

## 2021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 2021 年度の職名

白杵 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)	...	59
岡田 邦宏	(教授)	...	10	南部 伸孝	(教授)	...	63
小田切 丈	(教授)	...	15	橋本 剛	(准教授)	...	67
川口 眞理	(准教授)	...	18	林 謙介	(教授)	...	69
神澤 信行	(教授)	...	20	早下 隆士	(教授)	...	72
木川田 喜一	(教授)	...	22	藤田 正博	(教授)	...	76
久世 信彦	(教授)	...	25	藤原 誠	(教授)	...	81
近藤 次郎	(准教授)	...	27	冬月 世馬	(准教授)	...	83
齊藤 玉緒	(教授)	...	30	星野 正光	(教授)	...	86
鈴木 伸洋	(准教授)	...	32	堀越 智	(教授)	...	91
鈴木 教之	(教授)	...	35	三澤 智世	(助教)	...	94
鈴木 由美子	(准教授)	...	39	安増 茂樹	(教授)	...	97
高橋 和夫	(教授)	...	42	山田 葉子	(特任准教授)	...	100
竹岡 裕子	(教授)	...	48	横田 幸恵	(助教)	...	102
田中 邦翁	(准教授)	...	52	陸川 政弘	(教授)	...	105
千葉 篤彦	(教授)	...	55				

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 臼杵 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. 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。)

・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。今後、質量分析による構造解析を推進する。

・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、縮合・保護基の除去を経て、jamaicamide B の最初の全合成を達成した。

・ 深共晶溶媒によるアロマ成分の効率的抽出法の開発

ティートリーやレモングラスには、それぞれ魅力的なアロマ(精油)成分が含まれている。本研究では、それらのアロマ植物から精油成分を効率的に獲得することを目指し、ペタインを主軸とした深共晶溶媒を抽出溶媒として用いたところ、目的の精油成分を従来法よりも約2倍も効率的に抽出することに成功した。

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

(国際共同研究)

- ・ 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、鈴木由美子准教授、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)、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)

その他：上智大学教育イノベーション・プログラム代表者「文理融合型 English ランチプログラムの推進」

(学外)

駒沢女子大学人文学部 非常勤講師 「物質と化学」担当(学部1～4年)

**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。）

「天然有機化学」

本年度、オンデマンド授業として、書画カメラで講義ノートを録画しオンデマンド発信したところ、受講生は自分の聞きたいところを繰り返し視聴できたため、教育効果は高いものとなった。また、毎回のリアクションペーパーに対して解説を行うことを心掛けた。その結果、講義の質は、対面のとくとほぼ変わらないか、むしろ向上したと考えられる。

「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まれます。）

（学内）

理工教育研究推進センター運営委員、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 22 報

公益財団法人 伊藤国際教育財団 選考委員

**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 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。

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

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), (4), (5), (6)
- ✓ 修士研究： (1), (2), (3), (5)
- ✓ 学内共同研究： (1), (5), (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： (2), (3), (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、学内]**

- ✓ 上智大学学術研究特別推進費「重点領域研究」（研究分担）  
「人工葉の創成とその光・化学変換」

**[共同研究、学外]**

- ✓ 企業共同研究 1件（研究主担当）

**[その他]**

- ✓ 研究会セミナー開催 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。)

(学部・春学期)

「基礎化学(情報理工学科)」

新型コロナウイルスへの感染防止を最大限に意識せざるを得なかった前年度の状況より若干好転したものの、教室対面とオンラインの両参加者に同時対応する“ハイフレックス授業”を如何に実施するかが授業運営の最大の課題となった。授業開始時、100名を超える参加人数のうちハイフレックス授業の参加者はわずかであったが、授業内容のオンライン中継ならびにリアクションの回収を双方向的に実施せねばならず、それは参加者に比例せず一定量の負荷を講師側に強いる形となることが授業を通じて判明した。しかしながらその一方、このような授業体制は受講者側には場所を問わず講義を受講できるシステムの一例として大きな可能性を有することも同時に感じ取ることができ、今後の授業運営への反映も十分に考慮すべきと考える。

期末試験の実施や課題提出については前年度と同様に成績評価が大きな問題となり、オンライン受講学生の不正防止対策や、受講学生全員にとって平等な評価基準の設定など、今後も引き続き検討を実施する必要がある。

「科学技術英語(化学)」

2021年度の担当授業で“ハイフレックス授業”の対応に最も苦慮した科目であり、語学授業で必須となる音声会話の双方向性を如何にして維持するかが最重要課題となった。前年度は機械トラブル等の多発により授業運営に少なからぬ支障が発生したが、今年度は大学・教員・受講生ともに万全の体制で授業参加に臨むことができ、受講者の協力により円滑な授業進行を収めることができた。また昨年度よりも受講者数が減少したが、少人数講義がレポートや期末試験の実施において少なからず利点として働く場面も多く、全般を通して前年度よりも首尾良く授業運営を遂行できた印象が強く残る。

(学部・秋学期)

「無機材料化学」

春学期に引き続きハイフレックス体制での授業実施となったが、前年度と同様、春学期の授業実施時に蓄積されたノウハウを活かし円滑に活動を遂行することができた。加えて前年度に作成した授業資料(電子版)を有効活用できたことや、質疑への回答や予備資料(ウェブサイト情報等)の紹

介などを極力オンライン化することで効率的な授業運営へと繋がる糸口を幾分か見出すことができたように考えられる。

期末試験などの最終成績評価が他科目と同様に大きな問題であり、対面受講者とオンライン受講者の評価基準を極力公平なものとする事に注力したが、完全な体制での評価は依然として難しく、今後も更に改善された体制を模索する必要がある。

#### 「化学実験 I」

授業科目の性質を鑑み、対面による授業実施を基本方針とした上で、教室および実験室での感染防止対策への十分な配慮、ならびに体調不良を事由とした学生への対応強化を念頭に置いた授業運営を心掛けた。前年度に設定した実験課題やスケジュール、教材、実験スペース配分などを対面実験重視の形式へと改めて調整し直した一方、授業参加学生のコンディションを確認するための各種連絡は前年度よりも頻繁に執り行われる形となった。

コロナウイルス感染や濃厚接触者認定、さらにはそれらの可能性ありとして授業欠席となった学生に対しては各種証明に基づき補講の実施により欠席分の対応を実施したが、前年度よりもそれらの件数は多く、各種確認の連絡や補講実施スケジュールの確保などの作業が増大した。本年度もコロナウイルス感染の状況が同様であるならば、補講実施の認定やスケジュール調整に係る混乱を避けるために欠席者の対応体制を更に改善することが必要であると考えられる。

#### 「化学と生活 II」(輪講:第3クォーター担当)

抽選科目人数の上限設定より、当年度、コロナウイルス感染対策における本授業の実施はすべて“オンデマンド動画”の公開によるものとなった。但し、最終的な受講者は人数上限より大幅に少なく、学事ルールによる本采配の妥当性には少々の疑問が残る形となったことが大変残念である。昨年度はオンライン授業実施のみの対応であり、当年度は動画教材を改めて用意することが必要となり、撮影作業等に多くの労力を要することとなった。授業動画の視聴割合と、視聴後の小問回答の結果を連動させる形式を新たに成績評価に組み入れたところ、比較的授業理解度や発展度合を反映した評価情報を得ることができ評価判定に大変役立った。

#### (大学院・春学期)

##### 「工業化学材料特論」

学部授業と同様にハイフレックス体制での授業を実施することとなったが、前年度の活動を通じてオンライン体制での授業システムが既に確立していること、対象となる受講生(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、等の状況から概ね問題無く授業を進行することができた。ウェブサイト上の各種資料の紹介など、オンラインの特性を利用した授業の改善なども引き続き試みていきたいと考える。

成績評価については、元来から本授業はレポート提出が主な評価を占めるため、対面・オンライン・ハイフレックスの授業体制いずれにも対応が容易であり、特に大きな問題無く最終評価を定めることができた。



**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） 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  
体育会柔道部部長

（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

**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，低速極性分子，イオン分子反応，イオンのクーロン結晶，イオントラップ，シュタルク分子速度フィルター，共鳴多光子イオン化

**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。)

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研究へ貢献していく。

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

極性分子など星間化学で重要な分子のイオン化を行う。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. 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。)

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. 研究テーマ「星間分子雲における低温イオン分子反応の研究」において，以下の研究を行った。

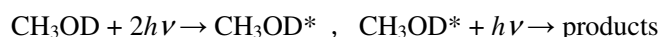
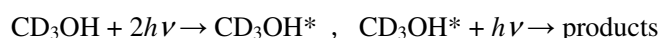
昨年度に引き続き，フルオロメタン低速極性分子線とレーザー冷却カルシウムイオンとの反応のより詳細な研究を行った。具体的には極性分子の並進反応温度を 8-23

K, 及び 110 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 30 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回転冷却したフルオロメタンの反応速度定数が有意に大きくなることを昨年度と同様に確認したが, 並進反応温度の増加に伴い, 回転冷却による速度定数の増加率は低下し, 110 K においては速度定数の値が誤差の範囲で一致した。Perturbed Rotational State (PRS) 理論を用いた捕獲速度定数と実験結果を比較したところ, 並進反応温度が約 20 K に増加すると回転冷却された CH<sub>3</sub>F との反応では PRS 捕獲速度定数との明らかな差が見られ, さらに 110 K の場合には実験値が 1 桁低い値であることが分かった。この事実は, この反応系がバリアレスな反応ではなく, 障壁を伴った反応であることを示唆している。この反応経路には量子化学計算によって隠れた反応バリアが見つかっており, 実験で測定された速度定数の低下の原因は, この反応バリアによるものと考えられることが分かった。また, 今回の結果は室温及び 243 K で測定された過去の実験値と良い一致を示した。以上のことから, この反応系は 10 K 以下の並進反応温度ではバリアレスな振舞いをし, 並進反応温度の上昇に伴い反応バリアによって支配されることが分かった。

一方, イオントラップ飛行時間型質量分析計に関しては, イオン極性分子反応を利用して生成した Ca<sup>+</sup>と CaF<sup>+</sup>の混合クーロン結晶をイオントラップの径方向に引き出し実験を行った。自作高速スイッチ回路の導入による引出し時のトラップ電位の最適化により, 分離スペクトルの観測が安定して可能となった。その結果, 質量分解能がイオントラップの径方向, 軸方向の設定電位, 及びクーロン結晶のサイズに大きく依存することが確かめられた。また, 高分解能スペクトルを得るには数 100 個以下のイオン数に減らす必要があることも分かった。

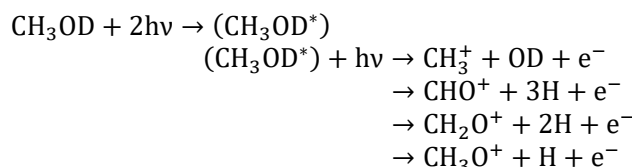
また, 新たなイオン極性分子反応の測定法の開発を行った。その方法は, wavy シュタルク分子速度フィルターによって生成された低速分子線をヘリウムバッファーガス冷却されたイオンに対して反応させ, 反応速度定数を測定する方法である。この手法を検証するために用いた具体的な反応系は Ca<sup>+</sup> + CH<sub>3</sub>F → CaF<sup>+</sup> + CH<sub>3</sub> である。Ca<sup>+</sup>は冷凍機によって約 13 K に冷却されたイオントラップ中に捕獲され, ヘリウムバッファーガスによって冷却される。この方法の優れた点は, 冷却イオントラップを用いることでヘリウムガス導入に伴う残留ガスの影響を無視でき, イオン冷却にレーザー冷却を用いないため原理的にはどのようなイオンにも適用できることである。また, イオントラップ全体を密閉することにより, 原理的にイオンの並進・回転温度を自由にコントロールできる。また, 今回用いた反応系に関しては, レーザー励起を併用することによって, Ca<sup>+</sup>の電子状態を分離した反応速度定数の測定にも成功した。本研究の成功によって, 低温イオン極性分子反応の研究に新たな実験法を提供できたと考えている。

2. 研究テーマ「共鳴多光子イオン化法による分子イオンの生成」では, メタノール-d<sub>3</sub> (CD<sub>3</sub>OH) およびメタノール-d<sub>1</sub> (CH<sub>3</sub>OD) に対する(2R+1)-REMPLI, すなわち



を行い解離イオン化過程を詳細に調べ, 昨年度測定したメタノール及びメタノール-d<sub>4</sub> の結果と比較を行った。利用したパルス色素レーザーの波長は 308~324 nm

と昨年度よりもやや広い波長範囲で行った。飛行時間質量分析計を用いた測定を行ったところ、 $\text{CD}_3\text{OH}^+$ 及び $\text{CH}_3\text{OD}^+$ の生成は確認されず、様々な解離イオン（メタノール-d1 の場合  $\text{OD}^+$ ,  $\text{CH}_3^+$ ,  $\text{CHO}^+$ ,  $\text{CH}_2\text{O}^+$ ,  $\text{CH}_3\text{O}^+$ ）が生成されることが確認された。この結果は、昨年度の実験結果と同様であり、また、過去に他の研究機関で行われた実験結果とも一致した。 $\text{CH}_3\text{OD}$  の REMPI スペクトルを詳細に分析することにより、以下の生成過程によってこれらのイオンが生成されることが分かった。



$\text{CD}_3\text{OH}$  についても同様である。今後は、エタノール及び重水素を含むエタノールについても同様の研究を行い、より詳細な解離過程の情報を得ていく。また、量子化学計算を用いた解離過程の理解が可能かどうか、その可能性を探っていく。

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

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. Rotational state dependence of the rate constant in the  $\text{CH}_3\text{F} + \text{Ca}^+$  reaction at low translational temperatures (Texas A&M University・Professor Hans A. Schuessler, SIBOR 研究室との共同研究)
3. 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。）

科学技術英語（物理），Green Science & Engineering I，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)

2021 年度は一部の講義で対面講義を実施したが、引き続きオンデマンド講義を実施する科目もあった。その理由は、昨年度のオンデマンド講義の実施によって以下の利点があると判断したためである。

- 学生は講義内容を何度も見返すことができ、確実にノートテイクを行える。特に、数式展開を多用しなければならないとき、板書では書き込める内容に制限があるため、毎回消去する必要があるが、オンデマンドでは学生が動画を遡って確認することができる。
- 教室設備に左右されることなく声の聴きとりにくさや板書の見にくさといった問題が起こらないこと。
- シラバス通りの講義内容を予定通り進めることができること。

これらの利点は講義科目によって、また、講義担当者や受講者の資質によっても大きく左右されるため一概に利点と言えないことであるが、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)ではどうしても数式を多用する場面が多くなってしまったため、学生にとって板書の講義よりもオンデマンド講義の方が受講しやすいと判断した。実際、オンデマンド講義に関しては一部の学生には好評であった。

一方、オンデマンド講義のデメリットは、講義中の学生の反応を確認することができないので、学生が講義内容をフォローできているかどうかの判断が難しいことである。また、長時間の動画視聴は学生によっては苦痛を感じるため、内容にメリハリが無いと飽きられてしまうリスクがある。また、今回の講義ではリアクションペーパーの解答を Moodle 経由で公開したが、学生毎の細かい対応には至らなかった。これらのデメリットや不満が今回の授業評価の結果につながったと考える。

来年度からは全て対面授業に移行することになったため、オンデマンド講義における欠点と感じた部分を改善した講義を展開していきたいと考えている。一方で、オンデマンド講義で利用したリアクションペーパーの回収と解答の公表は維持しつつ、詳しい解説については対面講義で行うことによってカバーする。また、昨年度までに培ったオンデマンド講義の資料を活用することも検討していきたい。例えば、講義で説明が不十分と感じた部分や質問のあった部分については、これまで制作した動画資料を利用して動画によって補足説明や質問の回答を行うという手法を取り入れることも検討していきたい。

(学生実験)

「理工基礎実験」では対面実験を行い、「物理化学実験」では密を避けるために課題内容に応じて対面実験とオンデマンド実験を行うグループに分けて実験を実施した。来年度はいずれも対面実験で行う予定である。

理工基礎実験では、昨年度作成したオンデマンド実験動画の資料を利用した実験のガイダンスを行い、学生がより容易に実験内容を理解できるよう工夫した。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、オンライン実験の経験から対面講義に移行する際には課題内容の一部に修正が必要と判断した。来年度に向けて実験テキストの修正と内容の改善を図っていく。

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

(学内) 研究機構委員 (全学), 学科図書委員会, 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」

「実験室真空紫外パルス光源を用いた飛行時間質量分析スペクトルの測定」（卒研）

「多電子同時計測法による CH<sub>3</sub>OH の 1s 内殻イオン化に伴うオージェ崩壊の研究」（卒研）

「フラグメント負イオンの運動量測定にむけた画像観測装置の評価」（卒研）

「磁気ボトル型エネルギー分析器による Ne 原子の二重光電離ダイナミクスの研究」（大学院研究）

「真空紫外光吸収に伴うピリジン分子からの負イオン生成」（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，負イオンの運動画像観測法を駆使して実験的に明らかにしたい。

**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。）

- ・ 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、メタノール分子内殻光電離状態の崩壊ダイナミクスについて調べた。0 1s 電離状態からの Auger 崩壊ではもっぱら傍観型の Auger 過程が起こることを見出した。また、Auger 崩壊後の 2 価分子イオンが電子的に緩和する前に解離し、遅い電子放出にいたる超励起  $0^+$  を生成する段階的 2 重 Auger 崩壊の存在を明らかにした。これは水分子の 0 1s 電離状態からの崩壊過程でも見られたが、水分子で生成するのとは異なる状態の超励起  $0^+$  が生成することを明らかにした。
- ・ 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。
- ・ ピリジンのイオン対解離に CN<sup>-</sup>, H<sup>-</sup> 負イオンの生成断面積を入射光子エネルギーの関数として測定した。イオン対解離の解離極限に対する量子化学計算の結果と比較し、ピリジンのイオン対解離過程について議論した。

**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、Atomic and Molecular Spectroscopy (英語コース)、Radiation Physics and Chemistry (英語コース)、物理学序論

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。また、日本語の理解が十分でない学生、研究者に対し、同様の教育訓練を英語により行った。



**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。）

「放射線科学」

「Radiation Physics and Chemistry」(英語コース)

授業理解度を高めるため、報道例を紹介し、その問題点について解説した。

すべての講義について、教育効果の高いオンライン講義を目指し工夫した。Zoom による授業では、板書やスライドの見やすさ、音声のクリアさに留意し、板書コピーのアップロード、適度な分量のオンライン課題などを行った。オンライン課題は問題解答に加え講義内容をまとめる課題を出し、理解度向上に努めた。

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

(学内) 放射線取扱主任，放射線安全管理委員，チューター（3年生）

(学外) 高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設ユーザーアソシエーション (KEK PF-UA) 原子分子科学ユーザーグループ代表，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，第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム分子科学プログラム委員

**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囊におけるアンモニア輸送」

「タツノオトシゴの育児囊で見つかった新規 ZP タンパク質」

「タツノオトシゴの育児囊におけるキチナーゼの発現解析」

「タツノオトシゴの育児囊に特有な組織を構成するタンパク質の探索」

**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。)

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囊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。

**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。)

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ている。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みます。)

(学内)

2018 年次物質生命理工学科クラス担任、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

(学外)

日本魚類学会・編集委員、日本魚類学会・代議員、日本動物学会・関東支部委員

**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。)

日本財団「海と日本プロジェクト」における「海を学ぶ体験教室～水俣 ヒメタツ～」にてオンラインで模擬講義を行った。

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。)

- ミヤコグサ時計遺伝子下流に存在する就眠関連因子の探索と同定
- ミヤコグサ葉枕特異的に素材するトランスポーター系遺伝子の関与
- AFS, TFS 内心筋細胞培養及び軟骨細胞における機能発現

(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。

傾性運動の調節に関与する様々な因子に着目し、生化学的手法や分子生物学的手法から解析している。近年は網羅解析の手法を導入し、就眠運動に関与する遺伝子の探索に取り組んでいる。その中から主に物質輸送に関わる因子に関して、就眠運動との関連を調べている。一方後者は、医療用デバイスへの応用を志向し、三次元培養が可能な生体材料の開発と評価を行っている。

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

傾性運動に関する研究では、一昨年度までの研究テーマとして掲げていた植物の開花促進因子 FT と就眠運動との関係をまとめ国際誌に報告した。また、トランスポーター関連の因子については局在を GUS 染色法で明らかにし、さらに就眠運動との関係を遺伝子破壊の技術で調べている。

足場材料を用いたデバイス開発では、昨年度の途中より三次元足場材料内で軟骨様細胞培養と、経時的な細胞分化の様子を調べた。その結果、これまで心筋細胞などでも見られていたように、二次元培養下では、分化を促進する薬剤なしでは軟骨分化が促進されないが、足場材料内では分化誘導剤なしでも細胞分化が促進することが分かった。細胞接着の様式などにより発現する遺伝子が異なるためだと考えられる。

また、A-stem トライアウトに採用され、長尾教授と共同でルテニウム錯体のコロナ感受性細胞への影響を調べた。結果については別途報告の予定である。

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

(学内) コロナ感受性細胞を用いたルテニウム錯体の機能評価（物生 長尾教授）  
(学内) 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）

**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、地球環境と科学技術 I(1 コマ)、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

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

春学期のおよそ半分はオンライン併用実施であり、秋学期はすべて対面実施(一部オンライン)となった。オンライン実施様のコンテンツ作りだけでなく、対面実施の内容も見直し、直接的な接触に注意しながらも、授業中の学生間での議論なども可能になる様にそれぞれ刷新した。今後オンラインの時間が短縮されるが、一方でオンディマンドの有効活用が出来ていないため、準備を進めている。

**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) 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. 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) 「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、繰り返し現地調査を行った。

草津白根山においては、山体西側の万座温泉のヒ素濃度経年変化の見直しを行い、東側の草津温泉とは異なる特徴的な地下熱水構造の存在を示す解析結果を得た。

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、熱水活動は活発期を過ぎ、安定した定常的状态にあることが示された。

#### (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、2021年度末時点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、火山活動が静穏化の傾向にあり、また、水質改善の為に設置された河川中和施設の効果も見られることから、下流域における河川水質は完全に回復したと判断された。

#### 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。）

- 東京都市大学をはじめとする複数の研究機関と「環境放射能」に関する共同研究

#### 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。）

- 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，教育実習 I，卒業研究，研究指導，大学院演習，先端工業化学と地球環境科学，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。）

ハイフレックス授業の実施にあたり、対面受講者とオンライン受講者とで同じ学修効果が得られるよう、講義資料（投影資料および配付資料）を工夫した。その結果、オンライン受講者からは講義内容・形態について概ね好意的な反応を得ることができた。

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

種のワーキンググループなどでの活動も含まれます。)

(学内)

- 全学委員：課程委員
- 学部委員：教職課程委員
- 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。



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。)

「Benzyl acetate のマイクロ波分光」

「1-Pentanethiol のマイクロ波分光」

「cis-3-hexenal のマイクロ波分光」

「新規含リン化合物のマイクロ波分光」

(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. 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。)

- cis-3-hexenal のマイクロ波分光

この分子と trans-3-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った。

- 1-Pentanethiol のマイクロ波分光

これまでの観測データを整理・精査し, 重水素化置換体の回転スペクトルデータを中心に観測した。この研究での大きな目的である重水素化された TTTg 型異性体のトンネル分裂の解明につながるデータを一部観測できたことが大きな成果である。

- 含リン化合物のマイクロ波分光

放電実験の親分子である diacetylene の合成スキームを改良し、より効率的に合成することができるようになった。また放電実験の条件も最適化することで回転スペクトルデータを数 GHz スキャンすることができ、多くの既知の放電生成物を同定できた。見帰属線もまだかなり残っているので、これらの中に新規含リン化合物の情報が含まれていると期待される。

**4. 大学内外における共同的研究活動** (共同研究、学内共同研究などを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研究成果について論文執筆作業を進めた。また学内共同研究では、新規星間分子候補の探索を目的とした短寿命含リン化合物の探索を進めており、2021 年度から本学学生が主導する形で研究を進めた。

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

物理化学特論 (構造化学), 分子構造化学, Structural Chemistry (GS コース)  
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

COVID-19 対応のため、分子構造化学と Structural Chemistry についてオンデマンド授業のための資料とビデオ動画を完成させた。

**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。)

前項で述べたオンデマンド授業のための資料とビデオ動画は対面授業に対する予習・復習の教材として今後も生かせるので教育効果を高めると期待している。

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

(学内) 理工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,  
理工学部カリキュラム委員  
(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 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。

### 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. 2021 年度の研究成果

### ① 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）

#### ・DNA-銀ナノ構造体の開発

核酸塩基と銀原子を融合したナノ粒子の合成方法を開発した（論文 2 報執筆）。また、DNA-銀ナノワイヤーの新しい合成・精製方法を確立した（修士論文）。

#### ・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（特願 2021-126617）。

#### ・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（卒業論文）。

## 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（卒業研究・産学連携）。

### ・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（特願 2021-126578）。

## 4. 大学内外における共同的な研究活動

### （共同研究）

### ① 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）

コペンハーゲン大学（デンマーク）、神奈川大学、徳島文理大学、東京理科大学  
奥羽大学、東京大学

## 5. 教育活動

### （学科講義科目）

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）

理工基礎実験（生物）、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、2021 年度も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た。

また、2020 年度の基礎生物学の講義に対して、2021 年 3 月に理工学部の Attractive Lecture Award の受賞を受けた。

## 7. 教育研究以外の活動

(学内委員)

- 理工学部グリーンサイエンスコース4年生クラス主任
- 理工学部予算会計委員 (副委員長)
- 理工学部スーパーグローバル委員 (副委員長)
- 物質生命理工学科予算会計委員 (副委員長)
- 物質生命理工学科ウェブサイト委員
- グリーンサイエンス・エンジニアリング領域就職担当委員

## 8. 社会貢献活動、その他

### 【NPO 法人活動】

- ・ mRNA ターゲット創薬研究機構 理事

### 【講演活動】

- ・ JST 新技術説明会  
「立体構造情報を活用した DNA ものづくり -医薬品からナノマテリアルまで-」  
2021年8月31日
- ・ 日本分光学会 NMR 分光部会集中講義  
「X線結晶解析を活用した核酸医薬品・低分子医薬品のデザイン」  
2020年6月26日

### 【報道記事】

- ・ 上智新聞  
「デマに惑わされないで ワクチン接種に正しい理解を」  
2021年6月1日

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 *Dictyostelium discoideum* のポリケタイド合成酵素 **SteelyA** 欠損株にみられる孢子成熟不全の解析」

「細胞性粘菌 *Dictyostelium discoideum* の分化制御因子 4-methyl-5-pentylbenzene-1,3-diol 及び dictyquinone の構造活性相関」

「細胞性粘菌 *Dictyostelium discoideum* の dhkM 変異株にみられる孢子形成不全の解析」

展望

ハイブリッド型ポリケタイド合成酵素 (PKS) である **Steely** 酵素について酵素活性の再構成実験により、二つの酵素の融合という酵素の構造がどのようにその機能に関わっているのか、融合の意義を明らかにしたいと考えている。また、その産物の機能について、周辺環境とのコミュニケーションに関わるものであることが示唆されている。土壌微生物の周辺環境との化学コミュニケーションについての理解を深めたいと考えている。

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

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。2021 年度も COVID-19 感染拡大によって、実験時間がやや足りない状態にあったので、当初の研究計画を見直した。

ハイブリッド型 PKS については、**SteelyB** 酵素が発生後期に合成するハロゲン化有機化合物は III 型 PKS だけがあれば、分化した柄細胞の中で合成されることを明らかにした。一方、**SteelyA** 酵素の第 2 の産物である dictyquinone 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わかった。また **SteelyA** 酵素の産物である MPBD による孢子形成に関しては、その欠損株の解析から孢子形成自体に欠損が

あることが確認された。

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

学外共同研究

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。)

COVID-19 感染が今年も広がっており、オンライン併用型の授業となった。理解度を把握のため、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。授業内容についても引き続き精査して、内容をある程度絞り込んだ。授業前に関連の動画を指定して、授業の予習を促す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

(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反応に関する研究

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害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。2021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も明らかにした。今後はこれらの因子を欠損した変異体を解析することで、その重要性を裏付ける。

・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

カルシウムチャネルの一つを欠損したシロイヌナズナ変異体において、花から種子への移行が早いことがわかった。この原因として花粉の発芽が早いこと、並びに糖輸送体の異常も関与している可能性も示された。今後は糖輸送体を欠損した変異体の花粉の発芽や花粉管伸長を解析し、花粉の発達と糖輸送の関係を明らかにする。

さらに、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も発見した。なお、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。今後はこの変異体で遺伝子発現解析を行い、影響を受けている胚発達に関与するメカニズムを明らかにする。

・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

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）に対する植物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た。転写因子は活性酸素制御機構およびミトコンドリアの機能を制御することが明らかとなり、また、活性酸素生成酵素は細胞壁成分の代謝に関与する可能性が示された。この転写因子による活性酸素制御機構の制御は、熱-乾燥複合ストレス条件下で特異的に起こる可能性も示された。今後は活性酸



素シグナルにより影響を受ける他のメカニズムを明らかにする。

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。今後はジャスモン酸生成を欠損した変異体をより詳細に解析し、ジャスモン酸が影響を及ぼすメカニズムを明らかにする。

**3. 2021 年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）生殖器官の発達の制御に関与する活性酸素制御機構と炭水化物代謝の関連をまとめた Review を Plants 誌に掲載した。この論文は Feature Paper に選ばれている。

雌蕊の発達に関与するメカニズムをまとめた Review を Plant Signaling & Behavior 誌に掲載した。

Highly Cited Researchers (Web of Science) を受賞した。

**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。）

**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。）

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。昨年度の反省から、Zoom 等を用いたオンライン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確立した。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」という声が多かった。

**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）

1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。）

Plant誌 Editor

Frontiers in Plant Science誌 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. 2021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。その中で NHC 部位が金属に配位した単核錯体について、単結晶 X 線構造解析により分子構造を明らかにした。複核錯体の合成についても分光学的な手法で確認している。今後触媒反応への応用を検討する予定である。また単座リン配位子を導入した多座配位子を合成した。2021 年度は、*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。さらに、*N,N*-二座配位子をもつ多座配位子を用いた検討において、 $sp^3$ 炭素に反応選択性を持つ官能基化を見出した。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。2021 年度は主に、*N,N*-二座配位子をもつ RAFT 開始剤の合成とそれを用いた温度応答性ジブロックコポリマーの合成、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再利用性の高い水中反応系を見出したが、生成物の抽出効率において課題が残るため、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配位子を検討していく。
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。2021 年度は前年度引き続き主に、金属ヒドリド種との反応について検討した。五員環アレン錯体と同様、五員環アルキン錯体もまた歪んだ構造を有する分子であるが、これらの多重結合に対して金属ヒドリド種が付加する、すなわちヒドロメタル化反応を行うと、期待されるヒドロメタル化生成物ではなく 2 つの水素原子が付加した還元生成物が得られることを見出した。この反応の機構について情報を得るため、重水素化した五員環アルキン、五員環アレン錯体を合成してそれらの反応をおこなったところ水素原子の交換反応が起こらないことを見出した。この成果は英国王立化学協会の学術誌 Dalton Transactions に掲載され、Top10%の評価を受けた。

#### 4. 大学内外における共同的研究活動

学内共同研究 (代表) 「革新的分子化学変換を目指した異種複核金属錯体触媒の開発」分担者：鈴木由美子准教授・臼杵豊展准教授  
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：教育イノベーションプログラム「研究室所属学生への英語教育」(代表者:臼杵豊展)  
横浜国立大学理工学部化学・生命系学科 山口研究室との共同セミナー開催

## 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)」昨年度から担当した科目であり、今年度初めて対面での授業を実施した。前年同様、宿題・小テストを毎回実施することにより、学生の復習を促した。宿題を提出しない学生は常に 1 割弱程いたが、回答時に 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。講義内容が盛り沢山の印象を与えることが課題だったが、前年度反省をふまえ反応機構的な考え方に加え工業的な利用についても少し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ところ、ある程度の率の学生はそれを学習に利用したようであった。

### 「触媒反応化学」「Catalysis Chemistry」

この授業も対面授業で実施した。毎回 moodle にて小テストを課し、その日の授業内容の理解度を確認した。昨年度動画作成の際に用いた化学工業の動画などを授業中に盛り込むことで触媒の実用化例を説明するのに効果的だった。また有機化学工業の実際的な利用について説明する時間を作った。

### 「化学実験 II」

2021 年度は、感染対策のため実験規模をやや縮小して対面実験を実施した。一部の実験課題について、動画視聴のみとなり有機化学実験を体験させられなかったことは残念だった。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」

今年度が 4 回目となる全学共通科目であり、他教員との輪講で担当している。大学の方針に基づきオンデマンド動画配信による授業となった。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。

### 「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。

## 7. 教育研究以外の活動

(学内) 物質生命理工学科長・理工カリキュラム委員長

(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

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」

（展望）

抗がん性天然物 **termicalcicolanone B** の世界初全合成を達成する。抗菌活性を持つ **citreamicin** 類の ABC 環および D 環構築法を確立し、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。化合物の大量供給が、動物実験や将来的な臨床実験に必須であるため、効率的大量合成法の開発を目指す。キナゾリン蛍光団の理論・基礎研究および生体内分子の蛍光標識による可視化を目指した応用研究を行う。

**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。）

- ・ヨード造影剤の合成経路開発を行った。
- ・ヨード造影剤の分子設計を行った。
- ・キナゾリン蛍光プローブの酸または塩基に応答する機構を提案した。
- ・蛍光修飾ウリジンヌクレオシドを合成した。
- ・天然物 **citreamicin** 類の合成に受け、キサントン環への位置選択的ヒドロキシ化反応に成功した。
- ・天然物 **citreamicin** 類の合成に受け、C 環と E 環の連結方法を考案した。

**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, 臼杵豊展 准教授
- ・「蛍光性プローブの開発」 本学理工学部物質生命理工学科・早下隆士 教授, 橋本 剛 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, ゼミナール 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 II, Seminar 2, Doctor's dissertation tutorial and exercise 3B, Doctor's dissertation tutorial and exercise 4A

**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。)

「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。その結果、特に期末試験の平均点は高く、全体的によくできていた。もう少し、難度を高めても良いことが分かった。

「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た。講義外でも、メールにて受講生からの質問を頻繁に受信し、一つ一つに対しメールにて回答した。このようなやり取りが頻繁にあり、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）」

化学領域のみでなく、かなりの割合で多領域学生が受講した。また、先取り履修の学部4年生も多く受講していた。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。授業内の質疑に加え、Moodle コース内でも、個々の発表に対する質疑応答を行い、各受講生は全ての発表に対し、何らかの質問を記入し、発表者は質問に対する回答を記入した。

**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）「人を対象とする研究」に関する倫理委員、理工図書委員、理工学振興会委員

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

① 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』  
『複合添加剤によるガソリン自着火制御』

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”の研究に新規着手した。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』  
『衝撃波圧縮自着火に及ぼすガソリン成分の非線形混合効果』

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 C5 炭化水素の自着火特性評価』

## 『ガソリン成分炭化水素の自着火予測経験式の構築』

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 『ガソリン自着火に及ぼす含酸素炭化水素の添加効果』

『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開発のため化学的アプローチ—in-situ 分光分析による排ガス処理技術の検討—』

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－着火誘導期に及ぼす各種炭化水素の混入効果－』

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：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：産業総合技術研究所，自動車用内燃機関技術研究組合（AICE），石油連盟，石油産業技術研究所

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），環境化学特論（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：2021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。）

理工学概説（輪講・3回分担当，オンデマンド）：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－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－燃料電池・再生可能発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コロナの影響により行えなかったため、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 129 名（2021 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およ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，リアルタイムオンライン）：2020 年度はコロナの影響で休講を余儀なくされたが、2021 年度は本学部 OB、OG の経験談に基づく授業がリアルタイムオンライン形式で行われた。Zoom による授業では講義中でもチャットによる質問ができるため、講師がリアルタイムで回答や補足説明が可能となり、対面授業よりも双方向性が強い授業を構築することができた。その一方で、他の多くの授業が対面で行われる中でのリアルタイムオンライン開催になったため、結局多くの学生は学内で受講することを余儀なくされ、受講者数が激減した。コロナの状況に柔軟に対応できる授業形態について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・オンデマンド）：2020 年度はコロナの影響により対面で実験を行うことができなかったが、2021 年度は学生が個々の事情に応じて対面とオンデマンドを選択できるようにした。オンデマンド授業については担当教員が予め実験を行い、写真撮影して要点をパワーポイントにまとめた解説動画を視聴させ、動画の最後に実験データを与えてレポートを作成させた。受講生にとって実験の趣旨や手法は理解することができたと思うが、薬品やガラス器具の取扱い、基本操作・単位操作を実地で習得できなかった影響は大きいと考えられ、今後何らかの代替措置が必要になると考えている。

環境化学特論（大学院科目，オンデマンド）：本科目は地球環境問題に関する基礎と応用の中間的立ち居地で授業を行った。オゾン層破壊、窒素酸化物等による大気汚染問題、温室効果ガスによる温暖化問題等を解説した。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。2021 年度の受講者数は 54 名と大学院科目にしては多く、細かい指導を行うには限界があり、今後検討する必要がある。

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

(学内)： 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：  $\pi$ 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」、「 $\pi$ 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)

「発光性ナノクリスタルの作製法の最適化」(大学院)

「円偏光発光性を有するペロブスカイトナノ粒子の作製」(学部)

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/導電性高分子からなる複合材料の作製と細胞評価」(大学院)

「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」(学部)

「自己修復能を有する生分解性高分子の開発」(学部)

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)

「 $\pi$ 共役系高分子のグラフト重合による有機無機ハイブリッド材料の開発」(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。化石燃料の代替となるエネルギー源が注目を集め、太陽電池はその一つとして期待されている。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。PSCに用いられるペロブスカイト化合物はハロゲン化鉛( $\text{PbX}_2$ , X: ハロゲン)とメチルアミン等から合成され、 $[\text{PbX}_6]^{4-}$ 八面体が頂点を共有した三次元(3D)構造を形成する。3D 化合



物は高効率を実現している一方で、湿度に対する安定性が低く、早期に劣化する。一方、長鎖アルキルアミンを用いると八面体が二次元(2D)に連結した化合物が得られる。2D化合物は耐久性に優れ、PSCの長寿命化に向けて有用である。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。学内共同研究を活かし、垂直配向が特性にもたらす影響の解明とPSCの特性向上を今後、検証していきたい。さらに発光性ペロブスカイトナノ粒子の作製にも着手している。量子収率の高い発光性と、円偏光特性に優れるナノ粒子の作製に成功しており、デバイス化に向けたさらなる検討を予定している。

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

2021年度の学会発表総件数は、国内13件、国際2件である。そのうち招待講演(国際)は1件である。論文採択件数は6件、英語著書(共著)1冊である。英語著書については、当該分野の著名な研究者が分担執筆したものであり、本研究分野の先駆者であるD. B. Mtzi教授との共著で1章分を担当した。

- 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、薄膜作製手法を工夫することにより、垂直配向性を向上させることができた。
- ② 高発光量子収率、かつ円偏光特性を示すペロブスカイトナノ粒子の作製法を確立できた。
- ③ 生分解性高分子を主骨格に有するポリウレタンを安全性高く合成することができ、自己治癒特性を示すことを確認した。

**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)・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

・2021年度申請型研究費(応募制)

「表面グラフト重合を用いた $\pi$ 共役系高分子・無機ハイブリッド材料の創製」  
理工学部物質生命理工学科 鈴木教之教授との共同研究

(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

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  
ゼミナール I, 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。)

「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。2021 年度も同様に連携を図りたい。

「高分子化学」前半は Zoom, 後半は対面の対応となった。Zoom ではリアルタイムでの参加意義を高めるため、講義内での演習実験や演習を実施するなど、工夫した。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」Zoom での講義となった。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まれます。)

(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

理工学部将来構想委員会 委員

自己点検・評価委員会 委員

2020 年次生クラス主任

機器担当委員 (元素分析・TOF-MS)

(学外) 高分子学会 超分子研究会 運営委員

高分子学会 コンテンツ・HP 委員会 委員

高分子学会 男女共同参画推進委員会 委員

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 11 回、12 回 CSJ 化学フェスタ 実行委員

日本学術会議第 25 期 連携会員

日本太陽光発電学会 Women in Photonics 分科会幹事

第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム実行委員会 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

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. 上智大学国連Weeks, シンポジウム「持続可能な社会に向けたエネルギーと太陽電池」  
企画、実施、ファシリテーター、2021年10月22日
2. 毎日新聞全国紙16面掲載 「うちのセンセイ」 2022年1月24日
3. 「Learning at Sophia 理工学部編」への出演

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による炭素繊維の表面改質処理」

「大気圧グロープラズマを用いた粉体処理法の開発」

（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 CO<sub>2</sub> 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。

微粉体の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。

また、化学的手法による処理ではほとんど変化を起こすことが出来ないか、コスト的に有用な処理方法が無く、様々な制約が課せられている化学的に安定な物質に対して、大気圧グロープラズマを用いた手法が有効であることが示されている。炭素繊維強化プラスチックを製造する上で、機械的強度を向上させるためには炭素繊維の表面状態を変える必要があるが、化学的に安定な物質の代表格であり、それらを実用レベルで改質できる道筋を示すことに成功している。

この様な対象についても、大気圧グロープラズマ技術の有用性がこの先も期待できる。

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

- ・ 論文発表 1件
- ・ 書籍執筆（1章分） 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。）

物質生命理工学(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。）

物質生命理工学（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せている。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。

**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

氏名 千葉 篤彦

**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：動物の行動と脳の働きについての研究

キーワード：記憶、学習、老化、性行動、社会行動、フェロモン、性ホルモン、オキシトシン、メラトニン、概日リズム

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

（研究テーマ）

「ラットの性指向性決定における性ホルモンおよびオキシトシンの作用の解析」

「メラトニンの記憶促進作用に関する研究」

（展望）

様々な動物の行動に着目して、その発現にかかわる神経機構の解明を目指している。行動発現に係る脳の働きは、多くの場合、ホルモンの作用による修飾を受けている。ホルモンは刺激の受容や行動の動機づけなどの神経回路の構築や活性化などに関与し、あらゆる側面で動物の行動発現に関与している。現在は性行動、学習記憶などについて、神経内分泌学的アプローチに重点を置いて研究を進めている。

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

○交尾未経験雄ラットの脳室にオキシトシンを投与して発情雌の匂いを提示すると、交尾経験後と同様に、発情雌の匂いに対する選好性が獲得されることが知られている。同様に雄の匂いを提示すると雄の匂いに対する選好性が獲得される。同種他個体の性フェロモンを含む匂いに対しては匂い源の性別にかかわらず、選好性が獲得されることを示唆している。そこで2021年度は性フェロモンを含まない去勢した雌雄の匂いに対する選好性の獲得も同様の方法で可能かどうかを検討した。その結果、少なくとも24時間は提示した匂いに対する選好性が維持されたが、性フェロモンを含む匂いのように長期間続く選好性は見られないことがわかった。

○メラトニン(MEL)は物体認識試験の獲得試行直後に投与すると短期記憶および長期記憶を増大させる。その作用機序を調べるため、MELの代わりにMEL受容体アゴニストのラメルテオン、MELの脳内代謝産物AMKを投与してその効果をMELと比較した。その結果、MELの記憶増強作用には受容体を介するものと代謝産物を介するものがあることが示唆された。

現在その具体的な作用機序について、脳の抽出物からウェスタンブロット法により記憶関連たんぱく質のリン酸化について調べている。

**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。)

東京医科歯科大学 (教養部、服部教授) との共同研究

- ・学習記憶機能におけるメラトニンの抗加齢効果に関する作用機序に関する研究

**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。)

担当科目：動物生理学、神経行動学、生物科学実験Ⅲ、物質生命理工学、物質生命理工学実験 A、脳生理学特論、大学院演習、脳とホルモンの行動学(全学共通)

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

2021 年度は、感染症対策のため、講義はハイフレックス等で行われた。学生の顔が見えないことや、学生が安易に自宅からリモート講義を受けようとするなど、教育効果への影響は少なからずあったと思われる。講義は通常もパワーポイントを中心に進めているため、それを共有することにより、授業方法には実質的な影響はなかったが、試験は対面とリモートを同時に行うこととし、レポートで成績を評価することは極力避けた。実験科目は、昨年に比べ、かなりの部分を対面で行えるようになったことは、実験を主体とする生物学の学習にはよい方向に進んだと思われる。

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

(学内) 動物実験委員、実験責任者会議、図書選定委員

(学外) 日本時間生物学会評議員、日本行動神経内分泌研究会運営委員

**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 物質生命理工学科

氏名 トマス モーガン レスリー  
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. 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。）

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年度に論文を準備致します。

**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。）

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。2022年度に大学外における共同的研究を始めます。

**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

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

学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。今年度から始めた反転授業は学生に好評だったので、2022年度も行う予定です。2022年度からは、コース開始時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)を行いたいと思います。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、数々の課題と解答を準備します。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も努めます。

**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) なし

(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3件の論文のピアレビューの実施

日本ボーイスカウト神奈川連盟 横浜第●●団育成会 会員

4月・12月：化学物質安全講習(英語版)の発表(オンデマンド動画)

11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)

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
- ・生物活性を有する遷移金属錯体の合成と特性評価
- ・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

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、エネルギー源あるいは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、反応基質に対する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や鉄を有する錯体の合成を行ってきた。基質分子やイオンを固定化するために、遷移金属錯体を最適な電子状態に制御する必要があるため、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で、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、変換反応の開発が必要である。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化合物自身やその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。本研究では、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要件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行う。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。さらに、生物活性金属錯体としての機能開発については、新たな支持配位子と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している。

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

(1) 窒素一窒素結合解裂反応のモデル反応としてアゾ化合物をルテニウム錯体上に固定し、還元反応とプロトン化反応に伴う窒素一窒素結合解裂反応を検討した。酸との反応で容易に分解する炭酸イオンを有するルテニウム錯体とアゾ化合物の反応によりフェニルアゾフェニラトルテニウム錯体を合成した。配位したフェニラト配位子がニトロ化した錯体を合成した。さらにアゾフェニラトルテニウム錯体の還元によりアゾ基へのプロトンが起こり、N-N 結合が解裂することを明らかにした。

(2) 天然の酵素モデルとなるルテニウム二核錯体の創製を目的として、2 つのオキシドとカルボナトが架橋したルテニウム二核錯体を合成した。オキシドコア部位および架橋カルボナト部位でのプロトン化反応について検討した。構造解析によりプロトン化部位を明らかにした。

(3) アミン類のルテニウム錯体上での変換を目指して、アミン類が配位したルテニウム錯体の合成と酸化反応を検討した。特にアニリン錯体の酸化により N-C 結合生成を伴ったジイミンの生成反応機構について検討した。酸化にともない配位したアニリン配位子のプロトン解離とルテニウム中心へ電子移動が重要であることを明らかにした。さらに、シス位に配位した 2 つのアニリン間で N-C 結合によりジイミン錯体の生成を明らかにした。

(4) 一酸化窒素がルテニウム間を架橋したルテニウム二核錯体の酸との反応を検討して、新たな電子状態の錯体を合成し、構造や反応を検討した。これらの錯体は特徴的な構造を有し、2 つの中心金属と一酸化窒素を含むコア部位の相互作用が大きいことを明らかにした。中間的な酸化状態の錯体の反応を利用して、これまでにない高電位で還元される単核ニトロシルルテニウム錯体を合成した。

(5) 生物活性金属錯体の創製をめざして、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ルテニウム錯体を合成した。学内での共同研究により、これらの錯体を用いて細胞毒性など生物活性評価を行った。これらの研究で炎症抑制効果を示すルテニウム錯体について遺伝子発現解析を行った。

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

・物質生命理工学科 神澤信行教授と A-Step(トライアウトタイプ)に採択され、「コロナ感染後の炎症拡大抑制に向けたルテニウム錯体合成・最適化によるレニン・アンジオテンシ

ン系関連遺伝子活性化経路の探索」の研究で主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触媒として、イオン液体を反応メディアに用いた反応の開発を行い、継続的に共同研究を進めることにした。

**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。)

全学科目：化学と生活 III (環境と生命)、地球環境と科学技術 II

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

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。)

全学共通科目として「化学と生活 III」において、オンデマンド講義 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って取り組めるように工夫をした。

物質生命理工学科の 1 年次の必修科目の「基礎化学」では、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た。理工共通 II 群の「無機化学(無機元素化学)」は基礎と専門を繋ぐ科目となるため、学生の疑問や理解の一助となるように対応した。オンデマンド講義では、講義内容の復習を促すため、演習問題に関するレポートを課題として提出させた。これらにより講義のポイントなる箇所を理解させた。専門科目の「生物無機化学」では対面講義とオンデマンド講義を組み合わせた講義を行った。

学生実験の「化学実験 I」では、学生の理解と実験技術の習得のため、個々の学生と積極的に話をした。

全学共通科目「地球環境と科学技術 II」では、オンデマンド講義 1 回を担当した。科学を専門としない学生の環境に対する意識を高めるために身近な話題と関連させて講義を行った。

**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) 化学領域主任、理工広報委員長、新英語コース検討委員会、理工カリキュラム検討委員会委員、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、凝縮系における非断熱 *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. 「免疫測定に係る化学発光反応ダイナミクスと発光効率の革新的最適化」（博士研究・九州大との共同研究）
3. “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）

**[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・生化学へ新たに応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、2019年度より企業との共同研究を始めた。得られた成果については、守秘義務があるため記載しないが、非常に興味深い刺激を受けている。何らかの形で、その成果を示して行きたい。

**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。）

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**

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ヒントを得ることが出来た。恐らく、世界の殆ど研究者は気づいていないのではないかと思われる。是非、その主たるメカニズムのヒントを、世界に先駆けて宣伝したいと感じている。恐らく機能性物質のデザインに大きくかかわる過程と感じる。

その一方生憎、新型コロナウイルスの蔓延により、2020 年度の研究は進展が少し滞った。特に国際委員会に参加し、生の意見をj得る機会を大きく失ってしまっている。しかし、この 3 年間における我々の世界に向けた成果は、ACS (米国化学会) *Pharmacology & Translational Science* 誌[1]にて、開発した PME-ONIOM 理論が、SARS-CoV-2 及び COVID-19 を用い厳密な計算として利用され、化学発光の系の可能性を *Angewandte Chemie International Edition* 誌[2]にて取り上げられたことであった。[1] K. Liu *et al.*, *ACS Pharmacol. Transl. Sci.* 2020, 3, 1361-1370; [2] M. Christina *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60, 2-26.

**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。)

- ① 平成 30 年度～令和 4 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 平成 29 年度～令和 3 年度 文部科学省 基盤研究 (S) 「同位体分子トレーサーによる地球表層環境診断」代表者 吉田尚弘 (東工大) 分担者 南部伸孝 (上智大)
- ③ その他 企業 1 社との共同研究
- ④ 平成 30 年度～令和 2 年度 学内共同研究 学術研究特別推進費 「人工葉の創成とその光・化学変換」代表 下村和彦 (上智大) 分担者 南部伸孝 (上智大)
- ⑤ 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。)

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、2021 年度は 2020 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。もう他大学では当然のように実施されている。差が開きつつあり、学会等では学生が英語で発表している。つまり、上智大学が英語で授業をやっていないことは将来大きな問題となると感じる。さらに、今の入試形式では英語のできる学生が有利になっている。高校生や浪人生はそれを理解しており、東京

理科大の偏差値が上がり，上智が下がっているように見える。つまり，英語のできる学生を入学させている。しかし一旦入学すると，英語での授業はなく，大きく矛盾を起こしている。

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。もちろん逆も真である。

**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）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）2021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。）

該当なし

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，細菌認識，ルテニウム錯体，電気化学測定

## 2. 研究テーマ

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，フェニルボロン酸—*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)

「3種のキレート配位子を持つルテニウム錯体の合成とその性質」

「( $\beta$ -ジケトナト)ルテニウム錯体を用いたホウ素検出」

(大学院研究)

「アダマンタンとフェニル基を持つ ( $\beta$ -ジケトナト) ルテニウム錯体の包接挙動」

「ルテニウム錯体/シクロデキストリン/金ナノ粒子複合体電極を用いた電気化学的分子認識」

「ルテニウム錯体/修飾シクロデキストリン包接複合体を用いたリン酸誘導体の電気化学的認識」

<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)

「FRET 型ボロン酸プローブ/シクロデキストリン複合体を用いた糖認識

(大学院研究)

「アントラセンを有するフェニルボロン酸型蛍光プローブ/シクロデキストリン複合体の糖認識に対する構造効果」

## 3. 2021 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をシクロデキストリンに包接させる系での研究を進め，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。固定化電極表面観察と測定プロトコル最適化を引き続き実施し，ホウ素化合物に関する研究を開始した。

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，昨年度までと同様に希少糖に対する別タイプの蛍光応答を調査し，またプローブの構造効果に

関するまとめを行った。

以上の研究成果については、オンラインを中心とする学会発表のほか、学術論文としての発表を予定している。

#### 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
- ・日本大学理工学部・神奈川大工学部などとの連携

#### 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 (電気化学分析)

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AB, 研究指導

その他：オリエンテーションプログラムで学部新生に対して安全に関する講義を実施,  
春・秋学期に学部4年生/大学院生への安全教育 (オンデマンド: 60分) を実施

#### 6. 教育活動の自己評価

昨年同様 Moodle コースでの動画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 動画は年間 100 本以上そろえることができた。小テスト、レッスンの自動採点等 Moodle コース上の機能活用も行い、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、対面授業規制の緩和に伴い、期末テストや実試料を使っでの授業はできるだけ対面で行うことで、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 を活用し、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。これらの知見は 2022 年度以降にも引続き反映させる予定である。一方、学生実験ではコロナ禍でも最初に対面に切り替えた授業として、十分な対策 (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) を徹底することで学生にも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,

(学外) 日本化学会: 関東支部幹事 (電子情報委員会委員長)

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. 2021 年度の研究成果

(1) 骨格筋の分化過程における微小管形成タンパク、マイオメガリンについて。

分化する骨格筋細胞を用いた研究により、微小管形成の中心が中心体から核周辺部位に移行することが知られている。しかし、筋細胞内ではゴルジ体が核を取り囲んでいるため、微小管は核膜で核形成されるのか、周囲のゴルジ体で核形成されるのか不明である。そこで本研究では C2C12 筋細胞および初代培養マウス骨格筋管における微小管核形成部位とゴルジ体との位置関係を検討した。核膜がゴルジ装置で覆われていない隙間に注目した。既存の微小管を冷ノコダゾールで脱重合した後の微小管の再形成は、核周囲のゴルジ装置の間隙では認められなかった。微小管の再生は、ゴルジ体周囲の CDK5RAP2 に富むスポットに多く検出された。ブレフェルジン A 処理で核周囲のゴルジ装置を破壊すると、核周囲の微小管の再生は消失した。未分化な筋細胞や分化成熟した筋繊維のゴルジ装置も微小管の核形成部位であった。これらのことから、核周辺の微小管形成の多くは、核を取り囲むゴルジ装置で起こっていると結論付けた。

(2) 増殖中の細胞では中心体にナイニンが局在しているのに対し、分化した細胞や上

皮形成した細胞ではナイニンが中心体に局在しなくなることが分かっている。そこで、上皮細胞とニューロンのナイニンの発現と局在についてより詳細に調べた。上皮細胞である EpH4 細胞を用い、上皮形成前と上皮形成後、および、培養液中の Ca<sup>2+</sup>の有無によって間葉状態と上皮状態を行き来させたものを比較した。上皮形成に伴いナイニンは中心体に局在しなくなり、Ca<sup>2+</sup>を除去して接着を破壊すると再局在した。しかし、ナイニンの発現量は有意な変化が無かった。従って、ナイニンの中心体への局在は、ナイニンの発現量変化に起因しないことが示唆された。ニューロンではアイソフォーム変換によってナイニンの局在変化が起こることが分かっている。しかし、ニューロンでも他の原因が存在する可能性を考え、検証した。通常型ナイニンのアイソフォームをニューロンで強制発現させた結果、中心体に局在しなかった。よって、ニューロンでもアイソフォーム変換以外にナイニンの局在変化の原因があることが示唆された。以上の結果より、細胞の分化に伴いナイニンが中心体に局在しなくなる原因として、ナイニンの発現量やアイソフォーム変換の他に、中心体側になんらかの変化があることが明らかとなった。

#### 4. 大学内外における共同的な研究活動

抗腫瘍薬候補化合物 PVHD の微小管形成に対する効果の検証（物質生命理工学科鈴木由美子教授との共同研究）

#### 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

2021 年度の講義は一部をオンデマンド方式でおこなった。対面で行った講義も含め、授業アンケートの結果は良好であった。すべての担当科目について履修生が 2020 年度に比べて増加した。

#### 7. 教育研究以外の活動

（学内）

理工学研究科資格審査委員、学科カリキュラム委員、科学技術英語委員、1 年次生クラス主任

（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（8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」



<博士後期 3 年>

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

<博士後期 2 年・学術振興会 DC1>

「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」

<博士後期 1 年>

「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>

「フェニルボロン酸-ジピコリルアミン型ジトピックプローブの設計と応答機能評価」

「新規架橋剤を用いた超微細シクロデキストリンナノゲルの設計と包接機能評価」

「超微細シクロデキストリンナノゲルの化学修飾と細菌認識機能評価」

「ニトロ/フルオロフェニルボロン酸型蛍光プローブ導入ベシクルの設計と糖認識機能評価」

「ジピコリルアミン/四級化 dendrimer 複合体の設計と細菌識別機能評価」

<博士前期 1 年>

「ジピコリルアミン型蛍光プローブ/ボロン酸修飾シクロデキストリン複合体によるリン酸誘導体の検出」

「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>

「ジピコリルアミン型アゾプローブ/ミセル複合体によるリン酸誘導体認識」

「ボロン酸型蛍光プローブ/ジピコリルアミン修飾シクロデキストリン複合体の設計と機能評価」

「分子認識アゾプローブ/超微細シクロデキストリンナノゲル複合体の設計と細菌識別機能」

### 3. 2021 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 3 年生 1 名（英語コース）、博士後期課程 2 年生 2 名、博士前期課程 2 年生 5 名、博士前期課程 1 年生 4 名、および学部 4 年生 3 名の指導を行った。2021 度は、2020 年度に引き続き 1) 疎水ナノ空洞を有する 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、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/ジピコリルアミン型蛍光プローブ複合体のリン酸誘導体認識機

能を明らかにした。またジピコリルアミン修飾 CD ナノゲルにイオン性界面活性剤を加えることで表面電荷制御を行い、初めてグラム陰性菌の識別に成功した。2) 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及びクマリン骨格プローブの設計と、ベシクルや修飾 CD などの新しい反応場での応答機能解析を行った。3) については、2020 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、細菌を識別出来る新しいデンドリマー型センサーの開発を行った。これらの成果は、学術誌では、*Anal. Sci* 誌., *Sol. Extr. Ion Exch.* 誌, *化学工業* (総説), *ACS Appl. Bio Mater.* 誌, *Sensors* 誌, *Int. J. Mol. Sci* 誌., の 6 報の学術誌で発表している。

#### 4. 大学内外における共同的研究活動

- ・ 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
- ・ 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 (R3) 「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
- ・ 野村マイクロサイエンス (R3~) 「新規エンドトキシン分析法の開発」 上智大学：早下隆士教授、橋本 剛准教授。野村マイクロサイエンス：木本 洋、飯山真充
- ・ 学内重点領域研究 (R3~5) 「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」 江馬一弘、棚田英之、神澤信行、岡本菜穂子、橋本 剛、早下隆士

シクロデキストリン学会長、日本分析化学会会長、日本イオン交換学会会長として、以下の特別講演を行った。

【特別講演】 早下隆士

- ・ 「シクロデキストリンを用いる超分子分析試薬の開発」 第 37 回シクロデキストリンシンポジウム, オンライン開催, 2021 年 09 月 02 日~03 日.
- ・ 「Design and Function of Supramolecular Cyclodextrin Complex Sensors for Molecular Recognition in Water」 Asian Conference on Analytical Sciences 2021 (ASIANALYSIS XV), National Taiwan University, October 16-18, 2021 (Taipei, Taiwan), On-line.
- ・ 「ナノ空間包接場を用いる超分子分析試薬の開発」 第 35 回日本イオン交換研究発表会, 西日本総合展示場, 2021 年 10 月 21 日~22 日 (北九州) .

#### 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 I A, B、IIA, B、卒業研究 I, II、研究指導、大学院演習 I A, B, IIA, B、IIIA, B、IVA, B、分離分析化学、分析化学特論 (超分子化学)、英語コース：DR. Dissertation Tutorial and Exercise 5A, B.

## 6. 教育活動の自己評価

2019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

(学外) 日本カトリック学校連合会評議員、日本イオン交換学会会長、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、独立行政法人大学改革支援・学位授与機構評価委員(チーム主査)、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。The 2020 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021): Organizer of symposium #6 “Innovation in Chemical Sensing and Separation Systems toward Advanced Chemical Analysis”.

## 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, 高分子電解質, 固体電解質, バイオマス, セルロース, ヒドロゲル, ナノファイバー

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。)

「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」

(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」

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。一方, リチウムイオン伝導性固体電解質の開発を, ポリエーテルとポ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。ポロキシンの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るものと期待できる。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を添加し, リチウムイオン伝導性を評価する。このように, 有機イオン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 を超える高いリチウム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。

#### 「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。非可食性バイオマスからのセルロース抽出方法の開発にも注力していく。さらに、セルロース溶解性イオン液体中において、側鎖に種々の官能基を導入したセルロース誘導体の開発も行う。

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

#### 「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」

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の評価を詳細に行った。双性イオンを添加することで、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。

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。有機イオン性柔粘性結晶に、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。

#### 「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、セルロース溶解性に及ぼす水分量、イオン構造の影響を調査した。セルロースを溶解するには、最適な水分量があることがわかった。セルロースの溶解には、アニオンだけでなく、カチオンも寄与していることを明らかにした。カチオンのアルキル鎖長には最適な鎖長があることがわかった。今後、イオン液体中へのセルロース溶解機構を、MD シミュレーション等の手法を用いて詳細に調べる予定である。セルロースを溶解させた後、化学架橋剤を添加し、簡便にヒドロゲルを作製する方法論を確立した。今後、ヒドロゲルの諸特性評価を行う予

定である。

セルロースを溶解するイオン液体中において、セルロースの水酸基に化学修飾を行い、セルロース誘導体の合成を行った。今回は、カーボネートセルロースとカチオン性セルロースを合成し、諸特性評価を行った。

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

(共同研究)

- ・柔粘性イオン結晶を用いたリチウムイオン電池の開発  
Prof. Maria Forsyth (Deakin University, Australia)
- ・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 (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)

- ・Sweden-Japan Webinar  
2022年3月11日, 17:00 – 19:30, Zoom  
Mindemark 研究室 (Uppsala Uni.), 猪熊研究室 (北大), 藤田研究室

(シンポジウム)

・2021年度イオン液体シンポジウム

イオン液体の100年とこれからの100年—Angell先生の功績を振り返って—

2021年9月17日, 13:00–18:00, Zoom

**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, セミナール, 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

「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

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

「基礎化学」

対面および動画によるオンデマンド形式で授業を行った。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。

「理工基礎実験・演習 (化学)」

対面および動画によるオンデマンド形式で授業を行った。対面授業では、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。

「ソフトマテリアル」

クォーター科目のため週2回授業がある。今回は、感染拡大防止の観点から対面とオンデマンド講義を交互に行った。対面講義では、投票機能を利用して、学生の意見を講義に反映するよう努めた。さらに、理解を深めるために、簡単な演示実験も行った。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3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。

#### 「Polymer Chemistry」

国外にいる受講生もいたため、時差を考慮してオンデマンド講義を行った。動画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。理解度を把握するため、各講義の動画視聴後に、Moodle 上で小テストを行った。

#### 「Science, Technology, and Environment」

国外にいる受講生もいたため、時差を考慮してオンデマンド講義を行った。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。

#### 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) 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,  
Green Chemistry Letters and Reviews, Associate Editor  
東京農工大学テニユ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, 蓄電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 (chloroplast) 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複雑に機能分化する。当研究室では、色素体の多様な形態と複製に着目して、分子遺伝学的、細胞生物学的研究を行っている。具体的には、モデル植物シロイヌナズナと蛍光タンパク質を利用して葉や花の生きた細胞における色素体の振る舞いを調べており、特に近年では気孔孔辺細胞の葉緑体増殖・分配過程に集中して研究を行っている。

一方、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、組織中で一定の分散性を示す。当研究室では、理科教育で広く利用される水生植物オオカナダモを対象に、葉表皮に生じる異型細胞の細胞生物学的研究を進めている。

## 3. 2021年度の研究成果

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

昨年度、野生型シロイヌナズナの孔辺細胞の葉緑体数は、アクセッションと葉面部位に影響を受けることが示された。今年度は、非交配型の葉緑体分裂位置異常変異体を用い、第3,4葉の葉柄向軸面と葉身背軸面の100気孔(200孔辺細胞)を調べた。実験の結果、*arc3* 変異体については全ての変異アレルで一細胞あたりの葉緑体が野生型とほぼ同数であることが示された。*atminD1* 変異体と *mcd1* 変異体についても、野生型とほぼ同数の葉緑体増殖が認められた。一方、*arc3* と *atminD1* ともに、細胞内の葉緑体の大きさについては野生型様の集団形成から大小様々な集団形成まで、細胞間である程度ばらつきがあることが観察された。これより、孔辺細胞における葉緑体表現型は、分裂阻害やサイズの異常が一様に著しい葉肉細胞の葉緑体表現型とはある程度異なっていることが支持された。

#### 4. 大学内外における共同的な研究活動

- (1) (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」
- (2) (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」
- (3) (共同研究)「色素体形態形成に関する解析」(共同研究先：琉球大学)
- (4) (共同研究)「シロイヌナズナの重イオンビーム誘発葉緑体形成異常変異体の分子細胞生物学的解析」(共同研究先：福井県立大学・理化学研究所)

#### 5. 教育活動

- (学部) 植物バイオテクノロジー、生物科学実験Ⅰ、物質生命理工学実験A、ゼミナール、リサーチ・トライアルⅡ、生化学(看護学科)、Molecular Biology、Topics of Plant Science
- (大学院) 植物機能科学特論、生物科学ゼミナール、Dr. Dissertation Tutorial and Exercise 5B

#### 6. 教育活動の自己評価

本年度は主に以下の取り組みに努めた。

- (1) 植物バイオテクノロジー  
対面授業と授業中継を同時に行う Hyflex 授業、Zoom meeting によるオンライン授業、授業動画によるオンデマンド型のオンライン授業の3つを駆使して、授業を行った。
- (2) 植物機能科学特論  
外国人留学生と日本人学生の双方による受講状況に対応して、対面授業、また授業期間の途中からは Zoom オンライン授業により、日英両言語で講義を実施した。
- (3) Molecular Biology、Topics of Plant Science  
Zoom meeting によるオンタイムのオンライン授業により、英語による授業を実施した。
- (4) 生物科学実験Ⅰ  
コロナ禍に対応して、計14日間の対面の実習を全回参加により完遂した。
- (5) 物質生命理工学実験A  
コロナ禍に対応して、計6日間の対面の実習を完遂した。
- (6) リサーチ・トライアルⅡ  
2021年度に開設された学科コア科目「リサーチ・トライアル」では、学部3年生の希望者を研究室ごとで受け入れて研究の機会を提供する。当研究室では秋学期に3名の学生を受け入れて、オオカナダモの異型細胞形成に関する解析を実施した。

#### 7. 教育研究以外の活動

- (学内) 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  
将来構想委員会

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について、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。

(展望)

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  $4.5\text{W/m}^2$  の負の放射強制力があったと言われています。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  $0.5^\circ\text{C}$  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  $\text{NO}_x$  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、 $\text{OCS}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{S}$  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、2019 年度では活用してきた。

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

研究成果と達成状況：星間雲から原始惑星系までの進化過程における分子の安定性を目的とし、特に紫外線によって光解離反応および同位体濃縮の定量化を高精度理論計算のもとで行う。2015 年度はコード開発を行い、2 原子分子用のカードでドップラー幅を考慮できるようにしたことで紫外線吸収スペクトルの温度依存性を調べられるようになった。2017 年度はこのコードを用い、SO、S<sub>2</sub> 及び CO 分子に関する計算を行い、これまでの実験データと比較した。さらに、実験値 - 理論値の再現性が高いことを確認し、実験による計測が難しい温度と圧力範囲に理論計算を拡大し、2019 年に S<sub>2</sub> 分子の吸収断面積を論文の形で発表をした。チャンバー実験による温度を依存した SO<sub>2</sub> 紫外線スペクトルとその同位体効果を求めるために吸光度の自然幅は光吸収断面積に与える幅値を調べることでより妥当な吸収スペクトル計算可能にした。2018 から始めた、分子レベルのデータを取り込む大気モデルを 2020 年に論文の形 2 本を投稿し、2021 年の間に 2 本目の論文がオープンアクセスで発表しました。

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）、研究種梅基盤研究 (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 CO<sub>2</sub> の濃度と硫黄同位体比を観測し、CO<sub>2</sub> の起源について解明をすることである。そこで、CO<sub>2</sub> 濃度測定用に AERIS 社の MIRAPICO 測定器を導入した。これによって 30 秒間隔で CO<sub>2</sub> 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、COVID-19 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行いました。COVID-19 感染状況が収束すると期待できる 2022 年中に観測を行う予定 2022 年。

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 CO<sub>2</sub> と海洋由来 CO<sub>2</sub> の排出強度を変化させ、CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 排出量を決定し、CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 収支の解明と将来予測を行う。2021 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、CO<sub>2</sub> の起源となる CS<sub>2</sub> 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 UV-A 紫外線は CS<sub>2</sub> 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 CS<sub>2</sub> から OCS への酸化過程を論文の形で報告した (現在審査中)。

**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。)

2010 年度はコロナによる予定としていた海外からの研究者訪問は中止となりましたが

Zoom ベース研究活動を進行しました。

**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。)

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

担当科目 (秋学期) : 卒業研究 II, ゼミナール II、化学ゼミナール IB、化学ゼミナール IIB、大学院演習 IB、大学院演習 IIB、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。)

2021 年度ではこれまでに積んできた経験に基づいて改良してきた点がいくつかある。英語コースのグリーンサイエンスで学生が学ぶ内容は日本語コースを英語に訳した形式になっており、内容的には日本語コースと一致するように作られた。しかし、英語コースの定員は日本語コースの定員の約 2 割になるので事実的な問題として英語コースで開講されている科目数は日本語コースの一部になっている。この状況で、英語コースの学生は生物、化学、物理の基礎をすべてカバーできているか確認をする必要があると思われる。また、必修科目と選択科目に同じ内容の科目が重複していないか確認する必要がある。2019 年度からこの科目の内容を変えて、化学の視点からみた大気汚染や地球温暖化を中心した内容になった。したがって元であった環境工業化学科目は大気化学に科目名を変更した。2021

年度ではこの科目とその他にもオンライン科目として導入しました。

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

(学内) カリキュラム委員会、クラス主任、ウェブサイト担当。

(学外) 2021 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・プラズマ基礎科学

キーワード : 気相原子・分子・金属固体表面・難揮発性分子, 低エネルギー電子分光・シンクロトン放射光による光電子分光, 質量分析法による電離・解離・解離性電子付着過程, 衝突断面積定量測定, 原子・分子データベース作業

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. 電子衝撃によるフルオロメタン分子の振動励起断面積の測定
  2. ヘキサオクチルニトリロトリアセトアミドのイオン化エネルギーの検証実験
  3. 二酸化炭素分子の $(4\sigma_g)^{-1} C^2\Sigma_g^+$ 状態についての光電子分光実験
- 修士論文研究
  4. 電子衝撃による気相分子の解離性電離・電子付着断面積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

(研究の中長期的展望) 当研究室では、微視的世界の量子力学の最も基本的な検証の場として電子・光子と気相原子・分子相互作用の励起素過程について、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きた。特に、電子衝撃により標的原子・分子の内部状態を変化させない弾性散乱に加え、標的の回転励起、振動励起、電子励起、電離、解離過程、解離性電子付着過程を含む非弾性散乱過程の衝突断面積定量データは、半導体プロセスプラズマや核融合プラズマ、大気プラズマ等様々な応用分野におけるプラズマモデリングの基礎データとして近年改めて注目されており、より高精度な衝突断面積の定量測定と様々な衝突過程に対する断面積データセットの構築も目指している。中長期的な目標としては、室温における気相原子・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、超低温表面に吸着された冷却分子の低エネルギー電子分光実験や大型放射光施設における真空紫外線や軟 X 線を用いた光電子分光実験、さらにはイオン分光実験への拡張を計画しており、プラズマの挙動を包括的に理解するための新たな実験装置の設計・開発やシミュレーション、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. **2021 年度の研究成果** (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

- ① 2020 年度に行った低エネルギー電子とアンモニア(NH<sub>3</sub>)・重アンモニア(ND<sub>3</sub>), およびメタン(CH<sub>4</sub>)・重水素メタン(CD<sub>4</sub>)の衝突における弾性散乱, 振動励起, 電子励起断面積の定量測定を行い, 分子に結合した水素原子の重水素置換による衝突断面積の同位体効果について検証した。より詳細な解析を実施しており投稿論文として準備中である。
- ② 修士論文課題の一環として, 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外部電子銃を設置し, 既存の四重極質量分析器 (QMS) と組み合わせることでそれぞれの解離断面積と解離性電子付着断面積の定量測定に成功した。
- 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, ヘキサオクチルニトリロトリアセトアミド(HONTA)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(PF)の BL20A 及び BL28 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。軟 X 線光電子分光と真空紫外線光電子分光スペクトルと量子化学計算を組み合わせることで, HONTA の価電子状態に関する知見を得ることに成功した (継続課題)。
- ④ 同じく 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を行った。2020 年度まで得られた X 状態と A 状態の光電子スペクトルに観測される温度効果に加え, 今年度は C 状態に関する温度効果を観測するため, これまで使用してきた加熱分子線ノズルを利用し, 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。

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. 東京工業大学  
「しきい光電子を用いた超低エネルギー電子衝突における衝突全断面積測定」
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」
5. 企業との共同研究も実施した

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

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): 授業支援サイト Moodle を用いたオンライン講義資料作成, 演習問題・クイズの作成・レポート採点

- (必修) 物質生命理工学実験 B : 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」テキスト・課題作成, 授業支援サイト Moodle を用いたオンライン講義資料, クイズ採点・レポート指導等
- (必修) 理工学概説 (機能創造理工学科 1 週担当) : オンライン講義資料, 演習問題・クイズの作成, KEK からの実験施設の動画配信
- (必修) 理工学概説 (物質生命理工学科 3 週担当) : 授業支援サイト Moodle を用いたオンライン講義資料 (オンデマンド動画作成), 演習問題・クイズの作成
- (理工共通) 量子物理化学: 授業支援サイト Moodle を用いたオンライン講義資料, 演習問題・クイズ, フィードバック, 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 : 授業支援サイト Moodle を用いたオンライン講義資料, 演習問題・クイズ, フィードバック, 期末試験問題作成
- (全学共通) 現代物理学の世界 A (4 週) / B (6 週) : 授業支援サイト Moodle を用いたオンライン講義資料, クイズ, 中間・期末レポート問題の作成と採点, 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
- (英語コース専門) Quantum Reaction Dynamics : 授業支援サイト Moodle を用いたオンライン講義資料, 演習問題・クイズ, 期末レポート問題作成・採点, リアクションペーパーフィードバック
- (必修) 卒業研究 I・II, ゼミナール I・II : 授業支援サイト Moodle を用いたオンライン講義資料, 演習問題・クイズ, 説明資料の作成, 実験指導, 研究資料作成指導, 発表練習等

## 2) 大学院教育

- 原子衝突物理特論 : 授業支援サイト Moodle を用いたオンデマンド講義資料, 演習問題・クイズ, 期末レポート問題作成
- 物理学序論 (輪講科目 1 週) : 授業支援サイト Moodle を用いたオンライン講義資料, 演習問題・クイズ, レポート問題作成, 評価
- 研究指導 IIA/IIB, 物理学ゼミナーIIA/IIB : 対面での実験実施・研究指導

## 3) 学外

- 特になし

**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。)

① 「量子物理化学 (理工共通)」, 「原子衝突物理学 (学科専門)」

2021 年度, 前半は ZOOM を用いた同時双方向型オンライン授業, 後半は対面で実施され, 中間試験と期末試験も対面にて実施することができた。しかしながら, 対面授業に変更後もハイフレックス授業を実施する必要があったことから, そのためのオンラ



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注意と工夫を行った。

② 「現代物理学の世界 A/B (全学共通科目 3 名輪講)」

本科目は、理系文系に関わら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受講生に興味を持ってもらうことを目指し、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を目的として開講された全学共通科目である(抽選 220 名科目)。2021 年度も 2020 年度に引き続き、新型コロナウイルス感染対策に基づくオンライン対応であったことから受講者が少なかった。

春学期開講の現代物理学の世界 A (4 週間) では、Moodle の AMS 動画を利用したオンデマンド方式を採用し、受講生自信が 1 週間の中で自分のペースで動画の視聴およびクイズの回答とリアクションペーパーの提出を行うことで教育効果が対面時に比べて下がらないよう工夫した。秋学期開講の同科目 B (6 週間) は、ZOOM による同時双方型授業と Moodle によるクイズとリアクションペーパーを組み合わせることで理解と知識の定着を図るハイブリッド授業を展開した。いずれの方法でも毎回のリアクションペーパーでも多くの学生からこの方法は学生の評価が高い評価を得られた。

③ 「理工学概説 (必修科目)」

2021 年度はコロナ渦におけるオンライン対応で 1 回の講義(機能創造理工学科)と 3 回(物質生命理工学科)を担当した。具体的な内容について、機能創造理工学科の授業実施時、高エネルギー加速器研究機構でのオンライン実施であったことから、急遽、従来の講義内容に加えて、実験施設や実験の様子を動画配信した。新入生が早い時期に普段見ることのない研究所の雰囲気を知ることができたことに高評価が得られた。物質生命理工学科科目については、Moodle の AMS 動画を利用したオンデマンド方式を採用し、受講生自信が 1 週間の中で自分のペースで動画の視聴およびクイズの回答とリアクションペーパーの提出を行うことで教育効果が対面時に比べて下がらないよう工夫した。

2021 年度の実施科目全てに対して、オンライン授業を実施した科目に限らず対面実施の科目についても Moodle 上の課題やリアクションペーパーに対しては可能な限りフィードバックを行うよう心がけた。

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

(学内) 理工・学科入試委員, 理工サイバーネットワーク委員, 将来構想委員, 全学教務委員会, 理工学振興会運営委員

特記事項

- 理工学振興会運営委員として、SOPHIA SCI-TECH 33 号の発行準備, 校正確認作業を事務局協力のもと行った。

(学外) 原子衝突学会運営委員 (顕彰委員長, 副会長), 日本物理学会新著紹介小委員

(委員長), 同編集委員 (オブザーバー), 核融合科学研究所原子分子データベース作業委員

特記事項

- 所属する原子衝突学会顕彰委員長として, 若手奨励賞, 学生発表奨励賞, 年会における優秀ポスター賞のなど学会の顕彰活動に関する運営を積極的に行った。
- 日本物理学会新著紹介小委員委員長として, 2か月に1度の委員会の議事進行, 数件の新書籍の紹介と書評依頼, 紹介記事の確認を行った。

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

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，化粧品と電磁波の相互作用による人体へのリスク確認，水から省エネ的に水素エネルギーを取り出す技術，ナノ材料の新合成，車やスマホの製造に利用するための接着剤硬化技術，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の開発，液中プラズマを用いたマイクロプラスチックの分解処理に関する研究

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，液中プラズマなど

**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。）

- 「マイクロ波加熱によるタイヤゴムの発熱メカニズム解明と実プロセスへの応用」
- 「マイクロ波刺激法を用いた植物成長促進における最適条件と刺激メカニズム解明」
- 「マイクロ波硬化型接着剤の開発とその加熱メカニズムの解明に関する研究」
- 「マイクロ波環境が日焼け止めへ与える人への影響に関する研究」
- 「高周波誘導液中プラズマを用いたマイクロプラスチックの分解処理」
- 「マイクロ波刺激によるユーグレナ増殖速度の促進に関する研究」
- 「酸化鉄を用いたアルコール含有水からの水素エネルギー獲得に関する研究」
- 「マイクロ波プラスチックリサイクル法の開発とポリエチレンの資源化に関する研究」

全ての研究において、学術論文を2021～2022年にかけて一報以上投稿しており、良好な結果を得ている。更なる発展につなげるため、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. 2021年度の研究成果**（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

受賞：1件

著書：5冊

論文数：10報

特許：1件

依頼・招待講演：7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

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

Pacificchem2020 Hybrid technologies with supercritical fluids and wave irradiation for sustainable material processing (#154)の主オーガナイザー

**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。)

講義はハイブリットであったため、学生の集中が切れないように内容説明を行うように心がけた。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の化学の基礎知識に合わせて積極的に授業に参加できる内容にした。

**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)

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 副理事長

(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：金属錯体化学、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** (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。)

(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および鉄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) 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。

(i), (ii), (iv)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)に関しては、性質の大きく異なる中心金属を用いることで、活性向上を見据えている。

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

・テーマ(i)に関連して下記2報を報告した。

・ T. Misawa-Suzuki\*, S. Mafune, H. Nagao\*, *Inorg. Chem.*, **2021**, *60*, 9996-10005.

・ T. Misawa-Suzuki\*, *Bull. Jpn. Soc. Coord. Chem.* **2021**, *78*, 40 - 43.

- ・テーマ(iii)に関連して下記を報告した。

Geometry and Electronic Structures of Cobalt(II) and Iron(III) Complexes Bearing Bis(2-pyridylmethyl)ether or Alkylbis(2-pyridylmethyl)amine

T. Misawa-Suzuki\*, R. Ikeda, R. Komatsu, R. Toriba, R. Miyamoto, H. Nagao\*, *Polyhedron*, **2022**, *218*, 115735-115743.

- ・(i)~(iii)に関連して下記学会で研究報告を行った。

日本化学会春季年会、錯体化学討論会、酸化反応討論会

#### 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。)

- ・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；(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
- ・弘前大学 宮本 量 准教授；ESR スペクトルによる遷移金属錯体の電子構造の評価

#### 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 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, III

#### 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。)

「Basic Chemistry」: 2020 年度よりコロナ禍で、オンラインあるいは HyFlex 形式で授業を実施した。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 (数回はオンライン授業) 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。毎回の授業後には複数の受講生から多くの質問があり、真摯に向き合った。HyFlex形式の難しさはあったが、可能な限りの質は提供できたと考えている。

「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。

「卒業研究」：ゼミナールの時間外に随時個別に議論をすることで、疑問や不安をできるだけ解消しながら実験を進める環境づくりに努めた。自身も実験室で過ごす時間が多く、実験現場でのライブの対話も大切にしてきた。

**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) 物質生命理工学科 庶務厚生委員、機器担当 (ESR)

(学外) 錯体化学若手の会 関東支部世話人、夏の学校 2022 実行委員 (会計)

**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)

- ・ 学術論文雑誌 査読
- ・ CanApple (カーボンエネルギーコントロール社会協議会) ニュースレター 寄稿 (184号) 「酸素架橋錯体をあやつる」



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。)

「卵膜硬化に関与する TGase の機能解析」大学院修士課程研究

「メダカ卵膜構築機構の研究：Cryspr/Cas9 法による ZP 遺伝子の破壊」

大学院修士課程研究

「孵化酵素遺伝子の新規機能獲得機構の研究」 大学院修士課程研究

「ウナギの卵膜硬化機構とトランスグルタミナーゼ遺伝子の分子進化学的解析」

卒業研究

「ニジマス孵化酵素の精製」 卒業研究

「リコンビナントタンパク質を用いた 3 種類のアユの孵化酵素の卵膜分解機構」

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。微小な構成成分である ZPB と ZPAX1/2 破壊を試みた。CRISPR-Cas9 注入個体 (F<sub>0</sub>) を解析して目的遺伝子の読み枠に効率よく変異が導入されていることを確認した。F<sub>0</sub> 個体同士を掛け合わせ、産卵した卵の卵膜を解析した。その結果、ZPB 破壊個体の卵は、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示していることが分かった。卵膜合成 ZP 遺伝子が、まず卵膜の基礎を作り、その基礎構造に肝臓由来の chg タンパク質が沈着して、卵膜は厚くなると予想される。一方、ZPAX1/2 の F<sub>0</sub> 個体の交配では、極端に厚い卵膜を持つ卵が得られる。このことは、ZPAX 遺伝子は、卵膜の厚さを制御していると考えられる。現在、F1 ヘテロ個体を飼育中であり、成熟後に交配しホモノックアウト卵の解析を行う予定である。

## 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、卵膜受精後に C-末端部がプロセッシングを受けることがわかっている。昨年度の研究によりプロセッシングされた硬化 Tg は、未受精卵の硬化 Tg より、硬化活性が著しく高いことが示唆された。2021 年度は、*in-vitro* の硬化測定系を確立して結果を定量的に検証した。結果、受精後に起こる急速な卵膜硬化は、硬化 Tg の C-末端部プロセッシングが関与していることが示された。現在、CRISPR-Cas9 法により硬化トランスグルタミナーゼ遺伝子の破壊を試みている。

## 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。それぞれを卵膜と保温した後、卵膜の分解物の切断点を決定した。その結果、HCE は、他の正真骨魚の HCE と同様な分解を示すのに対し、LCE は、切断活性が検出されなかった。一方、HE は、2 か所の切断点が検出された。この結果は、アユの孵化酵素卵膜分解系では、効率の良い HCE-LCE 分解系が確立しておらず、HE が補助的に働いていることが示唆される。

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

学内共同研究：藤田正博教授（物質生命理工学科）とイオン液体を用いたタンパク質のリフォールディング（上智大学 学術研究特別推進費「自由課題研究」）

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（14 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。）

2020 年度に続いてコロナ禍により春学期は、授業は ON ライン授業となった。授業は、Zoom でパワーポイントを用いて行った。授業の終わりに質問の時間をとり双方向性を維持した。毎授業後に授業で用いたパワーポイントファイルを含む参考資料を moodle に掲示し

た。秋学期は、授業と実験を対面でおこなった。生物科学実験 I は、実験定員を 1/2 としたため、同じ実験を 2 回行う通常の倍の出講数となった。授業と実験共に対面でおこなう重要性を感じた。

**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みます。)

(学内) 3 年次生 物質生命理工学科クラス担任、生物科学領域主任

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

所属 物質生命理工学科

氏名 山田 葉子

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：細胞分化調節の分子経路とその進化

キーワード：細胞分化、環境応答、シグナル伝達、進化発生、細胞性粘菌、オートファジー

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。)

「細胞性粘菌分化情報経路の解析」

「オートファジー調節因子 *knkA*, *Bcas3* の作用機構の解析」

細胞性粘菌の多細胞発生を材料に、細胞分化パターン調節の情報経路とその進化を理解することを目的として研究している。これまでの研究でオートファジーが分化に働くことを示し、真核生物に深く保存された新規オートファジー調節因子 *KnkA* および *Bcas3* を見出した。現在はこれらを中心に、分化調節の分子機構と種間における保全性について解析を進めている。本研究からはオートファジーによる分化調節機構の進化的変遷や、*KnkA*, *Bcas3* によるオートファジー調節機構についての一般的な知見を得ることが期待される。

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

- 細胞性粘菌の孢子分化に働く遺伝子として *pikfyve* を同定し、*Pikfyve* がオートファジーとは別の細胞内小胞調節を介して分化調節に働くことを示した。
- *KnkA*, *Bcas3* について細胞性粘菌の複数の系統種における遺伝子破壊株などを作成した。

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

(学内共同研究)

理工学部物質生命理工学科・齊藤玉緒教授

(学外共同研究)

東邦大学・川田健文教授

英国 University of Dundee, Prof. Pauline Schaap

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 Green Science 1, Topics of Green Science 3, Fundamental Biochemistry,

Materials and Life Sciences (Biology), Materials and Life Sciences Lab. A, Biology Lab. 1, Biology Lab. 2, Biology Lab. 3., Environmental Life Sciences

**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。)

Topics of Green Science 1: 学生の授業アンケートの評価は概ね平均以上であった。しかしオンライン講義の進め方、課題や小テストの実施について評価が低かった。

英語コースではハイフレックス講義が継続していることから、今後も適切なオンライン対応が必要である。また課題は内容やフィードバックに改善を図っていきたい。

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

(学内)

(学外)

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

所属 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： 貴金属ナノ材料に関する研究

光機能材料に関する研究

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

**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. 金ナノキューブ二量体の液相合成とプラズモン特性に関する研究
2. 近赤外にプラズモン共鳴を有する金属ナノ粒子の合成
3. 貴金属ナノ粒子を用いた新規光機能材料の創生
4. 積層パラジウムナノ粒子の電磁場解析

（展望）

「金属ナノ構造を用いた新規光機能材料の作製と高効率光反応への応用」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定の波長の光と相互作用してプラズモン共鳴により特徴的な色を示し、ナノ空間で高い電場増強を誘起することが知られている。貴金属ナノ粒子を用いた表面増強ラマン散乱など微量分析への応用も期待されている。金属ナノ粒子の形状やサイズにより光電場増強が異なるため、形状制御や配列制御が重要となる。本研究は、液相合成により結晶面を揃えた多面体貴金属ナノ粒子を用いて、これまで弱い光と言われていた可視や近赤外光を効率的に光反応に利用したいという観点から研究している。二元金属ナノ粒子のプラズモン共鳴効果についても研究を展開していきたい。

**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。）

学会発表（国外1件、国内1件）で研究成果を発表した。

1. 配置の異なる金ナノキューブの二量体の液相合成を試みた。ラマン散乱計測を用いることで、合成した配置の異なる二量体の電場増強効果を評価した。

2. サイズの比較的大きな金ナノ粒子を短時間で液相合成により作製する手法に着手した。吸光度測定や電子顕微鏡による形状観察から合成手法による結晶面選択性に及ぼす影響も調べた。プラズモン吸収ピークが近赤外領域にあらわれるため、電磁場シミュレーションによる解析も行った。
3. 本年度はパラジウムナノ粒子を触媒として用いて光照射下でモデル反応として *p*-ニトロフェノールの還元反応を行った。光照射による影響を詳細に調べるために新たに実験系を組み立てて実験を行った。
4. これまでに液相合成した種々の積層パラジウムナノ粒子について電磁場シミュレーションを行い、プラズモン特性について解析した。実験結果と比較して、同様のプラズモンの吸収波長シフトの傾向を示し、積層による電場増強の違いを明らかにした。

**4. 大学内外における共同的な研究活動** (共同研究、学内共同研究などを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。)

該当なし。

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

(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) 光機能材料特論、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。)

(学部)

「金属・電子材料」

パワーポイント中心の授業のため本年度は各講義で演習問題を実施し、授業項目においてのそれぞれの達成度を高めるようにした。それに加えて個別に質問をしやすいよう毎回の授業後に Moodle 上でリアクションペーパーを使った。前年度よりも受講生の興味や理解度を高めることができた。また、学生からの意見や質問を授業内で取り入れることも行った。本年度初めて期末テストを行なったので、今後はより理解度を高められる演習問題を取り入れ、さらにリアクションペーパーで得られた内容を講義ない

で早くフィードバックできるよう工夫したい。

「Metallic and electrical materials」

初めは対面であったが、ほぼ Zoom での講義となったため、理解度の確認に演習問題を取り入れたリアクションペーパーを用いた。今後は対面でより理解度を高められる講義になるよう改善する。

「卒業研究」

研究できる時間も限られていたことから、個々の進捗状況や実験結果のディスカッションの時間を積極的に作ることを心がけた。

(大学院)

「光機能材料特論」

工業応用や実際の生活で使用されている光機能材料を積極的に紹介し、興味を示すよう工夫した。Moodle を利用したリアクションペーパーを用いて、学生の理解度を確認した。さらに、最先端の研究の紹介や実際の半導体の製造に関する機器・装置も紹介したが、今後は光化学の基礎的な部分をより理解度を高められるよう改善する。

「Advanced materials」

光化学の基礎的な内容を他の研究領域にも理解しやすいようなスライドを作成した。リアクションペーパーを用いて、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。今後は、対面とオンライン受講のどちらも理解度を高める講義となるよう改善し、リアクションペーパーの使い方を工夫する。

**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) 庶務厚生委員

(学外) プラズモニック化学研究会 幹事

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

特になし。



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、金ナノ粒子の合成と触媒活性に関する研究、ペロブスカイト型太陽電池を用いた人工葉の研究

キーワード： 高分子電解質、プロトン伝導性、燃料電池、金ナノ粒子、触媒活性、人工葉、酸化反応、精密重合、ジブロック共重合体

**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」(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. 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。)

- ・項目①：発電中の水の移動にともなうラジカルクエンチャー(セリウムイオン)の移動を制御するために、セリウムイオンを内包したリン酸ジルコニウム化合物を合成した。ラジカルクエンチャーの移動は、1/2程度に減少し、かつ耐久性の向上をもたらすことが明らかになった。さらに、有機系のラジカルクエンチャーを合成し、そのラジカルクエンチ効果の初期特性評価を行った。
- ・項目②：無水プロトン伝導体を開発するために、アニオン型の電解質材料を合成し、プロトニックイオン液体との複合化を検討した。アニオン型の電解質材料はカチオン型の従来型電解質より、耐熱性が高いことが熱分析から検証できた。プロトニックイオン液体との複合化も可能であり、100℃以上でプロトン伝導性を発現した。

- ・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と光活性層の組成の最適化を行い、内部抵抗の低減と発電効率が向上した。セル作成プロセスによる電極部位の損傷を避けるために、新たなセル作成プロセスを考案した。

#### 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。）

##### 委託研究

- ・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」、2021年、104,500,000円
- ・上智大学学術研究特別推進費「重点領域研究」研究代表 下村和彦、「人工葉の創成とその光化学変換」、2021年、6,000,000円

##### 奨学寄付金

- ・日清紡ホールディングス、1,000,000円

##### シンポジウム等

- ・第29回燃料電池シンポジウム、東京、2021/5/26-5/27、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

#### 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。）

##### 有機化学（有機分子）

有機化学（有機分子）はハイフレックス授業で実施した。オンライン受講者は少なく、かつ不定期的なケースが多く、対面授業の方に重点をおいた構成とした。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」

物質生命理工実験 C はハイフレックス授業で実施した。実験室における感染対策のために、受講者の 1/4 から 1/3 の学生は、オンデマンド授業で実施した。

通常より少ない人数で行えたので、実験実習としては十分な指導が可能となり、学習効果も期待できた。

**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）

学部長、研究科委員長、A1 委員、大学評議会委員、動物実験委員長、遺伝子組換え実験安全委員長、自己点検・評価委員、発明委員など学部長に関する委員

（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、同ピュアレビュアー、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。）

・ 関西学院大学：大学間協定に基づき、理工学部間でジョイントシンポジウム（2022 年 3 月）を企画した。（新型コロナ感染対策で延期）

・ 一般社団法人日本私立大学連盟および同理工系学部長会議等に参加し、情報交換を行った。