

2019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2019年度の職名

荒木 剛	(特任助教)	… 2	田中 邦翁	(准教授)	… 56
臼杵 豊展	(准教授)	… 5	ダニエラチェ セバスチャン	(准教授)	… 59
内田 寛	(教授)	… 8	千葉 篤彦	(教授)	… 62
岡田 邦宏	(教授)	… 12	トマス モーガン レスリー	(特任准教授)	… 64
小田切 丈	(准教授)	… 15	長尾 宏隆	(教授)	… 67
川口 眞理	(准教授)	… 18	南部 伸孝	(教授)	… 70
神澤 信行	(教授)	… 20	橋本 剛	(准教授)	… 74
木川田 喜一	(教授)	… 22	林 謙介	(教授)	… 77
久世 信彦	(教授)	… 25	早下 隆士	(教授)	… 80
近藤 次郎	(准教授)	… 28	藤田 正博	(教授)	… 84
齊藤 玉緒	(教授)	… 33	藤原 誠	(准教授)	… 90
鈴木 伸洋	(准教授)	… 36	星野 正光	(教授)	… 93
鈴木 教之	(教授)	… 40	堀越 智	(准教授)	… 97
鈴木 由美子	(准教授)	… 44	三澤 智世	(助教)	… 99
高橋 和夫	(教授)	… 48	安増 茂樹	(教授)	… 102
竹岡 裕子	(教授)	… 53	陸川 政弘	(教授)	… 104

所属 物質生命理工学科

氏名 荒木 剛

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

研究分野： 細胞の刺激応答メカニズムに関する研究

キーワード： 環境・刺激応答、翻訳後タンパク質修飾（リン酸化）、細胞骨格、機械的
刺激、細胞性粘菌

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。）

- 細胞の刺激受容及び情報伝達メカニズムの理解とその応用
- 新規チロシンリン酸化調節メカニズムの理解とその応用
- 多細胞生物の形態形成における機械的刺激の役割の理解

（展望）

土壌微生物である細胞性粘菌をモデル実験系として用い、細胞の刺激応答のメカニズムの理解とその応用を目指している。細胞性粘菌は動物と植物の特徴を併せ持った生活史を有しており、本研究から得られる成果は、微生物のみならず、動物、植物における細胞機能の制御機構の理解に寄与できると考えている。特に注目している「細胞骨格を介した細胞の刺激受容と情報伝達メカニズム」、「新規チロシンリン酸化調節メカニズム」は、免疫疾患や細胞のがん化などに対する新たな治療法の創成につながるものであり、また植物ストレス適応や微生物による物質生産や細胞センサーなど植物および微生物のバイオテクノロジーにも寄与できると考えている。そして、今年度から取り組んでいる「多細胞生物の形態形成における物理的刺激の役割」の理解は、複雑な形態形成過程とその情報伝達メカニズムを理解する上で重要な知見となると考えており、多能性幹細胞や三次元培養系による再生医療などにつながるものと考えている。

3. 2019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。）

前年度までに得られた研究結果をもとに、細胞間情報伝達物質（ポリケタイド低分子化合物）と環境ストレス（高浸透圧ストレス）への細胞応答について、細胞膜結合型タンパク質の下流に位置する細胞内情報伝達経路の解析を行った。昨年度この経路への関与を明らかにした細胞内カルシウムを中心に解析を進め、ポリケタイド受容と高浸透圧ストレス

応答の2つの異なる外的情報が統合される細胞内分子機構についての知見を得た。今後、この機構に関してさらに詳細な解析を行う予定である。

多細胞生物の形態形成における物理的刺激の役割の研究については、細胞にかかる物理的な力を定量的に検出するためのセンサータンパク質を発現する形質転換細胞を作製した。今後、この実験系の検証を行っている。

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

(学内共同研究)

- 「ポリケタイド化合物受容機構」に関する研究 (上智大学理工学部 齊藤教授)

(学外共同研究)

- 「多細胞体制の構築・制御における振動シグナル」に関する研究 (英国ダンディー大学生命理学部 Weijer 教授)
- 「TKL タンパク質による STAT タンパク質リン酸化」に関する研究 (東邦大学理学部 川田教授)

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

物質生命理工学科 英語コース (Green Science Core Subject)

Materials and Life Sciences (Biology) (輪講), Materials and Life Sciences Lab. A

物質生命理工学科 英語コース (Green Science Specialized Subject)

Fundamental Biochemistry (輪講), Topics of Green Science 1, Topics of Green Science 3 (輪講), Biology Lab. 1, Biology Lab. 2, Biology Lab. 3

理工学部 大学院 英語コース 前期課程 (M. S. in Green Science and Engineering)

Environmental Life Science

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

英語コースで進められている少人数体制による対話型教育を生かし、プレゼンテーションやディスカッション、さらに Peer Reviewing を取り入れ、学生の理解、学習意欲の向上を目指している。補助教材を用いた少人数グループワークや映像資料による理解度の向上にも取り組んでいる。学生の授業中および授業後の反応、そして授業アンケートの結果から、これらの取り組みは、学生の理解及び学習意欲の向上にとって効果があると考えられる。しかし、昨年から取り組んでいる小テストの効率的な運用には依然として頻度や設問設定などに改善が必要であり、また ConcepTest などを使った学生自身が考え教えることによる

学習効果の向上への取り組みも十分とは言えない。今後、少人数教育・対話型教育体制を生かし、より学生の自発的学習活動を促す教育に取り組んでいきたい。

英語コース実習科目に関しては、日本語コース実習科目との協働によって、細かな指導、対応ができたと考えている。講義内容と実習内容をリンクさせることで学習効果の向上を目指した実習指導を行っている。今後、さらにその連携を改善していきたい。

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

（学内）物質生命理工学科 実験責任者会議 委員（Biology Lab. 1, 2, and 3 担当）

（学外）日本細胞性粘菌学会 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。）

なし

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 desmosine の大量合成」

「ヒバセルロース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. 2019 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 desmosine の大量合成

弾性線維エラスチンの架橋アミノ酸であり、かつ COPD（慢性閉塞性肺疾患）のバイオマーカーである desmosine の有機合成による大量供給を目的として、生合成を模倣した Chichibabin ピリジニウム合成を鍵反応とした研究を展開した。溶媒や操作法を検討の結果、従来よりも大きなスケールで desmosine の合成ルートを確立できた。

・ ヒバセルロース中の精油成分抽出法の開発

ヒバ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、ツヨプセンやセドロール、ヒノキチオールなどが知られている。本研究では、ヒバのセル

ローズ成分から、精油成分の効率的な抽出法の確率を目指した。セルローズ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、最終目的化合物まで近づいてきている。

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

(共同研究)

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

秋学期：有機化学 (有機合成) (学部2年)、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)

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

グラムの推進」

(学外)

駒沢女子大学人文学部 非常勤講師 「物質と化学」担当 (学部1～4年)

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

「天然有機化学」

100名近くの受講者のいる専門科目において、講義全体の質を保つため、講義内で問題演習の時間を取り入れ、その後解説を行うことを心掛けた。その結果、講義の質が向上したと考えられる。

「有機化学特論」

有機化学系以外の研究室の受講者も多数いたため、大学院のレベルを落とさずに講義を展開することに苦心した。問題演習を通し、分野の違う学生も最初は解けなかった問題も、最終的には解けるようになった。

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)

理工教育研究推進センター運営委員、科学技術国際交流 (STEC) 委員、学科共通機器 (NMR および MS) 担当、物質生命理工学科クラス主任 (19年次生)

(学外)

日本化学会第100春季年会 プログラム編成委員会 委員
学術論文 (英文) 査読 34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, MEMS, マイクロエレクトロニクス, 低温合成, 超臨界流体
水熱合成, マイクロ波加熱

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. 2019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), (5)
- ✓ 修士研究: (1), (2), (3)
- ✓ 学内共同研究: (1)
- ✓ 学外共同研究: (1), (2), (3), (5)
- ✓ 学会発表: (1), (2), (3), (4), (5)
- ✓ 投稿論文執筆: (1), (3), (5)

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

[共同研究、学内]

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

[共同研究、学外]

- ✓ 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)

「無機機能材料」

一昨年度より開講時期変更以降、2年次生と3年次生の受講生が同数程度の人数比となり、学習の進行度の異なる受講生の混在が更に一層顕著化した。各受講生のバックグラウンドとなる学習状況のチェックや不足箇所の補足などを昨年度より更に強化したつもりであったが、期末試験などの結果を見る限り残念ながら全ての学生をフォローするに至らなかったと判断せざるを得ない。しかしながらそれらの結果より講義進行方法や取扱い内容の改善すべき点が判明したため、それらを元に次年度講義の更に一層の改善を進めるよう努める。

「科学技術英語(化学)」

前年度の反省を受け、学生の予習状況や理解度を把握するための試みを新たに幾つか導入し、それらのフィードバックを意識した講義進行を心掛けた。十分な成果が得られたとは判断し難いが多少の手応えが感じられる内容の授業が実施できたと思われるため、次年度以降も同様の方針を継続しつつ新たな試みを引き続き模索するよう努める。あわせて、受講学生の所属学科が多様であることを考慮し、それらの学生の特色にあわせた教材や授業題材の採用なども今後は検討すべきと判断される。

「化学実験 I」

前年度に引き続き、講義の欠席・遅刻や提出物遅延など、講義ルールに関する問題は更に改善される傾向が認められたことから、以降も同様の方針での授業進行を先ず心掛けるものとする。その一方、提出レポートの内容などを確認する限り、受講学生に講義内容や関連技術の理解を促す試みには未だ更に改善の余地があると判断される。理解度確認のための作業や提出物フィードバックによる個別指導など、新たな試みの導入を引き続き推し進める。

「基礎化学(情報理工学科)」

以前からの懸案であった受講生間の理解度のバラツキを改善するための試案を幾つか実施し、リアクションペーパーなどで反応を伺ったが、好評・不評とも明確な反応は無く効果の程は残念ながら不明瞭な状況であった。次年度も再度同じ試みを実施してみるとともに新たな案も追加試行することで授業の改善を計りたい。これまでの授業や他講義でも比較的有効であった、講義終了直前の小問出題とそれらに対する解説、といった手法は今後も引き続き活用すべきと考える。

(大学院)

「工業化学材料特論」

各学生の達成度および理解度を確認することを目的とした授業毎のリアクションチェック、講義課題に関連する小レポートの作成など、昨年度から導入した試みを引き続き実施した。あわせて、修士学生それぞれの研究テーマと照らし合わせる形での講義内容や課題設定を行ない、学習内容と自身の研究活動の関連性を意識させるような講義体制の導入を新たに試みたが、その成果は残

念ながら不明である。前年よりも更に講義受講学生が減少しつつあるため、講義内容や開催時間帯の見直しなど、更に明確な対応を検討する必要がある。

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

（学内） 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 (REMPI)

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

1. 星間分子雲における低温イオン化学研究

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 10~100K 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. 基礎物理定数の時間依存性検証に向けた極低温分子イオン・多価イオンの生成と精密分光

共同冷却法を用いて分子イオンまたは多価イオンを冷却し, 精密分光を行うことが目標である。中長期的には, CaH^+ 振動回転定数を決定し, 半導体レーザー励起による CaH^+ からのレーザー誘起蛍光の直接観測を目指す。一方, KEK 和光原子核科学研究センター・理化学研究所・電気通信大学との共同研究として行ってきた多価イオン精密分光の研究は, 今後大学院生を派遣して共同研究を継続していきたいと考えている。

3. 共鳴多光子イオン化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

当研究室の卒業研究として行われてきた研究である。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 ND_3 , CH_3F 分子線の回転温度測定への応用を目指す。

3. 2019 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。)

研究テーマ「星間分子雲における低温イオン化学研究」において, 極性分子の回転温度を制御するための冷却バッファーガスセルの開発を行った。開発した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、低速極性分子線の生成実験を行った。その結果、30 K 程度まで冷却したガスセルにネオンガスを最大 120 Pa まで導入し、重アンモニア (ND₃)、アセトニトリル (CH₃CN)、フルオロメタン (CH₃F)、エタノール (C₂H₅OH) の低速極性分子線を生成することに成功した。衝突頻度の計算から、ネオンガス圧が約 40 Pa の場合にアセトニトリルの回転温度がガスセル温度と同等になることが分かった。また、飛行時間法を用いて低温ガスセルから引き出した低速分子線の並進温度を決定した。

一方、新たな数密度測定法を考案し、イオントラップ領域における低速分子線の数密度を決定した。具体的には極高真空計をイオントラップと同じ位置に配置できるような特殊ニップルを製作し、分子線強度を極高真空計によって直接測定できるように装置を改良した。その結果、従来法よりも信頼性高く低速分子線の数密度を決定できた。

以上の成果は、日本物理学会第 75 回年次大会における講演発表（オンライン講演）に繋がった。

イオントラップ飛行時間型質量分析計に関しては、新しいアインツェルレンズを導入する改良を行った。また、分子動力学計算で求めた混合クーロン結晶（カルシウムイオンと窒素分子イオンを含む合計 1000 個程度の結晶）の配置をもとに数値シミュレーションを行い、イオン引出し条件の最適化を試みた結果、窒素分子イオンに対して約 1200 の質量分解能が得られることを確認した。

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

1. 星間分子雲における低温イオン化学研究の新展開（科研費基盤研究(B)）
崎本一博 博士（元 JAXA 宇宙科学研究所・本学理工学部共同研究員）、
南部伸孝 教授（本学理工学部・物質生命理工学科）
との科研費共同研究を行っている。
2. 冷却多価イオンの精密分光実験（KEK 和光原子核科学研究センター、理化学研究所、
電気通信大学レーザー研との共同研究）
和田道治 教授（KEK 和光原子核科学研究センター）
木村直樹 研究員（理化学研究所）
中村信行 教授（電気通信大学）
3. 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）

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, GREEN SCIENCE AND ENGINEERING I

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

- 「物質生命理工学 (物理)」, 「原子分子科学」では、昨年度と同様に板書による講義を行った。演習を中心とした講義を行うことで、講義中に学生に手を動かしてもらおうよう心掛けた。また、演習問題の解答を Moodle にアップロードして、学生が自習できるように工夫した。例年数学の知識が足りない学生に配慮して講義を行っているが、アンケートによればまだ不十分と思われる。これからも定性的な説明をより増やしていくことを心掛け、学生の理解が不十分なまま講義を進めないようにしたい。
- 「レーザー科学」では、昨年度に引き続きスライドを中心とした講義を行った。講義中に出題するリアクションペーパーの課題を解く時間を増やすことで、学生の理解が不十分なまま講義を進めてしまうことが無いように努めた。今後は取り上げるべき話題を精査し、講義内容をより深く理解してもらえるように丁寧な説明を行うこと、また、昨年同様に学生の知的好奇心を満たす内容の講義を行うよう心掛ける。

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, 学科予算委員, 物理化学実験責任者 (学科), カリキュラム担当委員 (物理学領域),

(学外)

1. International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions (ICPEAC) General Committee member (7月末まで)
2. 原子衝突学会 (しょうとつ編集委員)

所属 物質生命理工学科

氏名 小田切 丈

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

研究分野： 原子分子物理学, 反応物理化学

キーワード： 原子分子物理, 多電子励起分子ダイナミックス, 反応物理化学, 電子分子衝突, シンクロトロン放射光

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」

「多電子同時計数法による原子分子の多重電離過程の研究」(卒研)

「低エネルギーにおける電子エネルギー損失分光スペクトル測定のための電子モノクロメータの最適化」(卒研)

「フラグメント負イオンの飛行時間質量分析スペクトルによる分子2電子励起状態の研究」(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. 2019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による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多重オージェ過程ダイナミクスを，空孔の微細構造を分離したうえで詳細に明らかにした．3p⁻¹状態からのsuper Koster-Cronig遷移は高い確率で起こることが予想されていたが，予想されるほど起きていないことを明らかにした．
- ・ 低エネルギー電子と分子との共鳴電子散乱過程を調べるため，既存の電子エネルギー損失スペクトル装置をより低エネルギーで使用するための装置の最適化を行った．
- ・ 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，飛行時間型質量分析計を製作し，それを用いたフラグメント負イオンの検出に成功した．ピリジンを対象にした研究では，CN⁻，H⁻フラグメント生成に至る分子超励起状態の存在を明らかにした．

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

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

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

基礎物理学，理工基礎実験，現代物理の基礎，放射線科学，原子分子分光特論，ゼミナールⅠ，ゼミナールⅡ，卒業研究Ⅰ，卒業研究Ⅱ，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（含 英語での教育訓練）。

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。

「現代物理の基礎」

中間、期末試験において、試験時間内に筆記にて解かせる問題の他に、Moodle に期限内に提出させる形式の問題を追加した。

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) 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 (3年生)，
チューター (1年生)

(学外) 高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設ユーザーアソシエーション
(KEK PF-UA) 原子分子科学ユーザーグループ代表，KEK フォトンファクトリー放射光共同利用実験審査委員会委員，原子衝突学会運営委員，原子衝突学会行事委員，
原子衝突学会第44回年会優秀ポスター賞審査委員長

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 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。)

「タツノオトシゴにおける Vitellogenin と CCL25 の発現解析」

「タツノオトシゴにおける uncharacterized protein の機能推定」

「タツノオトシゴの育児嚢を形成する胎盤様構造の機能の探査」

3. 2019 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。)

タツノオトシゴの育児嚢に特異的な組織から RNA を抽出し、マーカー遺伝子の探査を行った。同定したマーカー遺伝子を用いて、種々の形成過程の育児嚢における局在を in situ ハイブリダイゼーション法で調べ、育児嚢の形成メカニズムを考察した。

魚類は機能未知の C6AST が多数存在する。その組換えタンパク質を作製し、それを抗原として抗体を作製して局在を調べた。

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。)

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 RNAseq 解析を進めた。

中国から STEC を通して研究者を 1 名受け入れて共同研究を行った。

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

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 年次生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

(学外)

日本魚類学会・編集委員、日本動物学会・関東支部委員、「第 6 回ユニークな少数派実験動物を扱う若手が最先端アプローチを勉強する会」世話人代表

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

2019 年 6 月 20 日 学校法人晃華学園にて高校 1 年生を対象に出張講義を行った。講義タイトル「オスが子育てをするタツノオトシゴ」

2019 年 11 月 30 日 朝日新聞・朝刊 サイエンス on Saturday ののちゃんの D0 科学「ウツカリカサゴって魚がいる？」の記事に協力・魚のイラストを提供

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。)

- マメ科モデル植物ミヤコグサにおける時計遺伝子 KO 体の作製
- マメ科植物ミヤコグサにおける運動細胞特異的 cis element の特定
- マメ科モデル植物ミヤコグサにおける輸送体タンパク質の葉枕特異的発現解析
- 湿地における重金属汚染と植物への影響
- AFS 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
- 蛍光タンパク質の遺伝子導入による細胞のデバイス化

(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。

大きく分けて植物に関する研究と動物細胞を用いた研究に大別される。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. 2019 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、近年取り組んでいる RNAseq 解析の結果から、就眠運動の中心である葉枕に特異的に発現する遺伝子を複数見出した。GUS を発現するプロモーター解析から発現の局在を検証し、Real-time PCR により時間によって変化する発現量を明らかにした。現在は KO 体を作成することで候補因子の特定に務めている。

足場材料を用いたデバイス開発に関しては、本年度二次元と AFS を使った 3 次元培養について、抗がん剤のモデルである cisplatin や Ru を中心金属とする新規薬剤候補に関して、検証と探索とを並行して実施した。細胞は正常細胞及びがん細胞の 2 種を用い、細胞が三次元環境下でより抗がん剤に対して高い感受性を示すことを明らかにした。またアルギン酸とのコンポジットの開発に関しても、分化誘導剤の有無による足場環境の評価を実施し、三

次元足場の有効性を示す結果が得られた。

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。）

（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）

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。）

講義に関しては基礎科目に関しては充実を目指し、発展系の科目については最新情報を盛り込むことを心がけ準備した。Moodle の使用も積極的に行った。

環境分子生物学入門では、今年度よりすでに生物学の基礎を学んでいる学生の履修を制限し、講義内容を文系学生向けの無いようにあたらため理解度の向上を目指した。来年度も内容の充実に心がける。

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

（学内）学院の招集に応じた委員など

（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。）

高校生向けの公開講演会：

日本の豊かな水と生物 -環境問題とのかかわり- 2019年5月19日 於 6-101

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. 2019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の本白根山においては、火口および山頂域には化学的モニタリングに適用可能な火山ガス噴気や湧水が存在しないため、本白根山東側山腹の高温源泉を対象とした水質モニタリングを継続的に実施し、2019年を通して、火山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の評価に至った。また、草津白根山の白根山（湯釜付近）では、火口湖「湯釜」の水質変化からは、2019年秋から活動のやや高まった状態にあることが示された。

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から継続的に強酸性の熱水が流出し続け、下流河川の水質汚濁が地域の経済的損失を招く結果となっている。火口から放出される熱水の化学組成の継続的モニタリングによれば、2018年の秋に火山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たものの、熱水活動・熱活動の点からすれば、その後も盛衰を繰り返しながら2019年を通して活動的な状態にあり、短期的に活動収束に向かうとは思われない。

(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。群馬県の赤城大沼において、湖水の循環サイクルに依存した、湖水中溶存セシウム濃度の鉛直分布の季節変動を引き続き評価し、湖水-底質間の分配挙動に依存すると見られる、安定セシウム濃度と一部の主要溶存イオン濃度との間の相関性を見出した。

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

- 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
- 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（学内、私立大学研究ブランディング事業）

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，地球環境と科学技術 II，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）

て記入してください。)

「地球科学」においては、前年度の反省を基に、単元毎の関連性を重視した講義計画を再構築した。その結果、試験答案から総じて履修者の理解度は増したように思われた。今後、単元ごとの内容をさらに深めた上で、より一層の理解度の向上を目指す。

「環境分析化学」においては、個々の語句や反応式の暗記を求めているのではなく、概念と論理の理解を求めていることを伝え、講義中に具体的に要点を繰り返し指し示すことを続けている。これにより履修者の習熟度は一段と高まったと感じる。

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

(学内)

- 大学院理工学研究科理工学専攻 化学領域主任
- 全学委員：課程委員
- 学部委員：教職課程委員
- 学科委員：共通機器委員，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
- 草津白根火山防災対策会議協議会専門部会委員
- 草津白根山火山噴火緊急減災対策検討委員会委員
- 日本火山学会各賞選考委員
- 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。)

- 草津白根山（群馬県）および霧島山（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・機関が主催する会議等に専門家として参画。

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。）

「Methyl pivalate の ^{13}C 同位体種のマイクロ波分光」

「Benzyl acetate のマイクロ波分光」

「パルス放電電源装置の製作」

「 γ -ヘキサノラクトンのマイクロ波分光」

「1-Pentanethiol のマイクロ波分光」

「cis-3-hexenal のマイクロ波分光」

「オキシム化合物のマイクロ波分光」

(展望)

構造化学における分光法と回折法，計算化学により，気体分子の構造と物性を解明する研究に取り組んでいる。

2019年度はフーリエ変換型マイクロ波分光器(FTMW)による研究を中心とした。この分光器と超音速ジェット技術を組み合わせることで，高分解能・高感度の回転スペクトルが得られる。今年度はラジカル分子が観測できるようにこの装置に改造を加えた。今後はこのシステムでの本格的なデータ収集を開始し，新規ラジカルの発見につながる研究テーマを策定する。また実験サンプルを加熱し気化するための真空系にもいくつか改良を試みた。

今年度 FTMW 装置の制御系である PC に不具合が何度か発生した。このため PC、OS、制御プログラムのアップデートが今後の短期的な目標となる。これに関連して，測定周波数領域の異なる新規実験装置開発の作業を進める予定である。

3. 2018年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

2の項目で取り上げた装置の改造に加え、以下のテーマでそれぞれ研究成果があった。

- Methyl pivalate のマイクロ波分光

昨年度にひき続きマイクロ波スペクトルの観測・解析を行い、昨年度達成できなかった¹³C同位体種のスペクトル観測とその帰属に成功した。

- γ -ヘキサノラク톤のマイクロ波分光

この分子の4つの配座異性体のスペクトルの解析と分子内相互作用についてまとめ修士論文にまとめられた。

- *cis*-3-hexenal のマイクロ波分光

この分子の3つの配座に加え、構造異性体と幾何異性体の同定も行った。これらの知見をもとに異性化反応についてのデータ収集に取り組み始めた。

- 1-Pentanethiol のマイクロ波分光

8種類の配座異性体の同定に成功し、精密な分子定数の決定を行うとともに、SH基のねじれ振動に関する特異な分子内相互作用についての解析に成功した。

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

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を論文にまとめた。

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

物理化学特論 (構造化学), 分子構造化学

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

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

「物理化学特論」では新規題材として光コム技術を取り上げ、分子科学の最新のトピックスを論ずることができた。また実験室の移動に伴い、「物理化学実験」の実験環境の最適化と安全対策を行った。

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

（学内）物質生命理工学科安全委員会委員長，理工科学技術英語推進委員会委員

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 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 抗インフルエンザ薬の Structure-Based Design (科研費・基盤研究C課題)

インフルエンザウイルスは一本鎖ゲノム RNA (vRNA) を持っており、この両末端にある塩基対相補的なプロモーター領域が二本鎖を形成した状態で存在している。ところでこのプロモーター領域の二本鎖構造中には、研究テーマ①で構造解析に取り組んでいるリボソーム RNA 分子スイッチと塩基配列がよく似た部分が存在する。

そこで我々は、vRNA のプロモーター領域に結合できるアミノグリコシドを設計し、抗インフルエンザ薬を開発することを目指している。

③ 機能性核酸ナノデバイスの設計を指向した構造研究 (科研費・基盤研究B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。

④ 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. 2019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

・薬剤耐性型リボソーム RNA 分子スイッチの構造研究

細菌が薬剤耐性を獲得するメカニズムを明らかにするために、野生型細菌と薬剤耐性菌のリボソーム RNA 分子スイッチの構造解析を行い、その成果を国際学術誌論文として発表した。

② 抗インフルエンザ薬の Structure-Based Design (科研費・基盤研究C課題)

・インフルエンザゲノムのプロモーター領域の動的構造変化の解析

インフルエンザウイルスゲノム (vRNA および cRNA) のプロモーター領域の動的構造変化の解析を完了した。現在、原著論文を執筆中である。

③ 機能性核酸ナノデバイスの設計を指向した構造研究 (科研費・基盤研究B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」の構造解析に成功し、国際学術誌論文として発表した。この成果は *Angewandte Chemie International Edition* 誌に Very Important Paper として取り上げられ、上智大学からもプレスリリースされた。また、国内外の複数の科学メディアにも取り上げられた。

・リボソーム RNA 分子スイッチを模倣した銀イオンセンサーの開発

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、銀イオンを検出するセンサーを開発した (卒業研究)。

④ 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 (卒業研究)。

・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と標的 RNA の複合体の構造解析を行った (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)。

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 抗インフルエンザ薬の Structure-Based Design (科研費・基盤研究C課題)
モントリオール大学 (カナダ)
- ③ 機能性核酸ナノデバイスの設計を指向した構造研究 (科研費・基盤研究B課題)
コペンハーゲン大学 (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

(講演会など)

- ・ 第四回タンパク質結晶構造解析ビームライン中級者講習会
「全自動測定を活用した DNA ものづくり」
2019 年 10 月 30 日
- ・ Science & Technology 社セミナー
「核酸をターゲットとした低分子医薬品の Structure-Based Design」
2019 年 12 月 23 日
- ・ 第 415 回 CBI 学会講演会「広がりゆく核酸医薬」
「立体構造情報を活用した核酸医薬品のデザイン」
2020 年 2 月 21 日

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)、
生物科学実験 I (主担当教員)、卒業研究、ゼミナール、
Graduation Research (英語コース)、Seminar (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

(他大学非常勤講師)

生活と化学、基礎生物化学 (文教大学)

6. 教育活動の自己評価

専門科目でアクティブラーニングを導入するために、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。この模型を Fundamental Biochemistry やゼミナールで活用し、学生からは非常に好評だった。現在はこのモデルを用いたアクティブラーニングコンテンツを開発中である。

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

【プレスリリース】

- 上智大学プレスリリース

「16個の銀原子をDNAでコーティングしたナノ蛍光物質「DNA-銀ナノクラスター」の立体構造解析に成功」

2019年9月17日

- **Angewandte Chemie** 誌プレスリリース

「Little Heaps of Silver, All Wrapped Up」

2019年9月

- 物質構造科学研究所プレスリリース

「16個の銀原子をDNAでコーティングしたナノ蛍光物質「DNA-銀ナノクラスター」の立体構造解析に成功」

2019年9月17日

【報道記事】

- **Analytica-world**

「Little Heaps of Silver, All Wrapped Up」

2019年9月13日

- **Asian Scientist Magazine**

「DNA Cage Holds Silver Atoms Still For Scrutiny」

2019年10月9日

- **Bionity.com**

「Little Heaps of Silver, All Wrapped Up」

2019年9月13日

- **Chem Europe**

「Little Heaps of Silver, All Wrapped Up」

2019年9月13日

- **ChemistryViews**

「Little Heaps of Silver, All Wrapped Up」

2019年9月13日

- **Nano werk**

「Little Heaps of Silver, All Wrapped Up」

2019年9月13日

- **PhysOrg**

「Determination of the crystal structure of DNA-stabilized silver nanocluster」

2019年9月11日

- **Science Daily**

「Crystal structure of DNA-stabilized silver nanocluster」

2019年9月11日

- **Wiley News Room**

「Little Heaps of Silver, All Wrapped Up」

2019年9月11日

- **オプトロニクスオンライン**

「上智大ら、X線で銀原子のDNAコーティングを観察」

2019年9月18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》

「サロベツ湿原の植生遷移に伴う微生物層構造の解析」

「細胞性粘菌の子実体で生成される塩素化有機化合物の構造的多様性の検討」

《修士論文》

「環境細菌の網羅的解析によるサロベツ湿原の回復に向けた試み」

「細胞性粘菌のポリケタイド合成酵素 **SteelyA** の機能解析」

「*Dictyostelium discoideum* 抽出物に含まれる植物寄生性線虫忌避成分の探索」

展望

ハイブリッド型 **PKS** である **Steely** 酵素の産物多様性創出機構を中心に研究を進めている。**SteelyA,B** の両酵素で、発生段階に応じてそれぞれの産物が変わっていることが示されているので、第2の産物がどのような化合物で、どのような生合成経路を持っているのか、生理学および生態学的な機能は何かを問いたい。その上で、なぜ細胞性粘菌は **Steely** 酵素のような融合構造をもつことになったのか、その意義を問いたいと考えている。

環境 DNA 解析による微生物叢解析については低層湿原の調査地として渡良瀬遊水池、河川域の調査として多摩川を中心に解析を進めてきたが、さらに高層湿原の調査地としてサロベツ湿原を対象として解析を進めている。

3. 2019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。)

サロベツ湿原の微生物叢の研究に関しては、窒素循環が鍵であることが明らかになった。今のところ細菌叢の視点からの結論であるため、来年度以降は窒素循環に関わる遺伝子のレベルにまで拡大して研究を進めたい。

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 **LCCs** のうち主要な

LCC-1 以外のマイナーな成分についての分子量から構造を推定した。SteelyA 酵素については発生初期では Dictyoquinone を合成し、後期には MPBD を合成していることを明らかにした。

4. 大学内外における共同的研究活動 (共同研究、学内共同研究などを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。)

Trans-Disciplinary Human Development(TDHD)

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。)

英語コースの授業については人数が少ないので、できるだけ授業中に学生と会話ができるよう心がけた。日本語の科目も含め、すべての科目で理解度の把握についてはテスト、あるいはリアクションペーパーを課して理解度を把握した。専門科目ではできるだけ新しい研究成果をシラバスに従って授業に盛り込むことをこころがけている。「細胞機能工学」は平均点も概ね良好で、理解度は高いと考えている。一方、「分子生物学」はやや平均点が低く、今後内容を精査して限定するなどの工夫および学びのきっかけを見出せるようにする必要であると考えている。

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) 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、熱及び乾燥複合ストレス、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。)

・植物の生殖器官における熱ストレス応答

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。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。この成果については論文を投稿し、現在審査中である。今後は、この現象を制御する分子レベルのメカニズムの解明を目指す。

・植物の熱ストレス記憶に関する研究

<修論または卒論>

「シロイヌナズナにおける短時間の熱ストレス応答とその記憶」

「長距離シグナル及び記憶に依存したシロイヌナズナの熱ストレス応答」

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。なお、植物体全体が熱ストレスを受けた場合の内容に関しては論文を投稿し、現在審査中である。

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。

・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>

「*Elm2* 遺伝子を欠損したシロイヌナズナの熱-乾燥複合ストレス条件下における活性酸素制御機構」

「活性酸素生成酵素 RBOHF を欠損したシロイヌナズナの熱-乾燥複合ストレスに対する応答」

「河川流域で起こり得る環境ストレスに対する植物の生育及び遺伝子発現応答」

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せられた場合、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重要と考えられる細胞膜のタンパク質の候補も特定した。

・ハクサイのストレス応答機構の解析

<修論または卒論>

「人工的環境下で培養した園芸作物の障害抑制法の検討」

「水耕栽培におけるハクサイのチップバーン発生メカニズムの解析」

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た。

サロベツ湿原のイボミズゴケの解析

<修論または卒論>

「サロベツ湿原に自生するイボミズゴケの植物生理・生化学的解析」

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。今後も調査を継続し、注目した特性の経年変化を調べていく。

3. 2019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。)

私立大学ブランディング事業に関連する渡良瀬遊水地を対象とした研究の成果が Wetland Research 誌に掲載されることが決まっている。この研究では渡良瀬遊水地の異なる地点で採取した土壌から抽出された重金属量を測ると同時に、同じ地点またはその近傍の土壌と水の微生物層を解析した。その結果、かつて足尾銅山からの鉱毒の影響を強く受けていた地点での重金属抽出量が基準値は下回っていたものの他の地点よりも高いことがわかった。さらに、重金属抽出量が高かった地点では、汚染された環境に存在することが知られる微生物の割合も高いことがわかった。

物理的な流れを伴う洪水に対する植物の応答をまとめ、土木学会論文集に掲載された。この研究では、様々な異なる流量を伴う洪水が、植物に与える影響を調査している。本論文では、流量の上昇に伴い植物体の大きさが小さくなることを示した。また、植物体の大きさは効力を受けると生長期間は変わらずに大きさが制限される一次遅れ系で表現できること、また、活性酸素を制御する遺伝子の発現量が抗力と関連することも明らかにした。

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

<学外共同研究>

- ・トマト育苗期の耐熱性向上技術
(共同研究者；愛三種苗株式会社)

<講演会>

- ・Sakura Science Programにおいて、インド・ケララ州の大学生、大学院生に対し植物科学の観点から環境問題について講演を行った。

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

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

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、植物生理学を主に担当し、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。今後は画像や動画を今まで以上に活用し、視覚的にもとらえやすい内容に変えていく予定である。

また、大学院講義では、学生がトピック選定、司会進行、議事録作成を行うグループディスカッションの形式を継続し、積極的な議論がなされた。大学院生の講義にも学部生の先取り履修が増加しているため、生物学に関連する社会的な情勢や教育に関してもディスカッションを行っていききたい。

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

(学内)

理工安全委員、SLO 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 Review 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 (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： 有機金属化学を鍵とする新たな有機合成反応の開発

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

- ・高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
- ・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
- ・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

(展望)

一般に、五員環のアルキン、アレン化合物は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カルボニル、ニトリル、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、金属交換反応を経たアリル化反応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。

また、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。一定の距離に後周期遷移金属を配位できる窒素、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している。

近年の SDGs に即して、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。

3. 2019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. これまでに、1,3-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。それらジルコニウム化合物とイソシアン酸エステル、炭酸エステルとの反応により新たな炭素-炭素結合生成反応への展開を検討していたが、2019年度は反応する基質によってエンインの反応部位が異なることを見出し、その結果得られる不飽和アミド基類の分子構造を明らかにした。これらは加水分解によるプロトン化反応においてアルキン化合物が得られたのに、銅塩を介在したアリル化反応においてはジエンが得られるが、用いるエンインとの反応様式が異なることがわかった。さらに、これら環状化合物から直接アミン類を得る方法について検討中である。

2. 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。2019年度は、多座配位子について、その錯体の溶解度、配位力などを向上させる目的で置換基が異なる分子を合成した。トリアゾール型二座配位子部分を持つ分子ではオクチルアジドを導入することにより触媒反応における触媒の溶解度を向上させることに成功した。またリン配位子をもつ分子では、嵩高く配位能の強いイソプロピル基をもつリン配位子を合成することが出来たが、tert-ブチル基をもつものについてはまだ成功していない。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。

3. 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、親水鎖をもつマクロモノマーを共重合し、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。2019年度は主に、ポリマー鎖に遷移金属錯体触媒を共有結合で固定化したポリマーの合成と利用について検討した。遷移金属を効率よく導入する手法として末端に二座配位子をもつ重合開始剤を合成し、得られたポリマーを用いて触媒反応を検討した。課題としてはパラジウム金属の析出が確認され、触媒寿命と再利用が今後の検討課題となった。

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。)

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

合同セミナー：横浜国立大学理工学部 山口研究室と合同セミナー

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

担当講義：(全学) 化学と生活 II (学部) 触媒反応化学、Catalysis Chemistry, 有機化学 (有機反応)、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 (担当した主な授業科目について、授業アンケートの結果や試験、演習、レポート等の採点結果及び成績分布等を基に自己評価し、工夫した点に対する効果や今後の改善点等について記入してください。)

「有機化学 (有機反応)」前年度に引き続き宿題・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 割程度いたが、回答時に moodle に質問窓口をもうけることで理解の助けとなるようにした。また演習問題の充実と難易度の調整を行い、学生の自主的な学習を助けるよう工夫した。次年度は基礎的な知識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」

毎回授業にて小テストを課し、その日の授業内容の理解度を確認した。100 分授業となったこともあり、これまで時間が足りず説明不足となった項目について充実を図った。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ところ学生には概ね好評であった。

「化学実験 II」

学習した有機化学の知識を実際に遂行することを目的とした実験科目であるが、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。さらに実験のために用いる装置の基本的な取り扱いを復習させた。テキストから予習させる方法を従来から採用しており、その評価について課題の考察を含めた採点を行った。今年は演習の時間を長くとり、実施している反応への理解を深めるよう工夫した。

「化学と生活 II」

昨年度から全学共通科目を輪講で担当し、今年度が 2 回目である。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。二年目の講義なので昨年度の反省を踏まえ、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など学生との双方向てきな授業となるよう工夫した。

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

(学内) 大学院応用化学領域主任

理工安全委員会委員・大学院資格審査委員
物質生命理工学科安全委員
(学外) 公益財団法人 総合工学振興財団 理事

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

所属 物質生命理工学科

氏名 鈴木 由美子

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

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

キーワード： 有機触媒，医薬品，天然物合成，抗がん，抗感染症，蛍光物質

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

「有機分子触媒を利用した合成法の開発」

「ヘテロ環合成法の開発」

「生物活性天然物の合成研究」

「抗がん剤開発研究」

「蛍光有機分子の合成」

「新規診断薬の開発」

「2-アルキルアミノ-4-メトキシキナゾリン誘導体の合成と蛍光特性」

（卒表研究・修士研究）

「天然物シトレアマイシン δ の ABC 環キサントン骨格構築を目指した合成研究」

（修士研究）

「3 置換キノキサリンの位置選択的合成研究」（修士研究）

「新規 NHC 触媒反応の開発研究」（修士研究）

「テルミカルキコラノン B の全合成研究」（卒業研究）

「天然物シトレアマイシン δ の EFG 環キサントン骨格構築を目指した合成研究」

（卒業研究）

（中長期的展望）

高い抗菌作用を有する天然物 Citreamicine 類の ABC 環および EFG 環の構築法を確立し、全合成を達成する。有機分子を触媒として用いた新規反応を見出したので、光学活性触媒を設計・合成し、不斉反応化を検討する。核酸化合物、金属イオンや液性に対し、蛍光の ON-OFF にて応答するセンサーを開発し、生命科学研究に利用する。

3. 2019 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。)

- ・医療診断用新規造影剤を開発した。
- ・新規有機分子触媒反応を開発した。
- ・多点により ATP 分子を認識し、蛍光発光する超分子センサー系を開発した。

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)

「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)

「チューブリンおよびチューブリンと相互作用を示す化合物に関する研究」

(本学理工学部物質生命理工学科・林 謙介 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)

「有機反応の理論解析」

(立教大学理学部・Sundaram Arulmozhiraja 特任准教授)

「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&II, Seminar 2, Master's thesis tutorial and exercise 1A, Seminar in Green Science and Engineering A

- ・2019年度より、物質生命理工学実験Cの内容が全面的に改変となり、初年度の準備として、内容の設定、設備・機器の調達、予備実験・、テキスト作成を行った。
- ・2019年度秋入学英語コース新入生のオリエンテーションキャンプに帯同した。

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

「ヘテロ原子の有機化学」

2019年度より、予習および講義中の記録を容易にする目的で、前日までに講義資料を Moodle 上に公開した。さらに授業の出席、アンケートや練習問題は、すべて Moodle 上で行った。毎週講義の最後にリアクションペーパーとして講義内容に関する問題を解かせ、これを回収し採点した。リアクションペーパーには、授業支援ボックスを利用し、各学生が Moodle 上で自分の解答と採点結果を確認できるようにした。中間試験直前および定期試験前に演習を行い、本講義の要点や課題を明確化することに努めた。学生な積極的な授業参加を促すよう、発表点を成績に反映させた。例年に比べ、受講生全体の習熟度が高まった。

「Organic Chemistry」

演習や分子模型を利用し、双方向性の講義を行った。学生の興味や化学に関する知識に大きな幅があり、成績分布は二極化した。有機化学への興味を喚起するための工夫が必要である。

「大学院特論 (医薬品設計・合成化学)」

2019年度より、講義資料を Moodle 上に公開した。さらに授業の出席、アンケートや練習問題は、すべて Moodle 上で行った。毎週、授業支援ボックスを利用したリアクションペーパーを提出させた。ソフィア WiFi の接続がない教室だったこともあり、講義中の Moodle 利用に問題が生じることもあった。次年度は、このような点にも配慮し、授業を進めたい。

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) 保健センター運営委員会委員
 理工学部スーパーグローバル委員
 理工図書委員
 理工就職委員
 理工学振興会委員
 物質生命理工学科予算委員・委員長

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。）

2019年11月13日 日経産業新聞 007 ページに 「がん増殖抑制に新たな仕組み」として
研究紹介記事が掲載された。

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： 燃焼科学，熱工学，環境科学，工業物理化学，反応化学，
安全工学 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（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。）

『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。本年度から2050年温室効果ガス実質ゼロ目標に対応するため、カーボンフリー燃焼に関する研究を新たに立ち上げた。

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に採用されるスーパーリーンバーン燃焼に関する研究
- ② スーパーリーンバーンエンジン用に最適化された低燃費自動車燃料の開発
- 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ているバイオおよび代替燃料の燃焼に関する研究
- 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. 2019 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燃焼条件である空気過剰率 2 において、高圧衝撃波管内で冷炎の観測を行った。励起ホルムアルデヒドの化学発光分光法と燃料の赤外吸収分光法の 2 つの実験手法を用いて、幅広い濃度および圧力範囲で冷炎観測を可能にした。これにより、ノック予知の重要な鍵を握る低温酸化反応を直接検証するための実験データを収集することができ、反応モデルの高精度化に大きく寄与した。

関連テーマ 『Cool Flame Observation in High-Pressure Shock Tube and Evaluation of Reaction Model at Low Temperatures』

②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、燃焼途中で消炎しやすいのが課題である。ガソリンにニトロメタンを添加すると、希薄側の可燃限界が広がり、安定して火炎伝播することが見出されているが、ニトロメタン添加ガソリンのノッキング耐性は未だわかっていない。そこで、ニトロメタン添加ガソリンの自着火特性を高圧衝撃波管実験で調べるとともに、耐ノック性能と安定した火炎伝播とを両立した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 『ガソリン自着火に及ぼすニトロメタンの添加効果』

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した。

関連テーマ 『有機電子論に基づいた耐ノック性を有する新燃料・新添加剤の分子設計』

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)に加え、本年度は新たに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 『バイオ燃料の着火特性に関する研究』

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ともに、同条件下でアンモニア自着火タイミングを予測することができる詳細反応モデ

ルを開発した。得られた詳細反応モデルに基づくシミュレーション計算により、わずか数%のプロパンを添加するだけで、アンモニアの自着火特性を劇的に改善できることを見出した。この予測を衝撃波管実験で実証することにより、簡便かつ合理的なアンモニア自着火の化学的制御法を提案した。

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

⑥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：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：長岡工業高等専門学校、産業総合技術研究所、自動車用内燃機関技術研究組合、JXTG エネルギー

セミナー：『燃焼の化学反応と高効率化・低環境負荷技術～化学反応制御の応用例，発電・自動車分野の最前線まで～』，2019年6月24日，サイエンス&テクノロジー

体験授業：『環境にやさしい次世代自動車開発の化学的アプローチ』，2019年8月8日，上智大学オープンキャンパス

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

理工学概説，物理化学（平衡・速度論），燃焼科学と環境，つくる I（コーディネーター），理工基礎実験・演習（化学実験），環境化学特論（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、地球温暖化問題にスポットをあて、①地球温暖化対策シナリオと国際的枠組み、②火力発電の高効率化と再生可能発電、③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、時間の制約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、板書は極力控えて、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ものと考えているが、理系の専門科目において受講者91名（2019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。

つくるI（コーディネーター）：2019年度で6年目の開講を迎え、本学部OB,OGを招いての授業形態が定着した。講義の後に質疑応答のための十分な時間をとることにより、受講生と講師との間に活発なディスカッションが行われるようになった。このことは、本科目のもう一つの手テーマである学生のキャリア形成に大きく寄与していると自己評価している。

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

環境化学特論（大学院科目）：本科目は地球環境問題に関する基礎と応用の中間的立ち居地で授業を運営している。前半ではオゾン層破壊、窒素酸化物等による酸性雨、温室効果ガスによる温暖化問題等を半定量的に解説し、そこで提起した課題について後半は受講生に調査研究発表を行ってもらった。まさに、双方向授業が実現でき、受講生からも高い評価が得られた。

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

（学内）： 全学教務委員会，放射線取扱主任者代理，予算委員，RI委員，
その他非公開委員，体育会自動車部顧問

(学外)： 国際衝撃波学会会員，日本衝撃波研究会会員，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。)

TV 出演：『真相報道バンキシャ！』，日本テレビ系列，2019年7月28日（日）放送

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、燃料電池

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

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

①に関するテーマとして以下の研究がある。

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

「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」(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。

「触媒移動型縮重合合法を用いた 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。薄膜化した際の性能はその結晶性、及び結晶配向性に依存するため、その制御が重要である。昨年度の研究の成果により、材料の適切な構造選択、及び、製膜法の工夫により、従来よりも膜厚の薄い膜においても、ペロブスカイト化合物の結晶配向の制御が可能であることが見いだされた。さらに、配向度を高める工夫を検討中であり、電荷輸送パスへの影響を検討したうえで、太陽電池性能への配向性の影響を検

討していく予定である。このことにより、デバイス性能と配向性の関係を見出すことができると思われる。さらに、非常に発光量子収率の高いナノクリスタルの開発にも成功しており、機能性ナノクリスタルの開発が期待できる。

3. 2019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。）

2019年度の学会発表総件数は、国内46件、国際15件である。そのうち招待講演は2件である。論文採択件数は10件、寄稿3件、著書（共著）1冊である。論文の1件はBack cover pictureに選出された。

- ① 有機無機ペロブスカイト型化合物中に適切な官能基を導入し、新たな薄膜作製手法を取り入れることで、より膜厚の薄い薄膜において、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 高発光量子収率のペロブスカイトナノクリスタルの作製方法を確立できた。
- ③ π 共役系高分子を用いたバイオセンシング研究において、側鎖長と共重合組成とセンシング特性の関係を明らかにした。

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

- ・ 学内重点研究
ペロブスカイト化合物を用いた高機能材料に関する共同研究
- ・ 電気通信大との共同研究（太陽電池）
- ・ 京都大との共同研究（有機無機ハイブリッド）

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
応用化学ゼミナール IA, IIA, IB, IIB
大学院演習 IA, IIA, IIB, 高分子合成特論

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

「基礎化学」

授業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。2クラスと同時開講のため、進度の調整を行い、差が出ないように工夫した。2020年度も同様に連携を図りたい。

「高分子化学」

受講生の習熟度は高かったと言えるが、よくできている学生と、出来ていない学生の差が依然として大きく、途中段階での小テストの実施など、定着を図る試みを充実させる必要があると考えている。

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) 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)

次年度担任としてオープンキャンパスの会場、及び模擬授業の担当

(学外) 高分子学会 超分子研究会運営委員

日本化学会 月刊誌「化学と工業」編集委員

日本化学会 第9回、10回 CSJ 化学フェスタ実行委員

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

2019年度中に、2件の受賞対象となった。

・ Highly cited author of Royal Society of Chemistry in 2019

・ 応用物理学会第10回女性研究者研究業績・人材育成賞 (小舘香椎子賞) 研究部門 2019

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接着剤レスラミネート法の開発」

（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。

ポリマーフィルム同士を接着剤を使わずに貼り合わせる、無接着ラミネート法の開発についても研究を始め、様々なポリマーフィルム同士での接着の可否について一定の成果を得られた。

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. 2019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。)

- ・ 国内学会 発表 1件
- ・ 国際学会 発表 1件
- ・ 論文発表 1件

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

学外共同研究：企業1件

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

物質生命理工学(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している。演習の内容の見直しを行ったところ、テストの成績に一定の効果が見られた。

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

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. 2019 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。また、2012 年度からやり続けている福島原発事故の研究結果をまとめ、Geochemical Journal, 53(2) で発表した。

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

2019 年度は海外からの研究者が上智大学を 3 名ほど訪問いたしました。この訪問の延長として研究活動とディスカッションを行うことで多くの結果を得ることができた。その一つの結果としては Rutgers 大学の学部生が 2020 年度の秋学期からグリーンサイエンスの博士前期課程に入学した。

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。

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

(学内) カリキュラム委員会、中南米・大学の世界展開協力化事業委員、産学技術交流会。

(学外) 2019 年度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. 2019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。）

○卵巣摘出してテストステロン(T)を投与した雌ラットの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と、発情雌の匂いに対する選好性を獲得させることができるが、この場合、TはOT投与の前に3週間以上作用させる必要があることが分かった。このことから、Tはその組織化効果によって雄型の選好性発現の基盤となる神経回路の構築にも関与する可能性が示唆された。

○雄ラットの脳室にOTまたはバソプレシン(AVP)を投与し、幼若雄ラットの匂い(社会的な匂い)や一般的な匂い(非社会的な匂い)の記憶に対する影響を調べた。OTは社会的な匂いの記憶のみを促進したが、AVPは社会的および非社会的な匂いの記憶の両方を促進することがわかった。

○メラトニン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作用があることが知られているが、その作用機序にはメラトニン受容体を介するものだけでなく、メラトニンの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な研究活動（共同研究、学内共同研究などを箇条書きで記入してください。その他、シンポジウム、講演会、セミナー開催などがありましたら、これに加えてください。）

東京医科歯科大学（教養部、服部教授）との共同研究

・学習記憶機能におけるメラトニンの抗加齢効果に関する作用機序に関する研究

第31回日本行動神経内分泌研究会を開催

（2019年9月2日～4日 河口湖 セミナープラザ ロイヤルフジ）

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)

学外：生体機能実習（聖マリアンナ医科大学）

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

講義はパワーポイントを中心に進めている。学生にはノートをとることに気を取られて話を聞くことがおろそかにならないように、講義を補う詳細な資料を配布している。本年度は昨年度に比べ授業に集中する学生の割合が多く感じられたが、実際の試験の成績も比較的良好であった。

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

（学内）動物実験委員、理工広報委員、ティヤールドシャルダン委員、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

トマス モーガン レスリー
氏名 THOMAS Morgan Leslie

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

研究分野：グリーンサステイナブルケミストリー、電気化学

キーワード：イオン液体、濃厚電解液、二酸化炭素、電気化学エネルギー貯蔵装置

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

- イオン液体・濃厚電解液の研究
- 新規電解液中の二酸化炭素酸化反応

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。この新奇的な電解液を用いて、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. 2019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：5 報

今年度は、さまざまなテーマの論文を提出しました。

- ① 濃厚電解液中におけるリチウムイオンホッピング型の自己拡散の特定
- ② 新しい電解液を用いたリチウム硫黄電池の開発
- ③ イオン液体とポリアミドの複合（イオンゲル）膜の二酸化炭素分離への応用
- ④ プロトン性イオン液体とシリカナノ粒子を基礎とした電解液：伝導率に対する化学構造の影響

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。

- 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。)

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提出しました。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7月のイオン液体研究会(発表会)に参加しました。

- 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。)

【学部】

Outline of Science and Technology {2019年度では輪講}

Basic Chemistry {複数同時担当}

Inorganic Chemistry (Analytical Chemistry)

Instrumental Analysis

English for Science / Engineering (Environment)

Topics of Green Science 2

Materials and Life Sciences Lab. B

Materials and Life Sciences Lab. C

Chemistry Lab. 1

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

学生のアンケート結果は、本学の平均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、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。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。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。

- 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8件の論文のピアレビューの実施

4月：バリャドリッド大学（スペイン）PhD thesis external reviewer（通信による）

8月：オープンキャンパスの英語コース説明

9月：化学物質安全講習（英語版）の発表

9月：オリエンテーションキャンプ（英語コース）への参加と発表しました。

10月：つづき国際交流 café（横浜市で毎年行われるイベント）でのボランティア活動

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
- ・多核金属錯体を用いた水の酸化反応
- ・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

展望) 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。これを反応場として、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し、エネルギー源あるいは資源として用いることを目的とした研究を行っている。遷移金属錯体を反応場として用いることにより、反応基質に対する選択性やより温和な条件での反応が期待できる。遷移金属錯体の金属中心として鉄やルテニウムを有する錯体の合成を行っている。金属錯体の電子状態を制御して、基質分子やイオンを固定化する。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化学種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。

3. 2019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) ルテニウム中心に配位したクロリド配位子を解離させることにより、新たな複核ルテニウム錯体の合成を開発した。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。

(2) 高活性なアクリロニトリルの重合触媒となる一酸化窒素を配位子とするルテニウム錯体(ニトロシルルテニウム錯体)の合成を目的として、新規ニトロシルルテニウム錯体の合成を行った。これまでの研究から、ニトロシルルテニウム錯体の特性のひとつである還元反応が高電位で起こる錯体を設計し、合成を検討した。

(3) ルテニウム中心金属の酸化還元に伴い含窒素配位子の変換を目的として以下の点について検討した。

- ・アミン類が配位したルテニウム錯体を合成および酸化反応
- ・2つのアニリンを有するルテニウム錯体の反応による N-C 結合生成を伴ったジイミンの生成反応の開発
- ・ヒドラジン類を用いた二窒素架橋ルテニウム二核錯体の合成と性質評価

(4) 新たな様々な反応性の含窒素配位子を有するルテニウム錯体を創製する目的で、ルテニウム錯体を設計した。ビス(ピリジルアルキル)アミン、ピリジルアルキルアミノ酢酸やピリジル基を有する有機化合物を支持配位子とするルテニウム錯体を合成した。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の生成反応を検討した。また、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。

(5) ルテニウム錯体の集積化を目的として、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を合成した。錯体の電荷を制御し、金属イオンとの相互作用の強弱を系統的に検討した。

(6) ニトリドあるいはオキシドがルテニウム間を架橋した高酸化状態の二核錯体を合成した。これらの錯体の特性を利用した反応を検討した。ニトリド架橋二核錯体では、配位したニトリルと水との反応により、カルボン酸誘導体を錯体上で合成する反応を検討した。

(7) これまでのルテニウム錯体に関する知見に基づいて、鉄錯体を設計し、合成した。これらの鉄錯体の特性を評価した。

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 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 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開始した。

・筑波大学 小島隆彦教授、立教大学 和田亨教授の研究グループと勉強会を共同で開催し、研究交流を実施した。

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

全学科目：化学と生活 III、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、4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、講義中での演習を毎回実施し、学生の疑問や理解の一助となるように対応した。演習の解答についても詳しく解説を行った。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。講義中には私語などの周りの学生の迷惑となる行為に注意を促した。

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) 物質生命理工学科長、遺伝子組換え実験安全委員、発明委員会委員、理工学部教育研究推進委員会、理工カリキュラム検討委員会委員、物質生命理工学科予算委員、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 (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。)

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。5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、その動力学理論は地球科学・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、昨年度に引き続き溶液内および生体内分子反応を対象に、反応場となる溶媒の個々の配向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、化学における独走的な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の同位体分析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、昨年度より企業との共同研究を始めた。得られた成果は、ほぼ企業が求める結果となったが、守秘義務があるため記載せず。

3. 2019年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または箇条書きで記入してください。)

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

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

テーマ(2) 凍結ガウス散乱を用いた非断熱波束発展法 (Nonadiabatic FGS 法)

テーマ(3) 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

その中で、ここでは 2019 年度の主な研究テーマであった**テーマ(1)**と**(3)**に関連する研究を説明する。

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へ応用した。当初、計算コストを削減するため、スピン軌道相互作用 (SOC) を無視した計算を主に行い、一重項状態と三重項状態が交差した時のみに SOC 計算を実施していた。しかし、メチルアミンの第一励起状態付近には最低でも三つの三重項状態が近接していることが判明したため、すべての計算において SOC 計算を実施し、得られる 12×12 の行列を対角化したのち断熱ポテンシャルエネルギー曲面を求めた。ただし、ポテンシャルエネルギーの傾きは SOC を無視した計算より得た。理由は、計算コストの削減および一重項・三重項による項間交差以外の分子構造においては SOC の効果がほぼ $1.0 \times 10^{-8} E_h$ 程度と小さいため、SOC を無視する近似を採用した。得られた結果は実験を再現し、三重項状態へ経る解離過程を動力学シミュレーションにより初めて証明した。現在、投稿準備を行っている。

上記で得られた経験と結果を基に、量子化学計算において並列計算効率が圧倒的に高い、石村和也(分子科学研究所)が開発した SMASH プログラムを用い、引き続き開発を行った。さらに、その成果としての学術論文[1]を発表した。研究内容は、光合成の過程の一つである RubisCO 酵素による炭素固定に不可欠な触媒反応メカニズムの解明を、QM/MM (ONIOM) モデルを用い *ab initio* RMD シミュレーションを実施した。得られた結果は観測結果を定量的に再現するものとなりさらに、日本化学会論文賞(学術論文[2])を受けることとなった。ただし、現状では SOC を考慮せず自由エネルギー見積もりのみ行うことにより得た成果である。

[1] Tianlong Jiang, Kenta Moriwaki, Osamu Kobayashi, Kazuya Ishimura, Sebastian O. Danielache, Shinkoh Nanbu, “Theoretical analysis of the kinetic isotope effect on carboxylation in RubisCO”, *J. Comput. Chem.* 41, 1116-1123 (2020). (DOI: 10.1002/jcc.26156).

[2] Tianlong Jiang, Tamao Saito, Shinkoh Nanbu, “Theoretical Molecular Dynamics Simulation of the DIF-1 Receptor Activation,” *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 92, 1436-1443 (2019). (DOI: 10.1246/bcsj.20190071). (日本化学会論文賞)

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. 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)，大学院 GS・GE コース Theoretical chemistry (M1・M2 および交換留学生)，大学院演習 I A・I B (M1)，大学院演習 II A・II B (M2)，化学ゼミナール I A・I B (M1)，化学ゼミナール II A・II B (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 Molpro2015」の演習 (春学期) (4 年)，分子科学若手の会「夏の学校」(8 月下旬 4 泊 5 日，他大の学生と勉強合宿) (4 年，M1, M2, D2)，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，2019 年度は 2018 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，理工人事委員会委員

(学外) 国際会議 (XV International workshop on quantum reactive scattering (QRS2019 Workshop), Saitama Univ., Saitama, Japan, July 1-5, 2019) の主催者を実施

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。)

本年度は、特に該当せず。

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，①フェニルボロン酸—*cis* ジオール，②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。さらに，上記を踏まえて③細菌の迅速・簡易検出方法の開発も電気化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フェニルボロン酸—*cis* ジオール分子間相互作用に関するテーマ>

(卒業研究)

「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」

「ルテニウム錯体/シクロデキストリン複合体修飾金ナノ粒子の電気化学的分子認識」

(大学院研究)

「ルテニウム修飾 GNP 固定化電極を用いた電気化学的検出法の確立」

「ピレン型蛍光プローブ/シクロデキストリン複合体の糖認識に対する構造効果」

<②ジピコリルアミノ金属錯体—リン酸誘導体分子間相互作用に関するテーマ>

(卒業研究)

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

「ニトロ基を持つジピコリルアミノアゾ化合物/修飾シクロデキストリン複合体による高感度リン酸検出」

(大学院研究)

「ジピコリルアミン型アゾプローブ超分子複合体の金属イオン認識に対する構造効果」

<③細菌の迅速・簡易検出方法の開発に関するテーマ>

(大学院研究)

「金ナノ粒子複合体電極を用いた電気化学的細菌検出センサーの開発」

「ポリアミドアミン dendrimer 型プローブの細菌検出機能評価における末端構造効果」

3. 2019年度の研究成果

①に関しては、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、その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。分子認識部位に蛍光性のあるナフタレンボロン酸を導入し、応答部位であるピレンとの間に蛍光共鳴電子移動 (FRET) を導入することにより、長波長領域での選択的糖認識に成功した。また、アルキルスパーサーを持つアミノアントラセンの合成に初めて成功し、フェニルボロン酸と連結させたプローブの包接複合体の糖認識挙動を評価した。

また、金属錯体を用いた電気化学的手法に関するテーマでは、昨年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の包接を介して電極に固定し、その電気化学的挙動を評価した。

②に関して、分子認識部位を持つシクロデキストリンに金属錯体を組み合わせた系の、リン酸イオン誘導体認識に対する応答を検討した。一方、ニトロアゾベンゼンとジピコリルアミン金属錯体を連結したプローブのシクロデキストリンへの二量体形成について、その包接挙動にかかわる詳細な検討を実施した。さらに、ジピコリルアミノ型アゾプローブ金属錯体をフェニルボロン酸修飾シクロデキストリンに包接させた系では、アデノシン二リン酸に対する特異的な高感度・高選択的応答をさらに高めることができた。

③に関しては、 dendrogram 型フェニルボロン酸に蛍光分子を導入したプローブを用いた、細菌認識挙動の詳細な検討を実施した。また、金属錯体及びフェニルボロン酸を修飾した金ナノ粒子を用いた、細菌の電気化学的検出を試みている。本年度は透明電極に修飾金ナノ粒子を固定し、水中で安定検出できる系の開発を引き続き行い、一定の知見が得られた。

以上の研究成果については、学会発表 (うち1件は学生ポスター賞受賞) 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
- ・私立大学ブランディング事業に参画
 - ・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
- ・日本大学理工学部などとの連携

シンポジウム開催

- ・第 32 回イオン交換セミナー開催
(2019年7月5日, @上智大学6号館301教室ほか)

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, 機器分析分析, 分析化学特論 (電気化学分析)

実験演習：物質生命理工学実験A：責任者, テキスト作成

ゼミナール：大学院演習，化学ゼミナール，卒業研究A B，研究指導

その他：オリエンテーションキャンプ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

授業アンケートの結果は平均的であったが、「特に悪い」とされる指摘は無かった。レポート・試験の結果はそのまま成績評価分布に反映でき、難易度は適切と考えられる。今年度は大学院を含めすべての担当講義が新しく担当あるいは2回目のものであり、引き続き授業内容の見直しと入替を行い、実施教室の形態や受講人数に合わせて板書/スライド/プリントといった講義形式および評価の方法を調整した。学内のe-learningシステムMoodleを活用した出席・レポート管理やレポートでの剽窃チェックは引き続き実施している。さらには理工学概説の授業では、以前担当の理工学概論で実施していた「研究者の倫理」に関する内容を拡充しつつ実施し、研究者としての公正さを育てるように心掛けている。

7. 教育研究以外の活動

(学内) 危険物保安監督者，理工学部安全委員，理工学部広報委員，

理工学部将来構想委員会，物質生命理工学科安全委員，2017年次生クラス担任

(学外) 日本イオン交換学会：常任理事（庶務担当），学会誌編集委員，

第32回および第33回イオン交換セミナー実行委員

シクロデキストリン学会：評議員，

8. 社会貢献活動，その他

特になし

以上

所属 物質生命理工学科

氏名 林 謙介

1. 研究分野とキーワード

(研究分野) 神経発生学, 細胞生物学

(キーワード) 神経細胞の突起形成, 細胞骨格, 中心体

2. 研究テーマ

(1) 神経細胞樹状突起の微小管形成機構

(2) 筋細胞における微小管形成中心

(3) 神経系細胞の移動を制御する細胞内外の機構

(展望) 脳の活動は神経細胞の形態に基礎を置いている。脳が発生する過程で神経細胞は正しい位置に移動し、正しく突起を伸ばしていかなければならない。テーマ(1)では、樹状突起の形成における微小管の形成、およびアンカーの役割について研究を行っている。樹状突起形成に必須の微小管が樹状突起内のその場で新生し、アンカーされるのではないかという作業仮説を追及している。この研究は樹状突起の形成の仕組みを明らかにするだけでなく、老化に伴って樹状突起が退縮する仕組みにも関わると考えている。テーマ(2)では、筋細胞の分化過程において微小管を形成するしくみがどのように変化するかを調べている。筋細胞の微小管は筋ジストロフィー症などの疾患において形成異常がおきることが症状の直接的な原因ではないかと言われている。テーマ(3)では、神経細胞の移動の仕組みについて研究を行っている。細胞の移動はそれを先導する先導突起の運動性によるが、先導突起とグリア細胞との接着、および先導突起内の細胞内情報伝達がその運動性にどのように関与するかを明らかにすることを目指している。

3. 2019年度の研究成果

(1) ニューロンの細胞質からの微小管形成と微小管形成タンパク CDK5RAP2 のエキソンスキップについて

ニューロンの突起伸長には微小管の形成と伸長が必要であるが、太く成長する樹状突起においては微小管の本数が増加することも重要である。しかし、ニューロンの中心体は微小管形成中心としての機能を失っていることが知られている。我々はこれまでに、ニューロンでは樹状突起形成初期に、一過性に細胞質中の γ TuRCを起点として微小管形成が起きることを報告してきた。これらの微小管が樹状突起の成長に必要な微小管本数の供給源となっていると考えている。CDK5RAP2は γ TuRCに結合してそれを活性化するタンパク質である。本研究では、CDK5RAP2にスプライシングバリエントが存在することに着目し、バリエントの発現と機能について調べた。RT-PCRの結果、

エクソン 17 のスキップがマウスの脳と精巣に特異的に検出された。マウス胎仔由来大脳皮質ニューロンにおいてバリエントが発現する時期は、細胞質における微小管形成が観察される時期に一致していた。このエクソンはフレームシフトを起こし、中心体結合ドメインを欠くタンパク質を発現すると考えられる。実際、マウス脳においてほぼ予想どおりの分子量のタンパク質が検出された。このバリエントを HEK293T 細胞に発現させると、細胞質に局在した。微小管再形成実験をおこなうと、細胞質からの微小管形成が観察された。これらのことから、ニューロン細胞質における一過性微小管形成は、神経細胞選択的スプライシングにより、中心体結合能をもたない CDK5RAP2 バリエントが細胞質に発現し、細胞質中の γ TuRC を活性化することにより起きている可能性が考えられる。

(2) 軸索突起の伸長と先導突起の移動におけるフィロポディアおよびラメリポディアの役割について

軸索突起の先端も先導突起の先端も基質上を進行する成長円錐を持つ。本研究では両者の構造的、機能的相違について調べた。マウスの大脳皮質 (CX) ニューロン (軸索を伸長するニューロン) および内側基底核原基 (MGE) ニューロン (細胞移動するニューロン) を培養した。CX ニューロンの軸索先端ではフィロポディア、MGE ニューロンの先導突起先端ではラメリポディアが優位に観察された。フィロポディア形成を阻害する目的で、Mena/EVL/VASP または Daam1/ Fascin をノックダウンすると、CX ニューロンの軸索形成が阻害されたが、MGE ニューロンの先導突起の形態に変化はなかった。ラメリポディア形成を阻害する目的で、Fascin と競合的にアクチン結合する Drebrin をノックダウンすると、CX ニューロンの軸索伸長には影響がなかったが、MGE ニューロンの先導突起の形成が阻害され、グリア細胞上での細胞移動速度が減少した。以上のことから、軸索突起先端の進行にはフィロポディアの働きが、先導突起先端の進行にはラメリポディアの働きが優位にあることが示唆された。

4. 大学内外における共同的な研究活動

鈴木由美子研究室との細胞増殖阻害剤に関する共同研究

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

すべての講義科目において、資料をプロジェクタで投影するとともにそこに書き込む形式とし、資料はすべてムードルでダウンロード可能とした。クイズ形式のリアクションペーパーも導入し、よい回答を選んで次回の講義で講評することとした。学生の理解度を把握して講義の進行をコントロールできるようになるとともに、学生の授業参加意欲を上げることができた。その結果、授業アンケートのポイントが上昇した。

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、ゼロ年次生クラス主任

(学外)

学術雑誌投稿論文の査読

8. 社会貢献活動、その他

小中学生のための実験教室（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離材料の開発を行う。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1年>

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

<博士前期2年>

「スチルベン蛍光団を有するジピコリルアミン型プローブ/シクロデキストリン複合体の

設計と機能評価」

「ボロン酸型蛍光プローブを組み込んだベシクル複合体の設計と機能評価」

「ジピコリルアミンを認識部位に有するナフタレン型蛍光プローブ/シクロデキストリン複合体の設計とスペーサー効果」

「ボロン酸を認識部位に有するシクロデキストリンナノゲルの設計と機能評価」

「ボロン酸型蛍光プローブ修飾ポリマーによる細菌及びバイオフィーム検出」

<博士前期 1 年>

「ジピコリルアミン型蛍光プローブ導入ベシクルの設計と応答機能評価」

「ボロン酸型プローブ/四級化デンドリマー複合体による細菌検出におけるベタイン導入効果」

「超微細シクロデキストリンナノゲルの設計と機能評価」

<学部 4 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」

3. 2019 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 1 年生 1 名（英語コース）、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。2019 度は、2018 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、および計算化学に基づく CD 複合体の応答特性解析を行った。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、「シクロデキストリンナノゲルの設計と製造技術」(早下、相馬、竹内:特願 2019-152363)として特許出願を行った。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ナフタレ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、細菌やバイオフィームを蛍光検出できることも明らかにした。3) については、018 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に対する蛍光寿命解析を行い、光誘起電子移動 (PET) 型応答の検証を行った。これらの成果は、学術誌では、*J. Carbon Res.* 誌, *Front. Chem.* 誌, *Anal. Chem.* 誌, *IEEE Transactions on Magnetics* 誌に論文として発表した。*Anal. Chem.* 誌では、表紙に論文が紹介されている。

4. 大学内外における共同的な研究活動

- ・ 科研費基盤研究(A) (H26～30)「ナノ空間包接場を用いる超分子計測・分離システムの開発」研究代表者：早下隆士教授、共同研究者：江馬一弘教授、南部伸孝教授、遠藤 明准教授、橋本 剛准教授
- ・ 国立研究開発法人産業技術総合研究所との学外共同研究(H31)「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
- ・ 物質生命理工学科コロキウムとして、2019年5月に、以下の講演会を開催した。
“Bio/Nano/CMOS Interfaces for Remote Monitoring of Human Metabolism”
Prof. Sandro Carrara (EPFL Lausanne (CH))

日本分析化学会関東支部長として、以下の特別講演を行った。

【特別講演】○早下隆士

「超分子形成に基づく新しい分析試薬の開発」

- ・ 令和元年度日本分析化学会関東支部若手交流会，マホロバ・マインズ三浦，2019年7～5日～6日（神奈川）。
- 「ナノ空間包接場に基づく超分子分析試薬の開発」
- ・ 第2回横浜セミナー，ホテル横浜ガーデン，2019年7月26日（神奈川）。
- ・ 第33回新潟地区部会研究発表会，新潟大学五十嵐キャンパス，2019年9月20日（新潟）。
- ・ 第16回茨城地区分析技術交流会，いばらき量子ビーム研究センター，2019年11月29日（茨城）。
- ・ 第1回群馬・栃木地区分析技術交流会，宇都宮大学陽東キャンパス，2019年12月20日（栃木）。

5. 教育活動

無機化学（分析化学）、分離分析化学、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、分析化学特論（超分子化学）、英語コース：Master's Thesis Tutorial and Exercise 2B、Seminar in Green Science and Engineering 2B、DR.Dissertation Tutorial and Exercise 3A,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常任理事・副会長、ホストゲスト・超分子化学研究会常任幹事、日本分析化学会筆頭副会長・関東支部副支部長、国立大学外部評価委員(2 大学)、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 2020) : 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

フランシスコ教皇の訪日の際、東京ドームで開催されたミサの運営にボランティアとして参加した。

所属 物質生命理工学科

氏名 藤田 正博

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

研究分野: 蓄電池 (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, 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」

ポリエーテルとボ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。ボロキシソル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。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。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。有機イオン性柔粘性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るイオン液体を開発するために水酸化物イオンに着目した。水酸化物イオンを有するイオン液体は水存在下でもセルロースを溶解することができた。セルロース溶解機構解明に向けて、実験的手法と計算化学を併用していく。さらに、セルロース溶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. 2019 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。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ボロキシン環を架橋点とする超分子電解質を合成した。これら高分子固体電解質に所定量のリチウム塩およびマグネシウム塩を添加し、熱物性や電気化学的特性の評価を行った。それら高分子固体電解質の室温におけるイオン伝導度は、 10^{-4} から $10^{-6} \text{ S cm}^{-1}$ 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、諸特性評価を行った。双性イオンを添加することで、イオン液体中へのナトリウム塩の溶解性が向上した。さらに、ナトリウムイオン伝導性が向上した。今後、ナトリウムイオンの伝導機構を調べるとともに、ナトリウムイオン電池の作製も並行して行い、デバイス評価を進める予定である。

有機イオン性柔粘性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。リチウムイオン伝導性を維持したまま、機械的強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リチウムイオン電池を作製し、デバイス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)

- ・有機イオン性柔粘性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)
- ・有機イオン性柔粘性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)
- ・分光学的手法を用いた双性イオンの評価
Prof. Annalisa Paolone (Rome University)
- ・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)

- ・有機イオン性柔粘性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

(コロキウム)

- ・イオン液体中に閉じ込められた水のナノ構造とダイナミクス
阿部 洋 教授, 防衛大学校

2019年6月26日, 15:30 – 17:00, 上智大学6号館304室

- Microscopic origin of the extension of electrochemistry window at Pt/ionic liquid interfaces

大内 幸雄 教授, 東京工業大学

2019年6月26日, 17:00 – 18:30, 上智大学6号館304室

- Design and synthesis of polyketones as shapable molecular ropes

猪熊 泰英 准教授, 北海道大学

2019年11月2日, 15:00 – 16:30, 上智大学9号館355A室

- Ion transport in carbonyl-coordinating solid polymer electrolytes

Dr. Jonas Mindemark, Uppsala University (Sweden)

2019年11月2日, 16:30 – 18:00, 上智大学9号館355A室

(ワークショップ・フォーラム)

- MIRAI workshop in Materials Science

2019年5月21~23日, Linköping, Sweden

- 3rd ERLEP Trans-Disciplinary Forum 2019

2019年10月16~18日, Hokkaido University, Sapporo,

(セミナー)

- Development of functional ionic liquids for battery research and biomass processing

Seminar

2019年5月20日, 13:00 – 14:00, Stockholm University, Room C516N

- フレキシブル固体電解質の開発-柔粘性結晶の基礎と評価方法-

情報機構セミナー

2019年7月19日, 12:30 – 16:30, 川崎市産業振興会館10階第4会議室

- 柔粘性結晶の基礎と新奇固体電解質材料としてのポテンシャル

-柔粘性結晶の基礎, 評価方法, 応用-

サイエンス&テクノロジー

2019年10月29日, 13:00 – 16:30, 千代田区駿河台 連合会館4F404

(講演会)

- イオン液体とそれら誘導体を用いたリチウムイオン電池の開発

19-1 水素・燃料電池材料研究会

2019年6月7日, 15:10 – 16:10, 首都大学東京秋葉原サテライトキャンパス

・電解質材料としてのイオン液体の進化

2019年度イオン液体研究会

2019年7月5日, 10:05 - 10:50, 慶應義塾大学矢上キャンパス

・リチウムイオン二次電池の開発-いつでも、どこでも、だれにでも-

ノーベル賞解説講演会

2019年11月19日, 17:40-18:30, 上智大学6号館307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, 高分子解析特論, 大学院演習, 応用化学ゼミナール

「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」

授業では、パワーポイントのスライドと板書を併用して説明を行っている。授業で使用するスライドを事前にプリントし、授業前に配布することで、学生が話に集中できるよう配慮している。

「理工基礎実験・演習 (化学)」

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。ただし、丁寧に説明したため、実験の時間が短くなった。説明と実験の時間配分については今後の課題である。

「ソフトマテリアル」

授業の基本的なスタイルは、「基礎化学」と同様である。さらに、学生の理解度を把握するため、小テストを複数回行っている。採点后、小テストを学生に返却し、解答を詳細に説明している。小テストに加えて、講義のまとめ、課題をレポートとして課している。レポートを提出させるだけでなく、全てコメントを入れて採点し返却している。

2019年度からクォーター科目となったため、週2回授業を行った。週1回のときと同様の授業スタイルで進めたが、クォーター科目としての特色を活かせるように改善したい。

「Science, Technology, and Environment」

2019 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。授業の基本的なスタイルは、「基礎化学」と同様である。受講生のほとんどは、グリーンサイエンスとグリーンエンジニアリングに所属する学生であるが、それぞれの専門が異なるため、化学に対する理解度も異なる。基本的なことから説明するように心がけ、学生が理解しやすいように配慮した。

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

（学内）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 1 年および 2 年クラス担任

（学外）高分子論文集編集委員、水素・燃料電池材料研究会運営委員、
Green Chemistry Letters and Reviews, Associate Editor
Frontiers in Chemistry, Guest Editor

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

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

「シ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. 2019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

一般に光合成を行う植物細胞には多数の葉緑体が存在する。葉緑体の形成と遺伝には、葉緑体の増殖 (対称二分分裂) と細胞分裂時の分配という2つの独立した過程が関わっており、ある細胞タイプで葉緑体の数がいかに決定されるのかという問いは、ごく基本的なものとなる。陸上植物に普遍的な気孔孔辺細胞には、一細胞あたり数個から数十個の葉緑体が存在する。文献調査の結果、孔辺細胞の葉緑体数は歴史的に植物の倍数性検定などの形態指標としてよく利用されてきたものの、葉緑体増殖・分配の研究例はあまり

存在しないことが明らかになった。孔辺細胞は孔辺母細胞の対称分裂を介して生じる。シロイヌナズナの過去文献及び本研究室における予備的調査により、シロイヌナズナの孔辺細胞が葉緑体増殖・分配を解析する格好のモデルとなることが示唆された。今後は、孔辺母細胞以降の分化ステージの葉緑体を対象に詳細に観察・追跡する予定である。

(2) 葉緑体分裂異常変異体における色素体形態形成の研究

本年度も琉球大学と協同で進めているストロミュール（葉緑体の二重包膜が細胞質側にチューブ状に突出した構造）の過剰形成かつ葉緑体分裂位置異常を示す *suba2* 変異体の解析を行った。昨年度までに敷石細胞と孔辺細胞の解析はほぼ終了しており、本年度は表皮構成細胞では唯一未着手のトライコーム細胞を解析した。蛍光顕微鏡観察の結果、*suba2* の葉肉細胞では葉緑体の減少と巨大化が起こることが知られているものの、トライコームでは小さな顆粒状の白色体が異常に増殖かつ一か所に集合するという、極めて興味深い現象が起こることが明らかになった。これまでのデータと総合すると、1枚の葉を構成する葉肉細胞、敷石細胞、孔辺細胞、トライコーム細胞の四者の間でも多様な色素体異常形態が現れることが明らかになった。

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」
(共同研究先：上智大学・白杵豊展先生、琉球大学・伊藤竜一先生)
- (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 (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) 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 3B and 4A

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

今年度もゲノム編集作物の社会受容という時事的な話題が、日本で同時進行的に生じた。そのため、「ゲノム編集」について解説内容の充実化を進めた。

(2) 植物機能科学特論

今年度も植物園見学を実施した。また植物科学分野の学習・理解の向上の一環として、植物栽培を取り入れた。今年度は大学院進学希望の学部4年生が受講者であったため、それに応じた授業内容に修正を図った。

(3) Topics of Plant Science

スーパーグローバル (SGU) プロジェクトから予算支援を受け、期末試験を前年度から質的に刷新して実施することができた。

(4) 生物科学実験 I

今年度も PowerPoint 資料を改訂した。理工学部の移転計画により、実験室を「生物科学実験 I」と「物質生命理工学実験 A」で同時期に利用することになり運営状況が難しい状況であったが、実習プログラムの円滑化と資材の整備を図りこれに対処した。

(5) 物質生命理工学実験 A

これまで受講生2名で1台の光学顕微鏡使用状況であったが、長年の顕微鏡台数増加の努力の結果、今年度から1人1台の形で実施することができた。これにより、受講生の顕微鏡操作習得、観察作業、興味に基づく観察の自由度が改善された。また、今年度も PowerPoint 解説資料を改訂し、生物スケッチにおける意識向上を促した。

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

(学外) 理工学振興会運営委員

8. 社会貢献活動、その他

特になし。

所属 物質生命理工学科

氏名 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

キーワード： 気相原子分子，低エネルギー電子分光実験，電子-金属・難揮発性分子表面電子分光，放射光共同利用による光電子分光実験・紫外線吸収分光実験，電離・質量分析・解離性電子付着，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。）

「低エネルギー電子とアンモニア分子の衝突における光学的禁制遷移に関する研究」

「電子エネルギー損失分光法を用いた電子と金属表面の相互作用に関する研究」

「ヘキサオクチルニトリロ三酢酸トリアミドの電子状態に関する研究」

「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」

（以上，卒業研究）

「低エネルギー電子と NH₃・ND₃ 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」

（修士論文研究）

（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低エネルギー電子と原子・分子衝突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きた。中長期的には、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. 2019 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 電子とアンモニア (NH_3) 分子との衝突における最低励起状態への光学的禁制遷移の非弾性散乱断面積の定量測定を閾値近傍で行い、先行研究の理論計算の有用性を検証した。本測定結果は、国内外問わず初の測定結果であり投稿論文として準備中である。
- ② 低エネルギー電子と NH_3 、および重アンモニア (ND_3) 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。本測定結果もまた国内外問わず初めての測定結果であり投稿論文として準備中である。
- ③ 四重極質量分析器 (QMS) を用い、電子と NH_3 分子の衝突における電離、解離過程で生成された正イオン、および解離性電子付着で生成された負イオンの測定を行い、よく知られた衝突断面積に規格化し、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を行った。本測定では、既存の QMS に内蔵された電子銃を用いたことで、表面解離等を起こし、純粋な衝突で生成されたイオン以外のバックグラウンドも同時に検出される問題があった。そこで現在、外部電子銃を別途設置したビーム交差法による新たな装置を開発し、バックグラウンドを軽減した高精度な測定を目指して準備中である (継続課題)。
- ④ 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研究を行った。大型放射光施設である高エネルギー加速器研究機構フォトンファクトリー-BL-20A における高分解能電子分光装置 SCIENTIA R 4000 を用いた光電子分光実験と本学において新たに開発された電子分光装置を用いた電子エネルギー損失分光実験結果により、HONTA のイオン化状態および電子励起状態に関する知見を得ることに初めて成功した (継続課題)。
- ⑤ これまでも継続課題であった高エネルギー加速器研究機構フォトンファクトリー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。昨年度開発された加熱ノズルは約 450 度までの加熱に成功し、加熱分子の高エネルギー分解能光電子スペクトル測定に成功し、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っている (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。)

- 学内共同研究 (物質生命理工学科, 小田切丈教授) 「高エネルギー加速器研究機構フォトンファクトリーにおける放射光共同利用における加熱分子の光電子分光実験」
- 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

- 量子物理化学（理工共通科目）：講義資料，演習問題，中間期末試験作成
- 原子衝突物理学（学科専門科目）：講義資料，期末試験作成
- 現代物理学の世界 A/B（全学共通科目 2名輪講）：講義資料作成，リアクションペーパー質問準備と採点，試験問題作成と採点
- Quantum Reaction Dynamics（英語コース）：講義資料，演習問題，レポート作成
- つくる2（高学年向け全学共通科目）：コーディネーター
- 卒業研究 I・II，ゼミナール I・II：説明資料の作成，実験指導，研究資料作成指導，ゼミ合宿での中間発表評価，発表練習等
- 理工基礎実験演習（物理分野前半7週間担当）
- 物質生命理工学実験 B：コンピューター課題（MS Excel & Power point）課題資料作成，課題6「原子の励起と発光」テキスト・課題作成，採点・レポート指導等

2) 大学院教育

- 原子衝突物理特論：講義資料・リアクションペーパー・レポート課題の作成
- 物理学序論（輪講科目1週）：講義資料作成，リアクションペーパー評価
- Green Science and Engineering（輪講科目1週）：講義資料作成，リアクションペーパー評価
- 研究指導 IA/IB，物理学ゼミナール IA/IB：指導資料作成，研究指導

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

① 「量子物理化学（理工共通）」

限られた講義期間内ですべての必要な知識を教育するのは難しいことから，毎回の講義前に Moodle 上で講義資料や要点を配布することで予習を推奨し，さらに途中式のフォローや理解度を把握するためのリアクションペーパー，宿題を課すことで内容理解の定着を図った。物理学を専門としない出来るだけ多くの学生が理解できるよう教科書に書かれている内容のみならず，関連する背景や実験など追加事項として説明することにより興味を持ってもらえるように工夫した。

② 「原子衝突物理学（学科専門科目）」

少しでも物理分野に興味を持ってもらえるよう基本的な重要事項から最近の研究テー

マや現在まだ不明な現象の説明，時にはニュースで報道された不思議な現象などを講義内に取り入れ，少しでもミクロな世界に興味を持ってもらえるよう工夫した。講義内では，リアクションペーパーとレポートを組み合わせることで講義内容の定着を図った。

③ 現代物理学の世界 A・B (全学共通科目 2名輪講)

本科目は，少しでも現代物理学の重要性や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広く講義することを目的とした。開講2年目であり，全学共通科目の性質上，理系・文系学生に関わらず興味を持ってもらいたいという意識から，数式の使用は最小限に留め，デモンストレーションの実験を見せるような工夫も行った。授業アンケートでは，文系学生には少々難しい内容であったという意見も見受けられたことから，次年度は，リアクションペーパーや講義において，あまり専門的な用語など用いず言葉遣いなどに注意し，受講者全体に興味を持ってもらえるようさらに工夫をしたい。

④ Quantum Reaction Dynamics (英語クラス)

この英語クラスは，受講生が少ない特徴を生かし，講義に関連したデモンストレーション実験の実施や写真やグラフ，最先端の研究結果なども積極的に交えて講義を実施した。学生の定着度を講義中に把握できる利点があることから，講義中でもこちらから質問し，学生から質問を受け，全員で議論できるような学生参加型の講義を実施した。

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

(学内) 学科カリキュラム委員 (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

(学外) 核融合科学研究所原子分子データベース委員会

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

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：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，新機能性材料の合成，トラックでリバティーシステム，新調理器具，有効的植物育成法の開発

キーワード：電子レンジ，マイクロ波化学，光触媒，水素エネルギー，汚染物質の処理，植物育成，ナノ材料など

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」

「マイクロ波ゴム製法の開発」

「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」

「マイクロ波を用いた機能性ナノ材料の合成法の開発」

3. 2019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：1件

著書：2冊

論文数：9報

特許：5件

依頼・招待講演：7件(海外は2件)

テレビでの研究紹介：6番組

新聞：2紙

環境やグリーンケミストリーをキーワードに、有機合成、触媒反応、光触媒、化学反応装置、界面化学、ナノ粒子合成、錯体合成、分子動力学(シミュレーション)などの多岐にわたる研究を行い、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、企業からの奨学寄附金や共同研究費の複数取得、競争的資金にも採択された。

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。)

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・京都大学生存圏研究所との

共同研究

民間企業より奨学寄附金や共同研究費 複数取得

学会活動

日本電磁波エネルギー応用学会安全セミナー、講演会、研究会等の企画運営

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

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。)

講義では学生の集中が切れないように、脈略のある内容説明を心がけた。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みます。)

(学内)

SL0 委員・理工と学科入試委員・コロキウム委員・庶務委員

(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 幹事・委員

(独)科学技術振興機構研究成果最適展開支援プログラム専門委員

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。)

民間企業より共同研究費寄付金を多数取得

1. 研究分野とキーワード

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

- (i) 酸素 2 つと炭酸イオン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) ピリジルアミン三座配位子を有するルテニウム錯体の系統的な物性評価および酸化還元ともなう二核化反応
- (iii) 二窒素がルテニウム間を架橋した二核錯体の同定および架橋部位の反応性検討
- (iv) 一酸化窒素が 2 つルテニウム間を架橋した二核錯体の反応
- (v) 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電子構造の解明およびカチオン認識に関する評価
- (vi) 酸化還元活性な配位子を有するルテニウム錯体の合成検討

(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であることが多くあり、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。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。

3. 2019 年度の研究成果

学術論文 (査読付) 2 件、および学会発表 13 件において成果を報告した ((i)~(v))。さらに(v)に関して国際雑誌 (査読付) に投稿中である。

下記の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 つおよび 2 つルテニウム間を架橋した二核錯体を合成し、水溶液中での反応性について詳細に評価した (一部を論文発表済み)。

- (ii) ピリジルアミン三座配位子を有するルテニウム錯体を、6つのうち残りの3つの配位子の組み合わせを系統的に変えて合成し、物性評価を行った（論文発表済み）。それらの錯体の酸化還元反応にともなう二核化の検討を行った。
- (iii) 二窒素がルテニウム間を架橋した二核錯体の同定および二窒素架橋部位の反応性に関する検討を進めた。
- (iv) 一酸化窒素が2つルテニウム間を架橋した二核錯体の反応について検討し、新規反応を開拓した。
- (v) 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合成し、磁気測定および理論計算により電子構造を理解した。カルボニルアミナト部位におけるカチオン認識に関する評価を行い、その相互作用の詳細を解明した（論文投稿中）。
- (vi) 酸化還元活性な配位子を有する新規ルテニウム錯体の合成を検討した。適切な原料錯体を選択し、その物性および反応性を多角的に検討した。
- (vii) 三座配位子を有する新規鉄およびコバルト錯体の合成を検討し、物性および酸化還元特性に関する評価を進めた。

4. 大学内外における共同的な研究活動

(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
- ・(橋本 剛准教授、臼杵 豊展准教授) 有機化合物の単結晶 X 線構造解析

(学外)

- ・共同研究
(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, 12, 1月に計4回実施)
立教大学 和田 亨教授、筑波大学 小島 隆彦教授の研究グループとの研究交流

5. 教育活動

(学内)

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）

6. 教育活動の自己評価

「錯体化学」(学部専門科目)：前年度の受講生からの意見を踏まえ、パワーポイント中心の授業から板書中心の授業へと移行し、より丁寧な説明を心掛けた。授業中に複数回演習を行い、その回答を講義内に行うことで学習内容の実践と定着を試みた。授業後には複数の受講

生から多くの質問が出るようになり、「何がわからないかわからない」状況から多くの学生が脱し、次の次元へ進んでいたことが考えられる。次年度以降、より多くの演習問題を授業内外で扱うようにする。

「無機反応化学」(大学院)：天然の様々な反応とその基礎理論、「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結果から、受講生それぞれに反応に対する興味が生まれたと感じた。演習の取り入れ方、および講義内での学生とのインタラクションの方法をより改善していく。

「卒業研究」：ゼミの時間外にも、都度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。

7. 教育研究以外の活動

(学内) 庶務厚生委員、機器担当 (ESR)

(学外) 該当なし

8. 社会貢献活動、その他

- ・ オール・ソフィアーズ・フェスティバル (ASF) におけるポスター発表 (「多様な骨格を有する遷移金属錯体の創成と反応」)
- ・ 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 豊展准教授)
- ・ X線作業主任者資格取得 (10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。)

「メダカ孵化腺細胞分化の研究」 (遺伝子ノックアウト胚の作製) 大学院修士課程研究

「孵化の引き金物質の探査」 大学院修士課程研究

「ニジマス孵化酵素の卵膜分解機構と孵化酵素分解物の解析」 大学院修士課程研究

「硬骨魚類の卵膜硬化に関与するトランスグルタミナーゼ遺伝子」 大学院修士課程研究

「メダカ卵膜構築機構の研究」 卒業研究

「アユ孵化酵素の精製」 卒業研究

「ウナギ受精時の卵膜硬化機構」 卒業研究

「遺伝子ノックアウトメダカを用いた卵膜硬化分子機構の解析」 卒業研究

3. 2017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法のより、メダカを用いてKlf17遺伝子の破壊を行った。ホモノックアウト個体は、孵化腺細胞の分化が抑えられていることが解り、Klf17遺伝子は、孵化腺細胞分化に関与することが明らかとなった。

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。卵巣からクローン化したトランスグルタミナーゼが、血液凝固に関わるFXIII遺伝子と高い相同性を示した。トランスグルタミナーゼによる卵膜硬化機構は魚類特有であることから、硬化に関与するトランスグルタミナーゼ(硬化Tg)は、FXIII遺伝子の重複と多様化の結果、真骨魚類の進化過程で出来上がった遺伝子であると考えられる。ニジマスのゲノムを探索すると硬化TgとFXIII遺伝子の両方が存在する。ニジマス卵の硬化過程を調べると、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た。N-末端のプロセッシングは、FXIIIa と共通の機構である、一方で FXIIIa では、C-末端部がプロセッシング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。これは、FXIII 遺伝子重複後に、一方の遺伝子が硬化に特化した機能を獲得したことを示している。さらに、新骨魚類で系統的に分岐の早いウナギの卵膜硬化機構を調べると、メダカやニジマス（10 分程度で完了）と比べ硬化速度が明らかに遅い（3 時間程度）ことがわかった。さらに受精直後に起きる ZP たんぱく質のプロセッシングに加え硬化 Tg のプロセッシングも起きないことが判明した。このことは、遺伝子重複後の新規遺伝子の創生後、効率の良いシステムに進化していることがわかり、卵膜硬化の分子機構の解明は進化学的に興味深い研究となると考えている。

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。共著で論文を投稿中

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。）

発生生物学入門、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（3 回）生物科学実験 I

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

生物系の授業は、パワーポイントとプリント配布により、学生が生物現象をより具体的に理解できるよう心掛けている。授業での学生の理解度を、授業での学生の反応とリアクションペーパーより把握し、多くの学生が理解できるよう毎年授業の改変を行う。

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

（学内）1 年次生 物質生命理工学科クラス担任

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。

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

研究分野： アニオン性・カチオン性高分子電解質材料の合成と燃料電池に関する研究、金ナノ粒子の合成と触媒活性に関する研究、ペロブスカイト型太陽電池を用いた人工葉の研究

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

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

① 「プロトン伝導性高分子の高次構造制御と燃料電池特性に関する研究」

(大学院研究)

② 「触媒層アイオノマーの物質透過性と発電特性に関する研究」(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評価方法に関して総括的研究を行っている。①では、ジブロックまたはトリブロック型高分子電解質のマイクロ相分離が形成する高次構造と電解質特性の関係を明らかにし、高次構造が燃料電池特性の支配因子であること明らかにする。さらに、高次構造を制御することで燃料電池の特性を飛躍的に向上させることを目的に研究を展開している。②においては、触媒層のアイオノマーとして上述のブロック型高分子電解質を用いることで、物質輸送性を制御する試みをしている。特に、電解質膜では得られない高い酸素透過性を実現するために、構造や形成方法が酸素透過性に与える影響について系統的に調査している。

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。高い水素生成を目的に、セル構成や耐水性の検討を行っている。

3. 2019 年度の研究成果 (論文発表、学会発表等の業績リストは「上智大学教員教育研究情報データベース」に必ず記入してください。ここでは、達成状況を文章または簡条書きで記入してください。)

・項目①：高感度透過型電子顕微鏡とシンクロトロン小角 X 線散乱を用いて、系統的に合成したジブロック、トリブロック型電解質材料の高次構造の観察を行った。親水-疎水組成比率、総分子量、化学構造とマイクロ相分離構造の関係を明らかにした。さらに、熱処理、キャスト溶媒、溶媒蒸気アニーリングがマイクロ相分離構造の形成に与える影響を明らかにした。結果として、高次構造はプロトン伝導性の支配因子であり、それを制御することでさらなる特性向上が期待できることが分かった。

- ・項目②：上記の電解質膜とは反対に、触媒層中のアイオノマーは高い酸素透過性を有する必要がある。しかしながら、多くのアイオノマーはプロトン伝導性を維持するために酸素透過性を犠牲にしている。この問題を解決するために、マイクロ相分離構造の形成とともに特殊な凝集体構造を形成するジブロック型高分子電解質を触媒層アイオノマーに応用することを試みた。結果として、これらの材料では物理的および化学的な酸素透過性が期待できることが明らかになった。さらに、高温域での使用もできることから、次世代燃料電池のアイオノマーとしても期待できることが明らかになった。
- ・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は、次元制御された半導体材料として期待されている。これまではこの材料を太陽電池として用いていたが、新たに水の光分解に応用することを試みた。多くの有機無機ハイブリッド材料は、耐水性が低いことが問題であったが、光硬化剤による封止でセルの耐水性が向上することを見出した。さらに、セル構成を変え、セル構成と起電力の関係を明らかにした。

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

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、「固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業／普及拡大化基盤技術開発/MEA 性能創出技術開発」、2019 年、60,690,000 円
- ・トヨタ自動車株式会社 タイトル等非公開、2019 年、12,005,000 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」、2019 年、6,000,000 円

シンポジウム等

- ・第 26 回燃料電池シンポジウム、東京、2019/5/23-5/24、運営委員

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

有機分子、機能性高分子、物質生命理工実験 C、ゼミナール、卒業研究、英語コース（ゼミナール等）、有機合成特論、応用化学ゼミナール、大学院演習、短期英語研修（夏期、春期）

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

「有機分子」

昨年に引き続き、「有機分子」では Moodle での資料提供を行い、その内容も充実した。また、試験直前での授業コマ数外の補講をテスト的に実施した。試験週間に入っていたので 9 名ほどの参加者であったが、授業では理解できなかったところを 90 分間個人指導した。「物質生命理工実験 C」

物質生命理工実験 A-C において、大幅な実験内容の変更を行った。物質生命理工実験 C に高分子材料系の実験を新たに取り入れ、日英の実験テキストも大幅に改訂した。慣れない実験で学生、TA ともに戸惑いが見られたが、材料系の実験の必要性を感じた。

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) 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 (上記の項目に含まれない事項があれば必要に応じて記述してください。)

- ・日清紡績 (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 (2020 年 3 月 6 日) を企画した。(新型コロナウイルス感染対策で延期)