

2020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2020年度の職名

臼杵 豊展	(准教授)	...	2	千葉 篤彦	(教授)	...	56
内田 寛	(教授)	...	5	トマス モーガン レスリー	(特任准教授)	...	58
岡田 邦宏	(教授)	...	9	長尾 宏隆	(教授)	...	61
小田切 丈	(教授)	...	13	南部 伸孝	(教授)	...	64
川口 眞理	(准教授)	...	16	橋本 剛	(准教授)	...	68
神澤 信行	(教授)	...	18	林 謙介	(教授)	...	70
木川田 喜一	(教授)	...	20	早下 隆士	(教授)	...	73
久世 信彦	(教授)	...	23	藤田 正博	(教授)	...	77
近藤 次郎	(准教授)	...	25	藤原 誠	(准教授)	...	82
齊藤 玉緒	(教授)	...	29	星野 正光	(教授)	...	84
鈴木 伸洋	(准教授)	...	31	堀越 智	(教授)	...	89
鈴木 教之	(教授)	...	35	三澤 智世	(助教)	...	91
鈴木 由美子	(准教授)	...	39	安増 茂樹	(教授)	...	95
高橋 和夫	(教授)	...	42	山田 葉子	(特任准教授)	...	97
竹岡 裕子	(教授)	...	47	横田 幸恵	(助教)	...	99
田中 邦翁	(准教授)	...	50	陸川 政弘	(教授)	...	102
ダニエラチェ セバスチャン	(准教授)	...	53				

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、バイオマーカー、LC-MS 定量分析

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

「Chichibabin ピリジニウム合成による ma'edamines の全合成」

「ヒノキ中の精油成分抽出法の開発」

「Cnicin の全合成研究」

(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」という大きなスローガンを掲げ、鋭意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. 2020 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。)

・ Chichibabin ピリジニウム合成による ma'edamines の全合成

Ma'edamines は、沖縄の海綿から単離・構造決定されたピリジニウム骨格をもつ新規海洋由来天然有機化合物である。当研究室で確立した Chichibabin ピリジニウム合成を鍵反応とすることで、ma'edamine C および D の世界初の全合成を達成した。

・ ヒノキ中の精油成分抽出法の開発

ヒノキは、日本で古くから高級木材として使用されてきた。その香気(精油)成分として、リモネンやヒバエンなどが知られている。本研究では、ヒノキから、精油成分の効率的な抽出法の確率を目指した。セルロースを溶解するイオン液体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。

・ **Cnicin** の全合成研究

キバナアザミ有効成分 **cnicin** は、2環性骨格に4つの不斉炭素と2つのエキソオレフィンをもつセスキテルペン系の植物由来天然有機化合物である。アフリカ睡眠病(HAT)の原因である原虫トリパノソーマに対する殺傷作用などの魅力的な生物活性を有する。本研究では、有機合成化学を基盤とした **cnicin** の全合成研究を展開した。鍵反応として、**Barbier** 反応や閉環メタセシス反応などを検討することによって、側鎖のない幾何異性体の合成に成功した。

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

(共同研究)

- ・ 米国・マウントサイナイ医科大学 Dr. Yong Y. Lin、Prof. Gerard M. Turino
- ・ タイ・チェンマイ大学 Prof. Songyot Anuchapreeda
- ・ ベトナム・ハノイ科学工学大学 Prof. Quang Thuong Tran
- ・ ドイツ・フラウンホーファーIMWS Prof. Christian Schmelzer

(学内研究)

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

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

(学内)

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

東京保健医療専門職大学 非常勤講師 「化学」担当 (学部1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」

本年度はオンライン授業となったため、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、対面のときとほぼ変わらないか、むしろ向上したと考えられる。

「有機化学特論」

基礎的大学院レベルから最先端の内容の講義を展開した。とくに、有機化学や構造解析の問題演習を通して、受講者の理解を高めるようにした。

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

(学内)

理工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 32報

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

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

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

該当年度初頭に設定した研究課題のすべて[(1)~(5)]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)
- ✓ 修士研究: (1), (2), (3), (5)
- ✓ 学内共同研究: (1), (5)
- ✓ 学外共同研究: (1), (2), (3), (5)
- ✓ 学会発表: (2), (3), (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)
「人工薬の創成とその光・化学変換」

[共同研究、学外]

- ✓ 科学技術振興機構 研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
(研究分担)

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, 無機機能材料, 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)

(大学院) ゼミナール, 工業化学材料特論

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。)

(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の観点から本年度ほとんどの講義に対してオンライン対応を実施せざるを得ない状況が強いられ、以前とは異なる授業提供および評価の方法が求められることとなった。「基礎化学(情報理工学科)」では Moodle コースを利用したオンデマンド方式の受講環境を用意し、これを補足する講義を Zoom により学生参加方式で並行実施した。受講環境および講義の準備に例年以上の労力を要したが、学生からの評価は比較的に良好であり一定の成果が得られたと考える。一方、例年の授業で評価の多くを占める中間および期末試験が実施できず、いずれもレポート提出で代替を検討したが、オリジナリティを欠くレポートが少なからぬ割合で提出されたため、今後も同様のオンライン対応が継続されるならば学生自身に勉学を促すための工夫を更に増強することが今後の優先課題として考慮される。

「科学技術英語(化学)」

ウイルス感染防止を進めつつ語学関連の特殊事情を汲んだ授業実施が求められることから、授業中の学生参加状況の確認や音声情報の相互伝達に対するケアなどを重点課題とした授業構成を検討した。Moodle や Zoom の各種機能を利用することで様々な対策を模索し授業進行手法の改善に努めたが、受け手側の機器トラブルへの対応等、十分満足できる結果に至ったとは結果として言い難い。また中間および期末試験に変わる評価としてレポート提出を採択したが、やはりオリジナリティを各レポートの提出割合が多いため、事前指導の徹底やレポートテーマの厳選など、自発的な課題作成を促す工夫を実施する必要がある。

(学部・秋学期)

「無機機能材料」

春学期から引き続きオンライン対応の方針下での授業実施が求められ、授業資料の回覧、出欠確認、リアクションや小テスト解答の確認、等、Moodle および Zoom を利用したオンライン受講環境を他講義と同様に準備することとなったが、春学期の授業事例を活用することで大きな問題が生じることなくオンライン環境での授業を実施することができた。あわせて、本年度に試行した多くのオンライン環境が従来の対面授業方針下でも利用可能であることが判明したため、次年度以降もそれらを積極的に活用していきたいと考える。その一方で、材料標本の実物観察など、今回は上手く運用できなかった例年の活動を対面/オンラインのいずれの環境でも実施できるよう、引き続き新たなアイデアを更に模索する。

「化学実験 I」

新型コロナウイルス感染が懸念される状況下ではあるが授業内容の性質より対面での開講が許可された実験講義であり、授業参加学生の意思確認から実際の対面実験進行に至るまで細心の

注意を払いつつ講義準備を進行した。体調その他の事由により対面実験を希望しない学生に対しては状況確認の上でオンライン受講環境を提供し、可能な限り対面受講者と同様の受講内容が担保できるよう調整した。あわせて対面実験の環境下でのウィルス感染拡大を絶対に避けるため、学生同士の密集・接触を極力避けるための実験課題や授業スケジュールの改訂、Moodle 等のオンライン環境の積極的な利用、通学や入構時の各種ルール徹底など、例年の対面実験実施から大幅な体制の刷新を実施することとなった。最終的には感染拡大など生じずに全ての実験課題を完了することができたが、オンライン受講学生の希望調査および選定の方法など、今後、同様の他授業などで問題となり得る問題点も幾つか明確化された。それらの問題点解決に向けて実験スタッフ間で引き続き議論を進めるとともに、学事センターへの体制改善要求なども併せて継続進行する予定である。

(大学院・春学期)

「工業化学材料特論」

他の学部講義と同様に要オンライン対応のため、Zoom 経由での講義形式での授業実施となった。Moodle を介した授業資料の事前回覧、小テストおよび質問などのオンライン化、などの事項を今回より新たに授業へ取り入れたが、受講生約 20 人の小中規模授業とは非常に親和性が高く、質疑の遣り取りが増す等、例年よりも良好な成果が得られたと感じる。従来の対面授業方式に戻った際にも可能な限り同様の事項を反映し、更に良好な授業進行の体制を引き続き検討したい。

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

(学内) クラス担任(物質生命理工学科 4 年次生),
理工学部広報委員会, 理工学部 FD 委員会
全学学生留学委員会
理工学部同窓会理事会
体育会柔道部部长

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

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

特になし

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, 量子エレクトロニクス, 星間化学

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 (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. 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と, 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

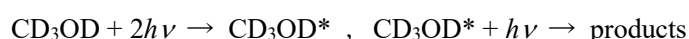
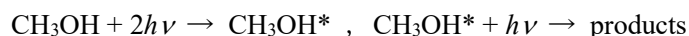
極性分子など星間化学で重要な分子のイオン化を行う。中長期的にはシュタルク分子速度フィルターで生成した低速極性分子に共鳴多光子イオン化を行い, それらの回転準位分布を測定していく。また, バッファーガスセルで冷却された低速極性分子線の回転温度測定への応用を目指す。

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

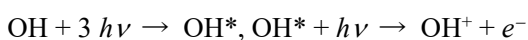
1. 研究テーマ「星間分子雲における低温イオン分子反応の研究」において, 以下3つの低温イオン極性分子反応の測定を行った。① $\text{H}_2\text{O}^+ + \text{CH}_3\text{CN} \rightarrow \text{products}$, ② $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{CH}_3\text{CN} \rightarrow \text{CH}_3\text{CNH}^+ + \text{H}_2\text{O}$, ③ $\text{Ca}^+ + \text{CH}_3\text{F} \rightarrow \text{CaF}^+ + \text{CH}_3$ 。反応①, ②に関しては従来型シュタルク分子速度フィルターを用いた測定を行い, 並進温度約2 K (回転温度は推定で140 K) での反応速度定数を決定した。特に反応②は星間化学データベースに収録されている星間分子生成反応のひとつであるが, これまで低温で実験的に測定された例はなく, 本研究で初めて測定が行われた。また, 反応③に関しては, イオン標的としてイオントラップ中でレーザー冷却されたカルシウムイオン (Ca^+) のクーロン結晶を用いた。昨年度製作した冷却バッファーガスセルを wavy シュタルク分子速度フィルターに接続し, 回転温度冷却されたフル

オロメタン分子 (CH₃F) を Ca⁺に照射して反応速度測定を実施した。室温のガスセルを用いて行った実験結果と比較したところ、回転温度冷却された CH₃F との反応速度定数が有意に大きくなることを見出した。Perturbed Rotational State (PRS) 理論を用いて計算した捕獲速度定数と比較することによって、実験結果で得られた回転温度の違いによる反応速度定数の差が、捕獲速度定数の回転準位分布の差で説明できることがわかった。

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 (CH₃OH) およびメタノール-d4 (CD₃OD) に対する(2R+1)-REMPI, すなわち



を行い解離イオン化過程を詳細に調べた。利用したレーザーの波長は 310~321 nm である。飛行時間質量分析計を用いた測定を行ったところ、CH₃OH⁺及び CD₃OD⁺の生成は確認されず、様々な解離イオン (メタノールの場合 OH⁺, CH₃⁺, CHO⁺, CH₂O⁺, CH₃O⁺) が生成されることが確認された。この結果は、過去に他の研究機関で行われた実験結果と一致した。一方、過去に報告がなかった OH⁺及び OD⁺イオンの生成が新たに確認された。CH₃OH と CD₃OD 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。



これらの解離過程をより詳細に調べるためにはより広い波長範囲での OH 及び OD の(3R+1)-REMPI スペクトルの測定が必要である。またエタノール及び重水素を含むエタノールによる(2R+1)-REMPI 測定を行うことによって、より詳細な解離過程の解明ができるものと考えられる。

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

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)
 との科研費共同研究を行っている。
2. A study of the translational temperature dependence of the reaction rate constant between CH₃CN and Ne⁺ at low 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）

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

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

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

（学部科目）

「原子分子科学」ではスライド動画を用いたオンライン講義を行った。スライドを用いた講義であるが、講義時間を取えて 100 分より短く設定し、スライドを配布せずにノートを取ってもらうようにした。これはノートを取ってもらうことによって知識の定着を狙ったものであったが、スライドの内容をノートに写す時間を考慮すると、優に 100 分を越えてしまうとの指摘を受講生から受けた。そこで、途中からスライドにブランクを空けたテキストを Moodle で配布し、ノートを取る代わりにテキストに書き込んでもらうやり方に変更した。これにより、学生からのノートテイクに関する不満は聞かれなくなった。また、本講義では実践的な力を身に付けてもらえるように演習問題を多数取り上げ、詳しく解説するよう工夫した。講義では毎回リアクションペーパーの課題を出題し、講義内容の理解度をチェックした。リアクションペーパーの詳しい解答を Moodle にアップロードして、学生が復習できるように工夫した。

「レーザー科学」においてもスライド動画を用いたオンライン講義を行った。スライドにブランクを空けたテキストを Moodle で配布し、そこに書き込んでもらう方法をとることで、学生が講義に集中できるよう配慮した。また、講義中に必ずリアクションペーパーの課題を与え、その解答状況から学生の理解度をチェックした。

「物質生命理工学（物理）」では、主に電磁気学の基礎（クーロンの法則から静磁場まで）の講義を行った。スライド動画によるオンライン講義であったため、スライドにブランクを空けたテキストを Moodle で配布し、そこに書き込んでもらう方法をとることで、学生が講義内容に集中できるよう配慮した。講義では、指定テキストの内容をかみ砕いた説明をするよう心掛けた。また、単なる法則の解説だけでなく演習問題を多数解説していくことで、実際に法則がどのように利用されるのかを詳しく解説した。また、毎回講

義中にリアクションペーパーの課題を出題し、講義内容の理解度をチェックした。リアクションペーパーの詳しい解答をMoodleにアップロードして、学生が復習できるように工夫した。アンケートでは幾名かの学生から受講後に充実感があったとの感想が聞かれたが、リアクションペーパーの解説を講義形式で行って欲しいとの要望もあったので、今後は学生の希望に沿えるよう、リアクションペーパーの解説動画の作成も行っていきたい。

学部の講義全般における改善点としては、学生の知的好奇心を満たす内容をより多く取り上げることと考えている。また、講義内容をより深く理解してもらえるよう丁寧な説明を心掛けていきたい。

(大学院科目)

「実験物理特論 A」では、Zoomを用いたリアルタイムのオンライン講義を行った。大学院生向けの話題として専門分野に関係した内容の講義を行った。受講者が数名と少なかったため、学生とコミュニケーションを取りつつ、学生が講義内容を理解しているかどうかを確認しながら進めることができた。今後はより最新の話題を取り上げ、専門分野外の学生でも興味をもって聴講できるような内容となるよう工夫していきたい。

(学生実験)

「理工基礎実験」、「物理化学実験」ではオンライン実験のための動画作成を行った。実験では実際に手を動かして測定することが重要なのであるが、やむを得ずオンラインとなってしまうため、少なくとも実験の雰囲気や測定の様子が伝わるような動画となるよう注意して撮影を行った。また、実験の背景や原理の詳しい解説をつけることで学生の理解の助けとなるよう工夫した。2021年度は基本的に対面実験であるが、2020年度に作成した動画の一部を利用すれば、教育効果をより高められると考えられる。対面実験においても作成した動画の利用を検討していきたいと考えている。

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

(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。)

1. 原子衝突セミナー講師 (原子衝突学会主催)

開催日: 2021年3月30日(火) オンライン開催

講義題目「イオントラップ技術とその応用: 星間化学研究のためのアプローチ」

所属 物質生命理工学科

氏名 小田切 丈

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

研究分野: 原子分子物理学、反応物理化学

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

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

「多電子励起分子ダイナミックスの解明」

「超低エネルギー電子-分子衝突実験」

「超高分解能電子分光装置を用いた原子分子の光電子スペクトル測定」

「Calculation on dissociation limits for ion-pair formation of pyridine」(卒研)

「真空紫外光吸収に伴い生成するフラグメント負イオンの運動量画像観測」(卒研)

「多電子同時計数法で調べる Ne 原子の二重光電離」(卒研)

「多電子同時計数法で調べるコンジュゲートシェイクアップ状態からのオージェ崩壊」(卒研)

(展望)

特殊な化学反応の例として、非局所な複素ポテンシャルをもつ多電子励起分子の関与する反応に着目し、その生成・崩壊ダイナミックスの解明を目的に研究を行っている。分子を多電子励起させる方法として放射光を用い、解離過程を観測することで多電子励起状態観測にまつわる実験的困難さを克服し、研究を進めている。また、最も簡単な衝突反応である電子分子衝突に関する実験研究を行う準備も進めている。電子-分子衝突における解離性電子付着反応は、最も簡単な組み換え衝突の例であると同時に、中間状態として関与する短寿命負イオンは上記多電子励起分子と同様に複素ポテンシャルでダイナミックスが記述される。

これら反応ダイナミックスにおける複雑さ・多様性は分子内粒子相関の帰結であるが、平均場近似で取り入れることができない電子相関効果を、多電子同時計数法による一光子吸収多重電離過程の観測を通し研究している。

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

- ・ 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、Kr 原子の内殻 3p イオン化状態からの放出電子エネルギー相関を測定し、 $3p^{-1}$ 状態の寿命が微細構造間で大きく異なる原因がエネルギーの違いによる super Koster-Cronig 遷移の確率に起因することを明らかにした。
- ・ 窒素原子の内殻イオン化しきい値近傍で光電子・Auger 電子を同時計数測定し、Conjugate—Shakeup 状態からの Auger 崩壊過程について明らかにした。
- ・ 真空紫外光励起に伴うフラグメント負イオンの生成断面積およびメカニズムを解明する目的で、フラグメント負イオンの運動量画像観測装置の開発を進めた。
- ・ ピリジンから H^{-} 、 CN^{-} 負イオンの生成に至るイオン対解離過程に対し、解離極限のエネルギーを量子化学計算プログラム GAMESS により計算し、イオン対解離過程のメカニズムに対する考察を行った。

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。)

- ・ 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、Physical Chemistry (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。)

「Physical Chemistry」(英語コース)

授業理解度を高めるため、身近な熱力学過程として「瞬間冷却バック」を選び、思考実験、デモを行った。

「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。オンデマンド授業となった実験では、時間をかけよいコンテンツの作成に努めた。

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，図書委員，クラス主任（4年生），
チューター（2年生）

コロナ禍にあり十分な研究活動ができない中にありながらも、なんとか卒業研究発表会を開催するために、4年生のクラス主任として意見徴収と調整に努力し、開催を実現した。

(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

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 VIII 型コラーゲンの発現局在」

「タツノオトシゴの育児嚢におけるキチナーゼ遺伝子の発現局在」

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

タツノオトシゴやメダカを用いて、消化システムを調べた。その結果、魚類にはこれまでに知られていなかった消化酵素が膵臓で合成され、消化管内に分泌されていることを明らかにした。

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

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。

宮崎大学の宮西弘博士との共同研究により、トラザメ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まれます。)

(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、理工学振興会運営委員

(学外)

日本魚類学会・編集委員、日本動物学会・関東支部委員
日本魚類学会・学会賞選考委員会委員長

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

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
- FT 過剰発現株の解析
- AFS, TFS 内心筋細胞培養における心毒性評価系の確立および新規化合物の心毒性評価(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。

大きく分けてモデル植物を用いた基礎研究と動物細胞を用いた応用研究に大別される。前者は植物傾性運動の機構解明を目的としている。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。また、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。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. 2020 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。)

傾性運動に関する研究では、昨年度までに RNAseq 解析の結果から、植物の転写に関わる因子と、イオンや糖などの移動に関わる因子に解析に絞り込み、それぞれの因子の局在や発現量を GUS または Real-time PCR で解析した。残念ながらコロナ禍で、時間を追っての解析ができず、就眠に関わる因子の定量解析はほとんど進まなかった。一方局在解析では、GUS 染色により、運動部以内に偏在するトランスポーターがあることが明らかになった。今後詳細を詰め、論文としていく。

足場材料を用いたデバイス開発に関しては、コロナ禍で土日の作業が制限されたことで、培養間隔が短い心筋に関する評価は完全にストップしてしまった。一方、抗がん剤のモデルである HeLa 細胞に対して cisplatin や Ru を中心金属とする新規薬剤候補の効果を調べる過程で、遺伝子発現の網羅解析を行った。その結果の一部は、2021 年 4 月に採用された A-stem トライアウトタイプへと継承されている。

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

(学内) 水圏におけるファイトレメディエーションの可能性 (地球環境 黄教授)

(学内) 蛍光タンパク質を用いた新規細胞毒性評価システムの開発 (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。)

春学期に実施された授業に関してはすべてオンラインでの実施であり、限られた日数の中で学習効果が得られる様の授業の組みなおしをした。学生実験も、オンデマンドに対応した動画撮影を実施した。秋学期も Zoom を使用したオンライン実施であり、moodle 等を利用した新しい評価方法に取り組んだ。自己評価として、オンラインのメリットを十分に生かせず、対面の授業を Zoom で実施するだけにとどまった事を反省している。今後はオンラインのメリットを探りつつ、授業の改善に心がけたい。

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) 物質生命理工学科長、および職責による委員等

(学外) 特になし

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

特記なし

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観測，環境中の汚染物質に関する研究

キーワード： 活火山，噴火，温泉，火山ガス，大気汚染，土壌汚染，水質汚濁，放射能，福島第一原子力発電所事故

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) 「環境中での人工放射性核種の動態評価」

(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) 「環境中での人工放射性核種の動態評価」

2011年の福島第一原子力発電所の事故により多くの放射性核種が環境中に放出され東日本の広い範囲を汚染した。事故から時間を経た現在、放射線のリスク評価のために、すでに環境中に取り込まれた放射性核種の移動能と移動プロセスを正しく理解することが強く求められている。そこで沈着した放射性核種の化学形態の評価と表層環境での二次的移行プロセスの解明を目指している。

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

(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。

2018年1月に噴火した草津白根山においては、本白根山東側山腹の高温源泉および白根山の山頂火口湖を対象とした水質モニタリングを継続的に実施した。この結果、草津白根山の活動のレベルは噴火前の状態には完全に戻っていないと判断された。

2018年4月に噴火した霧島火山の硫黄山では、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た。この結果、2018年の秋に熱水活動の最盛期を迎えた後に活動レベルは穏やかな低下に転じ、2019年5月頃には熱水放出量を大きく減じたものの、2020年度を通して熱水活動は相変わらず盛衰を繰り返しながら一定の活動度を保持していると判断された。

(2) 「環境中での人工放射性核種の動態評価」

福島第一原子力発電所事故により大気中に放出され、沈着した放射性セシウムの中岳湖沼における二次的移行挙動の検討を進めた。2020年度は群馬県の赤城大沼を想定した湖水と底質との間でのセシウムの分配に関するモデル実験を行い、セシウムの底質への吸脱着が温度および共存イオンの種類と濃度に大きく支配されることを確認した。一方でpHは吸脱着にさほど大きな影響を与えないことも示された。

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

- 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
- 「上智大学国連 Weeks October 2020」において、オンラインイベント「環境問題と科学技術」へ講演者として参加

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
- 研究室主催の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。）

2020年度はオンライン講義となったため、全ての講義科目において資料をオンライン講義に適するように再構成した。また、オンラインでの学習効果を高めるため、毎回の講義に

においてショートレポートを課すことで復習と関連知識の習得を促した。ショートレポートによる学習効果は大きかったが、受講生に想定以上の負荷となった可能性もあり、学生からの意見を元に改善したい。

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

（学内）

- 大学院理工学研究科理工学専攻 化学領域主任
- 全学委員：課程委員
- 学部委員：教職課程委員， 広報委員
- 学科委員：共通機器委員， ウェブサイト委員

（学外）

- 火山噴火予知連絡会 草津白根山部会委員
- 火山噴火予知連絡会 霧島山部会委員
- 霧島火山防災協議会委員
- 草津白根山火山噴火緊急減災対策検討委員会委員
- 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

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」

(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。

2020年度は, 研究室の所属4年生6人については, 前年度からの継続課題が中心となった。同時に共同研究員との研究においては, 上記テーマとは別に, 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に取り組んだ。

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

以下のテーマでそれぞれ研究成果があった。

- cis-3-hexenal のマイクロ波分光

この分子の回転スペクトルの観測・解析に加え, 異性体である trans-3-hexenal による回転スペクトルデータの観測に取り組み始めた。

- 1-Pentanethiol のマイクロ波分光

これまで観測された8種類の配座異性体の回転スペクトルデータの追加測定を行うとともに, チオール基が重水素置換された同位体種の回転スペクトルの観測と帰属に着手した。

- Benzyl acetate のマイクロ波分光

回転スペクトルの未帰属線のパターンから、新たに 2 番目の立体配座を同定することに成功した。このスペクトルは特徴的な分裂パターンを示しており、2 つの状態間の何らかのトンネル分裂を反映していると考えられる。この分裂の原因を探ることは、高分解分光の分野において、重要であると考えられ、今後もこの分子についての研究を進める方針である。

4. 大学内外における共同的な研究活動 (共同研究、学内共同研究などを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。)

物理化学特論 (構造化学), 分子構造化学

自然科学のための数学, 物理化学実験, ゼミナール I, II, 卒業研究, 大学院演習

COVID-19 対応のため、オンライン授業のための資料をそれぞれの科目でまとめた。

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。)

「物理化学実験」では COVID-19 のため、対面式の実験実習を行わず、オンラインによる実験プログラムに急遽変更することとなったが、大きなトラブルなく実施することができた。

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

(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 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 リボソーム RNA 分子スイッチの構造研究と創薬への応用

アミノグリコシド系抗生物質は、細菌リボソームの活性部位に存在する RNA 分子スイッチに結合してその働きを阻害することで殺菌効果を示す。これに対して細菌は、RNA 分子スイッチを変異させることで薬剤耐性を獲得する。また、抗生物質がヒトの RNA 分子スイッチに間違っ て作用すると人体に対して重篤な副作用を引き起こす。

我々は、細菌からヒトまであらゆる生物種の RNA 分子スイッチに対して抗生物質がどのように作用するのかを X 線結晶解析法を使って明らかにし、得られた立体構造情報を利用して感染症や遺伝病に効く新しい薬剤を設計・開発することを目指している。

② 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）

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

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

③ 核酸医薬品開発のための構造研究

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. 2020年度の研究成果

① リボソーム RNA 分子スイッチの構造研究と創薬への応用

・リボソーム RNA 分子スイッチに結合する抗生物質の開発研究

ストラスブール大学と共同で、リボソーム RNA 分子スイッチに結合する抗生物質の Structure-Based Design を行った。この成果は国際学術誌論文として執筆中である。

② 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）

・DNA-銀ナノクラスターの構造解析

銀原子16個を2本のDNA鎖で包摂した新規ナノ蛍光物質「DNA-銀ナノクラスター」の立体構造を複数解析し、国際学術誌論文として発表した。

また、新しいDNA-銀ナノクラスター精製方法を確立した（修士論文研究）。

③ 核酸医薬品開発のための構造研究

・リボソーム RNA 分子スイッチを模倣した一塩基多型センサーの開発

研究課題①で得られたリボソーム RNA 分子スイッチの立体構造を模倣して、一塩基多型を検出するセンサーを開発した（修士論文研究）。

・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 の中から特徴的な立体構造モチーフを選び、これを模倣して新しいタイプの核酸医薬品の開発を進めた（修士論文研究・卒業研究）。

・既存の RNA 立体構造モチーフを模倣した病因 RNA 検出技術の開発

生体内に存在する特定の立体構造モチーフを模倣して、塩基配列特異的に病因 RNA を検出する技術を開発した（修士論文研究）。

4. 大学内外における共同的な研究活動

(共同研究)

① リボソーム RNA 分子スイッチの構造研究と創薬への応用

ストラスブール大学 (フランス)、モントリオール大学 (カナダ)

② 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 (物質生命 2 クラス)

Fundamental Biochemistry (英語コース)、理工基礎実験 (生物)、

Technology & Innovation – Career Development- (英語コース・輪講)

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

2019 年度にオリジナルの教育・研究用分子模型「BasePairPuzzle」をデザイン・開発し、株式会社 StudioMIDAS よりリリースした。2020 年度にはこの分子模型を用いたアクティブラーニングコンテンツを開発し、一般社団法人日本生物物理学会の「小中高校への講師派遣サポート事業」を通じて高等学校 2 校 (お茶の水女子大学附属高等学校、横浜市立南高等学校) で講義を行った。

7. 教育研究以外の活動

(学内委員)

全学学生生活委員

理工学部グリーンサイエンスコース 3、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】

- ・ NPO 法人 mRNA ターゲット創薬研究機構 2020 年度 第 1 回講習会
「核酸の X 線結晶解析の実際」
2020 年 6 月 24 日
- ・ 川崎市産業振興財団 第 8 回中分子創薬に関わる次世代産業研究会
「核酸創薬を加速させるカタチのデザイン」
2020 年 6 月 26 日
- ・ 武田薬品工業 第 12 回フロンティアケミストリーセミナー
「Nucleic Acids Crystallography for Drug Design」
2020 年 10 月 21 日
- ・ パレクセルインターナショナル株式会社 Lunch & Learn
「核酸創薬を加速させるカタチのデザイン」
2021 年 1 月 20 日

【一般社団法人日本生物物理学会 小中高校への講師派遣サポート事業】

- ・ お茶の水女子大学附属高等学校
「分子模型でわかる！ 薬と病気のしくみ」
2020 年 9 月 16 日
- ・ 横浜市立南高等学校
「分子模型でわかる！ 生命と DNA のしくみ」
2020 年 10 月 27 日

【報道記事】

- ・ 上智新聞
「物質生命理工学科・近藤准教授に聞くノーベル化学賞」
2020 年 11 月 2 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》

「サロベツ湿原泥炭採掘跡地由来土壌 DNA からの *nifH* 遺伝子および *nosZ* 遺伝子検出の試み」

「細胞性粘菌 *D. discoideum* 内で MPBD に作用する酸化酵素遺伝子の探索」

「細胞性粘菌が生産する有機ハロゲン化合物の構造的多様性の解析」

《修士論文》

「細胞性粘菌が生産するハロゲン化有機化合物の生合成機構と生態学的意義の解析」

展望

ハイブリッド型ポリケタイド合成酵素（PKS）である *Steely* 酵素については *in vitro* での酵素活性再構成実験により、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。

環境 DNA 解析による微生物叢解析については、バルク土壌の細菌解析は終了したので、菌類の解析と根圏、植物共生細菌の解析へと進むことを考えている。

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

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。2020 年度は COVID-19 感染拡大によって、研究入構に制限があったため、当初の研究計画を見直しして研究計画を変更した。

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、*in vitro* での酵素の機能解析については翌年に回すことにした。

サロベツ湿原の微生物叢の研究に関しては、年間 3 回のフィールド調査ができなかつ

たため、入手可能なサンプルについての解析を試みたが、予定されていた窒素同化に関連する遺伝子の解析まではできなかった。

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

- ・ 産総研：「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」
- ・ 私大ブランディング事業 (地球環境 黄先生)「持続可能な地域社会の発展を目指した「河川域」をモデルとした学融合型国際共同研究」

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。)

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 感染拡大を受け、オンライン授業での対応となった。対面授業とは異なり理解度を把握することが難しかったため、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にした。また授業内容についても精査して、内容をある程度絞り込んだ。また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とした。

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会計幹事
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

<修論または卒論>

「bZIP28 を欠損したシロイヌナズナにおける熱ストレス応答性長距離シグナルの解析」
「異なる回復時間を伴う部分的な熱ストレス処理が致死的な熱ストレス条件下におけるシロイヌナズナの遺伝子発現に与える影響」

植物体全体が短時間の熱ストレスを受けた後の回復時にも、熱ストレス応答性遺伝子の高い発現が維持されることが明らかとなった。また、類似した遺伝子発現パターンは植物の一部が熱ストレスを受けた場合に、直接ストレスを受けていない部位でも見られることがわかった。このような遺伝子発現の維持は、植物の熱ストレス耐性向上に重要である可能性も示唆された。さらに、熱ストレスを受けている時と、回復時には異なるメカニズムが働いていることがわかった。

今後は、熱ストレス応答性遺伝子を欠損した植物体についても解析を進め、熱ストレスの記憶を制御する主要な因子の特定を目指す。

・植物の生殖器官における熱ストレス応答

<博論または修論>

「Dissection of morphological and molecular responses to various types of heat stress in Arabidopsis」

「シロイヌナズナの CNGC2 欠損変異体における生殖器官の形態学及び生理学的特性解析」

モデル植物シロイヌナズナの生殖器官が熱ストレスにさらされると、柱頭が拡大する現象が観察された。この柱頭拡大は熱ストレスにより花粉の付着が阻害されることにより起こることがわかった。また、この現象にカルシウムイオンや活性酸素が関与している可能性も示されている。

・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

<修論または卒論>

「Analysis of hormone and organelle signals in ICS1-deficient Arabidopsis plants subjected to heat stress, drought and their combination」

「多様な環境条件にさらされたシロイヌナズナ及びミズゴケにおけるストレス応答性タンパク質の発現解析」

「シロイヌナズナの洪水ストレス応答を制御するエネルギー代謝モデルのデータベース解析による構築」

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を特定し、その転写因子が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を明らかにした。また、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。

河川流域等で起こりやすい重金属ストレスが浸透圧、高塩、熱ストレスと組み合わされた場合、植物の応答は、それぞれの単独で発生したストレスに対する応答とは異なることを明らかにした。また、これらの複合的なストレスに対する植物の応答には光合成能の維持が重要である可能性が示された。

・ハクサイのストレス応答機構の解析

<修論または卒論>

「ハクサイのチップバーンを抑制するためのピリドキシン及びアスコルビン酸処理法の検討」

水耕栽培条件下におけるチップバーン発生率が異なるハクサイ 2 品種の比較解析を行った結果、活性酸素制御機構に明確な差があることを明らかにした。この結果を基に現在もハクサイのチップバーン耐性を向上させるための栽培法を検討しており、効果のある抗酸化物質の散布方法を確立しつつある。

サロベツ湿原のイボミズゴケの解析

<修論または卒論>

「多様な環境条件にさらされたシロイヌナズナ及びミズゴケにおけるストレス応答性タンパク質の発現解析」

サロベツ湿原は日本に存在する貴重な高層湿原として知られているものの、過去の泥炭採掘によりその生態系が破壊された経緯がある。この破壊された生態系の回復は、貴重な高層湿原の維持に必須であり、具体的な対策が求められている。本研究では、湿原回復の最終段階に発生するイボミズゴケに注目した。サロベツ湿原の（1972 年度及び 82 年度）2 つの地点からイボミズゴケを採取し、環境ストレスに応答しやすい植物生理学的特性の解析

を行った。その結果、光合成を制御するタンパク質の発現が、72 年度に採掘した地点のイボミズゴケの方が高いことが明らかとなった。このことは、採掘からの経過期間が長い方地点で回復が進んでいること、並びに湿原回復にイボミズゴケの光合成能力の維持が重要であることが示唆された。この研究は 2018 年度から開始しており、2020 年度まで継続して類似した結果が得られている。

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

モデル植物シロイヌナズナの生殖器官を熱ストレスで処理すると、花粉の付着が阻害されることにより柱頭が拡大することがわかった。また、この現象にはカルシウムイオン及び活性酸素が関与することも示した。この成果は Frontiers in Plant Science 誌に掲載された。

モデル植物シロイヌナズナを 5 分という短い時間の熱ストレスで処理し、通常条件で回復させると、5 分の熱ストレス処理では上昇しなかった遺伝子発現が回復 1 時間後に劇的に上昇し、回復 3 時間後に低下することを明らかにした。また、5 分の熱ストレス処理後に 3 時間回復させると、植物は強い熱ストレスに対する耐性を獲得することも明らかにした。この成果は Plant Signaling & Behavior 誌に掲載された。

2020 年度に続き、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。しかし、Zoom 等を用いた初めてのオンライン講義で資料の作り方などを模索し、スライドの作り方、板書に代わる手書きの手法についてより改善が必要と感じた。このことは主担当ではない輪講科目でも同様のことがいえる。

また、大学院講義では、実験手法の紹介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）

0 年次クラス主任、理工安全委員、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、触媒の化学、環境に優しい化学、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遷移金属の触媒機能を発現するのに有効であると考え、いくつかの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。最近ではリン、窒素配位子部位に加えヘテロ環状カルベンを持つ多座配位子の合成と異種複核錯体の選択的合成に成功し、触媒反応への応用を検討中である。
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共溶温度(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. また、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は、五員環、七員環アルキン及びアレンの簡便な合成法を見出した。さらにそれら化合物の求核的な反応性を利用しイソシアン酸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. 2020 年度の研究成果

1. 前年度、溶解性を向上したピリジン骨格を有する *O,N,O*-三座配位子に単座リン配位子を導入した多座配位子を合成した。2020 年度は、ピリジンをキノリン骨格にすることにより二つの配位座の距離をやや遠隔にした多座配位子を合成した。また近年、*N*-ヘテロサイクリックカルベン分子は、自身が有機触媒として機能するほか、遷移金属に配位して特徴ある触媒反応を実現することで注目されている。そこで *N*-ヘテロサイクリックカルベン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。これまでチタン・ニオブ・アルミニウムとの錯形成を主に試みてきたが、アルカリ土類金属であるカルシウムを用いたところ若干ではあるが触媒機能に差が出ることを見出した。さらに配位子を用いた分子認識型触媒反応の実現を目指し種々の触媒反応を検討しており、単核錯体触媒と比較して有意な差を示す反応を見いだすべく検討中である。

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。2020 年度は主に、NNC-ピンサー配位子をもつ Pd 錯体を触媒とする高活性触媒反応の検討を行った。当初は水中反応において期待したほどの触媒活性が発現しなかったが、反応前にヒドラジンなどの還元剤で処理することにより触媒の活性を引き出すことに成功し、処理しない場合より 100 倍近い活性を実現した。今後は再現性よく触媒反応を達成することと、触媒金属の構造をより詳細に検討することが課題である。

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た。最近、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について、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。2020 年度は主に、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明らかにすべく、非対称な置換基を有する錯体を合成すると共に、重水素化した錯体を合成して水素原子の交換反応が起こらないことを見出した。さらに、これら不飽和環状化合物と種々の金属ヒドリド種との反応について検討中である。

4. 大学内外における共同的研究活動

理化学研究所 バイオマス工学研究部門 (阿部英喜 TL) 客員研究員

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)

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

6. 教育活動の自己評価

「有機化学 (有機合成)」本年度から新たに担当した科目であるが、コロナ禍のためオンデマンド動画配信による授業となった。前年度まで担当していた「有機化学 (有機反応)」に引き続き宿題・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。また演習問題の充実と難易度の調整を行い、動画視聴の間にも学生が自身で考える時間を作ったところ好評であった。成績評価は期末試験出なくレポートにせざるを得なかったため、学生の理解度を測ることがやや難しかった。次年度は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い。

「触媒反応化学」「Catalysis Chemistry」

この授業もオンデマンド配信による授業となった。毎回小テストを課し、その日の授業内容の理解度を確認したが、動画による説明がどれほど届いているか不安ではあった。その分、これまでの講義で見せなかった化学工業の動画などを盛り込むことで触媒の実用化例を補った。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」

2020 年度は、コロナ禍のため全てオンラインでの授業となった。本来学生が自身で手を動かして有機化学反応を学習するのが本科目の目的であるが、実体験としての有機化学実験を体験させられなかったことは誠に残念だった。また例年、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ているが、これについても反応操作の安全確保について経験することなく卒業研究を開始することは不安が残る。それらを補うために従来から採用しているテキストから予習させる方法を踏襲し、さらに動画を視聴しながら実験ノートを記述する方法をとった。また演習の時間を長めにとり、反応への理解を深めるよう工夫した。

「化学と生活 II」

今年度が 3 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。オンライン授業ということで zoom を用いて有機化学の基礎と、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。これまでの反省を踏まえ、受講生の知識レベルに合わせて内容

を調整した。また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。

7. 教育研究以外の活動

(学内) 春学期サバティカルのため役職なし

(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（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。）

「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」

「蛍光有機分子の合成」

「新規診断薬の開発」

（展望）

抗菌活性を持つ Citreamicin 類の ABC 環構築法を確立し、本天然物の合成を達成する。診断薬分子構造の最適化を目指し、誘導体を多数合成する。また、動物実験や将来的な臨床実験に必要な、化合物の大量供給のため、効率的合成法の開発を目指す。生体内分子の蛍光による可視化を目指して、蛍光性分子の合成を行う。

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

- ・ 医療用診断薬の分子設計と合成を行った。
- ・ 酸または塩基に応答する蛍光プローブを開発した。
- ・ 高い抗菌活性を持つ天然化合物の部分骨格を合成した。
- ・ 有機合成ビルディングブロック（ α -アセトキシケトン、 α -アミノケトン）の選択的合成法を確立した。

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)

- ・「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
- ・「抗新型コロナウイルス剤の効率的有機合成法の開発」
本学理工学部物質生命理工学科・臼杵豊展 准教授
- ・「次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築に関連した現象解明 研究」 AICE プロジェクト研究・燃料と燃焼反応の研究
本学理工学部物質生命理工学科・高橋和夫 教授
- ・「蛍光性超分子プローブの開発」
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

(学外)

- ・「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。)

(学内)

物質生命理工学実験 C, ヘテロ原子の有機化学, 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), 大学院特論 (有機化学演習) (輪講), 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 I, Seminar 1, Master's thesis tutorial and exercise 2B, Seminar in Green Science and Engineering 2B

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。)

「ヘテロ原子の有機化学」

初回はオンラインで概要を説明し、以降はオンデマンド授業とした。講義予定日より掲載開始をかなり早め、受講できる期間 (薬2週間) を長く取ることができた。公開した動画は、授業期間中は何度も繰り返し視聴できる状態とした。質問を投稿できるようにしてあったが、ここに記載された例は少なかった。次年度、対面開催が出来なくなった場合は、数回に1回程度はオンライン・リアルタイムで、質問の受付や、クイズやリアクションペーパーの問題の解説を行うようにする。

「Organic Chemistry」

すべてオンライン・リアルタイムで開催し、録画等しなかったため、海外在住の受講生にとって不都合であった。次年度は、リアルタイム授業を録画し、後に視聴できるようにする。分子モデルを使用した。画面上では分かりにくい可能性があるため、他の 3D 表示の可能なソフトウェアの使用を検討したい。ホワイトボードの代わりに、パソコン上のソフトウェアを使用して、図を示し、より正確に伝わるようにする予定である。

「有機化学特論（医薬品設計・合成化学）」

毎年、多分野の学生で受講生が構成されている。本年度は、新たな試みとして、医薬品化学に関する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
物質生命理工学科予算委員・委員長

（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，化学工学 など

キーワード： 次世代自動車エンジン，スーパーリーンバーン燃焼，低燃費燃料，
バイオ燃料，カーボンフリー燃焼，アンモニア燃料，着火特性，
PM 生成，反応モデル，反応速度，水素爆発，加熱型高圧衝撃波管，
急速圧縮機，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。）

『燃焼の化学反応とカーボンフリーおよび環境低負荷燃焼技術への応用』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。2050年温室効果ガス実質ゼロ目標に対応するため、2019年度からはカーボンフリー燃焼に関する研究に着手している。

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を目指す。

以上の研究背景のもと、具体的なテーマとして次の7つの研究を行っている。

- ① 低燃費・低エミッションの次世代自動車エンジンであるスーパーリーンバーン用に最適化された自動車燃料の開発
- ② ガソリン成分燃料の着火特性評価と燃料感度の解明
- ③ 高耐ノック性能を有する有機系ガソリン添加剤の開発
- ④ カーボンニュートラルや低炭素燃焼として期待されるバイオ燃料・代替燃料の研究
- ⑤ アンモニアを燃料としたカーボンフリー自動車エンジンに関する研究
- ⑥ ディーゼル車から排出されるすす等の粒子状物質（Particulate Matter, PM）の生成メ

カニズム解明

- ⑦ 次世代エネルギー候補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. 2020 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

①に関しては、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、実験装置の改良を行った。具体的には、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に関しては、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。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着火遅れ計測と自着火予測経験式の構築』
『高圧衝撃波管を用いた C5 炭化水素の着火遅れ時間測定』

③に関しては、有機電子論に基づき、燃焼反応中の連鎖担体ラジカルを化学的に補足して不活性化作用をもつ有機化合物を検討し、添加剤候補とした。そして、候補有機化合物を実際にガソリンに添加したときの自着火特性の変化を高圧衝撃波管を用いて評価するとともに、研究成果を公表した。

関連テーマ 『ノッキングを抑制する有機系燃料添加剤の開発と性能評価』

④に関しては、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)、フランの着火特性実験を急速圧縮機と高圧衝撃波管を用いて行い、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』

⑤に関しては、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

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、わずかに数%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に関しては、昨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』

⑦に関しては、昨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、経済産業省、自動車用内燃機関技術研究組合、石油連盟、石油産業技術研究所、エネオス株式会社

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

理工学概説、物理化学(平衡・速度論)、燃烧科学と環境、地球環境と科学技術Ⅱ、理工基礎実験・演習(化学実験)、応用化学特論(大学院科目)

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

理工学概説(輪講)：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・再生可能発電の将来と原子力発電のリスクとメリットについて講義を行った。授業アンケートでも高い評価を得ることができ，一応の成果を収められたものと考えている。

物理化学（平衡・速度論）：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：本科目は受講者数が多いため，プリントおよびスライド（ハンドアウト配布）を用いた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 123 名（2020 年度）は多過ぎであり，演習等できめ細かい指導を行うのには限界があった。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）：2020 年度から輪講で講義を行うことになった。『自動車の地球温暖化と内燃エンジンの高効率化』というタイトルで，自動車の地球温暖化対策び最先端技術の紹介と今後の動向について解説した。講義の後も活発な質疑応答が行われ，一応の成果を収められたものと自己評価している。

理工基礎実験・演習（化学実験）：2020 年度はコロナの影響により，対面で実習を行うことができなかった。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，当日の授業時間内に Zoom を用いて説明を行った。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。

応用化学特論（大学院科目）：本科目は隔年開講科目であり，2020 年度は本学学部カリキュラムには授業が極端に少ない（機能創造理工学科に 1 科目あるのみ）化学工学に関する授業を行った。コロナの影響により，例年最終授業（2 回分）で実施していた石油・石油化学プラント見学が中止が余儀なくされたのは残念であったが，化学を専門にするものの化学工学という学問分野を知らなかった本学学部出身の大学院生にとって大きく役立つものと考えている。

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

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

(学外)： 日本衝撃波研究会幹事，国際衝撃波学会会員，日本燃焼学会会員，
自動車技術会会員，日本化学会会員

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

以 上

所属 物質生命理工学科

氏名 竹岡 裕子

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

研究分野： 高分子化学、機能性高分子、材料化学

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

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

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

①に関するテーマとして以下の研究がある。

「光学活性基を導入した有機無機ペロブスカイト化合物の円偏光特性制御」

「発光性ナノクリスタルの作製法の最適化」(大学院)

「有機無機ペロブスカイト薄膜の結晶配向制御」(大学院・学部)

②に関するテーマとして以下の研究がある。

「生分解性高分子と水酸アパタイト複合体を用いた軟骨材料の開発」(大学院)

「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・学部)

③に関するテーマとして以下の研究がある。

「触媒移動型縮合重合法を用いた π 共役系ジブロック共重合体のバイオセンサーへの応用」(大学院、学部)

「 π 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」(大学院)

(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。有機無機ペロブスカイト材料は近年、太陽電池用光吸収層や発光材料として注目されている。本年度、有機無機ペロブスカイト材料をナノクリスタル化することにより、蛍光量子収率が8割を達成した。ナノクリスタルの形成メカニズムについては明らかになっていない部分が多く、さらに検討を重ねることで、蛍光特性を向上させたり、機能性を付与したりすることができるかと期待される。また、光学活性基を有機無機ペロブスカイト化合物に導入することにより、優れた円偏光特性を示す薄膜が得ら

れた。円偏光発光素子への応用が期待できる。

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

2020 年度の学会発表総件数は、国内 8 件である。そのうち招待講演は 1 件である。論文採択件数は 8 件、著書 (共著) 1 冊である。

- ① 有機無機ペロブスカイト型化合物中に適切な添加剤を導入することで太陽電池に有用な垂直配向性を向上させることができた。
- ② 低沸点溶媒を用いた有機無機ペロブスカイト化合物の作製方法を確立できた。
- ③ 水溶性 π 共役系高分子を利用することで、環境低負荷な太陽電池の作製に成功した。

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

- ・ 電気通信大との共同研究 (太陽電池)

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, 物質生命理工学実験 B

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, 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」

オンライン授業となり、オンデマンド視聴のための資料を作成した。授業アンケートにおいて、比較的平均点は高く、シラバスの内容自体や授業がシラバスに沿って進められたことが評価されたと考えられる。授業時間に Zoom を開き、質問対応に努めたが、オンデマンドの視聴と質問受付時間の間が短く、十分に質問対応出来なかった点が課題と考えられる。

「高分子化学」

Zoom での授業実施とした。リアルタイムで参加することの意義を高め、受講生のモチ

バージョンを高めるため、講義内で簡単な演示実験を実施するなど工夫した。受講生の反応は概ね良かったと思われる。

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

(学内) 理工自己点検・評価委員会
理工学部将来構想委員会
機器担当委員 (元素分析, TOF-MS)
2020 年次生クラス主任

(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
高分子学会 男女共同参画推進委員
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 10、11 回 CSJ 化学フェスタ実行委員
日本学術会議第 25 期 連携委員

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

2020 年度中に、1 件の受賞対象となった。

・ Highly cited author of Royal Society of Chemistry in 2020

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。）

「熱アシスト大気圧グロープラズマによるテフロンの接着性改質」

「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による緻密シリカ膜の堆積」

「大気圧グロープラズマを用いた粉体処理法の開発」

（展望）

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。

透明ガスバリア膜としてシリカ薄膜の利用が期待されており、シリカ膜の成膜にはプラズマ堆積の利用が最適だと考えられている。しかしながら、プラズマ堆積ではガスバリア性を充分持つ緻密な膜を低温で堆積することが非常に困難であり、実現には至っていない。そこで、堆積の初期的な機構について調査を行った。

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。

これまで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つつある。今年度の研究テーマにおいても、テフロンの表面改質は従来以上の接着力を持たせることに成功した。また、炭素繊維などは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. 2020年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。）

- ・ 論文発表 2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）

情報ネットワーク専門委員会

（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 理工学部・物質生命理工学科

氏名 セバスチアン・ダニエラチェ

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 4.5W/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°C 減少したことが知られています。成層圏エアロゾルの滞留時間は1-2年であり、ピナツボの冷却効果は速やかに薄れていきました。このことから、硫酸エアロゾルは $0.75\text{W/m}^2/\text{TgS}$ の放射強制力を持っていたと考えられています。放射強制力だけでなく、火山噴火によって生成した硫酸エアロゾルの増加が成層圏の NO_x の光化学を変化させることにより、オゾン層破壊への寄与が指摘されています。成層圏硫酸エアロゾルは地球放射収支に負の影響を与えるため寒冷化要因一つとして重要です。地球温暖化対策として成層圏へ人為的硫黄化合物を注入する「ジオエンジニアリング(気候工学)計画」がノーベル化学賞受賞者である P. Crutzen 博士らにより提案されています。これは、 OCS 、 SO_2 、 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. 2020 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

研究成果と達成状況：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、S₂ 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 1 月に S₂ 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 SO₂ 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、一本発表で、も一本は審査中です。

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 CO₂ の濃度と硫黄同位体比を観測し、CO₂ の起源について解明をすることである。そこで、CO₂ 濃度測定用に AERIS 社の MIRAPICO 測定器を導入した。これによって 30 秒間隔で CO₂ 濃度の測定が可能とした。現段階では装置の安定性と測定条件の最適化を実施している。一方、予定していた OCS の硫黄同位体比の観測は、COVID-19 感染拡大の影響で中止した。COVID-19 感染状況が収束した後、観測を再開する予定である。

もう一つの目的は数値モデルによる、同位体比の計算プログラムを追加導入した全球化学輸送モデルを構築し、モデル内の人為由来 CO₂ と海洋由来 CO₂ の排出強度を変化させ、CO₂ の濃度と硫黄同位体比のモデル値を算出することである。モデル値と観測値が最も合致する人為由来・海洋由来の CO₂ 排出量を決定し、CO₂ ミッシングソースにおける人為・海洋由来の寄与割合を明らかにし、このモデルによる全球 CO₂ 収支の解明と将来予測を行う。2020 年は数値モデリングに関しては 3 次元大気化学輸送モデル (GEOS-Chem) 用の計算機を構築し、モデルの導入をすることができた。さらに、CO₂ の起源となる CS₂ の酸化過程について 1D モデルで研究を行った。その結果、対流圏下部において UV-A 紫外線は CS₂ の光励起反応を起こすことが明らかになり、これまでモデル研究では考慮されてこなかった CS₂ から OCS への酸化過程を報告した。

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。)

2020 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。)

2017 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。2017 年度物質生命・学科専門科目 B 群系 3 の環境工業化学を担当し始めた。日本語コースの科目でこれまで私は担当してきた科目と大きく違って、講義内容や参考資料の日本語に限らず 172 名の大講義で教育をする初体験であった。この科目の内容は日本における近代化による大気汚染は「公害」という言葉さえ定着していなかった明治時代から現在まで都市・生活型公害や地球環境問題を歴史アプローチもった科目である。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。2020 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、産学技術交流会、外国語資格試験委員会。

(学外) 2020 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 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」

「ラットの社会性の嗅覚記憶におけるオキシトシンおよびバソプレシンの役割

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

○昨年度までの研究で、卵巣摘出雌ラットにテストステロン(T)を3週間以上作用させてから脳室内にオキシトシン(OT)を投与して発情雌の匂いの提示する条件付けを行うことにより、同性である発情雌の匂いに対する選好性を獲得させることを示した。本年度は、去勢雌ラットで扁桃体内側核の体積が3週間のTの持続投与で有意に増加し、Tの組織化効果による脳の雄性化が示唆された。また、Tの作用が3週間に至る前に匂いの条件付けを行った場合でも、3週間を経過した後に匂いの選好性が獲得されることが明らかになった。このことから、Tによる脳の組織化効果とOTによる条件付けは、同性の匂いに対する選好性発現の基盤となる神経回路の構築にそれぞれ独立した影響を与える可能性が示唆された。

○雄ラットの脳室にOTと、選択的OT受容体拮抗薬(OTA)、バソプレシンの選択的V1a受容体拮抗薬(V1aA)、あるいは選択的V1b受容体拮抗薬(V1bA)のいずれかを組み合わせて投与し、発情雌の匂いを提示したところ、いずれも発情雌の匂いに対する選好性の獲得がみられなかった。その結果、OT投与による発情雌の匂いに対する選好性の獲得には、OT受

容体のみならず、V1a および V1b 受容体の活性化も関与している可能性が示唆された。

○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。

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。)

2020 年度は、感染症対策のため、春学期の開始が大幅に遅れ、講義は全てオンラインで行われた。学生の顔が見えないことや、期末試験がレポートによる評価に変更されたことにより、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、授業期間短縮による、内容の 1/4 強を削除せざるを得なかった。実験科目は、教員のデモンストレーションを動画で見せるような対処を行った。動画の作成に当たっては学生に実際の実験の雰囲気が感じられるような内容となるように心掛けた。

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) 動物実験委員、理工広報委員、理工図書委員、実験責任者会議

(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

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。この新奇な電解液を用いて、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。

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

論文数：0 報

2019年4月、本学に入ってから新しい研究テーマの予備的な実験・計算を始めました。2021年度に学会で発表予定です。

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。）

2019年3月まで所属していた横浜国立大学の渡邊・獨古・上野研究室で行った研究について論文を準備しています。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。

学会としては、今年度はオンラインで色々なシンポジウムやセミナーや発表会に参加しました。その中からいくつかを下記に示します。

- 2020年5月 : Battery2030+、 European Perspectives on Batteries of the Future
6月 : American Chemical Society、 24th Annual Green Chemistry & Engineering Virtual Conference
6月 : Chemical Institute of Canada、 CIC Talks - Learning in the online classroom
6月 : Chemical Institute of Canada、 CIC Talks - Taking labs into cyberspace
7月 : イオン液体研究会、 2020年度Webイオン液体研究会
7月 : Royal Society of Chemistry (UK)、 Molten Salts and Ionic Liquids Discussion Group (MSILDG) Virtual Summer Meeting 2020
7月 : eCampusOntario (Canada)、 Preserving Academic Integrity in a Remote Course
7月 : eCampusOntario (Canada)、 The Role of Assessments in Teaching Mathematics Online
7月 : 電気化学会、 2020年度第1回関西電気化学研究会Webinar
8月 : eCampusOntario (Canada)、 Moving Beyond Compliance: Accessibility Considerations for Alternative Assessment
9月 : 電気化学会、 2020年度第2回関西電気化学研究会Webinar
9月 : Royal Society of Chemistry (UK)、 Chemical Science Symposium 2020: How can machine learning and autonomy accelerate chemistry?
12月 : イオン液体研究会、 イオン液体ワークショップ2020
12月 : Royal Society of Chemistry (UK)、 Molten Salts and Ionic Liquids Discussion Group (MSILDG) Virtual Christmas Meeting 2020
2021年2月 : NRW.Global Business Japan Fireplace WebTalk: Hydrogen & FC

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

【学部】 春学期 :

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

【学部】 秋学期 :

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

【大学院】 春学期 :

Green Science and Engineering 2 {輪講}

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

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。今年のオンラインで実績のあった事は、対面の場合にも応用する予定です。反転授業なども部分的に使用する予定です。

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。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。学生実験では、関連性の高い参考資料を生徒に提供し、他の教員と継続的に相談することにより、実践と理論の関連性の理解を促すことに努めます。今年度のオンラインコンテンツ(実験の動画、追加の参考資料)は対面の場合でも使う予定です。

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

(学内) 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9件の論文のピアレビューの実施

9月：化学物質安全講習(英語版)の発表(オンデマンド動画)

9月：オリエンテーションキャンプ(英語コース)への参加と発表

10月：(横浜市都筑区) つづき国際交流 café 交流会：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」

- ・多核フレームワークを有する錯体の合成と反応
- ・遷移金属錯体の酸化還元に伴う小分子の活性化
- ・遷移金属錯体を触媒とする二酸化炭素還元反応
- ・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
- ・生物活性を有する遷移金属錯体の合成と特性評価

遷移金属錯体は、酸化還元活性で、複数の酸化状態をとることができる。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。これにより、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鉄やルテニウム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。配位した分子やイオンと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継続的に行ってきた。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。数年前から取り組んでいる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. 2020 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

(1) 二つのオキシドと二座配位子が架橋した複核フレームワークを有するルテニウム二核錯体を合成した。ルテニウム錯体の同定、構造、電子状態、分光学・電気化学的特性について詳細に検討した。これまでに報告したオキシド架橋ルテニウム二核錯体のクロリド配位子を解離させることが新たなフレームワークの生成過程において重要であることを詳細に検討した。

(2) ルテニウム錯体の集積化を目的として、複数のルテニウム中心に対して配位可能な多座配位子となるビスカルボニルアミナト配位子を有するルテニウム錯体の機能については検討した。共存配位子の種類により錯体の電荷を制御し、電荷密度の異なる金属イオンとの相互作用の強弱を系統的に検討した。これによりルテニウム中心の電子密度と金属イオンの求電子性が重要であることを明らかにした。

(3) 窒素-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。さらにアゾフェニラトルテニウム錯体の還元により N-N 結合が解裂することを明らかにした。

(4) 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。

(5) 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を合成した。この錯体の酸化還元反応および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。

(6) 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生物活性評価や DNA との相互作用について検討した。また、塩基性条件下でのアニリンとルテニウム錯体の反応による N-C 結合生成を伴ったイミノキノリンが生成する反応についても検討した。

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

・物質生命理工学科 神澤信行教授と「蛍光タンパク質を用いた新規細胞毒性評価システム

の開発」について学内自由研究により共同研究を行った。この研究ではさらに A-Step(トライアウトタイプ)に申請を行い、採択された。

・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、3回の講義を担当した。理工学を専門としない学生に、少しでも化学に興味を持って取り組めるように工夫をした。

基礎化学は1年次の必修科目、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。急遽オンデマンド講義となったため、Zoomによる質問や演習の解答についても解説を行った。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。

学生実験では、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。

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

(学内) 理工カリキュラム検討委員会委員、物質生命理工学科機器担当委員

(学外) 日本化学会欧文誌 編集委員

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

特になし。

所属 物質生命理工学科

氏名 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。4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. “Theoretical Molecular Dynamics Simulation of the DIF-1 Receptor Activation”
（博士研究・齊藤玉緒教授との共同研究）
3. 「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）
4. “Theoretical analysis of the kinetic isotope effect on carboxylation in RubisCO”
（博士研究）

[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をも考慮しながら、反応特性の解析と予測を行った。そして、化学・応用化学における独自の理論分子設計と生化学における革新的なバイオマーカーがもたらす生体内代謝過程のより詳細な解明の基礎となる理論の確立を目指す。

一方、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. 2020年度の研究成果（論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。）

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熱活性化遅延蛍光 (Thermally Activated Delayed Fluorescence, TADF) メカニズムへ応用を試みた。本年度は、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さらに、一重項状態と三重項状態が交差以外でも、どのように現れるか SOC 計算を常に行い実施した。その結果、これまでの非相対論に基づく扱いでは断熱ポテンシャルあるいは断熱表現が容易であったが、SOC を考慮することにより断熱表現に一重項状態と三重項状態が混ざった混合状態が容易に出現する。つまり、以前の断熱表現では決して混合しない一重項と三重項が、SOC 考慮時に「断熱表現」として当然のように混合する。そのため、電子状態の新たな「断熱表現」を文字として規定する必要があると痛切に感じた。例として、*ab initio* MD シミュレーションを実施し、ある分子が S_1 状態に光励起したと考える。分子構造を時間発展し、断熱ポテンシャルを求めて行くが、ある分子構造から突然のように三重項 (T_1) へ入れ替わる現象が現れることとなる。ただし、そこでは非断熱遷移を起こすようなポテンシャル形状ではない場合がある。結果として、これまで多用して来た“ S_0 ”や“ T_1 ”という表現が使えなくなってしまう。現在、別な表現を検討している。

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。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 2 年度 文部科学省 基盤研究 (C) 「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」代表者 南部伸孝 (上智大)
- ② 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)
- ③ 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)
- ④ その他 企業 1 社との共同研究
- ⑤ 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)

- ⑥ 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：化学と生活Ⅰ（全学）、理工学部理工学部共通科目 物理化学（分子科学）（2年次生）ゼミナールⅠ・Ⅱ（3年次生）、理論分子設計（3年次生）、卒業研究Ⅰ・Ⅱ（4年）、GSコース Theory-Added Molecular Design（英語コース学部生）、大学院演習ⅠA・ⅠB（M1）、大学院演習ⅡA・ⅡB（M2）、化学ゼミナールⅠA・ⅠB（M1）、化学ゼミナールⅡA・ⅡB（M2）、博士前期課程研究指導（M1, M2）、博士後期課程研究指導（D4）、DR. THESIS GUIDANCE（D4）
- 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、驚いていたが、2020年度は2019年度と同等であった。学年によって、英語で授業を受けることに極端に拒絶反応があるようで、暫く様子を見る予定である。また選択科目ではなく、必修科目で英語化を導入すべきかもしれない。他大学では当然のように実施されている。

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）海外招聘客員教員受入委員会委員，地球環境研究所員，予算委員，図書委員

(学外) 該当なし

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。)

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）

「アダマンタンとフェニル基を持つ（ β -ジケトナト）ルテニウム錯体の合成と性質」

（大学院研究）

「ルテニウム錯体/CyD 複合体修飾金ナノ粒子の電気化学的分子認識」

「ルテニウム錯体修飾金ナノ粒子複合体固定化電極による糖検出センサーの開発」

「ルテニウム錯体/修飾 CyD 包接複合体による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）

「ピレン型蛍光プローブ/CyD 複合体による希少糖及び二糖の認識機能評価」

「フェニルアゾボロン酸プローブ/修飾 CyD 包接複合体によるリン酸誘導体認識」

（大学院研究）

「アントラセン型フェニルボロン酸超分子複合体における構造効果」

3. 2020 年度の研究成果

①の金属錯体を用いた電気化学的方法に関するテーマでは，昨年に引き続きアダマンタンを導入した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，電極固定方法の改善や反応メカニズムの解明に関する実験を行った。また，ルテニウム錯体の配位子の置換基効果についての研究を開始し，固定化電極表面の観察と測定プロトコルの最適化を実施した。

②に関して，分子認識部位を持つシクロデキストリンにアゾベンゼン型プローブを組み合わせた系について，リン酸イオン誘導体認識に対する分子認識部の位置効果を検討した。一方，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

でと同様にメカニズムと置換基効果について様々な角度から考察を行った。また、希少糖に対する応答を改めて調査し、当初予想より鋭敏に応答する挙動が得られた。

以上の研究成果については、オンラインでの学会発表のほか、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な研究活動

- 学内共同研究
- ・学内自由研究<分担者> (機能創造理工学科 後藤教授(代表))
 - ・機能創造理工学科 江馬研 (江間教授・樺田准教授) との共同研究
 - ・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（先端分析化学）

実験演習：物質生命理工学実験A：責任者，テキスト作成

ゼミナール：大学院演習，化学ゼミナール，卒業研究A B，研究指導

その他：オリエンテーションプログラムで学部新入生に対して安全に関する講義を実施，
秋学期に理工学部4年生及び大学院生への安全教育（60分）を実施

6. 教育活動の自己評価

春学期は授業が全面的にオンラインに移行したため、担当授業全てについて内容の見直しと入替を行い、動画撮影によるオンデマンド形式を中心とした授業形態に組み替えた。AMS 動画や小テスト、レッスンの自動採点といった Moodle コース上の機能をフルに活用し、出席・学習到達管理についてはこれまでの対面学習以上のレベルで展開することができた。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 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 2021 年度以降にも反映させる予定である。一方、学生実験ではコロナ禍における学科最初の対面授業として、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）を行い、以降の学科対面実習のモデルを形成できた。

7. 教育研究以外の活動

- (学内) 危険物保安監督者，理工学部安全委員，理工学部将来構想委員会委員，
物質生命理工学科安全委員，2017 年次生クラス担任
- (学外) 日本化学会：関東支部幹事（電子情報委員会副委員長）
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

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核形成タンパクの働き

(2) 神経細胞樹状突起形成における微小管アンカータンパクの働き

(3) 神経細胞樹状突起形成における微小管切断タンパクの働き

(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が増え、伸長しなければならない。テーマ(1)では、樹状突起内でおきる微小管核形成の機構を探る。主に、微小管核形成タンパク質である CDK5RAP2 の神経特異的スプライスアイソフォームについて研究している。この研究は人為的に樹状突起の成長を促進する技術に発展する可能性がある。テーマ(2)では、微小管アンカータンパクであるナイニンの、神経特異的スプライスアイソフォームの機能を探る。この分子によって神経細胞内の効率的な物質輸送が可能になっているのではないかと考えている。テーマ(3)では、神経特異的な微小管切断タンパクであるカタニンライクタンパク質の機能を探る。この分子が神経細胞でのみ発現することによって樹状突起の成長が促進されていると考えている。

3. 2020年度の研究成果

(1) 微小管アンカータンパク、ナイニンのニューロンタイプアイソフォームの細胞質における役割について

ナイニンは非神経細胞において中心体に局在する微小管アンカータンパクである。神経細胞では選択的スプライシングにより中心体結合能を失った Nin-neuron が細胞質に発現している。それによって神経細胞においては中心体が微小管をアンカーしておらず、微小管はランダムな極性を持って存在している。細胞質に局在を移したナイニン (Nin-neuron) がどのような機能を持っているかはわかっていない。2017年に *in vitro* の実験によってナイニンがダイニン-ダイナクチン複合体を作ることが報告された。これは、もしナイニンが細胞質に局在すればダイニンのアダプタータンパクとして機能することを示唆している。

そこで我々は細胞質に存在する Nin-neuron がダイニンアダプターとして機能する可能性を検証するために、非神経細胞に Nin-neuron を強制発現し、同じくダイニン-ダ

イナクチン複合体を作る dynamitin を強制発現した際の現象と比較した。強制発現された Nin-neuron も dynamitin も細胞質に局在し、微小管の細胞内配置を変化させ、ゴルジ体の断片化を引き起こし、輸送小胞を細胞突起の先端に濃縮させた。

これらの事から Nin-neuron は細胞質においてダイニンと相互作用を持つことが明らかになった。ニューロンの細胞質においてダイニンアダプターとして機能していると考えられる。

(2) 2つのカタニンアイソフォームのニューロンでの発現およびユビキチン化の違いについて

ニューロンが突起形成するためには、微小管の再構成が必要である。カタニンはニューロンの微小管再構成に関与していると言われている微小管切断酵素である。カタニンの主要な活性サブユニットには KATNA1 と、これに極めて類似した KATNAL1 というアイソフォームがある。本研究室ではニューロンは主に KATNAL1 を発現していること、KATNAL1 は細胞内での微小管切断活性が高いこと、KATNAL1 は細胞内分解を受けにくいことを明らかにしてきた。本研究ではニューロンの分化過程における KATNAL1 の発現について調べるとともに、2つのアイソフォームのユビキチン化について比較した。

定量的 PCR の結果、KATNAL1 の KATNA1 に対する発現比率はニューロンの分化に伴って上昇することが分かった。生後 3 週齢の脳皮質ではニューロンの細胞体で強い発現が見られた。HA-ユビキチンと共に HEK293T 細胞に発現させたカタニンのユビキチン化を HA 抗体によって調べたところ、KATNA1 ではすでに知られているように強いユビキチン化が見られたが、KATNAL1 ではほとんどユビキチン化されていなかった。また、KATNA1 のユビキチン化部位は複数あることが分かった。我々は、細胞内で安定な KATNAL1 がニューロンの細胞体において微小管を切断し、樹状突起の成長に必要な微小管のシードを供給する役割を果たしていると考えている。

4. 大学内外における共同的な研究活動

特になし

5. 教育活動

(講義) 「Cell Biology (英語コース)」

「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

2020 年度の講義はほとんどをオンデマンド方式でおこなった。パワーポイントに吹き込んだ動画を YouTube にアップロードして限定公開した。2020 年度に作成してアップロードした動画は 200 本を超え、総再生回数は 2 万 5 千回に達した。動画の作成には時間をかけ、また、Zoom での討論などにも工夫を凝らしたので、授業アンケートの結果は前年度よりも良くなった。

7. 教育研究以外の活動

(学内)

生物科学領域主任、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。)

小中学生のためのオンライン実験教室 (10 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」

<博士後期2年>

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

<博士後期1年>

「細菌識別機能を有するボロン酸型蛍光プローブ複合体の開発」

「エンドトキシン認識機能を有する新規蛍光プローブの開発」

<博士前期 2 年>

「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/四級化デンドリマー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デンドリマー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. 2020 年度の研究成果

本年度は、上記 2 で述べた研究内容で、共同研究員 2 名、博士後期課程 2 年生 1 名（英語コース）、博士後期課程 1 年生 2 名、博士前期課程 2 年生 5 名、博士前期課程 1 年生 3 名、および学部 4 年生 5 名の指導を行った。2020 度は、2019 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、およびデンドリマー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 ナノゲルの開発に成功した。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。またキトサン修飾蛍光性ボロン酸膜が、細菌やバイオフィルムを蛍光検出できることも明らかにした。3) については、2019 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、*Front. Chem.* 誌, *RSC Adv.* 誌, *Small* 誌に論文として発表した。*Small* 誌は、インパクトファクター11.5の学術誌である。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- ・ 科研費基盤研究(B) (R2~5) 「細菌識別機能を有する超分子ナノ構造体の開発」 研究代表者：早下隆士教授、共同研究者：神澤信行教授、橋本 剛准教授
- ・ 国立研究開発法人産業技術総合研究所との学外共同研究(R2)「各種分子。イオン認識反応に基づいたケミカルバイオセンサの開発」 上智大学:早下隆士教授、橋本 剛准教授。産総研：牛島洋史研究チームリーダー、福田伸子研究員

日本分析化学会関東支部長、シクロデキストリン学会長として、以下の特別講演を行った。

【特別講演】早下隆士

・ 「新しい分析試薬の開発と大学ブランディング事業」 令和元年度分析イノベーション交流会, オルガノ株式会社本社会議室, 2020年1月23日~24日(東京)。

・ 「高度な分子識別機能を有するシクロデキストリン複合体の開発」 第14回多糖の新しいフォーラム, 順天堂大学本郷・お茶の水キャンパス, 2020年11月7日(東京)

2020年度日本分析化学会学会賞を受賞し、受賞講演を行った。

【学会賞受賞講演】早下隆士

・ 「ナノ空間包接場およびナノ構造体を用いる超分子分析試薬の開発」, 日本分析化学会第69年会、オンライン、2020年9月17日

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IA, B、IIA, B、卒業研究I, II、研究指導、大学院演習IA, B、IIA, B、IIIA, B、英語コース: Supramolecular Analytical Chemistry, Separation Chemistry in Analysis, DR. Dissertation Tutorial and Exercise 3A, B, 4A, 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、日本分析化学会常務理事・関東支部副支部長、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。

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, 柔粘性結晶 (プラスチッククリスタル), 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。)

「ポリエーテル, 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」

「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)

「ポリエーテル, 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」

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を作製し, 目的イオン (リチウムイオンなど) の輸送に優れた高分子固体電解質を開発する。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, ナトリウムイオンおよびマグネシウムイオンの輸率を向上させられるものと期待できる。目的イオンを輸送するためのもう一つの方法論として双性イオンを用いる。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, 電位勾配下での移動を抑制できる。さらに, 大きな双極子モーメントを有するため, 塩解離能力に優れる。イオン液体に双性イオンを添加した複合体を作製し, 電解質としての特性を向上させる。柔粘性イオン結晶をマトリックスとする新規リチウムイオン伝導体の開発も行う。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た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. 2020 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

「ポリエーテル、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」

オリゴエーテルユニットと双性イオンユニットからなるブロック共重合体を合成した。ブロック共重合体に所定量のマグネシウム塩を添加し、イオン伝導性を評価した。さらに、末端にアミノ基を有するポリエーテル誘導体とボロン酸誘導体の脱水縮合反応によりポロキシシン環を架橋点とする超分子電解質を合成した。環サイズが異なる 3 種類のポロキシシン環を作製した。これら超分子電解質に所定量のリチウム塩を添加し、熱物性や電気化学的特性の評価を行った。超分子電解質の室温におけるイオン伝導度は、 10^{-4} から 10^{-6} S cm⁻¹ 程度であり、実デバイスに応用するには 2~3 桁の向上が必要である。

イオン液体、双性イオンおよびナトリウム塩からなる 3 成分系電解質材料を作製し、熱物性や電気化学的特性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解質としての特性が向上した。酸化還元反応に基づくナトリウムの溶解・析出挙動が、双性イオン未添加系として比較して効率が向上した。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。

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、2 種類の柔粘性イオン結晶を複合化した 2 成分系柔粘性イオン結晶を作製した。特定の 2 成分系において、イオン伝導度が向上することがわかった。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突き止めた。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できることがわかった。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。さらに、セルロースの水酸基を臭素化し、イミダゾールとの四級化反応を経て、カチオン性セルロースを合成した。カチオン性セルロースとアニオン性セルロースを混合することによりポリイオンコンプレックスゲルを作製し、諸特性評価を行った。

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。)

(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, Dr. Haijin Zhu (Deakin University, Australia)
- ・柔粘性イオン結晶を用いた新規蓄電池の開発
Prof. Aleksandar Matic (Chalmers University of Technology, Sweden)
- ・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)
- ・ポリカーボネート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)
- ・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)
- ・分光学的手法を用いた電極近傍の分子構造解析
大内 幸雄 教授 (東京工業大学)
- ・セルロース誘導体を用いたポリイオンコンプレックスヒドロゲルの作製と評価
磯貝 明 教授, 齋藤 継之 准教授 (東京大学)

(学内共同研究)

- ・柔粘性イオン結晶の構造に関する理論的研究
南部 伸孝 教授
- ・セルロースヒドロゲルの抗菌性評価
齋藤 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

2020年11月13日, 17:00 – 19:35, Zoom

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

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

(学内)

基礎化学, 理工基礎実験・演習 (化学), ソフトマテリアル, ゼミナール, 卒業研究
Science, Technology, and Environment, Seminar, Graduation Research, Polymer Chemistry,
高分子解析特論, 大学院演習, 応用化学ゼミナール, Green Science and Engineering 2
「理工基礎実験・演習 (化学)」のテキスト改訂
「化学実験基本操作」のテキスト改訂

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」

動画を準備してオンデマンド形式で授業を行った。動画で使用したパワーポイントのスライドを Moodle にて配布し、学生が話に集中できるよう配慮した。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。オンデマンド形式は、講義をくり返し視聴できるため、理解しやすいメリットがあると好評であった。

「理工基礎実験・演習 (化学)」

教員の実験操作を写真に撮り、パワーポイントの資料作成に使用した。それらのスライドを使用して、ZOOM により講義を行った。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。学生が実際に実験する機会がなかったため、化学実験に必要な知識を学べるように工夫した。

「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、ZOOM によるリアルタイム講義とオンデマンド講義を交互に行った。リアルタイム講義では、投票機能を利用して、他の学生の存在を意識できるように工夫した。さらに、カメラの前で行える簡単な演示実験も行うなどの工夫も取り入れた。小テストによる理解度の把握は、他の授業と同じである。

「Polymer Chemistry」

2020年度から新たに担当した科目のため、準備に時間を割いた。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。動画で使用したパワーポイントのスライドを Moodle にて配布し、学生が話に集中できるよう配慮した。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) 理工カリキュラム委員 (副委員長), 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 2 年および 3 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。)

自動車, 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 (学名: *Arabidopsis thaliana* (Heynh.) L.) 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 (学名: *Egeria densa* Planch.) 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. 2020 年度の研究成果

(1) シロイヌナズナの本葉気孔孔辺細胞の色素体 (葉緑体) に関する研究

古くから気孔孔辺細胞には、葉緑体が存在することが知られている。これまで孔辺細胞の葉緑体数は、雑種や植物組織の倍数性を判定する指標として利用されてきたが、細胞内の葉緑体増殖に関する理解は進んでいなかった。本年度はシロイヌナズナの成熟葉を用いて、野生型エコタイプ、培養条件、組織、気孔高密度形成、葉緑体分裂阻害、ストロマ局在性蛍光タンパク質発現、葉緑体形成不全、以上の 7 つの項目の影響に関して葉緑体数の比較解析を行った。その結果、培養条件やストロマ局在性蛍光タンパク質の蓄積に関わらず、一孔辺細胞あたりの葉緑体数は基本的にほぼ同数であることが分かった。組織については、調査した全てのサンプルで、葉身の背軸面よりも葉柄の向軸面の方が一孔辺細胞あたりの葉緑体数は多いことが明らかになった。他方、野生型エコタイプ間で葉緑体数を比較すると、ほとんどの条件で Ler > Col, Ws の順になる傾向があった。

(2) オオカナダモの異型細胞形成に関する研究

オオカナダモの葉に UV を照射すると、異型細胞の全体から青白い自家蛍光が生じる。これまでオオカナダモの異型細胞の細胞内構造に関する知見は乏しく、研究者間で多くの点で矛盾した見解が生じていた。本年度は、展開葉における異型細胞の液胞膜染色を試みた。その結果、液胞膜と蛍光物質の存在領域の相対的関係を明らかにすることができた。

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) (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)
- (3) (共同研究)「色素体形態異常変異体の解析」(共同研究先：福井県立大学)
- (4) (共同研究)「色素体形態異常変異体の解析」(共同研究先：理化学研究所)

5. 教育活動

- (学部) 植物バイオテクノロジー、物質生命理工学(生物)、生物科学実験 I、物質生命理工学実験 A、ゼミナール、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 4B and 5A

6. 教育活動の自己評価

本年度は以下の取り組みを行った。

- (1) 植物バイオテクノロジー
授業動画を制作し、YouTube を利用してオンライン授業を実施した。
- (2) 物質生命理工学(生物)、ゼミナール、植物機能科学特論、生物科学ゼミナール、生化学(看護学科)
Zoom を利用してオンライン授業を実施した。
- (3) 生物科学実験 I、Dr. Dissertation Tutorial and Exercise 4B and 5A
対面授業、および Zoom を利用したオンライン授業を実施した。
- (4) 物質生命理工学実験 A
対面授業、および YouTube・Moodle を利用したオンライン授業を実施した。
- (5) Molecular Biology、Topics of Plant Science
Moodle を利用してオンライン授業を実施した。

7. 教育研究以外の活動

- (学内) 将来構想委員会
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

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・プラズマ基礎データ
キーワード: 気相原子・分子・金属・難揮発性分子, 低エネルギー電子・シンクロトロン放射光による電子分光実験, 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. 「低エネルギー電子分光法による NH₃ 分子の振動励起断面積の定量測定」
 2. 「低エネルギー電子衝撃による CD₄ 分子の弾性散乱断面積の定量測定」
 3. 「クロスビーム法を用いた電子衝撃による CO₂ 分子の電離断面積測定」
- 修士論文研究
 1. 「四重極質量分析器を用いた NH₃ 分子の電離・解離・解離性電子付着の断面積定量測定」
 2. 「低エネルギー電子と H₂, NX₃, CX₄ (X = H, D) 分子の衝突における散乱断面積の同位体効果の検証実験」
- 研究室における継続研究課題
 1. 「紫外線光電子分光法による変角振動励起した二酸化炭素分子の光電離断面積測定」
 2. 「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」

(展望)

当研究室では、微視的世界の量子力学における最も基本的な検証の場である電子・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入力基礎データとして注目されており、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を目指している。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への拡張を計画している。

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

コロナ渦における研究活動が制限される中で以下の研究成果を得た。

- ① 低エネルギー電子とアンモニア(NH_3)・重アンモニア(ND_3)，およびメタン(CH_4)・重水素メタン(CD_4)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を行った。
- ② 昨年度からの改良点として，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（修士研究としての継続課題）。
- ③ 昨年度に引き続き，日本原子力研究開発機構との共同研究で，ヘキサオクチルニトリロ三酢酸トリアミド(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 BL-7A と 20A において高分解能電子分光装置 SCIENTIA 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 ③と同じく 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。昨年度まで得られた 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，今年度は新たに室温の C 状態に関する遷移強度の光エネルギー依存性の測定を行なった。2021 年度はこの 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研究を行なう（継続課題）。

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（北島昌史）
「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（足立純一）
「加熱分子の光電子分光実験」
3. 日本原子力研究開発機構（宮崎康典），兵庫県立大学（下條竜夫）
「ヘキサオクチルニトリロ三酢酸トリアミド(HONTA)の電子状態に関する研究」

4. 核融合科学研究所（村上泉，加藤大治，坂上裕之）

「原子分子データベース作業会」

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2週担当）：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・クイズの作成
- （必修）理工学概説（物質生命理工学科2週担当）：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，期末レポート問題作成
- （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，期末レポート問題作成
- （全学共通）現代物理学の世界 A/B（3名輪講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，クイズ，中間・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
- （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 IA/IB・IIA/IIB，物理学ゼミナール IA/IB・IIA/IIB：オンライン指導資料作成，対面での実験・研究指導

3) 学外

- 第 28 回原子衝突セミナー講師（3月30日オンライン開催）：所属する原子衝突学会が主催する学生会員を対象とした原子衝突セミナーの講師として、60分2コマの電子衝突とその応用に関する講義をオンラインで行なった。

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。）

① 「量子物理化学（理工共通）」

2020年度は、ZOOMを用いた同時双方向型オンライン授業として実施した。画面と向きあう双方同時型であるので、出来るだけ理解度の定着を図るために講義内容を三部にわけ、一部と二部の間に5分間の休憩を、第三部は講義中の内容に関する演習問題を自宅で行い Moodle から提出する、あるいは Moodle 上で講義内容に関するクイズを講義時間内に行うようにし、対面と可能な限り同様の理解が得られるように工夫をした。なお、本講義科目（2019年度秋）は理工学部顕彰対象として選出された。

② 「現代物理学の世界 A-ノーベル賞のインパクト-（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、ノーベル物理学賞を受賞した人物に焦点を当て、1週1名を紹介し、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200名科目）。特に、2020年度はコロナ渦におけるオンライン対応であったため、講義時間を2分割し、最初の30分間は必要な基礎知識と話題の導入について ZOOM を用いた同時双方向型の講義形式で説明し、その後 Moodle へ移動し、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オンデマンド形式による講義内容と理解と知識の定着を図るハイブリッド授業を展開した。また、Moodle におけるオンデマンドは可能な限り講義時間中に行うことを示し（実際は週末まで実施可能）、ZOOM 講義後も残り70分間は ZOOM で待機し、学生のリアルタイムの質問にも答えられるように工夫した。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）」

2020年度から新たに理工学概説（機能創造理工学科・物質生命理工学科）の物理分野を担当することになった。2020年度はコロナ渦におけるオンライン対応でそれぞれの学科で2週間ずつ担当した。内容については、②の現代物理学の世界と同じ方法を採用し、ZOOM による同時双方向型と Moodle に移動して動画の視聴と課題・リアクションペーパーを実施するハイブリッド授業を行い、毎回のリアクションペーパーでも学生からの高評価を得ることができた。特に、新入生の春学期科目であり、2020年度は10週間と短く、オンライン対応であったことから、提出の有無が確認できないなどの不安を軽減できるよう 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（他の科目についてもこの対応を行なった）。

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

（学内）学科・理工カリキュラム委員（学科は委員長），理工入試委員，理工サイバーネットワーク委員，将来構想委員，理工学振興会運営委員

特記事項

- 学科カリキュラム委員長として従来のカリキュラム業務に加え，学科長，カリキュラム委員会メンバーと協力し，学部 3 年生を対象とした「リサーチトライアル I/II」科目の新設に注力した。
- 理工学振興会運営委員として，コロナ渦で活動が制限される中，SOPHIA SCI-TECH 32 号の発行準備，校正確認，および編集後記の執筆を担当した。

（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，核融合科学研究所原子分子データベース委員会

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，国際会議発表奨励賞，年会における優秀ポスター賞の顕彰に関わる業務を積極的に行なった。また，国際会議発表奨励賞に代わる「学生発表奨励賞」の設置に貢献した。

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

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，ゴムのリサイクル，液中プラズマによるマイクロプラスチックの処理とリサイクル，電磁波と潜在的リスク確認，環境保全技術の開発，水素エネルギーの貯蔵，ナノ材料の新合成，電磁波応答接着剤の開発，新機能性材料の合成，新調理器具，有効的植物育成法の開発

キーワード：マイクロ波化学，環境リスク，光触媒，水素エネルギー，液中プラズマ，植物育成，ナノ材料，電子レンジなど

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。）

「インテリジェント電子レンジの開発」

「マイクロ波による水素蓄積技術の開発」

「マイクロ波による使用済みゴムの再資源化に関する開発」

「マイクロ波による使用済みプラスチックの再資源化に関する開発」

「マイクロ波接着接合法の開発」

「マイクロ波刺激による植物の迅速育成」

「液中プラズマを用いたマイクロプラスチックの分解と再資源化に関する開発」

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

受賞：2件

著書：2冊

論文数：7報

特許：1件

依頼・招待講演：7件

テレビでの研究紹介：3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簡条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

共同研究

東京理科大学の光触媒国際センターのプロジェクトメンバー

民間企業との共同研究（複数）

学会活動

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

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

学部：物質生命理工学実験B(主担当者)、卒業研究I, II、応用化学ゼミナールI, II、グリーンケミストリー、Green chemistry

グリーンケミストリーやGreen chemistryのテキストを学生の質に合わせ一新した。

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、Master's thesis tutorial and exercise 1Bおよび2A、Seminar in green science and engineering 1Bおよび2A

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

講義ではオンラインであったため、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スキルに合わせて積極的に授業に参加できる雰囲気を作った。

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）

2018年度生クラス主任・SLO委員・理工と学科入試委員

（学外）

材料技術研究協会 理事

(独)日本学術振興会 先導的開発委員会委員

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、電気化学、生物無機化学

キーワード：多核錯体、酸化還元反応、ルテニウム/コバルト/鉄錯体

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。)

(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反応

(ii) 塩素 3 つがルテニウム間を架橋した二核錯体を原料とする多核錯体の創製検討

(iii) 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) ビス(2-ピリジルカルボニル)アミン三座配位子を有するルテニウム錯体の金属イオンとの相互作用を利用した金属集積化の検討

(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。その活性部位は複数の金属中心から成る構造を有することが多くあり、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. 2020年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。)

学術論文(査読付)2件(上記(iii)、共同研究(下記)に関する成果)、および学会発表7件において成果を報告した。現在、(i)および(iii)に関して国際誌(査読付)に投稿中である。

いずれのテーマにおいても、磁気測定、電気化学および分光化学的手法を主に用いて、物性、電子構造および反応性に関する議論を行った。理論計算も行い、実験的・理論的両

アプローチにより研究を遂行した。

- (i) 酸素が 1 つルテニウム間を架橋した二核錯体と塩基との反応を検討し、とくに水溶液中において酸素が 2 つルテニウム間を架橋した「二重架橋」二核錯体が生成することを見出した。

また、塩基性水溶液中に炭酸イオンを共存させることで、炭酸イオンが「二重架橋」二核錯体上に配位した「カルボナト錯体」を単離できる。カルボナト錯体のカルボナト酸素あるいは架橋酸素は酸性条件下でプロトン化することを明らかにしてきたが、本年度の研究によって、プロトンに加えて金属イオンとも固体・液体いずれの状態においても相互作用することを見出した。炭酸イオンは酸性条件下では容易に脱炭酸して分解することが知られている一方、本系では金属上で安定化された。この成果について現在国際誌の査読中である。

- (ii) 塩素が 3 つルテニウム間を架橋した二核錯体と架橋配位子となるルイス塩基との反応検討を行った。二種の窒素ドナー配位子との反応では、それらが Ru(II)中心に配位した単核錯体が得られた。現在、反応条件の精査や、新たな原料錯体あるいは架橋配位子との反応も含めて研究展開中である。
- (iii) 既存の *N,N,N* 型三座配位子「ビス (2-ピリジルメチル) アミン」に代わり、*N,O,N* 型三座配位子「ビス (2-ピリジルメチル) エーテル」を新たに合成し、鉄およびコバルト中心に導入した。第一周期遷移金属である鉄およびコバルトを用いることで、第二周期遷移金属であるルテニウム錯体と比較してより高活性な錯体を合成し、物質変換反応場として用いる狙いである。これまでに 4 種の新規錯体合成と同定に成功し、現在国際誌の査読中である。
- (iv) ビス (2-ピリジルカルボニル) アミナト三座配位子を有するルテニウム錯体を、「錯体配位子」として利用することに着眼した。これまでにカルボニル部位と種々の金属イオンとの相互作用について電気化学的・分光化学的検討を行い、金属イオンの種類・錯体の電荷と、相互作用の強さおよびその機構について明らかにした。この成果を国際誌において発表した。金属イオンとの相互作用を利用して、ビス (2-ピリジルカルボニル) アミナトルテニウム錯体とルテニウム源との反応を検討し、質量分析や電気化学により新規多核錯体の生成が示唆された。

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

(学内)

- ・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
- ・臼杵 豊展教授；有機化合物の単結晶 X 線構造解析

(学外)

- ・共同研究
産総研 触媒化学融合センター 革新的酸化触媒チーム；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

立教大学 和田 亨教授；金属錯体を用いたエネルギー変換反応機構の解明

・合同ゼミナール開催（6月に実施）

立教大学 和田 亨教授、中菌 孝志助教研究グループとの研究交流

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

新規課題の立ち上げにともない、化学実験 I のテキスト執筆（課題 3；トリス（エチレンジアミン）コバルト（III）塩の光学分割と旋光度測定）を行った。

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

「錯体化学」（学部専門科目）：オンデマンド講義の形式で行った。対面での期末試験を行えない代わりに、毎回の授業でその回で扱った内容の課題を課した。複数の受講者から、課題の内容、分量ともに適当であり、「わかった」感覚があったとのポジティブなアンケート回答を得た。一方で、対面時のように講義後に教室で個別質問を受けるなどの、「ちょっとした」コミュニケーションがとりにくく、声をかけづらい学生がいたものと察する。今後もオンラインあるいはオンデマンド形式をとる可能性が考えられることから、Zoom による個別対応等の取り組みを考える。

「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。オンライン講義であり、ペントブを用いてその場で補足説明を手書きするスタイルをとったものの、対面時のように板書を有効活用できず難しい面があった。演習の取り入れ方についてもより改善していく。

「卒業研究」：ゼミナールの時間外にも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。卒研生と一人一日に一度は話ができたと自負している。春の入構制限などの中、限られた時間の中で一定の成果につながったと考えている。

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

(学内) 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、科学技術専門調査員

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

・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 豊展教授)

・外部資金獲得

・科学研究費助成事業 若手研究 (2020 ~ 2021 年度)

・総合工学振興財団 研究奨励金 (2020 年 9 月 ~ 2022 年 3 月)

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」大学院修士課程研究

「klf17-CRISPR/Cas9 ノックアウトメダカの解析」卒業研究

「正真骨魚類孵化酵素の卵膜分解機能の多様性」卒業研究

「ゼブラフィッシュの卵膜硬化機構」卒業研究

「正真骨魚類孵化酵素の発現解析に基づく進化的考察」卒業研究

「3種類のアユの孵化酵素の卵膜分解機構」卒業研究

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

1. ゲノム編集法による、遺伝子ノックアウトメダカの作成。

CRISPR-Cas9 法により作成された Klf17 遺伝子破壊メダカの F2 世代の解析を行った。ホモノックアウト個体は、孵化腺細胞を失い孵化できない。また、ヘテロ F2 個体では、孵化腺細胞の数が減少する。さらにヘテロ F2 個体では、孵化腺細胞のサイズが減少することが分かった。このことは、Klf17 遺伝子は、孵化腺細胞分化に関与するだけでなく、孵化腺細胞の成熟に関与していることが示唆された。

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が卵膜間に架橋を形成することで起こる。硬化 Tg は、卵形成過程で卵膜に取り込まれる際に N-末端部が、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。N-末端のプロセッシングは、相同遺伝子の FXIIIa と共通の酵素の活性化機構である、一方で C-末端部がプロセッシングは FXIIIa では、報告されておらず、硬化 Tg 特有の分子メカニズムと考えられた。未受精卵と賦活化卵より、それぞれ硬化 Tg を精製して、未受精卵を基質に卵膜の硬化活性を比較した。その結果、賦活化卵より精製した C-末端部プロセッシング硬化 Tg は、未受精卵の硬化 Tg より、数十倍硬化活性が高いことが示された。この結果は、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かかわっていることが示された。

3. アユ孵化酵素の卵膜分解機構の研究

多くの正真骨魚類では、HCE と LCE という 2 つの孵化酵素により、卵膜は効率よく分解・可溶化される。しかし、正真骨魚類で分岐の早いキュウリウオ目では、HCE と LCE に加えて HE というもう一つの孵化酵素が存在する。このことより、キュウリウオ目の魚は、3 つの酵素により卵膜を分解していると考えられる。アユを用い、HCE と LCE と HE のリコンビナントタンパク質を大腸菌の系を用いて作成した。封入体をリフォールディングして活性のある酵素をえた。それぞれを卵膜と保温した後、SDS 電気泳動により卵膜の分解物を比較すると、3 酵素からそれぞれ異なったバンドが検出された。この結果より、3 酵素は、卵膜構成タンパク質のことになる部位を切断することを示唆している。

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

学内共同研究：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の 3 次元構造の解析。共著で論文を発表（EMBO J. 2020 15:e106807）

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（4 回）、物質生命理工学実験 A（8 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 年度の授業は、多くが 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。図を多くとりいれ学生が生物現象をより具体的に理解できるよう心掛けた。授業の終わりに質問の時間をとり双方向性を維持した。2～3 回の授業毎に学生にワードファイルで課題を提出してもらい評価した。実験は、対面でおこなった。実験定員を 1/2 としたため、同じ実験を 2 回行う、通常の数倍の出講数となった。大変であったが、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まれます。)

(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：

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 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、新規オートファジー調節因子 KnkA および Bcas3 を見出した。現在はこれらの遺伝子を中心に、作用の分子機構などについて研究を進めている。KnkA, Bcas3 は真核生物に深く保存されていることから、本研究では分化調節に加え、オートファジー調節機構についての一般的な知見も得ることが期待される。

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

KnkA, Bcas3 の機能や作用機序を分子生物学、細胞生物学的に解析する目的で、標識タンパク質の発現、遺伝子破壊などに関する種々の形質転換用ベクターを構築し、形質転換株の作成を行った。

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

（学内共同研究）

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。)

秋学期：

(学部) Materials and Life Sciences (Biology), Topics of Green Science 3, Materials and Life Sciences Lab. A (以上輪講), Biology Lab. 1,

(大学院) Green Science and Engineering 3 (輪講)

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

2020 年度秋学期より英語コース担当として着任した。初年度、かつオンライン講義であったことから学生との接点が限られ、理解度の把握や学生へのフィードバックに課題が残った。今後は、少人数である英語コースの利点を生かして学生との会話を増やすとともに、小テストやリアクションペーパーのより有効な利用を工夫するなどして問題点を改善し、学生の意欲と理解の向上に結びつけたい。

- 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 理工学部 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：金属ナノ材料の合成、光機能材料の開発

キーワード：金属材料、無機材料、光化学、プラズモニクス、ナノ材料

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。）

1. 形状制御した金ナノ粒子の液相合成に関する研究
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. 金属ナノ粒子を用いた新規光機能材料の創生

（展望）

「金属ナノ構造を用いた新規光機能材料及び高効率光反応」というテーマで研究に取り組んでいる。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を示す。金属ナノ粒子の形状やサイズ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。本研究は、液相合成により結晶面を揃えた多面体の金属ナノ粒子を用いて、可視や近赤外などのこれまで弱い光と言われていた領域も光エネルギーとして効率的に利用したいという観点から研究している。

3. 2020年度の研究成果

1. 形状制御した金ナノ粒子の液相合成に関する研究
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
1と2について、液相合成により多面体及びサイズの大きな金ナノ粒子を簡便に作成する手法を検討した。作成した金属ナノ粒子の吸光度測定や電子顕微鏡により形状を観察し、還元剤が形状に及ぼす影響を調べた。
3. 金属ナノ粒子を用いた新規光機能材料の創生
様々な形状の金属ナノ粒子の合成だけでなく、プラズモン特性について電磁場シミュレー

ションを行い、近赤外域のプラズモン特性についても解析した。

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

(大学院) ゼミナール、光機能材料特論

- 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。)

(学部)

「金属・電子材料」

リアクションペーパーを使い、受講生の興味や理解度を探ることができた。パワーポイント中心の授業が多かったため、今後は各授業中に演習を増やすことで、授業項目においてのそれぞれの達成度を高めるよう改善する。

(大学院)

「光機能材料特論」

光化学の基礎的な内容だけでなく、最先端の研究や半導体の製造に関する機器・装置など幅広いトピックも講義内で積極的に紹介した。今後は、リアクションペーパーの使い方を工夫し、理解度を高めるよう改善する。

- 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。

1. 研究分野とキーワード

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

- ① 「プロトン伝導性高分子の劣化機構に関する研究」(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」(大学院研究)

(展望)

NEDO の委託研究をもとに新規な高分子電解質材料の開発と劣化機構解析に関して包括的な研究を行っている。

①では、燃料電池稼働時における OH ラジカルによる電解質材料の劣化メカニズムの解析と劣化抑制技術の開発を行っている。

②においては、100℃以上、無加湿下で作動する次世代型燃料電池の開発を高分子電解質材料開発の視点から行っている。

③においては、長年研究してきた有機・無機ハイブリッド材料を用いた太陽電池の研究をもとに、これを水の光分解に応用する試みを行っている。現在は主に、起電力の不足分を補うための触媒層の探索を行っている。

3. 2020年度の研究成果

- ・項目①：市販の燃料電池用電解質材料には、OH ラジカルによる劣化を抑制するために、セリウムイオン等のラジカルクエンチャーを利用している。しかし、燃料電池稼働中にこれらのラジカルクエンチャーは対極側へ移動し、クエンチ効果が減少する。この機構を本研究で実証し、定性的に移動現象を解析した。さらに、ラジカルクエンチャーの移動現象を抑制するための包接化合物（リン酸ジルコニウム化合物等）を見出し、移動現象の抑制とクエンチ効果維持を実証することに成功した。
- ・項目②：水をプロトン輸送の媒体としたカチオン交換型の高分子電解質では、100℃以上の高温で作動する燃料電池を実現することはできない。この問題を解決するために、水をプロトン輸送の媒体としない、新たなプロトン伝導性高分子を開発した。カチオン基また

は塩基性を有する高分子電解質材料にプロトンイオン液体や超強酸をドープすることで、水を必要としないプロトン伝導性高分子を開発するのに成功した。現在は、これらを用いた高温無加湿運転が可能な次世代型燃料電池の作成を行っている。

- ・項目③：鉛ハライドとアルキルアンモニウムからなる有機・無機ハイブリッドを用いた太陽電池で水を光分解するシステムを構築している。すでにプロトタイプセルの作成に成功し、光硬化性樹脂による耐水性の向上を達成した。太陽電池の起電力の不足を補うために白金層を導入したセルを作成し、触媒効果の検証を行った。

4. 大学内外における共同的な研究活動

委託研究等

- ・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」、2020年、175,175,000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」、2020年、6,000,000円

シンポジウム等

- ・第27回燃料電池シンポジウム、東京、2020/5/21-5/22、運営委員

5. 教育活動

有機分子、機能性高分子、物質生命理工実験C、化学実験Ⅱ、ゼミナール、卒業研究、応用化学ゼミナール、大学院演習

機能性高分子、有機分子、物質生命理工実験C、化学実験Ⅱの4科目については、オンラインまたはオンデマンド教材を作成した。

6. 教育活動の自己評価

「有機分子」

「有機分子」はオンライン授業で実施した。Zoomによるオンライン授業とMoodle上での演習を組み合わせることで、よりインタラクティブな授業を提供した。

「物質生命理工実験C」

物質生命理工実験Cはオンデマンド授業で実施した。対面による実験はできなかったため、予め実験の工程をビデオで収録し、それを教材とした演習を行った。

新型コロナ感染禍のためにオンライン授業とオンデマンド授業を実施したが、十分に教育効果をもたらす教材の作成ができた。しかしながら、その反面学生にとっては内容が多すぎる傾向があり、対面と同じ内容で実施するのは困難であることが分かった。

7. 教育研究以外の活動

(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

- ・日清紡績（株）より寄付金 1,000,000 円
- ・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（2021 年 3 月）を企画した。（新型コロナ感染対策で延期）