

2022 年度上智大学理工学部活動報告書

物質生命理工学科

目次<五十音順>

※ () 内は 2022 年度の職名

臼杵 豊展	(教授)	...	2	トマス モーガン レスリー	(特任准教授)	...	57
内田 寛	(教授)	...	5	長尾 宏隆	(教授)	...	60
岡田 邦宏	(教授)	...	10	南部 伸孝	(教授)	...	64
小田切 丈	(教授)	...	15	橋本 剛	(准教授)	...	68
川口 眞理	(准教授)	...	18	林 謙介	(教授)	...	71
神澤 信行	(教授)	...	20	早下 隆士	(教授)	...	73
木川田 喜一	(教授)	...	22	藤田 正博	(教授)	...	77
久世 信彦	(教授)	...	25	藤原 誠	(教授)	...	82
近藤 次郎	(准教授)	...	27	冬月 世馬	(准教授)	...	84
齊藤 玉緒	(教授)	...	31	星野 正光	(教授)	...	88
鈴木 伸洋	(准教授)	...	34	堀越 智	(教授)	...	93
鈴木 教之	(教授)	...	37	三澤 智世	(助教)	...	96
鈴木 由美子	(教授)	...	41	安増 茂樹	(教授)	...	99
高橋 和夫	(教授)	...	44	横田 幸恵	(助教)	...	102
竹岡 裕子	(教授)	...	50	陸川 政弘	(教授)	...	105
田中 邦翁	(准教授)	...	54				

特別な事由により当該年度の公式活動な教育・研究実績が無い教員の情報は未記載

所属 物質生命理工学科

氏名 白杵 豊展

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： 天然物化学、有機合成化学、生物分子化学、ケミカルメディシン

キーワード： 天然有機化合物、有機化学、エラスチン、デスモシン、LC-MS

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。)

「大環状ペプチド型 desmosine の合成」

「海洋天然物 jamaicamide B の全合成」

「深共晶溶媒(DES)によるアロマ成分の効率的抽出法の開発」

(展望)

「生物活性天然有機化合物のケミカルメディシン研究」というスローガンを掲げ、研究を推進している。当研究室では、自然界が創製(創成・合成)する多様で魅力的な生物活性を有する天然有機化合物を、化学的・生物有機化学的手法によって有機合成・抽出・単離・解析・評価することによって、生物活性発現機構の解明や新たな創薬対象としての可能性を探ることを主眼としている。

3. 2022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。)

・エラスチン架橋環状ペプチド型 desmosine の合成

弾性線維エラスチン架橋アミノ酸 desmosine は、三次元ネットワーク構造をもつ。本研究では、想定されている desmosine 周辺の環状ペプチドを合成することにより、エラスチン架橋ペプチドの構造を明らかにすることを目的とする。クロスカップリングと縮合反応を駆使することで、目的の大環状ペプチドの合成に成功した。現在、質量分析による構造解析を推進中である。

・海洋天然物 jamaicamide B の全合成

ジャマイカ近海のアオコから単離・構造決定された jamaicamide B は、ポリケチドとペプ

チドが融合した特異な構造を有する。本研究では、ポリケチドとペプチドの2つのパーツに分け、それぞれ合成した後、jamaicamide B の全合成研究を展開した。

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

(国際共同研究)

- ・ ドイツ・フラウンホーファーIMWS Prof. Christian Schmelzer
- ・ タイ・チェンマイ大学 Prof. Songyot Anuchapreeda

(学内研究)

- ・ 理工学部物質生命理工学科 鈴木教之教授、鈴木由美子教授、藤原誠教授、齊藤玉緒教授

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。)

(学内)

春学期：有機化学（有機合成）（学部2年）、天然有機化学（学部3年）、化学実験Ⅱ（学部3年）、生活と化学Ⅲ（輪講・学部1～4年）、Chemistry Lab.Ⅱ（学部3年・英語コース）、Organic and Natural Product Chemistry（学部3年・英語コース）、卒業研究（学部4年）、ゼミナール（学部4年）、有機化学特論（天然物化学）（大学院・英語コース含）大学院演習（大学院・英語コース含）、化学ゼミナール（大学院・英語コース含）、研究指導（大学院・英語コース含）

秋学期：卒業研究（学部4年）、ゼミナール（学部4年）、大学院演習（大学院・英語コース含）、化学ゼミナール（大学院・英語コース含）、研究指導（大学院・英語コース含）

(学外)

北海道大学大学院生命科学院 非常勤講師

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

「天然有機化学」

100名近くの受講者のいる専門科目において、講義全体の質を保つため、講義内で問題

演習の時間を取り入れ、解説を行うことを心掛けた。その結果、学生は緊張感を保ちつつ受講できたと思われる。

「ゼミナール」

研究室内のゼミナールとして、各学生が適切な論文を選び、よく解読し、スライド作成・発表・質疑応答を繰り返した。このことにより、専門分野に対する知識と最先端の研究の動向を知ること、研究室の学生の研究に対するモチベーションアップと、新しいアイデアの創出を図った。

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

(学内)

学科共通機器 (MS) 担当、物質生命理工学科クラス主任 (19年次生)

(学外)

学術論文 (英文) 査読 18 報

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。)

公益財団法人 伊藤国際教育財団 選考委員

所属 理工学部物質生命理工学科

氏名 内田 寛

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： 無機材料(セラミックス)の薄膜化に関する研究
電子材料の製造方法に関する研究

キーワード： 無機材料, セラミックス, 薄膜, 電子材料, 誘電体, 圧電体,
コンデンサ, メモリ, センサ, MEMS, マイクロエレクトロニクス,
低温合成, 水熱合成, マイクロ波加熱, 超臨界流体

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 積層構造(薄膜)形成プロセスの開発]

- (1) 化学的堆積法による薄膜材料製造プロセスの研究
- (2) 高温高压流体を用いた無機材料製造プロセスの研究
- (3) 無機材料の結晶配向性制御による材料物性改善に関する研究
- (4) 金属酸化物ナノシートを利用した無機材料創製に関する研究

[② 新規薄膜材料の探索]

- (5) 新規非鉛含有誘電体・圧電体の探索に関する研究
- (6) 光エネルギー回収および触媒反応に利用可能な新規材料および積層構造体の探索に関する研究

(展望)

「有機金属化合物を利用した無機セラミックス薄膜およびナノ材料の作製」を主要テーマとして研究に取り組んでいる。

半導体をはじめとする種々の基板上に超微細な集積回路を形成するIC製造の技術は現在の電機・情報・エネルギー等の各種産業の成立を支える重要な基幹テクノロジーである。報告者が展開する上述の研究テーマ群は無機材料による積層回路形成に関わる諸技術の開発に関わるものであり、有機金属化合物の利用による積層構造(薄膜)形成プロセスの開発(①)ならびに新規薄膜材料の探索(②)といったアプローチに基づく研究活動を展開している。

これらの研究実施により、超微細集積回路の形成や新規ICデバイスの創造、情報処理・センサ・MEMS・エネルギーハーベスティング技術の発展に貢献する技術の開発を目指す。

また 2022 年度からは薄膜材料のみならず微粒子(ナノ粒子)や単結晶バルクなどの他形態での材料合成を実践するためのプロセス開発などにも着手を開始し、幅広い展開を目指している。

3. 2022 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。)

該当年度初頭に設定した研究課題のすべて[(1)~(6)]について着手した。

その達成状況を以下に示す:

- ✓ 卒業研究: (1), (2), (3), (5)
- ✓ 修士研究: (1), (2), (3), (4), (5), (6)
- ✓ 学内共同研究: (1), (3), (4), (6)
- ✓ 学外共同研究: (1), (2), (3), (5)
- ✓ 学会発表: (1), (2), (3), (4), (5)
- ✓ 投稿論文執筆: (1), (3), (4), (5)

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

[共同研究、学外]

- ✓ 大学共同研究 1件
- ✓ 企業共同研究 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) ゼミナール, 無機材料化学, 科学技術英語(化学), 化学実験 I,
基礎化学(情報理工学科), 理工基礎実験(化学)
化学と生活 II(全学科目)

(大学院) ゼミナール, 工業化学材料特論

(学外) 公益社団法人日本セラミックス協会 初心者セミナー「セラミックス大学」
講師およびテキスト作成

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

以下に記述する各科目の自己評価コメントについて、特に記載の無い限り授業シラバスに記載した内容を十分に達成できたものとする。

(学部・春学期)

「基礎化学(情報理工学科)」

2022年度春学期より基本的に対面ベースの授業に回帰したが、依然として感染症罹患者が時折発生する状況が続き、教室対面とオンラインの両参加者への対応を意識した授業形態を検討する必要性が残り続けた。しかしながら過去2年半ほどの期間の授業実績の蓄積により学生へのオンライン対応の体制がある程度確立することができ、100名以上の規模の授業であるにも関わらず大きなトラブルが生じることなく学期終了を迎えることができた。2023年度以降も対面授業を主体とする授業形態へとシフトすることになるが、受講者の状況変化に対して柔軟に対応できる本システムは今後も有効活用できるよう積極的に検討していきたい。

中間および期末試験はオンライン対応が困難なイベントであり、このたび全ての試験を対面実施する方針が一般化したことはトラブル回避の見地からは良い傾向であると判断する。

なお、内田による本授業の担当は2022年度を以て終了となり、次年度より田中邦翁先生が授業担当を引き継ぐことになる。

「科学技術英語(化学)」

他の授業と同様に2021年度の授業は基本的に対面実施となり、音声会話の双方向性を維持する必要がある語学授業にとっては非常に良好な状況が回復しつつあると考えられる。それでも時折発生する体調不良者の対応に関しては他授業よりも入念な環境整備の作業が必要であり、通信機器の性能不足などによりオンライン参加者への授業提供に支障を生むケースが何件か見受けられた。前年度同様に受講者数が少ない状況が継続されたが、少人数講義にも関わらず受講者の授業参加意欲は高く、例年と比較して良好な成績を修めた者が多い印象がある。

(学部・秋学期)

「無機材料化学」

春学期に引き続き対面授業の実施が主体であったが、年末から年始にかけて感染症罹患者が増え始めた状況下での授業進行となり、教室での感染症対策や体調不良者のオンライン対応など、依然として予断を許さぬ状況での授業進行が求められた。その一方で授業教室の座席間隔などは感染症拡大前の通常仕様へと回帰しつつあることから、着座者間の間隔が狭く密集した環境での受講を強いる結果となり授業参加者に負担を掛ける形となったことが残念である。

同じく春学期同様、対面ベースでの期末試験を実施できたことから昨年度と比較して学生評価の公平性を十分に担保できる状況で授業が完遂することができたと思う。

「化学実験 I」

対面による授業実施の体制を昨年度よりも推進し、実験室へ集合した上で実施する実験・演習の割合を今年度は更に増大させた。その一方で教室および実験室での感染防止の配慮、ならびに体調不良を事由とした学生への対応などを十分に考慮し、さまざまな状況を想定した形で実験授業進行を心掛けた。年末から年始にかけて体調不良による欠席学生が増大したが、これまでの前年度までの授業実施の実績や予めの対応検討に基づきそれぞれの欠席ケースに対して支障無く円滑に対応することができたと考えられる。

「化学と生活 II」(輪講:第3クォーター担当)

前年度は講義動画のオンデマンド公開による授業実施であったが、2022年度は旧来と同様の対面講義の体制へと大きく変化した。受講者人数の規模は中程度(50名弱)であり、かつ比較的大きな授業教室が配当されたため、感染症対策などに労力を要することなく対面授業や中間試験などを運営することができた。受講者側の状況変化に柔軟な対応が可能なハイフレックス授業やオンデマンド授業動画の利点も大変に興味深い。受講者のリアクションをその場で直接的に確認することができる対面講義の長所について大いに痛感する機会を得た。

(大学院・春学期)

「工業化学材料特論」

学部授業と比較してハイフレックス授業体制が十分に確立しており、加えて受講生(大学院生)のオンライン受講に関するリテラシーが十分に習熟していることから、特に大きな問題に遭遇することなく授業を進行できた。基本的には対面授業をベースで講義を進行したが、体調不良による欠席者対応、講義資料の配付や参考データの紹介、出欠管理など、オンライン授業の体制時に利用したいくつかのシステムを継続的に利用し、授業の効率化に役立てることを試みた。

成績評価について、本授業はレポート提出が主な評価対象としており、2022年度の授業では特に大きな問題無く最終評価を定めることができたが、昨今の生成系 AI 利用関連の状況を鑑みる限り次年度(2023年度)は抜本的な対策を講じる必要があると判断する。

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

(学内) 理工学部応用化学領域主任
理工学部自己点検・評価委員会
理工学部広報委員会
理工学部同窓会理事会
体育会柔道部部长

(学外) 日本セラミックス協会 基礎科学部会関東地区幹事
電子セラミックスプロセス研究会 評議員

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。）

特になし

以上

所属 物質生命理工学科

氏名 岡田 邦宏

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・分子物理学，星間化学，量子エレクトロニクス

キーワード：イオンのレーザー冷却，イオン分子反応，イオンのクーロン結晶，イオントラップ，低速極性分子，シュタルク分子速度フィルター，共鳴多光子イオン化，ストレージイオン源

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. 星間分子雲における低温イオン分子反応の研究

極性分子及び分子イオンの並進・回転温度を星間分子雲の環境温度にわたって変化させ、反応の分岐比を含めた低温イオン-極性分子反応の系統的測定によって得られた実験結果と理論計算との比較を行う。具体的には、実験で得られる反応速度定数を、イオン-極性分子捕獲理論 (Perturbed Rotational State (PRS) 理論) や化学反応動力学計算の結果と比較し、理論へのフィードバックを行う。また、その活動を通して星間化学分野に貢献する。

2. 共鳴多光子イオン化 (Resonance-Enhanced MultiPhoton Ionization; REMPI) 法による分子イオンの生成と低速分子線の回転準位分布測定

星間化学で重要な分子の共鳴多光子イオン化を行う。中長期的にはシュタルク分子速度フィルターで生成した低速極性分子に共鳴多光子イオン化を行い、それらの回転準位分布を測定していく。また、バッファーガスセルで冷却された低速極性分子線の回転温度測定への応用を目指す。

3. 2022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 星間分子雲における低温イオン分子反応の研究

1.1 ストレージイオン源の開発

当研究室ではこれまで低エネルギー領域におけるイオン-極性分子反応の測定を行ってきたが、星間化学で重要とされる H_3^+ や C^+ などの比較的軽いイオンを用いた反応速度測定を行うことが出来ていない。そこで測定に必要な低エネルギー軽イオンの生成に適したストレージイオン源の開発を開始した。ストレージイオン源はイオン蓄積の役割をもつ高周波スタック電極とリペラー電極から構成される。U字領域にガスを導入し、フ

イラメントによって生成した電子を衝突させ、分子イオンを生成・蓄積する。イオンの蓄積時間はミリ秒のオーダーであり、その間に生じるイオン分子反応によって2次イオンが生成され、高周波8重極ガイド電極を通してイオン源から引き出される。イオンの引出しエネルギーは約10 eVである。引き出したイオンはイオン源出口に設置した四重極質量分析計によって検出される。本研究で用いたガスはH₂, D₂, CO₂-N₂混合ガス(47.9:52.1)の3種類である。実験ではガス圧、ストレージイオン源の高周波電圧、リペラー電極電圧、電子の加速電圧、イオンレンズ電圧の各パラメーターの最適化を試みた。その結果、H₃⁺, C⁺, N⁺などの低エネルギーイオンの生成を確認することに成功した。取り出されたH₃⁺のイオン電流は数 nA 以上であり、十分な電流量が得られることが確認された。また、比較的反応速度が速いイオン分子反応を利用すれば、ストレージイオン源を用いることによって様々な分子イオンの生成が可能であることが分かった。星間化学において重要な軽イオンを含むより多様な分子イオンの生成が可能となり、低エネルギーイオン-極性分子反応の実験的研究へのさらなる寄与が期待できる。

1.2 低速エタノール分子線と冷却カルシウムイオンとの反応速度測定

低速エタノール分子線とレーザー冷却カルシウムイオンとの低温イオン-極性分子反応に対して、反応速度測定を実施した。並進反応温度を7–10 Kに変化させて測定を行い、ガスセルの温度が室温の場合と約150 Kの場合に得られた反応速度定数を比較した。約10 Kの並進反応温度ではレーザー冷却されたカルシウムイオンに低速エタノール分子線を照射して反応速度を測定した。カルシウムイオンのS_{1/2}, P_{1/2}, D_{3/2}電子状態のポピュレーションは、光学的ブロッホ方程式による計算結果から、それぞれ86%, 4%, 10%と推定される。測定結果によると、150 Kのガスセルで冷却された低速エタノール分子線による反応速度定数の方が、室温のガスセルを用いた場合よりも有意に大きくなることが確認された。本研究結果は、エタノール分子が冷却されることにより回転準位分布が低回転準位に偏ることによってイオン-分子間の捕獲速度が上昇し、結果的に反応速度が上昇したことが原因と考察された。

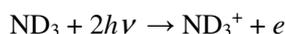
また、昨年度開発した新しいイオン極性分子反応測定法を利用して、Ca⁺+C₂H₅OH → products 反応の反応速度定数を約90 Kの並進反応温度で測定した。Ca⁺は冷凍機によって約13 Kに冷却されたイオントラップ中に捕獲され、約1.2×10⁻³ Paのヘリウムバッファースガスによって冷却される。イオンのバッファースガス冷却を利用することにより、イオンをイオントラップ中に保持し冷却するためのレーザーが不要となるため、レーザーをOFFにした状態ではCa⁺のS_{1/2}電子状態における反応速度定数の測定ができる。また、397 nmレーザーのみを入射した場合、準安定状態D_{3/2}の反応速度定数を決定できる。本研究結果によると、Ca⁺のS_{1/2}状態はエタノールと殆ど反応しない一方で、準安定状態D_{3/2}のCa⁺では反応が進行する。また、150 Kの冷却ガスセルを用いて回転温度冷却したエタノールを用いた場合の方が室温の場合に比べて反応速度定数が有意に大きくなることも分かった。さらに、同位体置換体(C₂H₅OD)を用いた反応速度測定も実施した。結果として、同位体置換体による反応速度定数の変化は殆どなく、今回測定した並進反応温度では同位体効果は観測されなかった。

今後は詳細な反応機構の理解のために、perturbed rotational state theory による捕獲

速度定数の計算及び外部研究者の協力による反応動力学計算による解釈を行っていき
たいと考えている。また、生成物を特定するための質量分析計の開発を進めていく。

2 共鳴多光子イオン化 (REMPI) 法による分子イオンの生成

波状シュタルク分子速度フィルターによって生成した重アンモニア低速分子線の
REMPI を実施した。REMPI 過程は以下の通りである。



REMPI レーザーとして 532 nm の Nd:YAG レーザー励起のパルス色素レーザーの第二
高調波光 (309 ~ 328 nm, 0.3~0.9 mJ/pulse, 10 Hz) を用いた。実験ではまずイオン化に
適した REMPI レーザーの波長を特定するために、Wiley-McLaren 型飛行時間質量分析
計を用いた ND₃-REMPI スペクトルの測定を行った。ND₃ $\tilde{X}^1A_1' \rightarrow \tilde{B}^1E''$ 電子遷移に
伴う反転モードバンド v_2 ($2_0^n, n = 3 - 7$) による REMPI スペクトルを観測し、測定し
たスペクトルからイオン化効率の高い波長を特定した。シュタルク分子速度フィルタ
ーで得られる低速分子線の数密度は $\sim 10^6 \text{ cm}^{-3}$ と非常に低密度であるため、REMPI 信号
の確認のために、レーザー冷却されたカルシウムイオンのクーロン結晶を利用した。
実験ではレーザーアブレーション法によって生成した Ca⁺を線形イオントラップ内に
捕獲し、レーザー冷却によって Ca⁺クーロン結晶を生成した。Ca⁺からのレーザー誘起
蛍光の 2 次元画像を冷却 CCD カメラによって撮像し、Ca⁺クーロン結晶の生成を確認
した後 (図 2a)、波状シュタルク分子速度フィルターによって生成した低速 ND₃ 分子
線をイオントラップ内に入射し、Ca⁺クーロン結晶内で REMPI レーザーと交差させ
た。REMPI スペクトルの測定結果から、レーザー波長 309.11 nm の時に最も高いイオ
ン化効率が得られることがわかったため、この波長のレーザーを Ca⁺クーロン結晶に
入射し、低速 ND₃ 分子線の共鳴多光子イオン化を行った結果、REMPI により生成し
た ND₃⁺イオンの検出に成功した。今後は冷却ガスセルを用いて生成した低速 ND₃ 分
子線の REMPI スペクトルの測定を行い、回転準位分布の測定を行う予定である。

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

1. 星間分子雲における低温イオン化学研究の新展開 (科研費基盤研究(B))
崎本一博 博士 (元 JAXA 宇宙科学研究所・本学理工学部共同研究員),
南部伸孝 教授 (本学理工学部・物質生命理工学科)
との科研費 (基盤研究 B) の共同研究を行っている。
2. 次世代アストロケミストリー: 素過程理解に基づく学理の再構築 (学術変革領域研
究 A)
研究テーマ: 先端ビーム制御による気相化学反応素過程の理解
中野祐司 (立教大学), 椎名陽子 (立教大学), 田沼肇 (都立大学), 飯田進平 (都
立大学), 木村直樹 (理研)

との科研費（学術変革領域研究 A）の共同研究を行っている。

- 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。）

レーザー科学，原子分子科学，物理化学実験，物質生命理工学（物理），実験物理特論 A，Physical Chemistry Lab.，理工基礎実験，物理学序論，卒業研究 I, II，ゼミナール 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。）

（講義科目）

2022 年度は全て対面講義で実施した。現在担当している「原子分子科学」，「レーザー科学」，「物質生命理工学（物理）」では，昨年度オンデマンド講義で作成したスライド資料を改訂し，Moodle を経由して学生に配布した。重要なポイントを穴埋め形式とすることで，講義中にノートテイクさせ，学生が理解しながら進められるように時間配分に注意して講義を進めた。特にノートテイクが終わっていない学生がいるかどうかを必ず確認しながら進めるようにした。昨年度まで行っていたオンデマンド講義におけるデメリットとしては講義中の学生の反応を確認することができない点にあったが，対面講義を行うことによって学生の反応を見ながら講義の進行を調整できた点は良かったと考えている。また，「レーザー科学」では，講義内容に関するデモンストレーションを実施した。例えば複屈折の説明の際には方解石の実物を学生に回覧し，複屈折により像が二重に見える現象を目視で確認してもらった。また，レーザーポインターと反射・分散プリズムを利用した反射・屈折のデモンストレーションを実施した。これらのデモを実施することで，講義内容に興味を持ってもらえるよう工夫した。来年度以降も同様なデモを取り入れた講義を行っていきたいと考えている。

（学生実験）

「理工基礎実験」，「物理化学実験」ともに対面で実施した。理工基礎実験では，例年通り実験を行う前にパワーポイントを利用してガイダンスを行い，学生がより容易に実験内容を理解し，実験を進められるように工夫した。来年度も引き続き同様の方法で実験のガイダンスを行っていく。一方，物理化学実験では，実験テキストの内容を修正し，内容の調整を図った。

- 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）

研究機構委員（全学），学科図書委員（選書担当），理工図書委員（委員長），1 年次クラス主任，学務担当委員（物理学領域）

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。）

原子衝突学会運営委員

新方式精密計測による物理・工学的変革を目指す回路技術調査専門委員会委員

所属 物質生命理工学科

氏名 小田切 丈

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： 原子分子物理学、反応物理化学

キーワード： 原子分子物理、多電子励起分子ダイナミックス、反応物理化学、電子分子衝突、シンクロトロン放射光、光多重電離、イオン対解離

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。)

「多電子励起分子ダイナミックスの解明」

「超低エネルギー電子-分子衝突実験」

「超高分解能電子分光装置を用いた原子分子の光電子スペクトル測定」

「電子衝突によるピリジンの Lyman- α 発光励起関数測定」(卒研)

「運動量画像観測法を用いた光電子角度分布測定による放射光偏光度測定」(卒研)

「多電子-イオン同時計数実験におけるイオン運動量測定のための電極系改良」(卒研)

「Ne 原子二重光電離メカニズムのスピンの依存性」(大学院研究)

「真空紫外光吸収に伴い水分子から生成されるフラグメント負イオンの運動量測定」(大学院研究)

(展望)

多電子過程は電子相関効果を研究する格好の場を提供する。本研究室では多電子過程として原子分子の多重光電離、オージェ過程、超励起状態からの負イオン生成に着目し、主として高エネルギー加速器研究機構・放射光科学実験施設 KEK-PF で得られる放射光を利用した実験研究を行っている。分子内の粒子相関の帰結として引き起こされる複雑な反応ダイナミックスを、多電子同時計数法、電子イオン同時計数法、負イオンの運動量画像観測法を駆使して実験的に明らかにしたい。

3. 2022 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。)

- ・ 磁気ボトル/飛行時間型電子エネルギー分析器を用いた多電子同時計数実験により、窒素分子内殻ホール状態の高振動励起状態からのオージェスペクトルを測定し、フランクコンドン領域外でのオージェ終状態(2価, 3価イオン状態)のポテンシャル関数

に関する知見を得た。

- ・ 磁気ボトル／飛行時間型電子エネルギー分析器にパルス電圧印加によるイオン検出機構を付与し電子-電子-イオン同時計数測定を行うための装置開発を行った。
- ・ 真空紫外光吸収に伴うイオン対解離で生成するフラグメント負イオンの運動量を測定するため、運動量画像観測装置の開発を進めた。
- ・ 27eV の光吸収に伴う水分子からのイオン対解離において、O⁻、H⁻負イオンが生成することを実験で確認し、それらの運動量分布を測定した。O⁻は入射光の偏光方向に放出される強い異方性を示し、O⁻生成が水分子の¹A₁状態を経由していることを明らかにした。

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。）

- ・ 光解離による量子もつれ水素原子対生成に関する東京工業大学との共同研究
- ・ 超低エネルギー電子分子衝突断面積測定に関する東京工業大学との共同研究
- ・ 原子分子の多重イオン化ダイナミクスに関する高エネルギー加速器研究機構、富山大、佐賀シンクロトロン光研究センターとの共同研究
- ・ 振動励起分子の光学的振動子強度分布測定に関する上智大・理工・物質生命理工・星野研究室との共同研究
- ・ 上智大・理工・物質生命理工学科における私立大学戦略的基盤形成支援事業での電子エネルギー分析器を用いた共同研究

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

基礎物理学、理工基礎実験、現代物理の基礎、放射線科学、原子分子分光特論、ゼミナールⅠ、ゼミナールⅡ、卒業研究Ⅰ、卒業研究Ⅱ、物理学序論、理工概説（物質生命クラス）、理工概説（機能創造クラス）

学内の放射線業務従事者、放射線取扱者（エックス線装置利用者）に対し、法令に基づく放射線教育訓練を行った。

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

理解度に差があることを理解したうえで、演習問題を多くこなし全体の理解度向上に努めた。従来、声と板書の字が小さいという評価であったので、改善に努めた。声および活舌に

関しては改善したと思っている。字についても iPad を用いて板書を取り、必要に応じて拡大するようにしたが、教室のスクリーンが小さい場合に効果が小さかったようだ。板書は Moodle にコピーをアップロードすることを検討する。アンケート回答の回答率を上げるよう再三にわたって案内したが、思ったように回答率は上がらなかった。授業時間に回答時間もとったので、さらに回答率をあげる方策は思いつかない。

「放射線科学」 身近な例をあげ、物理、化学だけでなく、リテラシーに努めた。

「基礎物理学」 必修であり、高校の時に未選択の学生がいることを頭に入れながら丁寧に進めた。

「現代物理の基礎」 選択必修で、金曜日 5 限ということで、物理に興味がある学生向けに、より興味がわくような内容を意識して授業を行った。

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) 放射線取扱主任, 放射線安全管理委員, 学科カリキュラム委員, チューター (1 年生)

(学外) KEK フォトンファクトリー放射光共同利用実験審査委員会委員, 原子衝突学会運営委員, IWP-RIXS2021 現地開催委員

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 物質生命理工学科

氏名 川口 眞理

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： 分子進化

キーワード： 魚類、遺伝子、タツノオトシゴ

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。）

「タツノオトシゴの育児嚢におけるプロテオグリカンとコラーゲンの局在」

「ヨウジウオのアンモニアトランスポーター遺伝子のクローン化」

「タツノオトシゴの雌雄特異的なゲノム領域の探査」

「タツノオトシゴの育児嚢の形成に関わる遺伝子の探査」

3. 2022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。）

タツノオトシゴやメダカを用いて、タツノオトシゴの育児嚢で発現する遺伝子の局在を他の魚類における相同遺伝子の局在と比較し、その進化過程を考察した。

4. 大学内外における共同的な研究活動（共同研究、学内共同研究などを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。）

基礎生物学研究所生物機能情報分析室 重信秀治教授との共同研究により、タツノオトシゴの DNaseq 解析を進めた。

東京大学の高木互博士との共同研究により、ヤツメウナギの孵化について解析を行った。

日本動物学会関東支部公開講演会「共生・寄生の動物学」を主催した

フィリピン・ミンダナオ州立大学との共同研究として、フィリピン・サンボアンガ半島に生息するタツノオトシゴ属の種の同定に取り組んだ。

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。）

基礎生物学、進化系統学、生物科学実験 II、理工基礎実験・演習、ゼミナール I、ゼミナ

ール II、分子進化学特論、生物科学ゼミナール IA・IIA、生物科学ゼミナール IB・IIB、分子生物学 (7 コマ)、大学院演習 IA・IIA、大学院演習 IB・IIB、Materials and Life Sciences (Biology) (7 コマ)

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

シラバスに沿うように講義は進めた。授業は 5 個くらいの単元に分けて進めており、単元が終わるごとにリアクションペーパーでわからなかったところなどの質問を受け付け、次週に質問への解答コーナーを設けることで学生が確実に各単元を理解できるように努力した。引き続き同様の形式の授業を進めていきたい。

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)

遺伝子組換え安全委員会、理工学部自己点検・評価委員、コロキウム委員、理工学振興会運営委員、学生生活委員会

(学外)

日本魚類学会・編集委員、日本魚類学会・代議員

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。)

日本テレビ「ザ!鉄腕!DASH!!」のヨウジウオに関する情報提供に協力 (2022年7月20日放送)

NHK スペシャル「命をつなぐ生きものたち -The Mating Game-」第2集「水中の恋」監修 (2022年8月28日放送)

NHK ギョギョッとサカナ★スター 不思議なおさかなの世界へ レッツ ギョー!! 「タツノオトシゴ」監修 (2022年10月23日放送)

所属 物質生命理工学科

氏名 神澤 信行

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： 植物傾性運動に関する研究, 骨・心筋組織再生に関する研究

キーワード： 傾性運動, 接触傾性, 就眠運動, 細胞骨格, 組織再生, アパタイト, 生体材料

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。)

- ミヤコグサの糖トランスポーターSWEET の解析
- 組織再生に貢献するための ATDC5 細胞を用いた技術開発 (展望)

動植物の細胞が、外界からの様々な刺激をどの様に細胞に伝え、機能を発現していくのかを明らかにするため、上記の様な研究に取り組んでいる。植物に関する研究では、マメ科植物の就眠運動に着目し、就眠運動の起点となる葉枕組織に特異的に発現する遺伝子の一つとして SWEET を見出した。SWEET の機能調節を介してどのように就眠が制御されているか、分子生物学的なアプローチから挑戦している。一方動物細胞を用いた実験では、無機材料を足場とした 3 次元環境が、シャーレの上で展開する細胞とどのように違うのか? 関連因子の定量や、局在観察から明らかにしようとしている。

3. 2022 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。)

上記就眠運動に関する研究では、あらたに作出した遺伝子組換え体が成長しつつあり、今後 Sweet の就眠における役割が明らかになるものと考えている。細胞の研究では、繊維状の無機アパタイトをアルギン酸コートすることで、ハンドリンが可能な足場材料の創成が可能であることが明らかになり、また材料内で細胞が分化・増殖することが示すことができた。アルギン酸は細胞との親和性が低く、細胞毒性を示すこともあるとされているが、無機材料との複合化で新しい特性を持った材料となったことが考えられる。上記以外に、学内共同研究で大気圧プラズマを使った植物形質転換法の開発に取り組んでいるが、その成果の一部は 2023 年度の学会で報告予定である。

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

- 細菌と超分子ナノ構造体との相互作用観察及び細菌の定量評価技術の開発(物生 早下先生)

- 大気圧プラズマを用いた新規遺伝子組換え手法の開発(物生 田中先生)

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。)

環境分子生物学、生物化学、生体物質とエネルギー、生体運動特論、生物科学基礎論(輪)、ゼミナール、生物科学実験 II、理工基礎実験・演習、プロフェッショナルスタディー

6. 教育活動の自己評価 (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。) コロナの影響も少なくなったことから、対面での授業に加え、課題を軽減する方向で授業を実施した。一方、コロナ禍で動画の利用などが有効であることが分かったため、授業にはなるべく動画を取り入ることを試みている。

当初設定したシラバスに変更はなく、シラバス通り授業を実施した。

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

(学内) 入学センター長 他

(学外) 特記なし

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

特記なし

所属 物質生命理工学科

氏名 木川田 喜一

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： 化学的手法による火山活動評価，環境中の汚染物質の動態評価

キーワード： 活火山，噴火，温泉，火山ガス，大気汚染，土壤汚染，水質汚濁，

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) 「化学的手法による火山活動モニタリングと火山熱水系の理解」

(2) 「火山活動に由来する環境負荷物質の動態評価」

(展望)

(1) 「化学的手法による火山活動モニタリングと火山熱水系の理解」

火山ガスや火山性温泉・湧水などの火山性流体の化学組成分析に基づく火山噴火予知の確度向上に取り組んでいる。地震や地殻変動などの「現象」を対象とする物理学的観測に比して、「物質」を対象とする化学的観測は火山活動に関するより直接的な情報を得ることが可能である。熱水卓越型火山を対象に観測調査を重ね、物理的観測事象に対応する火山熱水系の化学的応答を読み解くことで、熱水系の構造理解と高確度な火山活動度評価手法の開発を目指している。

(2) 「火山活動に由来する環境負荷物質の動態評価」

火山やそれに伴う熱水活動（温泉や火山ガス噴気）は観光資源であり、また、エネルギー資源でもあり、我々に多くの恵みを与えてくれる。しかし、火山活動は時に、人間の生活環境に大きな負荷を与えることがある。火山性熱水は重金属などの有害元素を定常的に環境中へと供給するとともに、ひとたび噴火活動が生じた場合には、その影響はきわめて大きく、自然災害の様相を呈することもある。そこで、火山性熱水由来の有害成分による環境負荷の実態とその効果的な対策を理解するため、火山周辺河川環境の事例解析を進めている。

3. 2022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) 「化学的手法による火山活動モニタリングと火山熱水系の理解」

群馬県の草津白根山と宮崎県の霧島硫黄山のふたつの熱水卓越型火山を対象に、火山活動の評価と熱水系の構造を理解するため、昨年度に引き続き、現地調査を行った。

草津白根山においては、火口湖「湯釜」湖水の2000年以降の溶存陰イオン濃度の再測定とその経年変化の再評価を行い、これまで不明瞭であった溶存硫黄化学種組成の変動を明らかにした

霧島火山の硫黄山では、2018年の噴火によって新たに開いた火口に生じた湯溜まりおよび周辺湧水の化学組成の継続的モニタリングを実施し、化学組成の推移からは、2022年後半から従来とは異なるシステムによる熱水活動の活発化が示唆された。

(2) 「火山活動に由来する環境負荷物質の動態評価」

霧島硫黄山において、2018年の噴火後の河川水質の変化を継続的に分析・評価した。この結果、2022年度においても一定量の環境負荷物質が硫黄山の熱水活動により域内河川へ供給されているが、水質改善の為に設置された河川中和施設の効果もあり、下流域における河川水質はほぼ完全に回復し、安定的に保持されていると判断された。

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。）

特になし

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。）

- 地球科学, 環境分析化学, 無機化学特論 (地球化学), ゼミナール, 化学ゼミナール, 物質生命理工学実験 A, 卒業研究, 研究指導, 大学院演習, リサーチトライアル
- リサーチトライアルにおけるフィールドワークの実施ならびに学生引率, 卒業研究・修士研究に関わる地球化学的火山調査の学生引率
- 明治大学兼任講師 (地球科学 II)

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

「地球科学」

学生の興味を惹くために講義内容に関連する種々の話題を講義冒頭に提供しているが、授業アンケートではその講義スタイルに対して好意的な意見が多数ながらも、一部に否定的な意見もあったので、提供する話題の内容および時間配分について検討するつもりである。講義はシラバス通りに進めることができた。

「環境分析化学」

知識の定着と関心を惹くことを目的に、成績評価には直接的には関係しないものの、講義後に簡単な課題提出やリアクションペーパーの提出を求めてみたところ、回答率も高く、授業運営にも好影響だとの印象を持った。課題内容を改善しながら、今後も続けていきたい。講義はシラバス通りに進めることができた。

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）

- 全学委員：課程委員
- 学部委員：理工教職課程委員，理工教育研究設備運営委員会
- 学科委員：共通機器委員，カリキュラム委員

（学外）

- 霧島火山防災協議会委員
- 日本温泉科学会 代議員・学会賞選考委員会委員
- 原子力機構施設利用一般共同研究専門委員会委員
- 東京都自然環境保全審議会委員

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。）

- 霧島山（宮崎県 鹿児島県）の火山活動評価ならびに火山防災に関わる関係自治体・機関からの個別の質問，意見照会に対する回答などを行った。
- 科学教養分野のテレビ番組の監修を行った。

所属 物質生命理工学科

氏名 久世 信彦

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: 構造化学, 分子分光学

キーワード: マイクロ波分光, 気体電子回折, IR 分光, 量子化学計算
熱分解反応, 星間分子, 香り分子

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。)

「3-hexenal および 2-hexenal の回転分光」

「1-Pentanethiol の重水素化物の回転分光」

「Benzyl acetate の分子内部回転」

「*n*-butylaldehyde oxime の回転分光」

「新規含リン化合物の回転分光」

(展望)

構造化学における分光法と回折法, 計算化学により, 気体分子の構造と物性を解明する研究に取り組んでいる。本研究室ではフーリエ変換型マイクロ波分光器(FTMW)と超音速ジェット技術を組み合わせることで得られる, 高分解能・高感度の回転スペクトルの測定と帰属が主な研究手法である。

2021年度は, 研究室の所属4年生3人と大学院生1名について, 前年度からの継続課題が中心となった。その中でパルス放電ノズルを用いた含リン化合物のマイクロ波分光の課題の本格的な立ち上げに取り組んだ。

3. 2022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。)

- 3-hexenal および 2-hexenal の回転分光

cis-3-hexenal と *trans*-2-hexenal の間での異性体反応を解明するため, 回転スペクトルの温度変化データの系統的な観測を行うとともに, 異性化反応モデルを解明するため量子化学計算を行った。

- 1-Pentanethiol の重水素化物の回転分光

重水素化物について, これまで観測ができなかった *TTTt* 型異性体の回転スペクトルの帰属に成功し, トンネル運動に起因すると思われる興味深いスペクトルの分裂を一部

観測できた。

- 「Benzyl acetate の分子内部回転」

研究に大きな進展が見られ、メチル基の分子内部回転の運動を考慮することにより、一部の回転スペクトルの分裂を検討する方向性が示された。

- 「*n*-butylaldehyde oxime の回転分光」

核四極子相互作用に基づく回転スペクトルの分裂を適切に帰属することができた。

- 新規含リン化合物の回転分光

2021 年度の測定データの再現性をチェックするため、広範囲で回転スペクトルデータのスキャンを行った。

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

東京理科大学を中心とし、日本大学、上智大学との共同研究による、宇宙電波観測実験のプロポーザルの作成・提出を行った。

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。)

物理化学特論 (構造化学), 分子構造化学, 自然科学のための数学,
物理化学実験, ゼミナール I, II, 卒業研究, 大学院演習, 物質生命理工学実験 B

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。)

物理化学特論 (構造化学), 分子構造化学において、内容理解の助けとなるような動画を作成した。

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) 理工科学技術英語推進委員会委員長, 遺伝子組換え実験安全委員,
物質生命理工学科カリキュラム委員, グリーンサイエンスコース 1 年次担任
(学外) 森野基金委員

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 物質生命理工学科

氏名 近藤 次郎

1. 研究分野とキーワード

研究分野：構造生命科学、立体構造情報を基盤とした分子設計

キーワード：X線結晶解析、核酸、低分子医薬品、核酸医薬品、ナノデバイス

2. 研究テーマ

① RNA を標的とした創薬のための構造研究（AMED・BINDS 事業）

これまで、創薬のターゲットはタンパク質にほぼ限定されてきたが、最近になって新しい創薬ターゲットとして遺伝情報の伝達に関わる RNA が注目されてきている。また、医薬品側に目を向けてみれば、従来の低分子医薬品やタンパク質医薬品に加えて、最近ではアンチセンス核酸や mRNA ワクチンなどの核酸医薬品が登場してきている。このように「RNA ターゲット創薬」および「RNA 創薬」の両方が活発化している状況において、RNA-医薬品複合体の立体構造情報は医薬品を合理的にデザインするために必要不可欠である。しかし、RNA の結晶化や構造解析の技術は極めて遅れているのが現状である。

そこで我々は、2022 年度より本学理工学部内に「RNA ターゲット創薬デザインユニット」を立ち上げ、これまでの研究で開発・蓄積してきた RNA の分子設計、結晶化、試料調製、構造解析などの独自の技術を駆使して、日本国内のアカデミアや製薬企業の「RNA ターゲット創薬」および「RNA 創薬」の研究支援を行っている。

② 核酸医薬品開発のための構造研究（上智大学学術研究特別推進費 自由課題研究）

従来の低分子医薬品の開発件数が減少傾向にある現状を打開する方策として、「核酸医薬品」と呼ばれる新しいタイプの薬の開発に注目が集まっている。

我々は、核酸医薬品の立体構造解析と、得られた構造情報を基盤とした新規の核酸医薬品のデザイン・開発に取り組んでいる。

③ 機能性核酸ナノデバイスの設計を指向した構造研究（科研費・基盤研究B）

核酸の構造的長を生かしたナノデバイスの開発研究が注目を集めている。しかし、そのほとんどは膨大な数の分子から目的の機能を持つものを宝探しのように探索するスクリーニング法によって見出されているのが現状である。

我々は、核酸分子のさまざまな立体構造モチーフを X 線結晶解析法で明らかにして、これを基盤として機能性核酸ナノデバイス（センサー、スイッチ、導電性ナノワイヤーなど）をデザイン・開発することに挑戦している。

3. 2022 年度の研究成果

① RNA を標的とした創薬のための構造研究 (AMED・BINDS 事業)

- ・ RNA ターゲット創薬・RNA 創薬のための分子デザイン・結晶化・構造解析支援
合計 8 件の研究支援を行った。

② 核酸医薬品開発のための構造研究 (上智大学学術研究特別推進費 自由課題研究)

- ・ アンチセンス核酸医薬品の構造研究
アンチセンス核酸医薬品のデザインを行った (修士論文研究)。
- ・ 既存の RNA 立体構造モチーフを模倣した新規核酸医薬品の開発
生体内に存在する機能性 RNA の立体構造モチーフを模倣した新しいタイプの核酸医薬品を開発した (修士論文研究)。

③ 機能性核酸ナノデバイスの開発と構造解析 (科研費・基盤研究B 課題)

- ・ 塩基配列特異的 RNA 検出プローブの開発
疾病に関連する mRNA や microRNA などを塩基配列特異的に検出できる DNA でできた蛍光プローブを開発した (修士論文研究)。
- ・ 水銀イオン検出プローブの開発
水溶液中の水銀イオンを高感度に検出できる DNA でできた蛍光プローブを開発した (特願 2022-143419)。
- ・ RNA 中の一塩基多型検出プローブの開発
RNA に含まれる一塩基の違いを高感度に検出できる DNA でできた蛍光プローブを開発した (卒業研究)。

4. 大学内外における共同的な研究活動

(共同研究)

① RNA を標的とした創薬のための構造研究 (AMED・BINDS 事業)

東北大、東京大、東京農工大、神奈川大、大阪大、長崎大、沖縄科学技術大学院大学

② 核酸医薬品開発のための構造研究 (上智大学学術研究特別推進費 自由課題研究)

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、徳島大学

③ 機能性核酸ナノデバイスの設計を指向した構造研究 (科研費・基盤研究B 課題)

コペンハーゲン大、神奈川大、徳島文理大、東京理科大、奥羽大、東京大

(セミナー開催)

- ・ mRNA ターゲット創薬研究機構 2022 年度 第 2 回講習会 (2023 年 2 月 14 日)
「RNA の X 線結晶解析」近藤 次郎 (上智大学)
- ・ mRNA ターゲット創薬研究機構 2022 年度 第 1 回講習会 (2022 年 11 月 18 日)
「KEK クライオ電顕施設の運用と現状について」安達 成彦 (高エネ研)

5. 教育活動

(学部講義科目)

生物物理学、基礎生物学、Fundamental Biochemistry (英語コース)
Technology & Innovation – Career Development- (英語コース・輪講)
ヒューマンケアサイエンス (全学共通輪講)
理工基礎実験、生物科学実験 I (主担当教員)
卒業研究 I, II、ゼミナール I, II、
Graduation Research I, II (英語コース)、Seminar I, II (英語コース)

(大学院講義科目)

生物物理特論、生物科学ゼミナール、大学院演習

6. 教育活動の自己評価

オリジナルの教育・研究用分子模型「BasePairPuzzle」を用いたアクティブラーニングプログラムの開発を 2020 年度から始めており、自分が担当している Fundamental Biochemistry や生物科学実験 I でアクティブラーニングを行ってきた。2022 年度には、これまでのアクティブラーニングの手法と学生からのフィードバックをまとめて、化学系教育雑誌 Journal of Chemical Education 誌上で論文を発表した。この研究成果については上智大学のプレスリリースでも発表した。

講義科目では、2020 年度からリアクションペーパーとそれに対するフィードバックを主体とした講義や、科学研究とデザイン思考に関する講義を行っており、学生から好評を得ている。

7. 教育研究以外の活動

(学内)

- ・ 学生留学委員
- ・ 放射線安全管理委員
- ・ 理工学部スーパーグローバル委員 (委員長)
- ・ 理工学部予算会計委員 (副委員長)
- ・ 物質生命理工学科ウェブサイト委員

(学外)

- ・ mRNA ターゲット創薬研究機構 理事

8. 社会貢献活動、その他

(講演活動)

- ・ 第13回 分子サイバネティクス領域セミナー (2023年3月31日)
「ものづくり・創薬のための核酸構造生物学」
- ・ 第2回 関西学院大学・上智大学理系学部連携シンポジウム (2023年2月28日)
「構造生物模倣科学による DNA バイオナノテクノロジー」
- ・ 7th MEDCHEM SYMPOSIUM (2023年2月23日)
「Structural biomimetics toward nucleic acid nanotechnology and therapeutics」
- ・ mRNA ターゲット創薬研究機構 2022年度 第2回講習会 (2023年2月14日)
「RNA のX線結晶解析」
- ・ nano tech 特別シンポジウム 創薬に向けたナノ構造解析最前線 (2023年2月3日)
「立体構造情報を活用した DNA ナノテクノロジーと創薬への応用」
- ・ 神戸大学 遠隔インタラクティブ講義「計算生命科学の基礎9」 (2023年1月18日)
「生命科学・創薬・ものづくりのための核酸構造生物学」
- ・ 第17回 ナノ・バイオメディカル学会大会 (2022年11月8日)
「構造生物模倣科学による DNA ナノバイオテクノロジー」
- ・ 武田薬品工業株式会社 近藤次郎 准教授 招聘セミナー (2022年10月5日)
「非ワトソンクリック型塩基対を積極的に活用した核酸医薬品のデザイン」
- ・ 令和4年度 BINDS シンポジウム (2022年8月24日)
「RNA に特化した構造解析戦略とその高度化」
- ・ 生物・生体材料研究会合同シンポジウム (2022年7月27日)
「創薬・ものづくりのための核酸構造生物学」

所属 物質生命理工学科

氏名 齊藤 玉緒

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： 生物分子科学、化学生態学

キーワード： 細胞性粘菌、ポリケタイド、ポリケタイド合成酵素、ゲノム情報、
化学生態学

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

《卒業研究》

「細胞性粘菌の文化調節因子である 4-methyl-5-pentylbenzene-1,3-diol 及び Dictyoquinone の構造活性相関解析」

「III 型 PKS を用いた未知の化合物ライブラリーの作製」

「細胞性粘菌における CDF-1 の生態学的機能解析」

《修士論文》

「細胞性粘菌が生産する有機ハロゲン化合物の多様性と生合成経路の解析」

展望

ハイブリッド型 PKS の SteelyB 酵素が発生後期に合成するハロゲン化有機化合物を合成する際に I 型と III 型の PKS を分離する意義を解明する。

SteelyB 酵素が発生後期に合成するハロゲン化有機化合物の生合成経路を解明する。どこまでが SteelyB 酵素の第 1 の産物である DIF-1 の生合成経路と同じで、どこが異なっているのかを明らかにしたい。

3. 2022 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。）

ハイブリッド型 PKS である Steely 酵素の産物多様性創出機構を中心に研究を進めている。SteelyA 酵素の産物である 4-methyl-5-pentylbenzene-1,3-diol と第 2 の産物である dictyoquinone の構造活性相関を解析し、アルキル鎖の鎖長が活性には重要であることが示された。

一方、SteelyB 酵素の第 2 の産物である塩化ジベンゾフラン CDF-1 についてその構造を決定した。さらに CDF-1 はアンピシリンと同程度の抗菌活性を保つこと、その合成は SteelyB

酵素の第 1 の産物である DIF-1 合成に関わる酵素が主に行なっていることがわかった。

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

学外共同研究

産総研 生命工学領域 (森田先生)

「細胞性粘菌の新規ハイブリッド型ポリケタイド合成酵素に関する研究」

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。)

科学技術英語 (生物)、理工基礎実験、分子生物学、生物科学実験 II、生物科学ゼミナール、卒業研究、Topics of Green Science 3、細胞機能工学、環境分子生物学特論、研究指導演習

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。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

オンライン併用型の授業から対面授業に戻ったが、オンライン授業で行ってきた理解度把握のため、毎回の授業で質問の時間を確保すること、またリアクションペーパーを毎回課することを継続した。授業前に関連の予習の課題などを指定して、授業の予習を促すこと質問を授業中にできるだけフィードバックすることによって内容の理解の補助することが定着した。それぞれの授業について、何を学ぶ必要があるのか、学習のポイントを初回のイントロダクションで説明することによって、授業の目指すところの理解を促した。

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) 上智学院ダイバーシティ推進委員会委員 (室長補佐)
研究推進センター長および関連委員会委員
ダイバーシティ調査分析タスクフォース

(学外) 日本植物脂質研究会幹事 (平成 22 年度より)
日本細胞性粘菌学会評議委員

NBRP nenkin 運営委員

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

所属 理工学部物質生命理工学科

氏名 鈴木 伸洋

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：植物の環境ストレスへの応答に関する研究

キーワード：熱ストレス、乾燥ストレス、複合ストレス、活性酸素、分子生物学

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。）

・植物の熱ストレス記憶に関する研究

植物体全体が5分という短時間の熱ストレスを受けただけでも、植物はその情報を記憶し、その後の熱ストレスに対して耐性を持つことがわかった。また、このストレス耐性向上には病原体に対する応答機構が重要な役割を果たす可能性が示された。さらに、植物体の一部分のみが熱ストレスを受けた場合にも植物はその情報を記憶し、直接ストレスを受けていない部位でも熱ストレス耐性を向上させることがわかった。2022年度はこの熱ストレス耐性向上に重要と考えられる候補遺伝子を欠損したシロイヌナズナの解析を進め、その重要性を裏付けた。今後は熱ストレス応答と病害応答がどのように関連し合うかを明らかにする。

・植物の生殖器官における発達および熱ストレス応答制御機構

これまでの研究で、熱ストレスを受けた植物から採取した種子の発芽率が低い変異体を発見した。この変異体では熱ストレス条件下における胚の発達が遅れることもわかっている。また、この変異体では胚発達および発芽を制御する植物ホルモンのシグナルに異常があることもわかった。今後はこの変異体の胚の発達時における植物ホルモンシグナルに関与する遺伝子の発現を調査し、これまで得られた結果を裏付ける。

・複数の環境ストレスが組み合わされた条件に対する植物の応答の解析

これまでの研究から、熱及び乾燥ストレスが同時に発生するストレス（熱-乾燥複合ストレス）に対するシロイヌナズナの応答を制御する転写因子及び活性酸素生成酵素を特定しており、2022年度は活性酸素制御機構とエネルギー代謝との関連を調査した。その結果、ミトコンドリアの機能の制御が熱-乾燥複合ストレスに対する植物の応答に重要であることがわかった。今後は、この複合ストレスに対する耐性が強い変異体におけるミトコンドリア機能の調査を行う。

これまでの研究から植物が重金属と熱ストレスの複合ストレスを受けた場合、光合成機能

が顕著にダメージを受けることを明らかにしてきた。また、重金属ストレス応答に重要なことが知られているジャスモン酸の生成を欠損した変異体が、この複合ストレスに強いこともわかり、重金属のみのストレスまたは複合ストレス条件下においてジャスモン酸の役割が大きく異なることが示された。2022年度はこの成果を論文として発表した。

2022年度はトマトやリョクトウ、シロイヌナズナを用いて、塩害、湛水およびこれらの組み合わせ（塩－湛水複合ストレス）に対する応答の解析も始めた。現在までに、塩－湛水複合ストレスにより引き起こされるこれらの植物の生育の抑制は、それぞれの単独ストレスによるものと比較してより顕著であることがわかった。今後の研究で、この複合的なストレスに対する応答を制御する分子メカニズムを明らかにする。

3. 2022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。）

植物のエネルギー代謝メカニズムを模倣することで人間社会の電力グリッドの新たなモデルができる可能性を提案し、「Biomimetics」誌に Review を発表した。

植物の活性酸素およびエネルギーの制御への熱ストレスによる影響を葉緑体およびミトコンドリアで働く代謝およびシグナルの観点からまとめ「International Journal of Molecular Science」誌に Review を発表した。

熱および重金属ストレスが組み合わされた環境に対するシロイヌナズナの応答に関する原著論文を「Journal of Plant Physiology」誌に発表した。

Highly Cited Researchers (Web of Science) を4年連続で受賞した。

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。）

学術研究特別推進費「自由課題研究」に参画し、植物の大気圧グロープラズマに対する応答に関する研究を進めた。

University of Missouri, Columbia に招待され、セミナーを行った。

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。）

Topics of Plant Science、Molecular Biology、植物生理学、植物分子応答学特論、生物科学実験 II、理工基礎実験・演習、物質生命理工学実験 A、生物科学ゼミナール、卒業研究 I・II、大学院演習、ヒューマンケアサイエンス、Science, Technology and Environment

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

学部では、Topics of Plant Science、Molecular Biology、植物生理学が主担当である。アンケートの結果、いずれの科目においても、ほぼすべての項目で平均以上の評価を得られた。Zoom 等を用いたハイフレックス講義で板書に代わる手書きの手法としてタブレットを用いる方法を継続した。また、大学院講義では、昨年度に引き続き実験手法の紹介や研究のアプローチを中心に進めたところ、「今後の研究に役立つ」、「論文を読むのに必要な知識で良かった」という声が多く、今後も継続する予定である。

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

(学内) 2年次生クラス主任、理工安全委員、入試委員、SLO 委員、STEC 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。)

Plants 誌 Associate Editor

Frontiers in Plant Science 誌 Associate Editor

所属 物質生命理工学科

氏名 鈴木 教之

1. 研究分野とキーワード

研究分野： 有機合成反応、触媒化学、環境調和型合成プロセス、有機金属化学

キーワード： 有機金属化合物、遷移金属触媒、両親媒性ポリマー、水中有機反応

2. 研究テーマ

1. 新規多座配位子の合成と配位場の制御による有機合成反応の開発
2. 温度応答性高分子を基盤とするミセルを用いた水中有機反応
3. 高い歪みを有する有機金属環状不飽和化合物の合成と反応性

(展望)

1. 遷移金属錯体はその触媒機能を配位子の構造で創造・調整できることが特長である。我々は、異なる親和性をもつ多座配位子が複核金属錯体の触媒機能を発現するのに有効であると考え、種々の多座配位子を合成してきた。一定の距離に二つの異なる金属原子を配位できる酸素、窒素、リン元素を有する配位子を設計・合成し、基質の分子認識と不活性結合の効率的活性化を検討している。最近では二座窒素配位子部位をもつ異種複核錯体の選択的合成に成功し、その触媒反応への応用において sp^3 炭素上での選択的な官能基化反応を見出し、詳細について検討中である。
2. 近年の課題である SDGs に沿って、有機合成反応を水中で実施するプロセスが望まれている。その反応場を提供し、疎水性生成物を容易に抽出できる素材として下限臨界溶液温度(LCST)を有するポリマーをミセルにし、さらに触媒機能を持たせたポリマーを合成した。これらの温度応答性ミセルを用いて、水を反応媒として進行する有機反応の汎用性を実証する。
3. 五員環のアルキン、アレン化合物は通常極めて不安定であり、短寿命のため単離できないと考えられてきた。当研究室では近年、ジルコニウム・チタンなどの遷移金属を含む環状化合物において、五員環、七員環アルキン及びアレンが簡便に合成できることを見出した。さらにそれら化合物の求核的な反応性を利用し各種エステル類などとの炭素-炭素結合生成反応や新たなヒドロメタル化反応などへの展開を検討している。これらの高い歪みを持ちながら安定に存在する化合物の特異な反応性に注目し、新たな有機合成反応に利用する展開を目指す。

3. 2022 年度の研究成果

1. 前年度、ピリジン骨格を有する *O,N,O*-三座配位子と *N*-ヘテロ環状カルベン(NHC)部位をもつ多座配位子を設計し、その合成と構造解析に成功した。今年度はこれを用いて異種複核錯体の合成を検討した。また *O,N,O*-部位の立体要因を低減した *N,O*-二座配位子を合成し、その錯体形成・触媒反応について検討をおこなった。合成した *N,O*-二座配位子部分は、予想以上に有機アルミニウム化合物との反応が遅く、触媒反応への応用の上で制約が大きいことが明らかとなった。単座リン配位子を導入した多座配位子とその錯体合成について報告した。2022 年度は、*O,N,O*-部の配位能力と触媒反応選択性の関係を明らかにするため、配位部位を持たず立体の嵩高い部位をもつ *N,N*-二座配位子を合成し、その錯体の触媒反応について検討した。その結果、我々が合成した複核錯体の優位性を支持する結果となった。芳香環に結合する sp^3 炭素での反応選択性発現について、現在その反応条件の最適化、反応機構、基質適用範囲など詳細について検討している。

2. 下限臨界共溶温度(LSCT)を有する高分子として知られるポリ(*N*-イソプロピルアクリルアミド) (NIPAAm)と、親水性鎖のセグメントをブロックコポリマーとし、コポリマーが水中で形成するミセルが有機反応場として有効であると考えた。2022 年度は主に、高活性型錯体触媒の形成が可能な *N,N*-二座配位子をもつ RAFT 開始剤の合成をおこない、それを用いた温度応答性ポリマーの合成、それを用いた水中での触媒反応の検討をおこなった。当初の期待通り触媒反応において高活性かつ再利用性の高い水中反応系を見出した。さらに他の金属触媒によるメタセシス反応やホウ素化反応についても温度応答性ポリマーが有効性を示すことを見出した。今後より環境調和型のプロセスに適合した反応系の実現に向けて種々の触媒反応を検討していく。

3. これまでに、共役エンイン類が形成するジルコニウム錯体が五員環アレン構造を有することを報告してきた。また 1,4-および 1,3-二置換共役エンインを出発原料として合成される環状アレン錯体を用いて、ケトン・ニトリルへの求核付加反応を検討し、様々なアルキルおよびアレン部位をもつが合成出来ることを見出した。2022 年度は五員環アレン錯体を収率よく形成できないエンイン化合物について、それらを出発原料としたときに同様にカルボニル化合物に対する求核攻撃が出来るようにする反応を検討した。すなわち有機リンなどの指示配位子の存在下、エンインがジルコニウムに η^2 -配位した錯体を合成した後、求電子剤と反応させる手順を踏んだところ、五員環アレン錯体における反応生成物と同じ構造の 7 員環化合物が得られ、加水分解後にアレン部位やアルキン部位をもつアルコール化合物となることを見出した。これによって求核付加反応へ供することができるエンインの適用範囲が広がった。

4. 大学内外における共同的研究活動

共同研究：国立台北科技大学 分子科学与工程系 蔡 福裕教授

「温度応答性ミセルを用いる水中有機反応」

その他：横浜国立大学理工学部化学・生命系学科 山口研究室、東京大学生産技術研究所砂

田研究室との合同セミナー開催(12月3日)

5. 教育活動

担当講義：(全学) 化学と生活 II、(学部) 触媒反応化学、Catalysis Chemistry, 有機化学(有機合成)、化学実験 II、ゼミナール、(大学院) 有機金属化学特論、大学院演習、応用化学ゼミナール

6. 教育活動の自己評価

「有機化学(有機合成)」2020年度から担当した科目であり、2022年度は2年目の対面の授業を実施した。小テストを4回実施に減らした一方、学生が復習できるよう毎回復習クイズを設定し、学生の復習を促した。小テストで質問をうけたほか、moodleに質問窓口をもうけ、全ての質問に回答することで一方的な授業にならないよう工夫した。前年に講義内容がやや過剰な印象だったので、枝葉の知識を削除し反応機構的な思考と工業的な利用について紹介する時間をもうけた。また授業中に演習問題の時間を設けて授業内容を復習できるよう工夫したところ好評であった。期末試験勉強のため練習問題を提供し、学生の自律的な学習を促した。授業アンケートの結果は概ね好意的な回答が多かった一方、難しい、内容が多いという意見もあった。トピックをこれ以上減らすことは容易でないが、難しい内容を理解しやすく解説するためより工夫したい。アクティブラーニングにはなじまない科目と考えている。

「触媒反応化学」「Catalysis Chemistry」

毎回小テストを課し、その日の授業内容の理解度を確認した。化学工業界での応用例や、化学プラントの動画などを授業中に盛り込み触媒の実用化例を説明したところ好評であった。しかし期末試験の実施方法については反省すべき点が残ったと考えるので来年度は寄り学習効果上がるよう変更したい。授業アンケートは概ね好意的な回答が多かったが、コロナ禍のため工場見学を実施できないのが残念であった。

「化学実験 II」

2022年度は、感染対策を保ちながら実験規模を維持して実施した。一部の実験課題について、動画視聴とした一方、解説のための時間をとることで学生の理解度が深まったようである。また有機溶媒など危険のある物質を扱う上での知識や技術を学ばせることにも重点を置いた。学生が提出した1回目のレポートを採点し、フィードバックして次回以降よりよいレポートを作成するための指針とした。

「化学と生活 II」

全学共通科目であり、他教員との輪講で担当している。2022年度は対面で実施した。有機

化学の基礎と、有機化合物を用いた身の回りにある化学製品について解説した。オンデマンドであっても一方的な授業にならないように、学生からの日常の化学的な疑問に答えるようにして学生との双方向的な授業となるようにした。授業アンケートでも学生が感じている日々の疑問に化学的な見地から解説する授業は好評だったようだ。

「有機金属化学特論」

本講義は10年以上にわたって続けている大学院科目である。有機金属化学の基礎と、有機金属錯体の反応を学習し、さらにそれらを用いる均一系触媒反応の機構の説明をおこなった。さらに触媒的不斉合成について、その機構を説明した。また主だった有機合成的な触媒反応について解説し、その長所と短所について説明した。最先端の化学を毎年取り入れるようにしているが、来年度はさらなる更新が必要と感じた。

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) 物質生命理工学科長

(学外) 公益財団法人 総合工学振興財団 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。)
とくになし

所属 物質生命理工学科

氏名 鈴木 由美子

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： 有機化学, 有機合成化学, 創薬化学, 触媒化学, ケミカルバイオロジー

キーワード： 有機触媒, 医薬品, 天然物合成, 抗がん, 抗感染症, 蛍光物質

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。)

「有機分子触媒を利用した合成法の開発」

「ヘテロ環合成法の開発」

「生物活性天然物の合成研究」

「抗がん剤開発研究」

「蛍光性有機分子の合成」

「医療診断用造影剤の開発」

(中長期的展望)

抗菌活性を持つ citreamicin 類の AB 環と EGF 環の構築、D 環の構築を伴う C 環と DE 環の連結方法を確立し、本天然物の合成を達成する。合成的な観点からヨード造影剤分子の構造をデザインし合成する。キナゾリン蛍光団の理論・基礎研究および RNA の蛍光標識による可視化を目指した応用研究を行う

3. 2022 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。)

- ・ヨード造影剤の合成経路開発を行った。
- ・蛍光修飾ウリジンヌクレオシドを合成し、光物性を調べた。
- ・天然物 citreamicin 類 EFG 環の中間体を合成した。
- ・天然物 citreamicin 類の合成に向け、AB 環の連結方法を考案した。
- ・天然物 citreamicin 類の合成に向け、C 環と E 環の連結方法を考案した。
- ・有機触媒 NHC を利用したクロモンの官能基化反応を開発した。
- ・新規キノキサリン合成法を見出した。

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)

- ・「有機触媒及び金属触媒を活用した超薬理作用化合物の開発」
本学理工学部物質生命理工 学科・鈴木教之 教授，白杵豊展 准教授
- ・「蛍光修飾 RNA ヌクレオチドの開発」
本学理工学部物質生命理工学科・川口眞理 准教授

(学外共同研究)

- ・「新規蛍光物質の物理化学的性質に関する研究」
ENSICAN & UNICAEN, France, Dr. Bernhard Witulski
- ・「抗がん剤の開発研究」 静岡県立大学薬学部教授・浅井章良教授
- ・「新規診断薬の開発」 聖マリアンナ医科大学・松本伸行准教授

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。)

物質生命理工学実験 C, 医薬品化学 (生体分子と薬の有機化学), 先端工業化学と地球環境科学 (輪講), Organic Chemistry, 大学院特論 (医薬品設計・合成化学), 卒業研究 I・II, セミナール I・II, 化学ゼミナール IA・IIA, 化学ゼミナール IB・IIB, 大学院演習 IA・IIA, 大学院演習 IB・IIB, Graduation Research I, Seminar 1, Doctor's dissertation tutorial and exercise 4B, Doctor's dissertation tutorial and exercise 5A, Doctor's dissertation tutorial and exercise 3B, Doctor's dissertation tutorial and exercise 3A

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

「医薬品化学 (生体分子と薬の有機化学)」

毎回のリアクションペーパーと計 2 回の演習授業を開催した。中間試験の結果を受け履修中止する学生や、中間試験を欠席する学生がある程度存在した。これらの学生に学習意欲を促すことが課題である。一方、中間試験後も残った学生の期末試験平均点は高く、全体的によくできていた。

「Organic Chemistry」

受講生が講義内で活発に発言し、双方向の授業を行うことができた。練習問題にも積極的に自ら回答する学生が多く見られ、学習意欲の高さを実感した。

「有機化学特論（医薬品設計・合成化学）」

先取り履修の学部 4 年生も含め、全体的に他領域の学生が多く受講していた。医薬品化学に関する一般的・常識的内容を学習した後、受講生による当該分野の文献紹介を取り入れ、双方向授業を行うことができた。学生が主体的に文献を選び、プレゼンテーションを行った。受講生による活発な質疑応答が見られた。

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

（学内）学科カリキュラム委員、理工図書委員、研究機器 NMR 管理担当

（学外）日本化学会関東支部幹事

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

該当なし

所属 物質生命理工学科

氏名 高橋和夫

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： 環境化学，燃焼化学，工業物理化学，熱工学，安全工学，
化学熱力学，反応速度論，化学反応論，化学工学 など

キーワード： 次世代自動車エンジン，低炭素燃焼，スーパーリーンバーン燃焼，
次世代燃料，ハイパーブースト燃料，カーボンニュートラル，
カーボンフリー燃焼，アンモニア燃料，バイオ燃料，着火特性，
PM 生成，排ガス浄化，反応モデル，反応速度，水素爆発，急速圧縮機，
長加熱時間型高圧衝撃波管，飛行時間型質量分析器 など

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

『化学反応制御による低炭素およびカーボンフリー燃焼技術の構築とカーボンニュートラル燃料の開発』および『燃焼・爆発に関する安全工学的研究』という2大テーマで研究に取り組んでいる。前者の環境課題として、『大気汚染物質の低減』と『地球温暖化の抑制：二酸化炭素の排出削減』の2点が挙げられるが、これらの対策技術について従来の機械工学的アプローチではなく、化学反応という分子レベルでの新しい視点から開発・発展させる。具体的には、2030年温室効果ガス46%削減を達成するために超低燃費自動車エンジン用燃料の開発を行うとともに、2050年カーボンニュートラル実現に対応するため、アンモニアを燃料としたカーボンフリー燃焼に関する研究にも取り組んでいる。

一方、後者は人為的な災害のない安全な社会到来に向けての課題である。地球温暖化対策として自然エネルギーを利用して発電する際、その供給不安定性を解消する手段として水素エネルギーが注目されている。しかし、水素は化石燃料の成分である各種炭化水素に比べて可燃限界が極めて広く、容易に爆発する危険性がある。そこで、水素の貯蔵時および運搬時の爆発（着火）・火災を未然に予測・回避できるような信頼性の高い高圧反応モデルの構築に取り組んでいる。

以上の研究背景のもと、具体的なテーマとして次の8つの研究を行っている。

- ① スーパーリーンバーンエンジンに最適化した自動車燃料の開発
- ② ハイパーブースト効果および非線形混合効果を有する燃料の探索
- ③ ガソリン成分燃料の着火特性評価と燃料感度の解明
- ④ カーボンニュートラル燃料として期待されるバイオ燃料および e-fuel の研究

- ⑤ カーボンフリー自動車エンジン（アンモニア燃料）の着火特性改善に関する研究
- ⑥ カーボンフリー自動車エンジン（アンモニア燃料）の排ガス浄化に関する研究
- ⑦ ディーゼル車から排出されるすす等の粒子状物質（PM）の生成メカニズム解明
- ⑧ 再生可能発電のエネルギーキャリアである水素の爆発災害を予知・回避することができる高圧酸水素着火反応モデルの構築

3. 2022 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 スーパーリーンバーンエンジンに最適化した自動車燃料の開発

スーパーリーンバーンエンジンは 50%を超える究極の熱効率が期待できるが、ノッキングと火炎伝播の不安定性が課題である。相反するこれら 2つの課題を解決する燃料を開発するために、高圧衝撃波管の高圧室を増設して高温持続時間を従来の 11 ミリ秒から 32 ミリ秒に延長することにより、低温から高温までの幅広い温度領域で連続的に燃料性能を評価することに成功した。この装置を用いて既存ガソリンに複数の炭化水素を複合添加することにより、耐ノック性能と安定した火炎伝播を両立させた燃料設計が可能であることを示すとともに、スーパーリーンバーン用自動車燃料コンセプトを提案した。

関連テーマ 『高圧衝撃波管の高温持続時間延長と低温着火研究への応用』

『高圧衝撃波管による自動車エンジン高効率化のための新規ガソリンサロゲートの性能評価』

② ハイパーブースト効果および非線形混合効果を有する燃料の探索

ある燃料成分をベース燃料に混合させると混合前のオクタン価を上回る燃料性能を発揮する“オクタンプースト燃料”の研究をすすう、め新規着手した。具体的には、オクタンプースト効果を示すプレノールの着火遅れを高圧衝撃波管を用いて計測し、枝分れオレフィン構造とヒドロキシ基が優れた燃料特性を示す要因であることを明らかにした。その他に、パラフィン系のベース燃料にエタノールを添加した際の自着火に及ぼす非線形混合効果を見出し、今後の燃料設計において重要な知見を得ることができた。

関連テーマ 『高圧衝撃波管によるオクタンプースト燃料の着火遅れ計測』

『PRF 自着火に及ぼすバイオ燃料の非線形混合効果』

③ ガソリン成分燃料の着火特性評価と燃料感度の解明

燃料・燃焼の組合せによる熱効率改善、排出ガス低減ポテンシャルを把握し、将来の燃料・燃焼の方向性を探索することを目的として、既存ガソリン成分および将来有望視されている各種炭化水素の燃焼特性を幅広い温度領域で計測した。具体的には直鎖・枝分れパラフィン、シクロパラフィン、直鎖・枝分れオレフィン、芳香族、含酸素炭化水素等の多岐にわたる燃料成分を調べ、化学構造と自着火および火炎伝播特性の関係を明確にした。

関連テーマ 『ガソリン成分炭化水素の化学構造と自着火特性の解明』
『高圧衝撃波管を用いた軽質オレフィン自着火特性評価』

④ カーボンニュートラル燃料として期待されるバイオ燃料および e-fuel の研究
バイオ燃料であるエタノール、エチルターシャルブチルエーテル(ETBE)に加え、再生可能エネルギーを用いた持続可能な合成燃料である e-fuel の着火研究に新たに着手した。具体的には e-fuel 候補物質として注目されているジメチルカーボネート(DMC)の着火遅れを高圧衝撃波管を用いて計測し、反応モデルの検証および最適化を行った。

関連テーマ 『バイオ燃料の自着火特性と化学構造との関係解明』
『高圧衝撃波管を用いた e-fuel 候補物質の着火遅れ計測』

⑤ カーボンフリー自動車エンジン（アンモニア燃料）の着火特性改善に関する研究
アンモニア直接燃焼（カーボンフリー燃焼）を自動車エンジンに応用する際の課題として着火性・燃焼性の乏しさが挙げられ、これらを克服するための着火・燃焼の促進制御技術が必要となる。そこで、エンジン燃焼を想定した高圧かつ高濃度アンモニアの自着火特性を、衝撃波管実験により世界で初めて明らかにするとともに、同条件下でアンモニア自着火タイミングを予測することができる詳細反応モデルを開発した。得られた詳細反応モデルに基づくシミュレーション計算により、わずか数%のプロパンを添加するだけで、アンモニアの自着火特性を劇的に改善できることを見出した。この予測を衝撃波管実験で実証することにより、簡便かつ合理的なアンモニア自着火の化学的制御法を提案した。

関連テーマ 『アンモニアエンジン開発のため化学的アプローチ—アンモニア自着火特性の解明と制御—』

⑥ カーボンフリー自動車エンジン（アンモニア燃料）の排ガス浄化に関する研究
アンモニア自動車エンジンからの排ガス浄化の研究を新規に着手した。燃料アンモニアには窒素が含まれているので、燃焼改善により抑制することが困難である fuel-NO の生成が避けられない。これに加え、燃料アンモニアは難燃性であるため、数 1000ppm のアンモニアが燃焼されずに排ガス中に残留する。このように、酸化性ガスである窒素酸化物と還元性ガスである残留アンモニアを同時に浄化するための技術を検討した。その結果、現在ディーゼルエンジンの NOx 浄化に実用されている SCR 触媒を用いて、処理温度と残留酸素量をコントロールすることにより、同時浄化が可能であることを実証した。

関連テーマ 『アンモニアエンジン燃焼排ガス中の窒素酸化物と未燃アンモニアの同時浄化』

⑦ ディーゼル車から排出されるすす等の粒子状物質（PM）の生成メカニズム解明
前年度に引き続き真空紫外レーザー光イオン化飛行時間型質量分析器を用いて、バイオエタノールやエチルターシャルメチルエーテル(ETBE)等の含酸素炭化水素燃料の PM 前駆体(PAH)の生成メカニズムの違いを明らかにした。

関連テーマ 『高温反応流通管—レーザーイオン化 TOFMS による PAH および

すす生成過程の検討』

- ⑧ 再生可能発電のエネルギーキャリアである水素の爆発災害を予知・回避することができる高圧酸水素着火反応モデルの構築

前年度に引き続き水素燃料に各種炭化水素が混入したときの着火特性への影響について、衝撃波管を用いて評価するとともに既存反応モデルの検証と最適化を行った。

関連テーマ 『衝撃波管を用いた酸水素の着火特性評価ー着火誘導期に及ぼす各種炭化水素の混入効果ー』

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。）

学内共同研究：Sophia Open Research Weeks 2022 ポスター展示（2019-2021 年度学術研究特別推進費重点領域研究）、上智大学地球環境研究所所員

学外共同研究：自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）グリーンイノベーション（GI）事業、石油連盟・日本自動車工業会 AOI 研究プロジェクト

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

講義実験科目：理工学概説、物理化学（平衡・速度論）、燃焼科学と環境、地球環境と科学技術Ⅱ、理工基礎実験・演習（基礎化学実験）、つくるⅠ（コーディネーター）、応用化学特論（大学院科目）

ゼミ演習科目：卒業研究Ⅰ・Ⅱ、ゼミナールⅠ・Ⅱ、リサーチトライアルⅡ、大学院演習Ⅰ・Ⅱ、応用化学ゼミナールⅠ・Ⅱ

テキスト作成：2022 年度理工基礎実験・演習テキスト

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

理工学概説（輪講・3回分担当、対面）：持続可能な社会の形成における科学の役割というテーマで、環境対策技術に結びつく科学（主に化学）の基礎から応用までの最先端の研究動向を解説した。特に、発電の地球温暖化対策についてスポットをあて、①地球温暖化現象と防止のシナリオ（国際的枠組み）、②発電における温暖化対策技術Ⅰーエネルギー概論および火力発電の高効率利用、③発電における温暖化対策技術Ⅱー燃料電池・再生可能発電の将来と原子力発電のリスクとメリットについて講義を行った。授業アンケートでも高い評価を得ることができ、一応の成果を収められたものと考えている。

物理化学（平衡・速度論）（オンデマンド）：基礎科目であることを考慮して毎時間演習問題を行い、受講生の理解度を高めることに努力した。授業アンケートでも高い評価を得ることができ、一応の成果を収められたものと考えている。しかし、当初予定したコンピュータを用いた実習がオンデマンド授業のために行えなかったため、次年度の課題として検討する必要がある。

燃焼科学と環境（オンデマンド）：講義ノートおよび講義スライドを事前配布し、学生の手許において授業を行うとともに、演習問題を解かせて学生の理解度を高めることに努めた。授業アンケート等の結果から、これらの工夫は一応の成果を収めたと考えているが、理系の専門科目において受講者 224 名（2022 年度）は多過ぎであり、演習等できめ細かい指導を行うには限界があった。次年度は人数を制限して開講することを検討している。

地球環境と科学技術Ⅱ（輪講・1 回分担当，オンデマンド）：『自動車の地球温暖化と内燃エンジンの高効率化』というタイトルで、自動車の地球温暖化対策び最先端技術の紹介と今後の動向について解説した。リアペに課した授業アンケートでも高い評価を得ることができ、一応の成果を収められたものと考えている。

つくるⅠ（コーディネーター，対面）：2021 年度はコロナの影響でリアルタイムオンライン形式だったが、2022 年度は対面で理工学部 OB、OG の経験談に基づく授業が行われた。2022 年度から全学共通科目の履修単位制限が厳しくなったため、受講者数が激減した。オンデマンド授業にする等、開講形式を検討する必要がある。

理工基礎実験・演習（基礎化学実験，対面）：本実験科目は新入生向けの理工学部全学科必修科目である。これまでに化学実験を経験していない学生も多いため、薬品やガラス器具の取扱いを含む安全教育を第一に実施した。その上で、基本操作・単位操作を中心に化学実験を基礎を習得できるように指導した。

応用化学特論（大学院科目，対面）：本科目は隔年開講科目であり、2022 年度は本学学部カリキュラムには授業が極端に少ない（機能創造理工学科に 1 科目あるのみ）化学工学に関する授業を行った。コロナの影響により、例年最終授業（2 回分）で実施していた石油・石油化学プラント見学の中止が余儀なくされたのは残念であったが、化学を専門にするものの化学工学という学問分野を知らなかった本学学部出身の大学院生にとって大きく役立つものと考えている。

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）： 大学院応用化学領域主任，放射線取扱主任者代理，予算委員，
その他非公開委員，体育会自動車部顧問

（学外）： 日本衝撃波研究会幹事，国際衝撃波学会会員，日本燃焼学会会員，

自動車技術会会員，日本化学会会員

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

以 上

所属 物質生命理工学科

氏名 竹岡 裕子

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： 高分子化学、機能性高分子、材料化学

キーワード： π 共役系高分子、生分解性高分子、ペロブスカイト型化合物、
バイオマテリアル、人工骨、バイオセンサー、太陽電池

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。)

「有機無機ペロブスカイト化合物を用いた光デバイスに関する研究①」、「生分解性高分子を用いたバイオマテリアル②」、「 π 共役系高分子を用いたバイオセンサー③」というテーマで研究に取り組んでいる。

①に関するテーマとして以下の研究がある。

「機能性有機アミンを用いた有機無機ペロブスカイト型化合物の配向性制御」(大学院)

「有機無機ペロブスカイト太陽電池にむけたホール輸送材料の開発」(学部)

「円偏光発光性を有するペロブスカイトナノ粒子の作製」(大学院)

②に関するテーマとして以下の研究がある。

「生分解性高分子と水酸アパタイト複合体を用いた軟骨材料の開発」(大学院)

「自己修復能を有する生分解性高分子の開発」(大学院)

③に関するテーマとして以下の研究がある。

「カチオン性ポリチオフェン誘導体のバイオセンサーへの応用」(大学院、学部)

「菌検出を目指した π 共役系高分子の開発」(学部)

(展望)

「光、バイオ分野への応用を目指した材料開発」というテーマで研究に取り組んでいる。主に①について展望を示す。ペロブスカイト太陽電池(PSC)は簡便かつ廉価な材料で作製でき、25%以上の高発電効率を示し、次世代太陽電池として注目を集めている。本研究では現状、耐久性に問題があるペロブスカイト太陽電池の安定性を高める目的で研究を行っている。具体的には主に PSC に用いられる三次元ペロブスカイト化合物と比較して、安定性の高い長鎖アルキルアミンからなる二次元(2D)ペロブスカイト化合物の研究を行った。本研究では分子構造と薄膜作製法の制御により、『垂直配向性の高い 2D 化合物薄

膜を作製し、電池性能と安定性を両立した PSC の作製指針を得ることを目的として研究を行っている。加えて、さらに安定性を高める目的として経時安定性の高いホール輸送材料の開発を行い、ペロブスカイト太陽電池のホール輸送層への導入を検討している。

3. 2022 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。)

2022 年度の学会発表総件数は、国内 38 件、国際 2 件である。そのうち招待講演 (国内) は 5 件、招待講演 (国際) は 2 件である。論文採択件数は 3 件である。

- ① 有機-無機ペロブスカイト型化合物中に適切な官能基を導入し、垂直配向性への影響を検討した。
- ② 有機-無機ペロブスカイト型化合物を用いた水素発生に成功した。
- ③ 生分解性高分子の機能性を向上させるため、主骨格にハロゲンを含むユニットの導入に成功した。

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

(学内)・2021 年度学術研究特別推進費「自由課題研究」

「有機-無機ペロブスカイト化合物の配向制御と太陽電池への応用」
理工学部機能創造理工学科 江馬一弘教授との共同研究

(学外)・ペロブスカイト化合物についての研究

浜松医科大学 三浦康弘教授との共同研究
大阪大学 藤井彰教授との共同研究

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

基礎化学, 化学実験 II, Chem. Lab II
ゼミナール I, II, Seminar II, 高分子化学, Polymer Chemistry
応用化学ゼミナール IA, IIA, IB, IIB
大学院演習 IA, IIA, IB, IIB, 高分子合成特論

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

記入してください。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

「基礎化学」：授業はシラバスに沿って進められた。2 クラスと同時開講のため、進度の調整を行い、差が出ないように工夫した。2022 年度も同様に連携を図りたい。

「高分子化学」随所に研究紹介や理解を促進するための動画も利用し、講義内容に興味を持ってもらう工夫を行った。受講生の習熟度は高く、反応は概ね良かったと言える。

「Polymer Chemistry」前年度までは Zoom 実施であったため、初めての対面講義となった。伝わりやすい英語を意識して実施した。

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

(学内) 全学教育企画会議 委員

教員評価運用改善検討ワーキンググループ 委員

学術研究特別推進費審査委員会及び研究評価委員会 委員

理工学部新英語コース立案委員会 委員長

理工カリキュラム委員会 委員

理工自己点検・評価委員会 委員

2020 年次生クラス主任

理工就職担当教員 (主担当)

機器担当委員 (元素分析・TOF-MS)

(学外) 日本学術会議第 25 期 連携会員

日本学術会議 化学委員会・化学企画分科会

「科学技術立国を支える化学系博士人材の育成支援小委員会」 幹事

応用物理学会 理事

第 70 回応用物理学会春季学術講演会 現地実行委員

高分子学会 行事委員会 副委員長

高分子学会 超分子研究会 副委員長

高分子学会 コンテンツ・HP 委員会 委員 (～2022 年 5 月末まで)

高分子学会 男女共同参画推進委員会 委員

第 71 回高分子討論会特定テーマセッションオーガナイザー

日本化学会 月刊誌「化学と工業」 編集幹事委員

日本化学会 第 12 回 CSJ 化学フェスタ 実行委員

日本太陽光発電学会 理事

日本太陽光発電学会 Women in Photonics 分科会幹事

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

アウトリーチ活動として、下記を行った。

1. 上智大学英文広報誌、Vol.14、2022年9月発行
2. 光塩女子学院高等学校 出張講義、2022年11月19日

所属 物質生命理工学科

氏名 田中 邦翁

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： プラズマを用いた固体表面の改質および薄膜形成

キーワード： プラズマ化学，大気圧グロープラズマ，表面改質，薄膜堆積

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。）

「マイクロ波放電による二酸化炭素の分解処理法の開発」

「大気圧グロープラズマを用いた粉体処理法の開発」

「大気圧グロープラズマと加熱圧着を併用した無接着剤ラミネート法の開発」

（展望）

二酸化炭素の排出削減は急務となっているが、産業によってはCO₂の発生が避けられないものもある。その場合、他の手段で二酸化炭素を別な物質に転換する必要がある。その転換手法の一つとして、マイクロ波放電を用いた方法が研究されている。本研究においても、将来的にマイクロ波放電の発生法を検討することによって高いエネルギー効率を目指している。現状は、その基本となるデータの蓄積を行っている段階である。

大気圧グロープラズマは、低圧グロープラズマの気体温度が低温で、空間的に均一、活性種の密度が比較的高いという特徴を持つプラズマを大気圧下でも発生させることができることから、近年では多くの製造業で大気圧グロープラズマの活用についての検討が行われ、実用化も実現している。

粉体表面の改質は古くから行われているが、近年のナノオーダーにおける製品開発に伴い、従来にはない粉体表面処理法（ドライプロセス）が望まれており、その一つの解決法として大気圧グロープラズマの利用が挙げられる。特に、粉体を処理する過程でウェットプロセスがあると、格段に粉体の処理が困難になることから、ドライプロセスであることは非常に強く望まれている。

広く使われている包装材料は、複数種類のポリマーフィルムを接着剤で貼り合わせて作られている。用途によっては、ごく微量に残留しているその接着剤の溶媒や接着剤自身が包装している内容物へ悪影響をおよぼす（薬など）ことがある。また、他にも化学的に安定なポリマー素材を接着するには、強力な反応性を持った接着剤を必要とすることが多いため、その反応性の高さが新たな問題を引き起こしたり、その様な接着剤は多くの場合高

価なので、製品価格の上昇に繋がってしまう。そこで、接着剤を使わなくてもプラズマ処理と加熱圧着を併用することでポリマー素材同士が接着することができることを見出した。現時点では、この手法がどこまで適用できるのか、また処理ガスをヘリウムからアルゴンに変えて処理価格の低減が可能あるかの検討を行っている。

3. 2022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。）

- ・ 論文発表 2件
- ・ 国際会議発表 1件

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：企業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。）

物資生命理工学(化学), 固体表面科学, 物質生命理工学実験(C)
卒業研究, ゼミナール, 電離気体反応論

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

物資生命理工学（化学）の授業では、理解を深めるために授業中に演習問題を解かしている。演習の内容の見直しを行ったところ、テストの成績に一定の効果が見られた。

固体表面科学では、その日の授業内容についてリアクションペーパーを提出させることによって、きちんとノートをとることについて効果が出ていると見受けられる。

シラバスの内容にほぼ沿って授業を行うことができた。

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

(学内)

無し

(学外)

無し

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

特になし

所属 物質生命理工学科

トマス モーガン レスリー
氏名 THOMAS Morgan Leslie

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：グリーンサステイナブルケミストリー、電気化学

キーワード：イオン液体、濃厚電解液、二酸化炭素、電気化学エネルギー貯蔵装置

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。）

- ・ イオン液体・濃厚電解液の研究
- ・ 新規電解液中の二酸化炭素酸化反応

近年、電気自動車のようなクリーンエネルギー技術実現のための解決策を支援する、新しい未来の電池の製造が期待されています。そのために、新奇な電解液（イオン液体と近年開発された濃厚電解液）に着目し、リチウム電池デバイス用の新しい電解液の更なる開発を進めています。

私の研究では、溶媒や反応剤としての二酸化炭素の利用に着目し、中でも、二酸化炭素の電気化学反応をどのように制御するかを考えています。このようなシステムの開発によって二酸化炭素排出削減を目指し、研究に取り組んでいます。

3. 2022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。）

論文数：1 報

2019年4月、本学に入ってから新しい研究テーマの予備的な実験・計算を始めました。2022年度については、このように進みました。

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。）

本学に着任してから、物質生命理工学科の長尾先生、南部先生、藤田先生、三澤先生との共同研究を始めました。

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

【学部】春学期：

Basic Chemistry {複数同時担当}、English for Science / Engineering (Environment)、Inorganic Chemistry (Analytical Chemistry)、Materials and Life Sciences Lab. B

【学部】秋学期：

Outline of Science and Technology、Instrumental Analysis、Topics of Green Science 2、Materials and Life Sciences Lab. C、Chemistry Lab. 1

【大学院】春学期：

Green Science and Engineering 2 {輪講}

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

学生のアンケート結果は、本学の平均と同等、または平均を上回っており、ほとんどよいと思いましたが、昨年と同じように学生にも建設的な批評の提供を強く奨励しました。来年度の教育活動のため、学生の経験と期待に関するコメント（コース終了時のアンケート、および学生の発言に基づく）を考慮し、クラスを継続的に改善します。2021年度から行った反転授業は学生に好評だったので、2023年度も行う予定です。2022年度からは、コース開始時および終わりに独自のアンケート（コースコンテンツについての理解・経験など）を行いました。学問は確認できました。

講義では、演習を多く使用して、学生がコンセプトに自信を持つことができるように努めます。自主学習のため、2022年度は数々の課題と解答を準備しました。2023年度もできるだけ、アクティブラーニングの比率を増やすようにします。講義・学生実験では、学生のトランスファラブルスキルの上達にまた努めます。

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）

4月：化学物質安全講習（英語版）・高圧ガス講習会講習（英語版）の発表

9月：高圧ガス講習会講習（英語版）の発表

10月：UIF Sophia “SDGs x Innovation Sparker 2022”：judge

（学外）

なし

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

通年：提出された2件の論文のピアレビューの実施

通年：日本ボーイスカウト神奈川連盟 横浜第●●団育成会 会員

10月：（横浜市都筑区）つづき国際交流 café ワークショップ（ボランティア活動）

3月：（横浜市都筑区）つづき MY プラザ プラザまつり（ボランティア活動）

所属 物質生命理工学科

氏名 長尾宏隆

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：遷移金属錯体化学、生物無機化学、電気化学

キーワード：ルテニウム錯体、含窒素化合物、ピリジン化合物、酸化還元反応、
小分子の活性化、窒素固定、水の酸化、重合反応触媒、二酸化炭素の還元

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。）

「小分子の活性化、変換を目指した遷移金属錯体の創製と反応場構築」

- ・遷移金属錯体を反応場とした人工窒素サイクルの構築をめざした反応の開発
- ・遷移金属錯体の酸化還元に伴う小分子の活性化
- ・多核フレームワークを有する錯体の合成と反応
- ・遷移金属錯体を触媒とする二酸化炭素還元反応

（展望）

遷移金属錯体は複数の酸化状態をとり、酸化還元活性である。遷移金属錯体を安定な小分子やイオン（分子状窒素などの含窒素化合物、水や二酸化炭素など）を高エネルギー物質へ変換する反応場として、あるいはエネルギー源や資源として用いることを目的とした研究を行っている。遷移金属錯体を反応場として用いることにより、反応の選択性やより温和な条件での反応が期待できる。遷移金属錯体の金属中心としてルテニウム、鉄、コバルトを有する錯体の合成を行ってきた。基質分子やイオンを遷移金属錯体上に固定化するために、遷移金属錯体を最適な電子状態に制御する必要があり、中心金属に配位する配位子（分子やイオン）を適切に組み合わせることにより電子状態を制御している。金属中心間の電子的な相互作用と連動させることにより、酸化還元を伴った物質変換を行うことができる。様々な化学形態の窒素を含む化合物(含窒素化合物)は、環境、生物や工業的に重要な化合物があり、より環境負荷の小さな条件での変換反応の開発が求められる。これまで継続的に、含窒素化合物変換能あるいは二酸化炭素還元能を有するルテニウム錯体の創製と反応性に関する研究を行ってきた。自然界や化学工業プロセスでは、これらの含窒素化合物の循環において変換過程で生成するエネルギーあるいはこの化合物自身が利用されている。形式的酸化数の異なる含窒素化合物間の変換反応場として必要な金属錯体の物性や特徴を明確にすることを目的として、できる限り“温和な条件”で反応を誘起する反応

場の構築と反応機構解明を主眼に研究を推進している。窒素を含む小分子変換や水の酸化に合致したルテニウム錯体を設計・合成を目指している。遷移金属錯体を多核化することにより、多電子反応に対応した反応場の構築をめざす。対象とする化合物の化学変換反応に必要な多電子・多中心反応を可能にするルテニウム錯体の多核フレームワークの創製を目指している。これらの目的を達成するために、錯体の設計により最適な物性を有する遷移金属錯体を合成と遷移金属錯体の構造を支える新たな支持配位子の設計についても検討を続けている。

3. 2022 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) 窒素-窒素結合解裂反応のモデル反応として、ルテニウム錯体上に固定したアゾ化合物の反応を検討した。電子状態の異なるフェニルアゾフェニラトルテニウム錯体を合成するため、(i)アゾ化合物としてフェニル基上に置換基を有するジフェニルアゾ誘導体を用いた反応、(ii)無置換のフェニルアゾフェニラトルテニウム錯体のフェニラト配位子をニトロ化反応により錯体を合成した。錯体の電子状態を分光学、および電気化学的手法により評価した。

(2) ルテニウム錯体上のアミン類の変換を目指して、アニリンルテニウム錯体の合成と反応を検討した。ルテニウム (III) 状態を安定にするピリジルアルキルアミノ酢酸イオンを支持配位子とするアニリンルテニウム錯体を合成した。水溶液中での酸化還元挙動および塩基性条件での反応を検討した。アニリンのフェニル基上で炭素-水素結合の活性化に伴い炭素-酸素結合が形成し、アミノキノンが生成した。

(3) 一電子還元された状態の一酸化窒素 (ニトロシル) がルテニウム間を架橋したルテニウム二核錯体と酸とのアセトニトリル中の反応を利用して、安定なニトロシルルテニウム単核錯体を合成した。この錯体は、電子受容性のアセトニトリルを2つ有し、これまでに合成されている類似の錯体の中で最も反応性の高い錯体であることが赤外吸収スペクトルおよび電気化学測定により明らかになった。配位しているアセトニトリルは水やアルコール中で直ちに反応し、アミド錯体に変化した。

(4) 多電子反応のメディエーターとなるルテニウム二核錯体の創製を目的として、ピラジンが架橋したルテニウム二核錯体を合成した。前駆体となるピラジンルテニウム単核錯体の合成も行った。構造や電気化学挙動を明らかにした。さらに高次の多核錯体を合成するため、反応性についても検討した。

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。)

・物質生命理工学科 神澤信行教授とルテニウム錯体の生物活性に関する研究のために、ルテニウム錯体の合成を担当した。

- ・物質生命理工学科 南部伸孝教授とルテニウム錯体の物性評価の一つとして分子軌道計算に関する共同研究を行った。
- ・物質生命理工学科 藤田正博教授とルテニウム錯体を用いた触媒反応の開発をめざして、反応メディアとしてイオン液体を用いた反応の開発を継続的に共同研究として進めている。

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。)

全学科目：化学と生活 III (環境と生命)

理工共通科目：基礎化学、無機化学(無機元素化学)

学科科目：化学実験 I、生物無機化学、ゼミナール、化学演習、リサーチトライアル

大学院科目：無機化学特論(錯体化学)、

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

全学共通科目「化学と生活 III」

講義4回を担当した。理工学を専門としない学生に対して、中学以来に科学(化学)に触れた場合でも化学に興味を持てるように身近な話題を織り交ぜて講義を行った。講義内のリアクションペーパーの内容から多くの学生から興味を持ったことがわかった。

物質生命理工学科必修科目「基礎化学」

高校時代の化学と大学における化学の違いを明らかにし、化学を専門としていく上での必要な基礎事項の修得を目指して講義を行った。重要な内容については演習をおこない理解の程度を確認しながら進めた。多くの学生は目標を達成したと考えられるが、興味を持って取り組めていない学生に興味を持たせることは今後の課題である。

理工共通 II 群科目「無機化学(無機元素化学)」

基礎と専門を繋ぐ科目であり、学生の理解度を把握するため、ほぼ毎回の演習問題を実施した。演習の回答を詳細に解説することにより講義のポイントなる箇所を理解させた。単なる知識の記憶にならないように注意した。

専門科目「生物無機化学」

境界分野となる生物無機化学では、できる限り周辺分野との関連について解説しながら講義を進めた。身近な現象や反応に基づいて遷移金属錯体の役割を解説することで、学生の興味を引きつけることができた。しかし、ほとんど興味を示さない学生に対する対応が難しいところである。

学生実験「化学実験 I」

学生の課題に対する理解と実験技術の習得のため、個々の学生と直接に話をすることを積極的に行った。単に実験するだけでなく、関連する分野を意識することの重要性について伝えた。

自由科目「リサーチトライアル」

これまでの正解のある課題についての取り組みと異なり、自ら新しい研究に取り組みを経験させるため、一対一で実験手法や結果の解釈について学生と共に行った。実験の経験だけでなく、積極的に考えることができた与学生より好評価であった。

大学院科目「無機化学特論(錯体化学)」

金属錯体に関わる身近な反応や現象と関連させながら、無機化学、有機化学、生物化学、触媒化学などの境界領域としての錯体化学の位置づけについて理解し、これらの専門知識に基づいて合理的な思考について解説できた。大学院生とできるだけ発言を求めているが、偏りがある点は改善が必要である。

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) 化学領域主任、推進委員会委員、理工広報委員長、理工広報 WG 委員、理工カリキュラム検討委員会委員、教学アセスメント委員、物質生命理工学科機器担当委員

(学外) なし

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

特になし。

所属 物質生命理工学科

氏名 南部 伸孝

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： 理論化学, 計算化学, 機能分子の解明と設計, 地球化学

キーワード： 非断熱現象, 光化学, 理論分子設計, 大気化学, 同位体濃縮現象など

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。)

主に、非断熱 *ab initio* (非経験的)分子動力学を実施した。具体的には以下に示す。3つのサブプロジェクトを実施している。

1. 「星間分子雲における低温イオン化学研究の新展開」(岡田邦宏教授との共同研究)
2. “Intersystem Crossing Reaction for Fluorescent 10-Methyl-9(10H)-Acridone via Dioxetanone Intermediates: On-the-Fly Nonadiabatic ONIOM Molecular Dynamics with Particle Mesh Ewald Method and Thermodynamics Simulations” (上智大学 PD との共同研究)
3. 「純粋トンネルと非断熱トンネルがもたらす半古典分子動力学シミュレーション法の開発」(台湾国立陽明交通大学物理研究所 寺西慶哲 副教授との共同研究)

[中長期的展望]

非断熱現象は物質が変わるときに不可欠な現象であり、その動力学理論は機能性素材のカギとなる分子機能・生化学へ新たに应用されることにより、20世紀では不明であった現象が、今世紀に入り確実に解明されつつある。そこで、昨年度に引き続き凝縮相および生体内分子反応を対象に、反応場となる凝縮相の特性までをも考慮しながら、反応特性の解析と予測を行った。そして、化学・応用化学における独自の理論分子設計と生化学における革新的なバイオマーカーがもたらす生体内代謝過程のより詳細な解明の基礎となる理論の確立を目指す。

一方、2016年度より台湾の研究者と共同でトンネル理論の再構築を目指す。トンネル理論は、これまで沢山報告されている。しかし、系の自由度が増すにつれ困難となる。特に凝縮相における理論的取り扱いが不明のままである。そこで、非断熱 *ab initio* (非経験的)分子動力学で培った経験を活かし、半古典軌道近似を用いる試みを実施している。また、非断熱遷移の理論との統合を目指す。さらに得られる成果により、凝縮相においてもほぼすべての量子効果を考慮した *ab initio* MDシミュレーション法による機能分子設計の実現を最終的な目標とする。

3. 2022 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。)

下記に示す 2016 年度のテーマを引き継ぎ、量子効果を多自由度系においても効率よく扱うための理論およびプログラム開発を進め、具体的な系へ応用した。

テーマ(1) Zhu-Nakamura 非断熱公式を用いた古典軌道ホップ法 (ZN-TSH 法)

テーマ(2) 周期境界条件および Particle-Mesh Ewald 総和を、諸熊らが開発した ONIOM 法へ導入し、さらに発展させた PME-ONIOM-MD 法

サブプロジェクト 2 において、一重項・三重項による項間交差を考慮した非断熱 *ab initio* MD プログラムを作成し、実験により詳細な解析が進められているメチルアミンの光分解過程およびジオキセタン構造を伴うアクリドン分子の化学発光メカニズムへ応用を試みた。

本年度は昨年度に引き続き、かなり厳密な方法に基づきスピン軌道相互作用 (SOC) の計算評価を主に行い、それに伴う項間交差の理論的扱いの開発と内部転換過程を同時に考慮するプログラム開発を実施した。その結果、項間交差による電子状態のホップがどこで起きるか明確な答えを得ることが出来た [T. Murakami, S. Nanbu*, “Chapter 1 Intersystem crossing reaction for fluorescent 10-methyl-9(10H)-acridone via dioxetanone intermediates: on-the-fly nonadiabatic ONIOM molecular dynamics with particle mesh Ewald method and thermodynamics simulations” in C. Zhu (ed), “Time-Dependent Density Functional Theory: Nonadiabatic Molecular Dynamics”, Jenny Stanford Publishing, 1-38 (2023), ISBN 9789814968423.]. 是非、この主たるメカニズムを、世界に先駆けて宣伝したいと感じている。

その一方生憎、新型コロナウイルスの蔓延により、2022 年度も研究は進展が少し滞った。国内開催の研究会や学会への参加を控えた。特に国際会議に参加し、生の意見をj得る機会を大きく失ってしまっている。

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

- ① 2018 年度～2022 年度 文部科学省 基盤研究 (B) 「星間分子雲における低温イオン化学研究の新展開」 代表者 岡田邦宏 (上智大) 分担者 南部伸孝 (上智大)
- ② 2021 年度～2023 年度 文部科学省 基盤研究 (C) 「肝細胞造影能を持つ新規 X 線造影剤の特性検討」 代表者 岡田邦宏 (聖マリアンナ大) 分担者 南部伸孝 (上智大)
- ③ 令和 2 年度～令和 3 年度 学内共同研究 学術研究特別推進費 「柔粘性結晶のイオン伝導機構解明とフレキシブル蓄電デバイスの開発」 代表 藤田正博 (上智大) 分担者 南部伸孝 (上智大)

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

① 講義・実験等：

春学期

卒業研究I, GRADUATION RESEARCH 2, ゼミナール I, SEMINAR 2, <理工共通>科学技術英語 (化学), 化学と生活 I-物質の理解-, 理論分子設計, 化学ゼミナール IA, 化学ゼミナール IIA, 大学院演習 IA, 大学院演習 IIA, 研究指導 (学士課程 1 年), MASTER'S THESIS TUTORIAL AND EXERCISE 1B, THESIS GUIDANCE, SEMINAR IN GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 1B, 研究指導 (修士課程 2 年), DR. DISSERTATION TUTORIAL AND EXERCISE 3B, DR. THESIS GUIDANCE, 物理化学実験, PHYSICAL CHEMISTRY LAB.

秋学期

卒業研究 II, 化学ゼミナール IB, 化学ゼミナール IIB, 物理化学特論 (理論化学), ゼミナール II, 大学院演習 VB, 大学院演習 IB, 大学院演習 IIB, PHYSICAL CHEMISTRY, THEORY-AIDED MOLECULAR DESIGN, MASTER'S THESIS TUTORIAL AND EXERCISE 2A, SEMINAR IN GREEN SCIENCE AND ENGINEERING 2A, DR. DISSERTATION TUTORIAL AND EXERCISE 4A

(合計 31 コマ)

② 自主ゼミ等: 「新しい量子化学上巻」の輪読 (春・秋学期) (4 年), 「UNIX OS と Fortran95 言語」の演習 (春学期) (4 年), 「Gaussian16 および Amber16」の計算演習 (春学期) (4 年), 「Theories of Molecular Reaction Dynamics」および「Theory and Application of Quantum Molecular Dynamics」の輪読 (春・秋学期) (4 年), 「Molecular Quantum Mechanics」の輪読 (春・秋学期) (4 年, M2), 「量子力学を学ぶための解析力学入門」の輪読 (春・秋学期) (4 年, M2), 「The calculation of atomic and molecular spin-orbit coupling matrix elements」の輪読 (春・秋学期) (4 年, M2), 週一回のグループセミナー, 1・2 月に 3 回程度実施の卒研・修論発表練習会

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

2016 年度より、理工学部理工学部共通科目 物理化学 (分子科学) (2 年次生) および理論分子設計 (3 年次生) の授業において、ロヨラに記載されるシラバスおよび講義ノートを英語化し、引き続き実施した。(授業自体は、日本語と英語をミックスさせている) 2017 年度は、極端に本科目を選択する学生数が減ったが、2018 年度は履修者が 5 倍に増加し、驚いていた。しかし、2022 年度は 2021 年度と同等で 20 名程度あった。また選択科目ではなく、必修科目で英語化を導入すべきと思われる。

上記とは別に、GPA×単位数で研究室が決定されるため「楽単」と言われる科目に集中し、学ばなければいけない時期にその機会を逸し、4 年生で他大の入試を受けるから先生の授業を取得したいと現れる始末である。3 年次に進学する際に、化学/応用化学/物理/生物の四つの分野を学生はまず選択し、そこから専門科目関連の授業を受講させ、3 年次の秋学期

から卒研配属を決めさせるべきかもしれない。

最後に英語コースの問題は、とにかく科目数が少なすぎる。教員全員が英語の授業を一度、実施として欲しい。また、日本語コースの学生も容易に取得できるように垣根を取り払って欲しい。

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）地球環境研究所員， 予算委員， 全学自己点検評価委員（理工学部代表）

（学外）2022年度 分子科学会顕彰委員

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。）

特別な社会活動は、特に実施していないが、これまで研究により得られたデータが、地球環境などの分野において大気シミュレーションなどに使われ続けている。

所属 物質生命理工学科

氏名 橋本 剛

1. 研究分野とキーワード

研究分野： 超分子化学，分析化学，錯体化学，電気化学

キーワード： 分子認識，超分子，シクロデキストリン，ルテニウム錯体，電気化学測定

2. 研究テーマ

引き続き，生体内で重要な役割を担っている小分子の認識を目的に，ボロン酸—*cis* ジオール，ジピコリルアミノ金属錯体—リン酸誘導体といった各種分子間相互作用をモチーフとした超分子化学的認識試薬の開発/研究を行っている。具体的なシグナル応答原理として①ルテニウム錯体の酸化還元を利用する電気化学的方法と，②シクロデキストリン（以下 **CyD** と表記）包接化合物の電子スペクトル変化を利用する分光学的手法を併用して行っている。

卒業/修士論文テーマとしては以下のようなタイトルで実施した。

<①ルテニウム錯体を利用する電気化学的方法に関するテーマ>

(卒業研究)

「(β -ジケトナト) ルテニウム錯体/修飾シクロデキストリンを用いたホウ酸検出法の開発」

(大学院研究)

「(β -ジケトナト) ルテニウム錯体/修飾シクロデキストリン包接複合体による糖およびリン酸誘導体の電気化学的検出」「(β -ジケトナト)ルテニウム錯体を用いたホウ素検出」

「Development of Supramolecular Cyclodextrin-Nanogel Complexes for Electrochemical Detection of Curcumin in Water」

<②CyD 包接化合物の電子スペクトル変化を利用する分光学的手法に関するテーマ>

(卒業研究)

「アントラセン型ピリジンボロン酸蛍光プローブ/シクロデキストリン複合体を用いた単糖のキララ認識」「ボロン酸型蛍光プローブ/シクロデキストリン包接複合体を用いた単糖類のキララ認識機能評価」

3. 2022 年度の研究成果

①の金属錯体を用いた電気化学的手法に関するテーマでは，昨年に引き続きルテニウム錯体の分子設計の見直しや，反応メカニズムの解明に関する実験を行った。ホウ素化合物に関する研究では分子設計を反映した結果が得られ，査読付き学術論文に投稿した。

②に関して，中性領域でグルコースに選択的に蛍光応答する超分子プローブについて，キララ選択性にまつわる興味深い結果がえられた。また英語コースの学生に対し，有機分子のシクロデキストリンナノゲル包接挙動の電気化学的評価研究について指導を開始した。

以上の研究成果については，学会発表のほか，いくつかは学術論文として公表した。

4. 大学内外における共同的研究活動

- 学内共同研究
- ・学内重点領域研究<分担> (機能創造理工学科 江馬教授(代表))
 - ・学内自由研究<分担者> (機能創造理工学科 後藤教授(代表))
 - ・物質生命理工学科 神澤研との共同研究
- 学外共同研究
- ・大阪大学工学部・日本大学理工学部・神奈川大工学部などとの連携
- 国際会議の開催：8th International Conference on Ion Exchange (ICIE2022：実行委員長早下教授)
を11月に上智大学で開催した際、実務面の取りまとめを行った。

5. 教育活動

講義：化学と生活Ⅲ，理工学概論（物質生命理工），電気化学分析，機器分析化学，分析化学特論（先端分析化学）

実験演習：物質生命理工学実験A：責任者，テキスト作成

ゼミナール：大学院演習，化学ゼミナール，卒業研究A B，研究指導

その他：理工学部安全委員長として，学部内全体の安全教育の拡充を図った。

オリエンテーションプログラムで学部新入生に対して安全に関する講義を実施，春学期に学部4年生/大学院生への安全教育（オンデマンド：60分）を実施
秋学期には高圧ガス保安教育を初めて英語でも（対面で）実施した。
安全教育については，対面とオンデマンドを併用し，柔軟な受講体制を整えた。

6. 教育活動の自己評価

2021年度に整備した Moodle コースでの動画を生かし，対面と併用して行う授業を増やしている。視聴を中心とするオンデマンド型授業を拡充し，昨年度の授業を基に改良を行った。AMS 動画（年間100本以上）・小テスト，レッスンの自動採点等 Moodle コースの機能を活用し，出席・学習到達管理についてはこれまでの対面学習以上のレベルで展開することができた。一方で，対面授業ではテストや質疑応答や実試料を使つての実験の割合を増やすことで，両方式の長所を組み合わせることができたと考えている。またゼミナール（卒業研究・大学院演習・化学ゼミナール含む）については昨年同様 ZOOM も活用し，学生間での活発な議論を対面授業よりも引き出すことに成功した。一方，学生実験では昨年同様のコロナ対策（共用器具/試薬の大部分を廃止，予復習のオンデマンド化，換気・消毒の徹底等）を継続し，学生の不安なく実施ができたと考えている。

7. 教育研究以外の活動

- （学内）危険物保安監督者，理工学部/物質生命理工学科：安全委員長，全学安全衛生委員会委員，
- ★学部「安全のてびき」の5年ぶり全面改訂を実施した。管財グループをはじめとする事務部署及び看護学科の先生にも協力して頂き，日本語版/英語版共に冊子体を頒布することが出来た。
- （学外）日本イオン交換学会：常任理事（庶務担当），学会誌編集委員，
シクロデキストリン学会：評議員，

8. 社会貢献活動, その他
特になし

以上

所属 物質生命理工学科

氏名 林 謙介

1. 研究分野とキーワード

(研究分野) 神経発生学, 細胞生物学

(キーワード) 神経細胞の突起形成, 細胞骨格, 中心体

2. 研究テーマ

(1) 神経細胞樹状突起形成における微小管関連タンパクの働き

(2) 分化成熟した非神経細胞の微小管配向における微小管関連タンパクの働き

(展望) 脳の活動は神経細胞の形態に基礎を置いている。脳が発達するためには樹状突起が成長しなければならない。樹状突起が成長するためには樹状突起内の微小管の本数が増えなければならない。そのためには、新規微小管の核形成と既存微小管の切断が盛んに行われていなければならない。我々は、微小管核形成および微小管切断にかかわるタンパク質に神経細胞特異的なアイソフォームが存在することに着目し、それらの機能について研究している。具体的には微小管形成タンパク質である CDK5RAP2、微小管切断酵素であるカタニン、および、微小管アンカータンパクでありダイニンアダプターでもあるナイニンについてである。また、これらのタンパク質の非神経細胞の分化過程における役割についても研究を進めている。神経細胞の微小管形成の仕組みを知ることにより、神経細胞の樹状突起の伸長がどのように調節されているのか、また、それをどのように人為的に制御できるのかを知ることができる。

3. 2022 年度の研究成果

ニューロンの樹状突起の成長には微小管の本数を増やす必要があり、そのためには重合核形成が必要である。しかし、ニューロンの中心体は重合核形成能を失っていることが知られている。我々は、ニューロンでは細胞質で微小管重合核形成がおきることを報告してきた。更に、マウスでは γ TuRC 活性化タンパク CDK5RAP2 がニューロン特異的に選択的スプライシングを受けて細胞質に局在することを見出し、このスプライシングバリエントがニューロンの細胞質中で微小管重合核形成をおこすという仮説を提唱している。

そこで本年度は、ヒトの CDK5RAP2 遺伝子の選択的スプライシングについて調べた。スプライシングバリエントを BLAST 検索し、そのすべてについて HEK 細胞、ヒト肝臓、ヒト脳における発現を RT-PCR で調べた。その結果、エキソン 19 の前に 80 塩基が挿入されているバリエントとエキソン 19 が欠損しているものが脳のみに見つかった。それら以外のバリエントに脳特異的なものはなかった。マウスで見つかっているバリエントはヒトには見つからなかった。

これらの脳特異的バリエーションの機能を調べるため cDNA 発現ベクターを HEK 細胞に導入したところ、80 塩基挿入型の cDNA の発現が非常に少ないことが分かった。80 塩基の配列を GFP 発現ベクターに挿入して細胞に導入したところ、終止コドンの直後に 80 塩基を挿入したものはよく発現したが、終止コドンの直前に挿入したものは発現しなかった。従って 80 塩基の発現抑制は翻訳レベルで起きていると考えられる。80 塩基のうちどの配列が発現抑制に関与するのかを調べたところ、エキソン 19 の本来のスプライシングブランチングポイントを含む短い配列に起因することがわかった。この配列がどのように脳特異的スプライシングに関わるのか、どのように翻訳を抑制するのかを調べることによってヒト CDK5RAP2 の脳特異的スプライシングの意義を知りたいと考えている。

4. 大学内外における共同的な研究活動

なし

5. 教育活動

(講義) 「Cell Biology (英語コース)」

「基礎生物学 (機能創造理工学科 1 年生)」

「細胞生物学 (2 年生)」

「生物形態学 (3 年生)」

「神経発生学特論 (大学院)」

(ゼミナール) 4 年生ゼミナール、生物科学ゼミナール、大学院演習、他

(学生実験) 「理工基礎実験演習」

「生物科学実験 III」

6. 教育活動の自己評価

2022 年度の講義はすべて対面で行った。授業アンケートの結果は良好であった。学生実験では、これまでスケッチを課していた課題の一部を、スマホで写真撮影してそれを加工してレポートに添付する形式にすることで、デジタル画像の扱いについても学習させることができた。

7. 教育研究以外の活動

(学内)

理工学研究科資格審査委員、理工推進委員会委員、理工入試検討委員会委員、学技術英語委員、1 年次生クラス主任、生物科学領域主任、

(学外)

学術雑誌投稿論文の査読

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。)

小中学生のための理科実験教室 (3 月に実施。栄光サイエンスラボ主催)

所属 物質生命理工学科

氏名 早下 隆士

1. 研究分野とキーワード

研究分野： 新しい分子認識センサー、超分子センサーの開発
超分子形成に基づく新しい分離材料に関する研究

キーワード： 超分子化学，分離分析化学，分子認識，機能材料，イオン交換材
料，シクロデキストリン，機能膜・樹脂

2. 研究テーマ

「超分子形成に基づく新しい分離分析法の開発」というテーマで研究に取り組んでいる。従来のセンシング技術は、単体のホスト分子とゲストの選択的相互作用を活用するものであり、高度に分子設計された分析試薬の開発が不可欠であった。本研究は、分子プローブの設計に分子の自己組織性とこれに伴う光情報変換機能を組み合わせた「超分子分析試薬」の概念を導入することで、従来の1:1型の相互作用に基づく分子認識試薬には見られない多様な応答機能・分離機能の実現を目的としている。具体的には、①金属イオンおよび陰イオン認識機能を有する超分子複合体センサーの開発、②生体分子認識機能を有する超分子複合体センサーの開発、および③超分子化学、分子認識化学に基づく新しい分子識別材料の開発を行う。これらの研究を通して、従来法での識別が難しい、イオン、糖鎖、病原性細菌、ウイルスなど、高分子系の基質に対して水中での識別機能を示す新しいタイプの化学センサーや新規の分子認識・分離材料の開発を進める。

本年度の研究は、以下の通りである。

<共同研究員>

「機能性ナノ粒子を用いたバイオセンサー・バイオマテリアル開発」

「機能性修飾シクロデキストリンの開発」

「各種分子、イオン認識反応に基づいたケミカルバイオセンサの開発」

<学術振興会特別研究員>

「ボロン酸の反応性に基づくシクロデキストリンゲル化学センサーの開発」

<上智大学特別研究員>

「Supramolecular Cyclodextrin Complexes for Electrochemical Detection of Ions and Molecules in Water」

<博士後期 3 年>

「細菌識別機能を有するボロン酸型蛍光プローブ複合体の開発」

「エンドトキシン認識機能を有する新規蛍光プローブの開発」

<博士前期 2 年>

「ボロン酸型フェロセンプローブ/シクロデキストリン複合体による電気化学的リン酸誘導体認識」

「ピリジルボロン酸修飾 dendrimer の設計と細菌識別機能評価」

「ボロン酸修飾シクロデキストリンナノゲルの界面電荷制御と細菌識別機能評価」

<学部 4 年>

「ジピコリルアミン修飾シクロデキストリンナノゲルの設計と細菌識別機能評価」

「ニトロフェニルボロン酸修飾 dendrimer の設計と細菌識別機能評価」

「ジピコリルアミン型蛍光プローブの設計とエンドトキシン認識機能評価」

「ボロン酸型電気化学プローブ/シクロデキストリンナノゲル複合体の設計と機能評価」

3. 2022 年度の研究成果

本年度は、上記 2 で述べた研究内容で、共同研究員 2 名、博士後期課程 2 年生 1 名（英語コース）、博士後期課程 3 年生 2 名、博士前期課程 2 年生 4 名、および学部 4 年生 4 名の指導を行った。2022 度は、2021 年度に引き続き 1) 疎水ナノ空洞を有するシクロデキストリン (CD) 誘導体および超微細 CD ナノゲルの設計、2) 各種分子認識プローブおよび反応場の設計、3) 超分子 CD 複合体の光物性解析、および dendrimer 複合体を用いた細菌識別センサーの開発を行った。1) については、様々なスペーサー長を有するフェニルボロン酸型、ジピコリルアミン型のピレン骨格を有する蛍光プローブの設計と、修飾 CD と組み合わせた新しい複合体を用いて、アデノシントリリン酸 (ATP) やモノリン酸、ヒ酸に選択的に蛍光発光を示す超分子センサーの開発に成功した。2) については、単体の CD に比べ、優れた包接機能を有する超微細 CD ナノゲルを開発し、これとジピコリルアミン型蛍光プローブの組み合わせにより、はじめてグラム陽性菌に選択的な蛍光応答を示す超分子複合体センサーの開発に成功した。3) については、2021 年度に引き続き異なるスペーサーのピレン型蛍光プローブの糖認識機能の解析を行うとともに、グラム陰性菌の外膜に存在する毒素エンドトキシンの蛍光検出に成功した。また細菌を識別出来る様々な表面電荷を有する dendrimer 型センサーを開発し、グラム陽性菌選択性の発現メカニズムを抗体法により明らかにした。これらの成果は、学術誌では、*Molecules* 誌に 2 報、*RSC Adv.* 誌に 2 報、*J. Ion Exchang.* 誌に 2 報、*分析化学誌*、*Int. J. Mol. Sci.* 誌、*ACS Omega* 誌、*ACS Appl.*

Bio Mater. 誌、*Anal. Sci.* 誌に論文として発表した。なお *ACS Omega* 誌、*ACS Appl. Bio Mater.* 誌では、Supplementary Cover Article として紹介された。

特許関係では、「キラル糖分子のキラル認識方法および複合体」(特願 2022-129691)、「ナノ構造体、細菌凝集剤、細菌検出剤、グラム陰性菌検出剤、細菌検出キット、グラム陰性菌検出キット、細菌を凝集する方法、細菌検出方法、グラム陰性菌検出方法、ナノ前駆体」(特願 2022-131134)の2件を出願し、「被験物質の検出方法、検出試薬組成物、検出装置、精製水製造設備、注射用水製造設備、精製水製造方法及び注射用水製造方法」(特開 W0/2022/186388)、「エンドトキシン検出方法及びエンドトキシン検出装置、精製水製造設備及び注射用水製造設備、並びに精製水製造方法及び注射用水製造方法」(特開 W02022/004167)の2件を公開した。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- ・ 科研費基盤研究(B) (R2~5) 「細菌識別機能を有する超分子ナノ構造体の開発」 研究代表者：早下隆士教授、共同研究者：神澤信行教授、橋本 剛准教授
- ・ 上智大学学術研究特別推進(重点領域研究) (R3~5) 「日本語：超分子ナノ構造による分子認識過程の解明と高機能細菌検出センサーの開発」 研究代表者：江馬一弘教授、共同研究者：早下隆士教授、神澤信行教授、岡本菜穂子教授、櫛田秀之准教授、橋本 剛准教授
- ・ 国立研究開発法人産業技術総合研究所との学外共同研究(R2) 「各種分子。イオン認識反応に基づいたケミカルバイオセンサの開発」 上智大学：早下隆士教授、橋本 剛准教授。
産総研：牛島洋史研究チームリーダー、福田伸子研究員

国際会議において、以下の招待講演を行った。

【特別講演】 Takashi HAYASHITA

- ・ 「Supramolecular Cyclodextrin Complex Sensors for Ion and Molecule Recognition in Water」, 20th International Cyclodextrin Symposium (20th ICS), Jun 13th - 17th, 2022, Giardin Naoxos, Italy .
- ・ 「Design and Function of Nanostructure Probes for Bacteria Discrimination」, The 8th EuChemS Chemistry Congress (ECC8), Aug. 28th - Sep. 1st, 2022, Lisbon Congress Center, Lisbon, Portugal.

オーガナイザーとして、The 8th International Conference on Ion Exchange (ICIE 2022) およびソフィアシンポジウムを主催し、上智大学で開催した。

2022年度日本イオン交換学会功績賞を受賞した。

5. 教育活動

無機化学（分析化学）、ゼミナール I, II、化学ゼミナール IIA, B、卒業研究 I, II、研究指導、大学院演習 I A, B, IIA, B, VA, B、英語コース: Supramolecular Analytical Chemistry, Separation Chemistry in Analysis の講義を担当した。

6. 教育活動の自己評価

2022 年度秋学期の授業評価アンケート結果(無機化学（分析化学）、登録者数 120 名)では、当科目平均は、全体平均よりも全ての項目で高かった。特に科目の目標にあわせた授業項目、授業での説明、クイズ、演習、教材、回答と説明で平均を上回っていた。講義内容は、十分に評価されたと考えている。

7. 教育研究以外の活動

(学内) ブランディング事業学内評価委員、学科コロキウム委員

(学外) 日本カトリック学校連合会評議員、シクロデキストリン学会会長、ホストゲスト・超分子化学研究会会長、日本分析化学会会長、私立大学外部評価委員 (1 大学)、国際イオン交換会議組織委員、国際シクロデキストリン学会組織委員、Asianalysis 国際会議組織委員、多糖の未来フォーラム組織委員。Organizer of The 8th International Conference on Ion Exchange (ICIE 2022)。

8. 社会貢献活動、その他

特になし。

所属 物質生命理工学科

氏名 藤田 正博

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： 蓄電デバイス (リチウムイオン電池, マグネシウム電池, ナトリウムイオン電池, 電気二重層キャパシタに関する研究)
セルロースを用いた機能材料開発に関する研究
キーワード： イオン液体, 柔粘性イオン結晶, 高分子固体電解質,
バイオマス, セルロース, ヒドロゲル, 二酸化炭素, 3D プリント

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。)

「高分子固体電解質, イオン液体, 双性イオンおよび柔粘性イオン結晶を用いたリチウムイオン, ナトリウムイオンおよびマグネシウムイオン伝導体の開発」

「セルロースを溶解する高極性イオン液体の開発とセルロース誘導体の創出」

(研究の中長期的展望)

「高分子固体電解質, イオン液体, 双性イオンおよび柔粘性結晶を用いたリチウムイオン, ナトリウムイオンおよびマグネシウムイオン伝導体の開発」

リチウムイオン伝導性固体電解質の開発を, ポリエーテルとボロキシンを組み合わせた超分子電解質および柔粘性イオン結晶を用いて進める。ボロキシン環を構成するホウ素原子はアニオンのトラップ能力に優れるため, リチウムイオンの輸率を向上させられ, 従来系を超える性能を有する高分子固体電解質を開発する。柔粘性結晶とは, 規則的に整列した三次元結晶格子から構成されるが, 分子種もしくは分子イオンのレベルでは配向的, 回転的な無秩序さが存在する物質として定義される。柔粘性イオン結晶にリチウム塩またはマグネシウム塩を添加し, リチウムイオン伝導性やマグネシウムイオン伝導性を評価する。このように, 有機化合物の分子デザインの高い自由度を最大限活用し, 室温で $10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ を超える高いイオン伝導度と 0.5 を超える高い目的イオン輸率を両立した革新的固体電解質材料を開発する。実験的手法だけでなく, マテリアルズ・インフォマティクスにも取り組み, 材料開発を促進する。一方, 電解質の電気化学的特性を向上させるため, イオン液体に双性イオンを添加し, 諸特性に及ぼす双性イオンの効果を調査する。特に, ナトリウムイオン伝導体の開発に重点をおいて進める。双性イオンは同一分子内にカチオンとアニオンが共有結合で結ばれているため, 大きな双極子モーメントを有し, 塩解離能力に優れる。イオン液体へのナトリウム塩の溶解性を向上させると期待される。

「セルロースを溶解する高極性イオン液体の開発とセルロース誘導体の創出」

近年、非可食バイオマスであるセルロースを溶解するイオン液体が注目を集めている。現在までに、イオン液体を構成するアニオンのドナー性とセルロースの溶解性の間に相関があることが見出されている。しかし、ドナー性が高いイオン液体であっても、水分が存在するとセルロースの溶解性は著しく低下する。本研究では、水分存在下でもセルロースの溶解性に優れるイオン液体を開発するために水酸化物イオンに着目した。水酸化物イオンを有するイオン液体は水存在下でもセルロースを溶解することができた。セルロース溶解機構解明に向けて、実験的手法と計算化学を併用していく。さらに、セルロース溶液に二酸化炭素を流入させ、セルロース溶解性を変化させることで、簡便なセルロースヒドロゲルの作製や3Dプリンター用インクの作製にも取り組む。循環型社会の構築に貢献できるセルロース材料開発を行う。

3. 2022 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。)

「高分子固体電解質、イオン液体、双性イオンおよび柔粘性結晶を用いたリチウムイオン、ナトリウムイオンおよびマグネシウムイオン伝導体の開発」

柔粘性イオン結晶の合成とリチウムイオン伝導体としての評価を行った。柔粘性イオン結晶に、無機固体電解質を添加し、リチウムイオン伝導性や機械的強度に及ぼす無機成分の影響を調べた。リチウムイオン輸率および機械的強度が向上することがわかった。一方、柔粘性イオン結晶とポリエーテルまたはポリカーボネートを複合化した固体電解質を作製した。特定の混合比率において、イオン伝導性およびリチウムイオン輸率が向上することを明らかにした。今後、それらを電解質に用いた蓄電デバイスを作製し、実デバイスの評価を進める予定である。

柔粘性イオン結晶にマグネシウム塩を添加し、マグネシウムイオン伝導体としての評価を行った。柔粘性イオン結晶のアニオン種がマグネシウムイオン伝導性やマグネシウムイオンの酸化還元挙動に影響を及ぼすことがわかった。今後は、柔粘性イオン結晶のイオン構造を変化させて、さらに解析を進める予定である。

イオン液体、双性イオンおよびナトリウム塩からなる 3 成分系電解質材料を作製し、熱物性や電気化学的特性に及ぼす双性イオン濃度の影響を評価した。双性イオンの添加量増加に伴い、イオン液体/ナトリウム塩複合体の電位窓が拡張した。リチウム塩複合体と同様の効果を示すことがわかった。今後、ナトリウムイオンの伝導機構を磁場勾配 NMR などの手法により詳細に調べる予定である。今年度は、イオン液体、双性イオンおよびナトリウム塩からなる 3 成分系電解質材料にフッ素系ポリマーを混合し、ゲル電解質を作製した。イオン液体電解質の特長を損なうことなく、固体化することができた。

「セルロースを溶解する高極性イオン液体の開発とセルロース誘導体の創出」

水酸化物イオンを有するイオン液体の水溶液に所定量のセルロースを溶解し、セルロース誘導体(カチオン性セルロース)の簡便な合成方法を開発した。セルロース溶液に、エ

ポキシ誘導体を添加すると、10分以内の短時間でカチオン性セルロースが得られ、水酸化物イオンを有するイオン液体は、エポキシの開環反応を促進することがわかった。得られたカチオン性セルロースを用いて、蓄電池用固体電解質の開発を行った。

水酸化物イオンを有するイオン液体の水溶液に所定量のセルロースを溶解し、二酸化炭素を流入させてることで、イオン液体のセルロース溶解性を制御した。セルロースヒドロゲルを簡便に作製できるプロセス構築に成功した。さらに、セルロース溶液を用いて、3Dプリンター用インクの開発も行った。

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

(学外共同研究)

- ・柔粘性イオン結晶の構造解析
西川 恵子 名誉教授 (千葉大学)
- ・柔粘性イオン結晶を用いた新規蓄電池の開発
岩間 悦郎 准教授, 近岡 優 助教 (東京農工大学)
- ・マテリアルズ・インフォマティクスによる柔粘性イオン結晶の開発
畠山 敏 講師 (早稲田大学), 五十嵐 康彦 准教授 (筑波大学)
- ・イオン液体を用いたラジカル電池に関する研究
Prof. Ekaterina Pas (Monash University, Australia), 小柳津 研一 教授 (早稲田大学)
- ・ポリエステル系電解質のイオン伝導性に及ぼす双性イオンの効果
Dr. Jonas Mindemark (Uppsala University, Sweden)
- ・ポリケトン誘導体を用いた新規イオン伝導体の開発
猪熊 泰英 准教授 (北海道大学), Dr. Jonas Mindemark (Uppsala University, Sweden)

(学内共同研究)

- ・柔粘性イオン結晶中のイオン伝導機構に関する理論的研究
南部 伸孝 教授
- ・柔粘性イオン結晶の分光学的研究
Morgan Thomas 特任准教授
- ・セルロースヒドロゲルの抗菌性評価
齊藤 玉緒 教授
- ・セルロースヒドロゲルの生体適合性評価
神澤 信行 教授
- ・イオン液体を用いたタンパク質リフォールディングの研究
安増 茂樹 教授

(セミナー)

- ・2nd Sweden-Japan meeting

2022年9月12~14日, 北海道大学

Mindemark 研究室 (Uppsala Uni.), 猪熊研究室 (北大), 藤田研究室 (上智大)

(講演会)

・柔粘性結晶研究会キックオフミーティング (第5回イオン液体研究会若手の会と共催)

2022年11月23日, 13:00-17:40, 東京農工大学小金井キャンパス

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。)

(学内)

基礎化学, 理工基礎実験・演習 (化学), ソフトマテリアル, ゼミナール, 卒業研究
Science, Technology, and Environment, Seminar, Graduation Research, Polymer Chemistry,
高分子解析特論, 大学院演習, 応用化学ゼミナール, Master's Thesis Tutorial and Exercise,
Seminar in Green Science and Engineering, Green Science and Engineering 2

「理工基礎実験・演習 (化学)」のテキスト改訂

「化学実験基本操作」のテキスト改訂

(学外)

防衛大学校応用化学科 課外講演会

「リチウムイオン電池開発物語」

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

「基礎化学」

対面で授業を行った。講義で使用するスライドを Moodle にて配布し、学生が話に集中できるように配慮した。理解度を把握するため、各講義後に、Moodle 上で小テストを行った。アクティブラーニングの一環として、スマートフォンを活用したリアルタイムアンケートを実施した。授業シラバスに沿って講義を進め、記載した内容を達成した。

「理工基礎実験・演習 (化学)」

対面で実験を行った。感染拡大防止の観点から、一人当たり例年の2倍のスペースを確保して実験を行った。1年生が履修するため、化学実験に関する安全教育や基本操作について特に丁寧に説明した。授業シラバスに沿って実験を進め、記載した内容を達成した。

「ソフトマテリアル」

対面で講義を行った。講義で使ったパワーポイントのスライドを Moodle にて配布し、

学生が話に集中できるよう配慮した。アクティブラーニングの一環として、スマートフォンを活用したリアルタイムアンケートを実施した。理解を深めるために、簡単な演示実験を行った。理解度を把握するため、小テストを複数回行った。さらに、理解の促進および定着を目的として、レポート課題を2回課した。提出された各レポートに評価とコメントを記入し、学生に返却した。レポートが返却されるケースは少ないようで、好評であった。授業シラバスに沿って講義を進め、記載した内容を達成した。

「Polymer Chemistry」

対面で講義を行った。アクティブラーニングの一環として、スマートフォンを活用したリアルタイムアンケートを実施した。理解を深めるために、簡単な演示実験を行った。理解度を把握するため、小テストを複数回行った。講義で使用したパワーポイントのスライドを Moodle にて配布し、学生が話に集中できるよう配慮した。授業シラバスに沿って講義を進め、記載した内容を達成した。

「Science, Technology, and Environment」

対面で講義を行った。受講生のほとんどは、グリーンサイエンスとグリーンエンジニアリングに所属する学生であるが、それぞれの専門が異なるため、化学に対する理解度も異なる。基本的なことから説明するように心がけ、学生が理解しやすいように配慮した。アクティブラーニングの一環として、スマートフォンを活用したリアルタイムアンケートを実施した。講義で使用したパワーポイントのスライドを Moodle にて配布し、学生が話に集中できるよう配慮した。授業シラバスに沿って講義を進め、記載した内容を達成した。

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) 学科予算委員会委員長, スーパーグローバル委員,
グリーンサイエンスプログラム3年および4年クラス担任

(学外) 水素・燃料電池材料研究会運営委員長
柔粘性結晶研究会代表世話人
Green Chemistry Letters and Reviews, Associate Editor
東京農工大学テニュアトラック教員の外部専門家レビュアー

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。)

化学メーカー、デバイスメーカーとの共同研究を行った。

所属 物質生命理工学科

氏名 藤原 誠

1. 研究分野とキーワード

研究分野 : 植物科学

キーワード: シロイヌナズナ、オオカナダモ、色素体、異型細胞

2. 研究テーマ

「シロイヌナズナの色素体形態に関する研究」

「オオカナダモの異型細胞形成に関する研究」

(展望)

葉緑体に代表される植物オルガネラ色素体 (plastid) は、植物組織や外界環境に応じて多様に分化する。当研究室では、モデル植物シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*) を主に用い色素体の形態と複製に関する分子遺伝学的、細胞生物学的研究を行っている。特に、葉や花などの生きた細胞を対象に色素体の振る舞いを調べており、近年では花粉や気孔孔辺細胞の色素体増殖・分配制御に注目している。他方、植物が生産する二次代謝産物の多くは特殊化した器官や組織に貯蔵される。そのような植物構造にはしばしば形や内容物が周囲の細胞とは異なる異型細胞 (idioblast) が形成される。異型細胞は、植物の種や器官ごとに多様に分化し、組織内で一般的に分散した分布パターンを示す。当研究室では、理科教育で広く用いられている水生植物オオカナダモ (*Egeria densa*) を対象として、葉の表皮に生じる異型細胞の形成パターンや細胞生物学的解析を進めている。

3. 2022 年度の研究成果

(1) シロイヌナズナの本葉気孔孔辺細胞の色素体 (葉緑体) に関する研究

葉緑体はシアノバクテリアの祖先種が初期真核生物に細胞内共生して生じた植物独自のオルガネラであり、細胞内で対称二分裂によって増殖する。シロイヌナズナでは、FtsZ、MinD、MinE を中心としたシアノバクテリア様の因子群と ARC5 などの宿主真核生物由来の因子群が協調して葉緑体分裂を達成する。従来、植物の葉緑体分裂制御は葉肉細胞を用いて詳細に解析されてきたが、近年私たちはシロイヌナズナの孔辺細胞を対象として主な葉緑体分裂異常変異体の調査を進めている。今年度は *ftsZ* 変異体を用いて気孔発生過程の葉緑体の数と形態の変化を追った。さらに、昨年度報告した *arc3*、*atminD1*、*mcd1* 変異体におけるデータも総合して用い、シロイヌナズナ葉緑体分裂異常変異体における孔辺細胞葉緑体の表現型を比較評価した。

(2) オオカナダモの異型細胞形成に関する研究

オオカナダモの葉に UV を照射すると、異型細胞の液胞内から青白い自家蛍光が生じる。一般に UV 励起で青色の蛍光を発する物質は植物組織に多種存在するため、異型細胞由来の蛍光物質を特定するためには異型細胞自体の単離が有効と考えられる。本年度はオオカナダモ葉のプロトプラスト調製を試みた。検討の結果、通常の表皮細胞と比較すると低頻度ながら異型細胞もプロトプラストとして遊離することが確認された。異型細胞のプロトプラストには内部に巨大な中央液胞を持つものから多数のベシクル状構造を持つものまで見られ、分化途中の異型細胞も成熟異型細胞と同様にプロトプラスト化されることがわかった。さらに、複数のメンブレンフィルターとガラスボトムディッシュを組み合わせて用い、UV 励起下で異型細胞のプロトプラストを単離する方法を考案した。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- (1) (共同研究)「色素体形態形成に関する解析」
- (2) (共同研究)「シロイヌナズナの重イオンビーム照射変異体の解析」
- (3) (学内共同研究)「大気圧グロープラズマを用いた新規植物形質転換技術の開発」
- (4) (学内共同研究)「植物異型細胞の形態形成とケミカルバイオロジー」

5. 教育活動

- (学部) 「植物バイオテクノロジー」、「物質生命理工学(生物)」、「生化学」、「Molecular Biology」、「Topics of Plant Science」、「生物科学実験 I」、「物質生命理工学実験 A」、「リサーチトライアル秋」
- (大学院) 「植物機能科学特論」、「ゲノム細胞生物学」、「生物科学ゼミナール」、「大学院演習」、「Dr. Dissertation Tutorial and Exercise 3A」

6. 教育活動の自己評価

- (1) 「植物バイオテクノロジー」、「物質生命理工学科(生物)」、「Molecular Biology」、「Topics of Plant Science」、「生化学」、「植物機能科学特論」

本年度は対面授業と hyflex 授業を併用して授業を実施した。

- (2) 「リサーチトライアル秋」

本年度は秋学期に 3 年次生 3 名を受け入れ、分子生物学実験と植物実験を実施した。

7. 教育研究以外の活動

- (学内) 理工カリキュラム委員会、学科カリキュラム委員会、
遺伝子組換え実験安全委員会、理工遺伝子組換え実験安全小委員会、
0 年次クラス主任

8. 社会貢献活動、その他

- (学内) 2022 年度上智大学プロフェッショナル・スタディーズ講師

所属 理工学部・物質生命理工学科

氏名 冬月・世馬

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：紫外線吸収スペクトルと同位体効果を用い、惑星大気化学の研究

キーワード：光解離化学、非質量依存同位体効果、大気化学、大気モデル、量子化学計算

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。)

私の長期計画の研究テーマは安定同位体および大気化学モデルを用いて惑星大気の変動と進化を調べることである。その中、中期計画と大学院研究テーマとしては物理と化学過程を用いた第一原理計算から1次元大気光化学モデルの開発とチューニングを行い、量子化学計算による温度-圧力の寄与を考慮した紫外線吸収スペクトルを求めることである。卒業研究としては長中期研究計画との連携性を持ちながら、単独性-独立性を用いた研究テーマを行っている。

1991年、フィリピンのピナツボ火山噴火によって放出された硫黄化合物 10TgS が成層圏に到達しました。これらの硫黄化合物は様々な酸化反応を受け最終的に硫酸アンモニウムそして硫酸エアロゾルを生成しました (Sulfur Stratospheric Aerosols、以下 SSA)。噴火から半年が経過した後も、 6TgS のエアロゾルが残存したため、約 4.5W/m^2 の負の放射強制力があつたと言われていました。正の放射強制力は温暖化、負の放射強制力は寒冷化を引き起こします。火山噴火によって成層圏へ硫黄化合物が到達しエアロゾルが生成されたことにより、地表面平均温度が 0.5°C 減少したことが知られています。成層圏エアロゾルの滞留時間は1-2年であり、ピナツボの冷却効果は速やかに薄れていきました。このことから、硫酸エアロゾルは $0.75\text{W/m}^2/\text{TgS}$ の放射強制力を持っていたと考えられています。放射強制力だけでなく、火山噴火によって生成した硫酸エアロゾルの増加が成層圏の NO_x の光化学を変化させることにより、オゾン層破壊への寄与が指摘されています。成層圏硫酸エアロゾルは地球放射収支に負の影響を与えるため寒冷化要因一つとして重要です。地球温暖化対策として成層圏へ人為的硫黄化合物を注入する「ジオエンジニアリング(気候工学)計画」がノーベル化学賞受賞者である P. Crutzen 博士らにより提案されています。これは、 OCS 、 SO_2 、硫黄元素の人為的投入により、地球全体的に冷却効果を持たせます。しかし、気候工学は効果と副作用で大きな不確実性があるため、様々な因子を正確に考慮したシナリオを用いた大規模モデル相互比較の必要があります。このような研究 2017年の活動では可能になり、2022年度まで続けてきました。

私の研究テーマは現在の地球に限らず、初期地球大気や系外惑星大気の研究も行っている。太陽系外惑星の発見や、火星等の太陽系探査の進展に伴い、生命を宿す惑星の探索が始まっ

ている。生命を生み出す惑星環境とは何かを探求する「生命惑星化学」の創成を目指し、酸化還元状態による惑星環境の炭素種多様性(CO₂/CO/CH₄)を探索する。中でも CO に富む惑星環境(CO world)において、いかなる生命過程・化学過程が起こりうるのかを明らかにする研究を行っている。

3. 2022 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。)

研究成果と達成状況：

2020 年度に日本学術振興会、科学研究費助成事業(科学研究費補助金)、基盤研究(B)(一般)と採用となりました。この研究の一つの目的としては、大気 CO₂ の濃度と硫黄同位体比を観測し、CO₂ の起源について解明をすることである。そこで、CO₂ 濃度測定用に A E R I S 社の M I R A P I C O 測定器を導入した。これによって 30 秒間隔で CO₂ 濃度の測定が可能とした。現段階では装置の安定性と測定条件の最適化を実施している。一方、予定していた OCS の硫黄同位体比の観測は、COVID19 感染拡大の影響で中止したが 2021 年では測定システムの立ち上げと測定手順の確定作業を進めた。COVID19 感染状況が収束すると期待できる 2022 年中に観測を行い、現在データ解析と論文をまとめている。もう一つの目的は数値モデルによる、同位体比の計算プログラムを追加導入した全球化学輸送モデルを構築し、モデル内の人為由来 CO₂ と海洋由来 CO₂ の排出強度を変化させ、CO₂ の濃度と硫黄同位体比のモデル値を算出することである。モデル値と観測値が最も合致する人為由来・海洋由来の CO₂ 排出量を決定し、CO₂ ミッシングソースにおける人為・海洋由来の寄与割合を明らかにし、このモデルによる全球 CO₂ 収支の解明と将来予測を行う。2022 年は数値モデリングに関しては 3 次元大気化学輸送モデル(GEOS Chem)用の計算機を構築し、モデルの導入をすることができた。さらに、CO₂ の起源となる CS₂ の酸化過程について 1D モデルで研究を行った。その結果、対流圏下部において UVA 紫外線は CS₂ の光励起反応を起こすことが明らかになり、これまでモデル研究では考慮されてこなかった CS₂ から OCS への酸化過程を論文の形で報告して、現在審査中。

2022 年度 6 月に、3 回目として挑戦した CO World 研究計画を学受変革領域 A プロジェクトが採択となった。この新たな研究計画では私は理論班の分担者となり、惑星 CO 環境の実態解明を行う。まず、他の研究班(環境班)が行う光化学実験を基に、これまで不十分であった CO 関連化学過程を導入した大気モデルを構築する。また、これを大気-海洋-生物圏での炭素循環を考慮した惑星物質循環モデルへと拡張し、CO 大気中での有機物生成速度や気候状態、海洋化学環境を再現し、この情報を生物班、化学班へと提供する。さらに、CO₂/CO/CH₄ 大気の吸収スペクトルの計測と大気スペクトルモデルの運用を通して CO₂/CO/CH₄ world の検出可能性を網羅的に調べる。一連の研究を通じて、炭素の酸化還元状態に応じた地球型惑星の多様性を総合的に理解し、生命惑星の発見へ貢献する。

さらに、同じプロジェクトの総括班分担者となりアウトリーチ活動を行いその一つの例としてはプロジェクトのウェブサイト(<https://co-world.jp/>)の立ち上げと管理を行っている。

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。)

- 東京都 23 区内の大気モニタリング計画で産業技術総合研究所の協力を得て、9 号館の屋上から大気サンプルを採取し、研究室で様々な組成成分を連続測定行う。
- 大気 OCS 放出量を連続モニタリングするために産業技術総合研究所と共同研究行っている。
- ライデン大学の Yamila Miguel 氏と系外惑星大気の研究を立ち上げることで Ariel 計画のコンソーシアムに参加した。
- 2023 年 3 月にライデン大学で系外惑星大気モデリングの講演をおこないました。
- 2023 年 3 月にヘルシンキ大学で第一原理計算による、化学反応速度定数を算出について講演した。Academy of Finland に「ACE-SCI: Atmospheres of Celestial Environments - Sulfur Chemistry Insights」研究計画を検討し始めて、2023 年度 5 月に提出した。
- 2023 年 3 月にコペンハーゲン大学で講演して、今度共同研究計画を検討している

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。)

担当科目 (春学期) : ENVIRONMENTAL ANALYTICAL CHEMISTRY, 卒業研究 I, ゼミナール I、研究指導、EXPERIMENTS & EXERCISE OF BASIC SCIENCE。

担当科目 (秋学期) : 卒業研究 II, ゼミナール II、研究指導、MATERIALS AND LIFE SCIENCES (CHEMISTRY), MATERIALS AND LIFE SCIENCES LAB. A, ATMOSPHERIC CHEMISTRY、大気化学。

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

2023 年度 9 月に SG プロジェクトの終了に従い、英語コースの科目を担当している特任教員の満期に伴い担当の再配分のワーキンググループの活動をした。

SG プロジェクトの終了に加え学科教員の削減のため、2024 年度の春学期から English for Science and Technology を担当することになった。

新英語コースカリキュラムの担当委員と協力し、理工共通 II 群の Basic Applied Chemistry を担当することを検討している。

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

(学内) SG 委員会、クラス主任、ウェブサイト担当。

(学外) 2022 では度東京工業大学の地球生命研究所との共同研究を続けている。

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 物質生命理工学科

氏名 星野 正光

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 : 原子分子物理学・原子衝突物理学・プラズマ量子プロセス
キーワード: 気相原子分子・固体表面・難揮発性分子標的, 低エネルギー電子分光・シンクロトロン放射光, 光電子分光, 質量分析法, 衝突断面積定量測定, 原子・分子データベース

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。)

- 卒業研究
 1. 電子と尿素分子の衝突におけるエネルギー損失スペクトルの測定
 2. 電子と HONTA 分子の衝突におけるエネルギー損失スペクトルの測定
 3. 電子衝撃による気相分子の質量スペクトルの測定のための装置開発
 4. イオンと固体表面衝突における二次電子収率測定のための装置開発
- 研究室における継続研究課題 (学外共同研究)
 5. マイナーアクチノイド回収用抽出剤の放射線分解機構の解明
 6. 加熱 CO₂ 分子の真空紫外線光電子分光実験

(研究の中長期的展望)

当研究室では、微視的世界で支配的な量子力学の最も基本的な検証の場である量子ビーム(電子・光子)と気相原子・分子との衝突における励起素過程に着目し、電子相関が強く現れる少数多体系での衝突ダイナミクスの包括的な解明を目的としている。特に、電子と気相原子・分子の衝突において標的の内部状態を変化させない弾性散乱と標的分子の回転、振動、電子励起、電離、解離、解離性電子付着過程を含む非弾性散乱の衝突断面積を定量的に測定してきた。ここで得られる様々な衝突過程、かつ幅広いエネルギー範囲に対する衝突断面積データセットは、半導体プロセスプラズマ、核融合プラズマ、大気プラズマ等のさまざまなプラズマ現象を理解するためのプラズマモデリングだけでなく、近年では高エネルギー放射線が生体内に照射された際の二次過程である低エネルギー電子と生体構成分子の相互作用を理解するための基礎データとしても再注目されており、より現実に近い高精度なプラズマモデリングや生体内反応シミュレーションを行うためには、これらの衝突断面積の定量的なデータベースの構築が必要不可欠である。

そこで中長期的には、これまで行ってきた衝突断面積の定量測定を引き続き行うことに加え、衝突断面積の中でも研究例の特に少ない低温プラズマ中で起こる低エネルギー電子と

分子の衝突において電離を伴わず電氣的に中性のまま分子が解離する中性解離過程に関する測定やプラズマ壁周辺で起こる電子やイオンなどの荷電粒子と壁材との衝突における散乱過程、さらには二次電子放出過程に関する研究を実験装置の設計・開発から行うことで、幅広いプラズマ素過程の理解を目指すことを計画している。低温プラズマ中で起こる反応素過程をより幅広い視点から包括的に理解するため、従来行われる室温での気相原子・分子標的のみならず、加熱により始状態が振動励起した分子標的や難揮発性分子、壁を構成する様々な物質表面を標的とした低エネルギー電子分光実験、大型放射光施設における真空紫外線・軟 X 線光電子分光実験、イオン分光実験へと対象を拡張し、新たな実験装置の設計・開発やシミュレーションなど具体的な実験準備に着手し、原子分子物理学の応用分野への展開を目指す。

3. 2022 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。)

2022 年度は、サバティカルによる在外研究を取得し、約 1 ヶ月間ポルトガルのリスボンにある Universidade NOVA de Lisboa の Paulo Limao-Vieira 教授の元を訪問し、共同実験、論文執筆のための議論、セミナー、ミニレクチャーを行ってきた。特に、中性カリウム原子と水、重水との相互作用における電子移動反応後に生成される負イオンの質量分析実験により解離反応過程を追跡する実験を主に行った。その現地での研究成果は現在共著の論文として投稿中である。帰国後に行った研究室内における成果を以下に示す。

- ① 電離放射線の生体照射における放出二次電子と生体関連分子との二次反応過程の理解を目的とし、今年度は尿素分子を標的とした電子エネルギー損失分光実験を行った。尿素は固体粉末標的であり、真空中に導入するために加熱昇華させる必要があることから、その適切な温度条件の見積もりや実験データの評価等を入念に行い、初めて尿素分子のエネルギー損失スペクトルの測定に成功した (卒研課題)。
- ② 交差ビーム法を用いた電子と原子・分子衝突における電離・解離・解離性電子付着過程の研究を行うために昨年度開発された実験装置のさらなる性能向上を目指した改良を主に行った。特に、新たに設置された外部電子銃の電子ビーム軌道シミュレーションと制御電圧の最適値の探索を様々な条件下で行うことで最適な実験条件を求め、実際の実験に応用した。さらに既存の質量分析装置を用いて、交差ビーム法により電離・解離で生成された正イオンの測定も同時に行った (卒研課題)。
- ③ 昨年度に引き続き、日本原子力研究開発機構・高エネ研・兵庫県立大学との共同研究で、放射線廃棄物に含まれるマイナーアクチノイドの分解・抽出材として注目されているヘキサオクチルニトリロトリアセトアミド(HONTA)に加え、今年度は HONTA を単純化したモデル分子であるヘキサメチルニトリロトリアセトアミド(HMNTA)の電子状態に関する知見を得るため、高エネルギー加速器研究機構フォトンファクトリー(KEK-PF)の BL20A において高分解能電子分光装置 SCIENTA R 4000 を用いた光電子分光実験を行った。特に今年度は、これまで難揮発性液体として測定を行ってきた試料

に対して、新たに液体や固体試料を気化させるための専用の加熱試料ホルダーを設計・開発し、気化させることで気体としての HMNTA と HONTA の真空紫外線光電子分光スペクトルの測定にはじめて成功した。得られた結果と量子化学計算を組みわせることで HMNTA の価電子状態に関する知見を得ることに成功した。本結果は、現在投稿論文として準備中である。

- ④ ③の計画の一環として、上智大学で難揮発性液体としての HONTA と電子の衝突における電子エネルギー損失スペクトルの測定を並行して行なった。これは 3 年前に当研究室で開発した実験装置で得られた試験データの再現性を確認することが主な目的であり、今年度様々な実験条件や標的の金属表面の測定から十分な検証を行い、信頼性の高い HONTA の電子エネルギー損失スペクトルを得ることができた（卒研課題）。
- ⑤ 継続課題であった KEK-PF における加熱された二酸化炭素分子の光電子分光実験も引き続き行なった。特に、これまで使用してきた加熱分子線ノズルを利用し、C 状態に関するより詳細な振動励起分子の電子状態に関する測定を行った。現在、それらの結果に対しての解析及び理論的考察を行っている。

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

● 学外共同研究

- 1. Universidade NOVA de Lisboa, Portugal（在外研修中）
- 2. 高エネルギー加速器研究機構「加熱分子の光電子分光実験」
- 3. 日本原子力研究開発機構、兵庫県立大学「マイナーアクチノイド回収用抽出剤の放射線分解機構の解明」
- 4. 核融合科学研究所「原子分子データベース作業会」への参加
- 5. 企業との共同研究の実施
- 6. NOVA School of Science and Technology, Lisbon, Portugal 公開セミナーの実施（6月28日）“Isotope effect in cross sections of NX_3 molecules ($X = H$ and D) by low energy electron impacts”.
- 7. 研究室インフォーマルセミナーの主催（9月13日）
Prof. James Sullivan (Australia National University), “Antimatter in the laboratory”

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) 学部教育

- （必修）理工基礎実験演習（物理分野前半7週担当）：対面実施，レポート指導
- （必修）物質生命理工学実験 B（前半7週間のみ）：課題1「研究発表資料作成のためのパソコン実習（MS Excel & Power point）」および，課題6「原子の励起と発光/実験データの解析法」のテキスト改訂・課題作成，授業支援サイト Moodle を用

いたオンデマンド課題の準備, クイズ採点・レポート指導等

- (理工共通) 量子物理化学: ハイフレックス対応, Moodle を用いた講義資料配布, 演習問題・クイズ, フィードバックの実施, 中間・期末試験問題の作成と採点
- (学科専門) 原子衝突物理学: ハイフレックス対応, Moodle を用いた講義資料配布, 演習問題・クイズ, フィードバックの実施, 期末試験問題作成と採点
- (全学共通) 現代物理学の世界 A (4 週) /B (6 週): ハイフレックス対応, Moodle を用いた講義資料配布, クイズ, リアクションペーパーとクイズに対するフィードバック, 中間・期末レポート問題の作成と採点,
- (英語コース専門) Quantum Reaction Dynamics: 対面授業, Moodle を用いた講義資料配布, 演習問題・クイズ, デモンストレーション実験の準備と実施, リアクションペーパーのフィードバック, 実験装置見学, 期末レポート問題作成・採点
- (必修) 卒業研究 I・II, ゼミナール I・II: 講義資料の作成, 演習問題・説明資料の作成, 教科書の輪読, 実験指導, 研究資料作成指導, 発表練習等

2) 大学院教育

- 物理学序論 (輪講科目 1 週): ハイフレックス対応, Moodle を用いた講義資料配布, リアクションペーパーの採点, レポート問題作成と評価

3) 学外

- NOVA School of Science and Technology, Lisbon, Portugal, ミニレクチャー (学部・大学院生向け), ” Electron collisions with atoms and molecules”の実施 (7 月)
- 奈良女子大学非常勤講師, 集中講義「放射線物理学特論 A」の実施 (12 月)

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

① 「量子物理化学 (理工共通)」と「原子衝突物理学 (学科専門)」

2022 年度は、これまでのコロナ禍のオンライン授業とは異なり原則対面での講義が実施されたが、対面授業変更後も学生の希望や事情によるハイフレックス授業継続の必要性があったことから、オンライン受講の学生と対面の学生双方にとって不利益にならないよう音声、共有画面、試験の実施方法などに十分な配慮と工夫のもと講義を行った。両科目ともシラバスに記載した内容に則ってスケジュール通りに進め、特に遅れることもなく、こちらの目標としていた十分な教育効果を達成することができたと考えている。

② 「現代物理学の世界 A/B (全学共通科目 3 名輪講)」

本講義科目は毎回の講義でノーベル物理学賞受賞者を 1 週 1 名紹介し、その仕事内容と関連する現代の科学技術について幅広く講義することで、理系文系問わず現代物理学の重要性と現代における科学技術との関わりについて興味を持ってもらうことを目

指し開講された全学共通科目である（抽選 220 名科目）。

2022 年度は、一部ハイフレックス対応を除き、原則対面実施となったことから、従来行っていた講義スタイルと Moodle 上からの資料配布やリアクションペーパー提出を組み合わせた方法で実施した。今年度は、全学共通科目の履修に関する内容変更があったこともあり、受講者数は例年に比べて少なかったが、Moodle を使ったクイズやフィードバックとリアクションペーパー提出を組み合わせることで理解度の向上と知識の定着を図る授業を展開した。毎回の講義で学生からフィードバックを受け学生の興味や疑問を把握し、次の授業でそれらを発表し共有することで一方的に教員が話す通常の講義とは異なる授業を行った。これらの方法は学生から高い評価を得られた。

現代物理学の世界 B（秋学期）では、一部、国際会議参加の都合でシラバスの順番の入れ替えを学生センター承認のもと行ったが、元々講義内容が 1 回完結の方式で実施される科目であり、順番の入れ替えによる教育効果の低下もほとんどないことから、シラバスの内容に遵守した講義スケジュールを達成できたと考えている。

③ 「Quantum reaction dynamics（英語コース専門科目）」

本講義科目は、履修する受講生が少ない少人数講義である特徴を生かし、講義に関連したデモンストレーション実験の実施や写真・グラフを含む最先端の研究結果の紹介なども積極的に交えて講義を展開した。特に、講義時間中の質問や議論の時間も積極的に受け、それについて回答することで学生が参加できる講義を実施し、さらに講義時間後の Moodle を使ったリアクションペーパーの質問やコメントについてもフィードバックとして返信ことで、より受講生の理解度の把握を行った。また、講義で話した内容や実験結果について、実際に研究で使用している実験装置の見学なども行うことで講義内容との関連を知ってもらえるように工夫した。シラバスに記載した内容に則ってスケジュール通りに進め、特に遅れることもなく十分な教育効果を達成することができたと考えている。

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。）

サバティカルによる在外研究取得年度であったため特になし

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

特になし

所属 物質生命理工学科

氏名 堀越 智

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：プラスチックのリサイクル，省エネ型タイヤの製造と廃タイヤのリサイクル技術，化粧品製造のための高品質乾燥現象の解明と実装試験，水から省エネ的に水素エネルギーを取り出す技術，マイクロ波放電の原理解明，冷凍食品とマイクロ波の相互作用に関する研究，新調理器具の開発，マイクロ波刺激を用いた植物育成法、魚類育成法の開発，マイクロ波刺激を用いた昆虫のプラスチックの生分解法の開発に関する研究

キーワード：マイクロ波化学，環境保全，光触媒，水素エネルギー，植物育成，ナノ材料，電子レンジ，マイクロプラスチック，陸上養殖，昆虫など

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

「マイクロ波が生み出す微視的高温場が化学反応にもたらす特異的効果の機構解明に関する研究」

「マイクロ波吸収体熱分解法を用いた廃プラスチックのケミカルリサイクルに関する新規開発」

「根菜類におけるマイクロ波放電の原理解明」

「生物に対するマイクロ波の潜在的電磁波効果の解明とこれを利用した誘導育成法の開発」

「可変周波数照射型マイクロ波加熱装置の特性評価とその特徴を活かした化学分野への応用に関する研究」

「廃プラスチックのマイクロ波ケミカルリサイクル法を用いた最適なマイクロ波吸収発熱体(MAHE)の探索に関する研究」

「マイクロ波誘電加熱における極性および無極性混合溶媒の加熱挙動の解明と化粧品原料や*iPS*細胞培地の乾燥への応用に関する研究」

「マイクロ波加熱によるタイヤゴムの発熱メカニズム解明および加硫の実現について」

全ての研究において、学術論文を投稿（予定）しており、良好な結果を得ることができた。また、すべての研究に対して学会発表も行うことができた。一部の研究では応用につなげるアプローチを2022年度～行っている。

3. 2022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。）

受賞：1件

著書：4冊

論文数：5報

特許：6件

依頼・招待講演：5件

テレビやラジオでの研究紹介：4番組

もの作り、環境、グリーンケミストリーをキーワードに、電磁波を用いて化学、生物、物理の分野で研究を展開した。様々な種類の雑誌への投稿、様々な学協会での発表を行った。加えて、企業との共同研究を多数行った。

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。）

共同研究

民間企業との共同研究（複数）

学会活動

Global Congress on Microwave Energy Applications (GCMEA)のアジア地区運営委員

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。）

学部：物質生命理工学実験 B(主担当者)、卒業研究 I, II、ゼミナール I, II、グリーンケミストリー、Green chemistry、リサーチトライアル I, II

グリーンケミストリーやGreen chemistryのテキストを学生の理解度に合わせ更新した。

大学院：Appalled environmental chemistry、Environmental chemistry、応用化学ゼミナール IA, IIA、IB, IIB、大学院演習 IA, IIA、IB, IIB, IVA, IVB

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

講義ではハイブリット授業しか受けてこなかった学生もいたため、受講生の意見を聞いたり、内容を図解説明したりするようにして学生の集中力が切れないような工夫をした。また、実社会との結びつきを明確にすることで、授業内容をイメージできるようにした。グリーンサイエンスコースの授業では、グリーンエンジニアリングや交換留学生も多いため、化学の基礎が全く理解していない学生も多い。そのため、オンデマンドを行い、受講生のペースで化学の基礎知識を理解できるようにした。これにより、例年に比べ小テストや期末テストの平均点が向上した。

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）

SOPHIA 未来募金推進委員・2018年度生クラス主任・SLO委員・理工と学科入試委員

(学外)

日本電磁波エネルギー応用学会(JEMEA) 理事長

(独)日本学術振興会 先導的開発委員会委員

Molecule エディター

Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy エディター

Chemical Engineering エディター

Advances in Materials Science and Engineering エディター

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。)

所属 物質生命理工学科

氏名 三澤 智世

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：錯体化学、生物無機化学、電気化学

キーワード：多核遷移金属錯体、金属酵素、酸化反応

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。)

(i) 酸素 2 つと二座配位子がルテニウム間を架橋した二核錯体の物性評価、およびプロトン移動をともなう酸化還元反応

(ii) ピラジン配位子を用いたルテニウム多核錯体の創製

(iii) ビス(2-ピリジルメチル) エーテル三座配位子を有するコバルト錯体の合成と物性評価 ~ 第一周期遷移金属を中心金属とする物質変換反応場の創製 ~

(iv) ベンジルビス(2-ピリジルメチル) アミン三座配位子を有するコバルト多核錯体の創製

(v) イリジウム錯体を用いた異種金属二核錯体の合成と触媒反応

(展望)「多核構造を有する遷移金属錯体を用いた物質の変換反応」というテーマで研究を行っている。天然の多様な物質変換反応において、金属錯体部位を活性点とする酵素あるいは金属錯体が数多く関与している。その活性部位として複数の金属中心から成る構造を有するものが多くあり、これらの電子構造や反応過程について理解し、錯体上での人工的な物質変換反応システムの創成へとフィードバックすることを見据えている。将来的にはエネルギー源として、現在の電気化学エネルギーに加えて光エネルギーを利用した研究も展開していきたい。

テーマ(i) - (v)の共通のコンセプトとして、多中心で基質を捕え、多電子、多プロトン移動反応が可能となる反応場の創製が挙げられる。(iii)-(v)に関しては、第二遷移系列元素であるルテニウムと性質の大きく異なる第一遷移元素、コバルトを用いることで、活性向上を見据えている。

3. 2022 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。)

・テーマ(i)に関連して下記を報告した。

T. Misawa-Suzuki*, H. Nagao*, *Dalton. Trans.*, **2023**, 52, 2863-2871.

- ・テーマ(i)～(iv)に関連して下記学会で研究報告を行った。
 - ・ 8th Asian Conference on Coordination Chemistry
 - ・ International Congress on Pure & Applied Chemistry Kota Kinabalu 2022 (招待講演)
 - ・ 10th Asian Biological Inorganic Chemistry Conference (招待講演)
 - ・ 第 103 日本化学会春季年会
 - ・ 第 72 回錯体化学討論会
 - ・ 第 55 回酸化反応討論会

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)

- ・南部 伸孝 教授;理論計算によるルテニウム二核錯体の電子構造および電子遷移スペクトルに関する探究
- ・橋本 剛 准教授(現 教授);(金属)有機化合物の単結晶 X 線構造解析による構造的議論

(学外共同研究)

- ・国立研究開発法人 産業技術総合研究所 触媒化学融合センター;新規触媒反応開発に向けた異種金属二核錯体の創製に関する検討

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。)

Basic Chemistry (GS/GE コース)、錯体化学、化学実験 I、ゼミナール I, II、卒業研究 I, II、無機化学特論 (無機反応化学)、大学院演習 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。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

「Basic Chemistry」: 2020 年度よりコロナ禍で、必要に応じて HyFlex 形式も取り入れて授業を実施した。講義中に演習問題とその解答を行うことでメリハリをつけ、100 分間にわたって集中できるよう努めた。対面試験を毎回の課題提出に代えることで各回の学習内容の定着度合いを評価し、授業内でフィードバックを行った。

「錯体化学」(学部専門科目): コロナ禍の影響で HyFlex 形式も取り入れて授業を行った。授業中に複数回演習を行い、その回答を講義内に行うことで学習内容の実践と定着を試みた。授業後には受講生から質問が出ることも多く、欠かさずフォローした。少なくとも「何

が明確でないか」という点まで明確になっていることが伺えた。

「無機化学特論(無機反応化学)」(大学院):天然の様々な反応とそれらの基礎理論、「なぜ」反応が起こるかという点を大切に授業を展開した。リアクションペーパーやレポートの内容から、受講生それぞれに、講義で取り扱った反応の少なくともひとつに対する興味が生まれたことを感じた。

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)・物質生命理工学科 機器担当 (ESR)
・物質生命理工学科 庶務厚生委員

(学外)・錯体化学若手の会 関東支部世話人
・錯体化学若手の会 夏の学校 2022 実行委員 (会計)
・第 72 錯体化学討論会 シンポジウム 04 運営委員

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

(研究関連) 月刊「化学」寄稿 (注目の論文)

所属 物質生命理工学科

氏名 安増 茂樹

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： 魚類孵化酵素を題材にした発生生物学と分子進化学などの分野で研究

キーワード：

孵化酵素、硬骨魚類、卵膜形成、孵化腺細胞、新規機能遺伝子の創生、遺伝子重複、機能進化、卵膜硬化

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。)

「魚類卵膜硬化の分子機構とメダカ硬化 TGase 遺伝子ノックアウト」大学院修士課程研究

「魚類孵化酵素遺伝子の遺伝子重複と新規機能遺伝子の誕生」大学院修士課程研究

「変異リコンビナント孵化酵素の卵膜分解活性の変化」卒業研究

「アユの孵化酵素の変異リコンビナントの卵膜分解活性の変化」卒業研究

「メダカの卵膜形成における ZPAX 遺伝子の機能解明」卒業研究

「メダカ卵巣発現 ZPB 遺伝子の機能解析」卒業研究

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

1. ゲノム編集法による ZP 遺伝子ノックアウトメダカの作成

CRISPR-Cas9 法により卵膜構成タンパク質遺伝子の破壊を試みた。卵膜は、複数のタンパク質により構成される。正真骨魚類のメダカでは、コリオジェニンと呼ばれる肝臓で合成される 3 種のタンパク質 (chgL, chgH, chgHm) と卵膜で合成される複数のタンパク質 (ZPAX1, ZPAX2, ZPB, ZPC1~5) より形成される。生化学的実験の結果、卵膜の 95% は、肝臓由来の chg タンパク質で出来ていることが示されている。Chg 遺伝子ノックアウトにおいては、城西大の佐野准教授と共同研究を行い、その結果は、(Yokokawa et al., J Biol Chem. 2023 299(4):104600) に掲載された。Chg 遺伝子を 1 つまたは、ダブルノックアウトすると非常に薄い卵膜が形成される。免疫組織学的に解析すると、その卵膜は、卵巣由来の ZP タンパク質により主に形成されている。これらの結果より、正真骨魚類の卵膜の形成は、まず、卵巣由来の ZP タンパク質が薄い卵膜を形成して、その後、chg が、薄い卵膜に沈着することで卵膜は厚く強固になることが示された。現在、微小な構成成分である ZPB と ZPAX1/2 破壊を試みている。ZPB 遺伝子のノックアウトにおいては、ホモ個体が得られている。ZPB ノックアウト個体の卵は、薄く脆弱な卵膜を持つことが分かった。このことから、卵膜で微量に合成される ZP 遺伝子は、卵膜合成に重要な働きをすることが分かった。現在、ZPB ホモ個体が産卵する卵の卵膜を解

析中である。

2. 魚類卵膜硬化機構の研究

真骨魚類の受精後の卵膜硬化は、トランスグルタミナーゼ（硬化 Tg）が卵膜間に架橋を形成することで起こる。硬化 Tg は、卵形成の過程で卵膜にとりこまれることが知られている。今までの研究により硬化 Tg は、卵膜受精後に C-末端部がプロセッシングされ、急速な卵膜硬化が起きることが示されている。今年度の研究で、卵形成過程の最終段階である排卵時に N-末端部位がプロセッシングされ活性型酵素に変化することが示された。また、抗-硬化 Tg 抗体を用いた免疫組織化学で、硬化 Tg は、卵膜の最外層に局在することがわかった。つまり、未受精卵では、活性のある状態で存在するが最外層に局在するために基質である卵膜タンパク質と相互作用ができない。受精後、C-末端部のプロセッシングにより最外層のアンカーされていた硬化 Tg が、リリースされ卵膜全体に拡散することで急激な硬化が起きるとい機構が考えられる。卵膜の硬化は、硬化 Tg の 2 回のプロセッシングにより制御されたシステムであることが示された。また、CRISPR-Cas9 法により硬化 Tg 遺伝子の破壊を試みた。遺伝子の破壊されたメス個体は、ほとんど産卵しない。しかし、えられた数個の受精卵の卵膜は、全く硬化していないことがわかった。このことより、卵膜の硬化は、硬化 Tg が行うことが確認された。

3. アユ孵化酵素の卵膜分解機構の研究

多くの正真骨魚類では、HCE と LCE という 2 つの孵化酵素により、卵膜は効率よく分解・可溶化される。しかし、正真骨魚類で分岐の早いキュウリウオ目では、HCE と LCE に加えて HE というもう一つの孵化酵素が存在する。このことより、キュウリウオ目の魚は、3 つの酵素により卵膜を分解していると考えられる。アユを用い、HCE と LCE と HE のリコンビナントタンパク質を大腸菌の系を用いて作成した。今 HCE と HE は、活性のあるリコンビナントタンパク質が作成されたが、LCE は、活性のある酵素が得られないことがわかった。今後は、アユの孵化液を用いて、LCE の精製を行い、その卵膜分解活性を調べる予定である。

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。）

国外共同研究：Luca Jovine 博士（カロリンスカ研究所、スウェーデン）と卵膜の孵化酵素分解物（卵膜タンパク質複合体）の 3 次元構造の解析。昨年度、共著で論文を発表（EMBO J. 2020 15:e106807）したが、さらにもう 1 報を投稿中である。

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

発生生物学、分子遺伝学、発生生物学特論、理工学概論（3 回）、物質生命理工学実験 A（5 回）生物科学実験 I（8 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。)

コロナウイルスの弱毒化とワクチンがいきわたったことで、2022年度の授業は、すべて対面で行った。コロナ罹患者は、メールで希望があった場合、Zoomで授業を行った。授業前に授業で用いるパワーポイントファイルを含む参考資料をmoodleに掲示し、学生の予習・復習を効率よくできるよう考慮した。

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) 理工学部広報委員

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 物質生命理工学科

氏名 横田 幸恵

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：貴金属ナノ粒子と光を利用した研究、
新規光機能材料および微量分析チップの開発に関する研究
キーワード：金属ナノ材料、無機材料、光化学、プラズモニクス、液相合成、
微細加工、光化学反応、表面増強ラマン分析

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) Pd ナノ粒子の光学特性と還元反応触媒への応用（学部・大学院研究）
- (2) サイズ・形状を制御した金ナノ多面体の液相合成法に関する研究（学部研究）
- (3) Seed-Mediated 法による Au@Ag ナノ粒子合成に関する研究（学部研究）
- (4) 液相合成により作製した金ナノ粒子の表面増強ラマン散乱チップに関する研究（学部研究）

（展望）

「金属ナノ粒子を用いた新規光機能材料の作製と高効率光化学反応への応用」というテーマで研究に取り組んでいる。

貴金属ナノ粒子は特徴的な色を示すだけでなく高耐久性であり、ナノメートルという局所空間で高い電場増強を誘起することが知られている。金属ナノ粒子の形状やサイズ制御により、従来とは異なる原理の光学特性を有する材料や光化学反応への応用が期待できる。可視・近赤外光を利用した光化学反応への発展 (1) や金属ナノ粒子の精密合成の開発 (2,3) や表面増強ラマン分析(4)などの研究を展開している。これらの研究により、光機能材料、グリーンケミストリーや高感度微量分析チップ開発に寄与する応用を目指している。

3. 2022 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) Pd ナノ粒子のプラズモンによる光学特性と還元反応触媒への応用

Pd ナノシートや Pd ナノキューブなど様々な形状のナノ粒子を作製することに成功し、それらの光学特性も明らかにした。合成した Pd ナノ粒子を触媒としてモデル反応での光照射

による影響を詳細に調べた。今後は光を用いた有機反応への応用を目指す。

(2), (3) サイズ・形状を制御した貴金属ナノ多面体の液相合成法に関する研究

室温でサイズと形状を制御しながら、短時間で金ナノ粒子を合成する手法を明らかにした。吸光度や形状制御、シミュレーションから、可視から近赤外に任意の吸収を持つナノ粒子合成の指針を得られた。

(4) 液相合成により作製した金ナノ粒子の表面増強ラマン散乱チップに関する研究

顕微鏡下で固体基板上に吸着させた金ナノ粒子の表面増強ラマン散乱スペクトルから、形状によるラマン増強度の違いを明らかにした。

下記の学会で研究報告を行った。

(国際学会) APNFO-13 (国内) コロイドおよび界面化学討論会、春季応用物理学会

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) 金属・電子材料、物質生命理工学実験 B、Metallic and electrical materials(GS コース)、卒業研究、ゼミナール

(大学院) Advanced materials、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。あわせて授業シラバスに記載した内容の達成状況についても自己評価してください。)

(学部)

「金属・電子材料」(専門科目)

パワーポイント中心の授業のため、昨年度よりも配布資料に空欄やメモを書き込める部分を作り、講義中に各自が資料に書き込める形に変更した。本年度は各講義時の演習問題に加えてMoodle上に問題を追加することで、授業項目のそれぞれの達成度やテスト対策を各自が行えるようにした。それに加えて毎回の授業後にMoodle上でリアクションペーパーを実施し、個別に質問しやすいよう工夫した。前年度よりも受講生の興味や理解度を探ることができ、学生からの意見や質問を授業内で積極的に取り入れた。

「Metallic and electrical materials」

ほぼ対面で実施でき、授業時間内でも積極的に質問を受けつける形の講義を実施した。授業中に演習問題を実施して時間内にその解答も詳しく説明する形をとるだけでなく、リアクションペーパーも併用してわかりにくい部分をさらに説明をし、各個人の理解度を高められる講義となった。

(大学院)

「Advanced materials」

光化学の基礎的な内容を他の研究領域に所属する学生が理解しやすい講義資料を作成した。リアクションペーパーを用いて学生からの質問や意見を取り入れ、光機能だけでなく、学生の興味のある機能材料に関する最先端の研究なども講義内で積極的に紹介した。

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) 物質生命理工学科 庶務厚生委員

(学外) プラズモニック化学研究会 幹事

2023年 第70回応用物理学会春季学術講演会 現地実行委員

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 物質生命理工学科

氏名 陸川 政弘

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： アニオン性・カチオン性高分子電解質材料の合成と燃料電池に関する研究、ペロブスカイト型太陽電池を用いた人工葉の研究、ラジカルクエンチャーに関する研究

キーワード： 高分子電解質、プロトン伝導性、燃料電池、触媒活性、人工葉、酸化反応、精密重合、ジブロック共重合体、ラジカルクエンチャー

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 「プロトン伝導性高分子の劣化機構に関する研究」(学部・大学院研究)
- ② 「次世代型燃料電池に関する研究」(学部・大学院研究)
- ③ 「有機・無機ハイブリッド材料を用いた人工葉に関する研究」(学部・大学院研究)
(展望)
 - ① NEDO の委託研究をもとに、OH ラジカルによる劣化機構を解明し、その知見から新規なラジカルクエンチャーの設計指針を構築している。
 - ② 次世代型燃料電池として 100℃以上、無加湿下で作動する燃料電池の開発とそれに必要とする電解質材料の開発を行っている。特に、水を伝導媒体としない無水プロトン伝導体の設計を行っている。
 - ③ 開発した人工葉の水素発生効率を向上することを目的に、電池の内部抵抗の低減、セル構成の最適化、水素発生触媒の検討を行っている。

3. 2022 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。)

- ・項目①：フェノール骨格を有する種々の有機低分子ラジカルクエンチャーを合成し、その耐久性試験と ESR 測定によりラジカルクエンチ能を評価した。従来のセリウムイオン系のラジカルクエンチャーよりクエンチ能は劣るものの、耐水性の高いラジカルクエンチャーを見出すことができた。また、クエンチ能を判定する迅速スクリーニング法の開発に成功した。
- ・項目②：昨年度に引き続き、カチオン性の炭化水素系電解質材料を合成し、プロトニックイオン液体を複合化した新規な電解質材料を開発した。高温無加湿における発電試験を行ったが、燃料クロスオーバーにより電圧低下が観察され、膜厚の調整と材料の高分子量化が必要なことが分かった。

- ・項目③：人工葉用に開発した有機・無機ハイブリッド太陽電池の水素発生効率を高めるために、太陽電池の内部抵抗の低減を図った。電子輸送層の作成条件、光活性層の組成を調整することで最適条件を見出した。また、各層の平滑化を向上するためのスピコート条件等を検討した。

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

- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、「燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業／共通課題解決型基盤技術開発／高耐久性を目指したラジカルクエンチャーの研究開発」、2022年、70,549,700円
- ・第29回燃料電池シンポジウム、東京、2022/5/26-5/27、運営委員

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。）

有機化学（有機分子）、機能性高分子、物質生命理工実験C、ゼミナール、卒業研究、応用化学ゼミナール、大学院演習、有機合成化学特論

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

有機化学（有機分子）

サバティカル中であつたが代行教員がない為、例年同様に実施した。オンライン受講者は罹患者のみであつた。理工アクティブキューブと共同で授業外学習の機会を取り入れ、授業の理解度アップが図れた。

「物質生命理工実験C」

サバティカル中であつたが代行教員がない為、例年同様に実施した。2022年度はほぼ対面により実施した。罹患等により、オンデマンド受講を併用したが、概ねコロナ前の状況に戻った。コロナ禍を経験するともう少し人数を抑えた方がよいと思った。オンデマンドを含めた総合的な新たな学生実験の検討をすることにした。

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）

- ・レピュテーション調査依頼および調査

（学外）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構技術委員、同ピアレビューアー、燃料電池シンポジウム実行委員、日本学術振興会書面審査委員

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。）