に、膝前外側靭帯モデルの作製と回旋制御については、共同研究機関と精力的に研究を実施した。大腿骨と脛骨を繋ぐ下肢で最も重要な ACL は、脛骨が大腿骨よりも前方へ移動することを抑制したり、膝のねじり動作を抑制したりする機能を有している。また、スポーツにおける走行時の急停止や、ジャンプ動作による着地の乱れにより、ACL は損傷、あるいは破断することがある。ACL が断裂したままスポーツを続けると半月板や関節軟骨などの損傷や、膝崩れ現象を引き起こすため通常は手術を行う。ACL 再建の結果、解剖学的な構造に復帰できない症例があり、それを改善するために膝前外側靭帯 (ALL) の同時再建を行う。しかしながら、ALL 再建の必要性や、再建手法、再建位置などは医学として確立していない。したがって、ALL 再建の必要性を目的とした、再建手法、再建位置などをコンピュータシミュレーションで明らかにした。このことは、工学から医学へのアプローチとして高い評価を得た。臨床で行うことのできない手術手法をシミュレーションで明らかにすることで臨床への適用を可能にする結果を明らかにした本研究は、医工学に留まらず、国際的な臨床へ寄与させるべく、新たなプロジェクトとして発展させる予定である。

また、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する予定である。

(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

エ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。

また、昨年度より合金素材の X 線の弾性定数 (XEC) を実験的に測定するシステムの構築を行っており、測定データの蓄積が得られてきた。これまで扱われてきている合金素材の X 線の弾性定数は不明なものが多く、チタン合金 (Ti-6Al-4V) やコバルトクロム合金などを対象とした真の XEC を算出し、それを用いた真の残留応力の算出を提案している。このことの妥当性を含めて異なる手法で測定する X 線回折装置を用いることで、結果の妥当性を評価した。具体的には、荷重を加えた状態の素材に X 線を照射する機構を設計および作製し、その検証、次に、構築したシステムで算出した X 線の弾性定数で残留応力の測定を行うための試験片の創製を行った。このとき、機械加工や熱処理等で生じる残留応力は、材料の強度や変形に大きく影響し、結果として、残留応力の測定方法、すなわち X 線の回折現象を利用した X 線残留応力測定法 ($\sin^2 \phi$ 法) で得られる残留応力値に曖昧さが残ることから、残留応力が機械加工や熱処理に及ぼす影響についても検討を行った。このことは、構造材料の残留応力設計 (強度評価) に対して大いに価値を有しており、これまでの過小または過大評価、非効率および経済損失に大いに貢献している。これに加えて、新しい評価方法として、「 $\cos \alpha$ 法による X 線応力測定」を幾つかの協力期間を通じて測定を行い、 $\sin^2 \phi$ 法と併せた評価から、合金材料の X 線残留応力測定システムの構築と残留応力測定を可能とした。

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, オリンピック・パラリンピック概論, 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(3年次生)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、上智学院労働衛生委員、労働者過半数代表委員会

(学外)

日本機械学会学会賞選考委員、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・協会賞選考委員長、日本臨床バイオメカニクス学会評議員、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（箇条書きで研究テーマを記入し、研究の中長期的展望を記述してください。また、必要があれば、卒業研究や修士（博士）研究のテーマを記入してください。）

【卒業研究テーマ】

高エネルギー重イオン衝突反応における3ジェット事象の解析

高エネルギー重イオン衝突反応における $p - \Omega$ 粒子相関の解析

高エネルギー原子核衝突反応におけるストレンジネス抑制

一般化された揺動散逸関係の RLC 回路への応用

【修士論文テーマ】

高エネルギー重イオン超中心衝突反応における事象毎揺らぎの影響

【博士論文テーマ】

高エネルギー重イオン衝突反応における流体揺らぎと臨界揺らぎ

【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. 2020年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

- ・高エネルギー原子核衝突反応における 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
- ・臨界点を含む QCD 状態方程式
- ・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
- ・一般化された揺動散逸関係と回路系への応用

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

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、記入をしながらノートを作成していくスタイルに変更をした。

「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。特にオンライン講義では、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した。

「物理学実験 II」では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した。その後、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。

研究室ゼミナールでは、新しい教材を採用し、学生がオンラインでプレゼンを工夫しながら進めるようにした。

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）理工広報委員、STEC 委員、機能創造理工学科 3 年次生担任、全学教務委員、財政計画等検討専門委員

（学外）日本物理学会領域委員

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

特になし

所属 機能創造理工学科

氏名 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，システム制御，交通システム工学，
スマートコミュニティ

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」（修士・博士研究）
- ⑧ 「オーディオアンプの高性能化」（卒業研究）

(展望)

全体として、「エネルギー・人・物を運ぶ社会インフラを電気工学で最適にデザインする」という理念のもと、電気機器やパワーエレクトロニクス機器の制御に加え、情報工学、機械工学や土木工学との境界領域にも踏み込み、システム効率の向上を目指す研究を行っている。英語では“Transportation Electrification & Smartification”（交通の電動化とスマート化）という理念を掲げている。上記①～⑧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。また、近年海外から多くの論文が出ており、その差別化も重要となる。
- 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、近年海外から多くの論文が出ており、その差別化も重要となる。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。また、この方法論を電気自動車にも適用することを目論む。
- 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 東日本大震災時の鉄道運行の混乱に着目し、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、今後もパターンごとに検討を行う予定である。
- 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。
- ⑧ 本研究課題は全く新しいテーマであり、学生の希望により実施したものである。

3. 2020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 回生電力の融通を図るための省エネダイヤの検討を行い、遺伝的アルゴリズムの工夫に

より、エネルギーだけでなくピーク電力を抑制する最適解を得る方法を確立した。前年度末にこれに関する成果を国内学会で発表した大学院生がその1年後に優秀論文発表賞を受賞した。また、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行った。これらに関して今後学会発表を予定している。さらに、利用者の利便性の視点からダイヤを評価する方法に関連し、高速な経路探索手法の利用に関する検討を行った。

- 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行った。今後、学会発表等を行う予定である。
- ③ 非電化区間に導入する蓄電装置搭載電車について、実路線ベースのシミュレーションで走行性能を評価し、実用性について示した結果を、国内学会で1件発表した。
- 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、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行い、今後論文投稿等を行う予定である。また、自動車用として移動給電装置を道路のどこに置くのが良いかを決める最適化問題を遺伝的アルゴリズムで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に蓄える方法について検討し、国際学会発表を1件行った。また、余剰再生電力を交流に変換して再生可能エネルギーや蓄電池と併用して地上設備で利用する際のエネルギーマネジメント方法の効果について実証し、国内学会発表を1件行った。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や、交流電化における再生可能エネルギー利用の基礎検討も行った。
- 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行った。これにより、各列車のピーク電力を抑制するだけで十分な効果を得られることが分かった。この成果を国内学会で1件発表した。
- ⑦ 砂や雨などの汚れが発電に及ぼす影響の評価を行った。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。
- ⑧ オーディオアンプのノイズ低減や高効率化を実現するために回路と制御系を設計し、従来よりも高い性能を得た。この成果をもとに、国内学会で1件発表を行った。

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

2020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, 上智大学, 日本大学の 4 大学で鉄道の運行に関する合同勉強会を, 鉄道事業者の方のご協力を賜り, 定期的を開催している。

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

(学部 日本語コース)

モータドライブシステム I・II (共に 1 単位のクォーター科目)

電気電子工学の数値解析 (隔年開講で当該年度は開講)

マルチメディア情報社会論 (輪講: 1 回のみ)

電気電子工学実験 I・III, 卒業研究 I・II

(学部 英語コース)

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

Nuclear Energy Engineering (輪講: 1 回のみ)

Green Engineering Lab. 3

(大学院)

電気エネルギー管理と制御,

研究指導, 大学院演習, 電気・電子工学ゼミナール

(他大学)

発変電工学 (千葉大学)

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

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。

今年度はコロナ禍により実験科目の一部を除きリアルタイム配信によるオンライン授業を実施した。その際、双方向の意思疎通を対面と遜色ない程度に保つため、リアルタイム配信ソフトウェアのチャット機能に加え、匿名での質問が可能な CommentScreen ソフトウェアの導入と、Moodle 上での毎回のリアクションペーパーにより、学生が質問や感想を気軽に言える環境を作った。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概ね良く、オンライン環境下でも対面と同等の教育ができた

考える。これは英語コースの「Power Electronics」でも同じであり、全体的な評価はかなり高かったが、唯一難易度に関わる評価だけが有意に低かったため、教える内容について精査が必要と考える。

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
東京支部 役員会 協議員 / 学生員委員会 委員長
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
International Association of Railway Operations Research (IAROR), Member
他 複数の国際学術雑誌で論文査読
海外の大学での活動
教皇庁立コミーリャス大学 研究所 IIT 科学諮問委員会 (SAB) 委員
同大学 博士論文審査員 1 件
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 62427 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。）

永久電流 1.3 GHz NMR の実現に向けて～Bi2223 超伝導線材間の超伝導接合特性評価及び永久電流運転技術の開発～

JST 未来社会創造事業大規模プロジェクト型「高温超電導線材接合技術の超高温磁場 NMR と鉄道き電線への社会実装」において、永久電流 1.3 GHz (30.5 T) LTS/HTS (REBCO-Bi2223) NMR の開発実証を目指している。NMR 装置とは、核磁気共鳴 (Nuclear Magnetic Resonance) 現象を利用した分析装置である。その分析対象は薬品や農薬のような有機化合物、およびビニール、ポリエチレンといった高分子材料、さらに核酸、タンパク質のような生体物質を中心とした炭素、酸素、水素、窒素、リンといった原子からなる有機物と幅広い。ゆえに、化学、生物学、薬学、材料科学、地質学など多くの分野で活躍している。特に、原子のつながりである平面構造や立体構造まで観測できることから、有機化合物の分析では中心的役割を果たす。装置実現のコアとなる技術は、30.5 T を発生する超電導コイルを永久電流モードで運転する事である。そのためには、金属系と銅酸化物系の超伝導体を接合する技術の

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、超電導生成熟処理の後に、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。本研究の成果は、日本独自のアプローチとして、極めて有意義と考えられる。

薄膜サーミスタを用いた大型 CIC 導体の高分解能素線配置計測の開発

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、超電導生成熟処理の後に、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。本研究の成果は、日本独自のアプローチとして、極めて有意義と考えられる。

・ 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

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

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。2020 年度は、液体ヘリウムを用いた間接冷却試験装置の開発と 10 kJ コイルの

交流連続励磁試験を行った。

・ヘリカル炉用の高温超伝導導体を構成する REBCO テープ線材に加わる捻りおよび引張歪みと超伝導特性への影響

LHD の次期計画においてヘリカルコイルを構成する導体の候補として、パルス運転を必要としないヘリカル型の特長と、高温超伝導体の高い熱的安定性を考慮した結果、高い機械強度を示す REBCO テープ線材の単純積層導体が提案され、有力な導体候補となっている。この導体は円形断面のアルミニウム合金内に挿入された構造であり、巻き線時に複雑な曲げおよび捻り変形が加わる（図 1 参照）。薄いテープ線材には、幅広面の法線方向に曲げ半径ベクトルが位置する Easy Bending に加えて捻りが加わると、導体幅方向の引っ張り歪み分布が変化し、場合によっては致命的な劣化が生じると予測される。そのため、テープ線材単体の曲げや捻りによる特性の劣化を定量的に評価する事は、コイルの定格運転に必要な導体あたりの線材数や巻き線時の導体曲げ半径制御など、次期計画の実現に資する事になる。従って共同研究として行うに値すると言える。

・高電流密度 Nb3SN 線の開発

粒子加速器に用いられる超伝導マグネットでは、LHC の成功を受けて、周長 100km に及ぶ次世代円形加速器 FCC の設計が本格化している。一方で、マグネットに必須の $J_c > 1500 \text{ A/mm}^2$ を満たす超伝導線の開発は未だ途上にある。本研究室では、物質材料研究開発機構と共同で、Sn の柔らかさと Nb や Ti 系の硬さのアンバランスを緩和する Nb/Cu-Ti-X/Sn-Y の複合材を線引き加工して線材化する技術の開発を行い、高電流密度化への挑戦を続けている。

3. **2020 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. Taro Morita, Tsuyoshi Yagai, Nobuya Banno, “**Microstructure and Microstructural study on SnZn/CuTi diffusion reaction for internal tin Nb3Sn conductor development**”, *Journal of Alloys and Compounds* 848 (2020) 155465.
2. Hiroharu Kamada, Akira Ninomiya, Shinichi Nomura, Tsuyoshi Yagai, Taketsune Nakamura and Hiroataka Chikaraishi, “**Development of 1-T Class Force-Balanced Helical Coils Using REBCO Tapes**”, *IEEE Transaction on Applied Superconductivity* 30(4) 4600905, 2020.
3. Nobuya Banno, Taro Morita, Tsuyoshi Yagai, Shinya Kawashima, Yukinobu Murakami, “**Fundamental Study on the Effect of Zn Addition Into Cu Matrix in DT Method Nb3Sn Conductors**”, *IEEE Transaction on Applied Superconductivity*, Vol. 30 No. 4, 6000705, 2020.
4. **大学内外における共同的研究活動**（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してくだ

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

1. 核融合科学研究所 一般共同研究
「核融合用超電導 CIC 導体における素線間接触抵抗の電磁気学及び構造力学的検討」
令和2年度 研究代表者
2. JST 先進的低炭素化技術開発 ALCA
「液体水素冷却 MgB₂ 大容量導体とマグネット開発」
平成31年度年度 研究分担者
3. 核融合科学研究所 一般共同研究
「強制冷却型 Nb₃Sn 超伝導マグネットのバランス電圧に関する研究」
令和2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。一昨年度よりも、さらに手間をかけて準備を行った結果は、前述の通りである。手間をかけた割には、思うように評価

が上がっていない。学生のレベル低下も懸念されるが、少しでも受講意欲をかき立てられるよう、リアクションペーパーの問題の出し方の改善など、さらなる工夫が必要と感じた。

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) 留学生委員会

(学外) 量子科学研究開発機構 次世代核融合技術調査専門委員会委員
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。)

2020年度は特になし。

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. 2020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。）

該当なし

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*

SEA6620A TOPICS OF GREEN ENGINEERING 3

MSGR7040 GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 4

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、授業はオンラインでやりました。受講生 5 人の中一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 5 点でしたが、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、授業はオンラインでやりました。受講生 6 人の中半分がアンケートを答えました。アンケートにおいて、シラバスの内容、及び授業内容とほかの授業の繋がりとか改善ことがあります。特に、配る資料について工夫することがまだあると思います。

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

(学内)

該当なし

(学外)

IEEE International Conference on Integrated Circuits, Technologies and Applications 2020 TPC 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。)

IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques レビューアー

IEEE Transactions on Electron Devices レビューアー

IEEE Solid-State Circuits Letters レビューアー

IEEE Journal of Solid-State Circuit レビューアー

IEICE Electronics : C レビューアー

IEICE ELEX レビューアー

所属 機能創造理工学科

氏名 渡邊 摩理子

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

研究分野： 流体力学、燃焼工学

キーワード： 混相流、燃焼、数値流体力学

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

「呼吸器における空気および粒子の流動に関する研究」

粒子状の大気汚染物質や吸入薬剤などの呼吸器への沈着を予測するため、気管・気管支内の流動シミュレーションや微粒子の到達予測モデルの開発を行っている。

「火災旋風（旋回火炎）の振動現象に関する研究」

火災旋風とは燃焼による上昇気流と横風が相互作用し竜巻状の火炎が発生する現象であり火災の被害を増大させる。火災旋風の火炎高さや発生条件に関する研究は複数の研究グループによって行われているが、火炎高さの変動など火災振動に関するものは見当たらない。そこで、火災旋風の振動メカニズムの解明と振動予測モデルの構築を目的に研究を行っている。

「キャビテーションモデルに関する研究」

流体機械におけるキャビテーションの発生を予測するモデルにおいて、空気含有率の影響も考慮したモデル係数の決定手法について研究を行っている。

3. 2020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。）

「呼吸器における空気および粒子の流動に関する研究」

前年度までに、気管と計算領域の出口となる気管支との角度が出口換気率に、また、出口までの気管支分岐角度の総和が粒子到達率に、それぞれ大きく影響する要因の一つであることを明らかにした。今後、粒子の到達予測モデルに気管支角度の影響を導入することを想定し、統計解析に用いるデータを収集するため、2020年度は、気管支分岐角度を任意に設定できる三次元モデリング手法の探索及び作成したモデルを用いた数値流体力学シミュレーションを実施した。市販の三次元モデリングソフトウェアである MODO ver.13.2v1

(The Foundry 社)日本語版を用いて、気管支分岐角度の異なる4パターンの気道モデルを作成し、それらを用いて数値流体力学シミュレーションを行った結果、モデル形状によって出口換気率及び粒子到達率が異なることが示された。

「キャビテーションモデルに関する研究」

絞り部を持つ流路を用いてキャビテーションを発生させ、作動油の流量、温度、空気含有率によるキャビテーションの変化を実験的に観察した。また、キャビテーションモデルにSinghalモデルを採用して数値流体力学シミュレーションを行い、実験結果と比較することでモデルの妥当性について考察した。結果として、流量、温度、空気含有率が高いほどキャビテーションが発生しやすい傾向が見られた。シミュレーションにおいては、各条件におけるキャビテーション発生の有無や発生位置は実験と一致したが、消滅位置には差異が見られ、モデル係数の与え方に更なる検討が必要であることが示された。

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

学外共同研究；

(帝京平成大学・渡邊丈夫教授)「呼吸器における空気および粒子の流動に関する研究」

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。)

流体力学, 流体エネルギー変換, Fluid energy conversion, 機能創造理工学実験・演習Ⅱ, ヒューマンケアサイエンス, 流体エネルギー変換工学特論, 機械工学輪講, 機械システム設計演習Ⅱ, 卒業研究Ⅰ・Ⅱ

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

「流体力学」

オンデマンド講義として実施した。学生が各自で予習、復習を行えるよう、指定の教科書に沿った講義内容とし、学生の理解度を確認するため、適宜、教科書には掲載されていない演習問題も出題した。演習の解答は問題のポイントや計算過程などを含めて丁寧に解説するよう心掛けたところ、授業アンケートにおいて好意的なコメントが多くみられた。また、期末に実施した課題も全体的に好成績であったことから、講義内容は適切であったと考えられる。

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) 理工学部図書委員

(学外) 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。)

該当なし