

都市環境学部

環境応用化学科

都市環境科学研究科

環境応用化学域

2019年度 アニュアルレポート



各研究室からの年次報告

川上研究室	.....	1
益田研究室	.....	7
朝山研究室	.....	10
久保研究室	.....	12
瀬高研究室	.....	16
金村研究室	.....	18
梶原研究室	.....	23
高木研究室	.....	25
内山研究室	.....	30
宍戸研究室	.....	35
首藤研究室	.....	39

特定学術研究	40
--------	-------	----

社会貢献	42
------	-------	----

学位論文	45
------	-------	----

応化コロキウム	48
---------	-------	----

学科・学域プロモーション	50
--------------	-------	----

大学院入試説明会

入学前教育

在籍学生数	52
-------	-------	----

先端機能物質分野 川上研究室

教授 川上 浩良 准教授 山登 正文 准教授 佐藤 潔 准教授 田中 学

■ 構成員

川上 浩良(かわかみ ひろよし)教授/工学博士
 高分子化学、機能性高分子、高分子電解質膜、ナノファイバー工学、バイオマテリアル、エピジェネティクス工学、フリーラジカル科学
 9-638号室 TEL:042-677-1111 内線4972
 kawakami-hiroyoshi@tmu.ac.jp

山登 正文(やまと まさふみ)准教授/博士(工学)
 高分子科学、磁気科学
 9-137 室 TEL: 042-677-1111 内線4837
 yamato-masafumi@tmu.ac.jp

佐藤 潔(さとう きよし)准教授/博士(工学)
 有機合成化学、分子認識化学、複素環化学、構造有機化学
 9-349 室 TEL: 042-677-1111 内線4886
 sato-kiyoshi@tmu.ac.jp

田中 学(たなか まなぶ)准教授/博士(工学)
 高分子化学、エネルギー材料、燃料電池、二次電池、ナノファイバー、高分子膜
 9-639号室 TEL:042-677-1111 内線4586
 tanaka-manabu@tmu.ac.jp

博士課程 2名
 修士課程 19名
 学部 4年 8名

■ 研究概要

機能性分離膜に関する研究

川上浩良、山登正文、田中学

地球温暖化の原因とされる温室効果ガス等その発生源で分離回収することは緊急に確立されるべき研究課題である。我々は含フッ素ポリイミドや固有微細孔性高分子(PIM)に表面修飾シリカナノ粒子を添加することで既存膜を上回る優れた二酸化炭素透過性、選択性が達成可能であることを報告してきた。

本年度は、表面修飾ナノ粒子の修飾領域の拡大が気体透過係数の増大につながることを見出した。表面修飾ナノ粒子添加高分子複合膜の温度依存性についても明らかにした。さらに、非対称構造を有する複合膜の成膜の研究にも着手した。

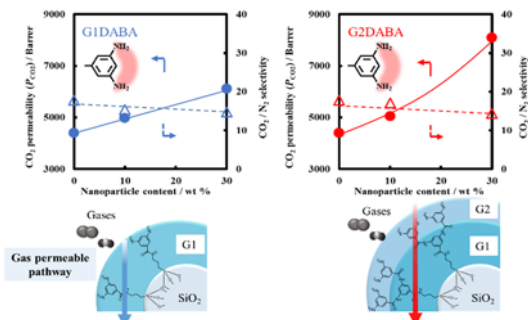


図 1. 複合膜に添加する粒子表面の修飾領域拡大による気体透過係数の増加

高分子固体電解質膜に関する研究

川上浩良、田中学

固体高分子形燃料電池はクリーンで再生可能なエネルギーとして期待されており、その実用化・普及には、低コスト化および高温低湿条件での燃料電池作動が求められている。本研究室では、プロトン伝導性ナノファイバーに着目し、次世代型高分子電解質膜の研究を行っている。例えば、酸ドープ型ナノファイバーを基盤とする複合電解質膜は、低湿度での高いプロトン伝導性に加え、優れたガスバリア性と膜安定性を有し、従来材料を上回る優れた燃料電池発電特性を示すことを明らかにしている。

本年度は、ナノファイバー内部へのプロトン伝導性の付与、ナノファイバー間の溶着による連続性向上、ナノファイバー表面の多層修飾を組み合わせることで、ナノファイバー複合電解質膜のさらなる特性向上を達成した。さらに、マトリクス高分子として安価で耐熱性、ガスバリア性、機械強度の優れたスルホン酸基を有さない芳香族炭化水素高分子を適用することにも成功した。

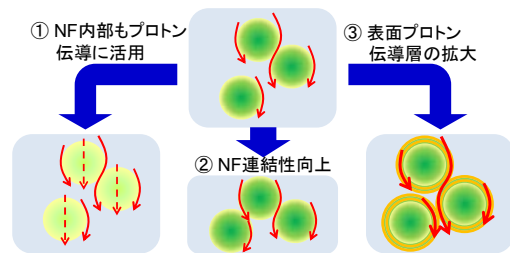


図 2. 新規プロトン伝導性ナノファイバー複合膜のコンセプト

ナノファイバーに関する研究

川上浩良、田中学

ナノファイバーは、ナノオーダーのファイバー径を有し、大きな比表面積とファイバーの配向による優れた機械的強度を示すことが知られている。我々はエレクトロスピニング法を用い、ポリマー種や作製条件の最適化により直径 50nm 以下のファイバーを作製すること、ナノファイバー単体の力学強度やイオン輸送特性を評価することに成功してきた。

本年度は、全固体二次電池応用を志向した、リチウムイオン伝導性高分子ナノファイバーからなる複合電解質膜の作製と二次電池評価に取り組んだ。分極結晶を有するポリフッ化ビニリデン(PVDF)ナノファイバーからなる複合電解質膜を作製した。新規ナノファイバー複合膜は、ナノファイバーを含まない同一組成の単独膜と比較して、優れたリチウムイオン伝導性と良好な二次電池特性を示した。

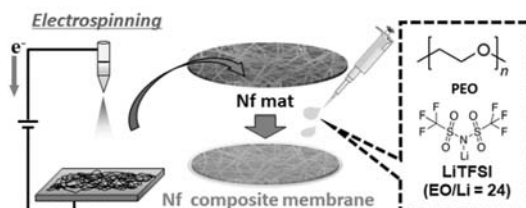


図 3. 全固体二次電池応用を志向したナノファイバー複合電解質膜の作製

多電子レドックス触媒に関する研究

川上浩良、佐藤潔

天然の金属酵素は、水中温和な条件下で多彩な化学反応を迅速に引き起こしている。天然の金属酵素の機能を人工的に模倣することは、薬剤応用可能な金属錯体の開発や、環境・エネルギー分野への応用が可能な触媒の開発に繋がる等、様々な分野への応用が期待できる。

本年度は、金属ポルフィリンの活性中心近傍に6個のフェノール性水酸基を配置した新規錯体をプロトン共役型多電子CO₂還元触媒として合成した。得られた錯体は、金属中心とフェノール性水酸基の協同的な還元作用によるCO₂還元波が観測された。環境・エネルギー分野において重要なCO₂の電気化学的還元用触媒として、触媒活性のさらなる向上を検討中である。

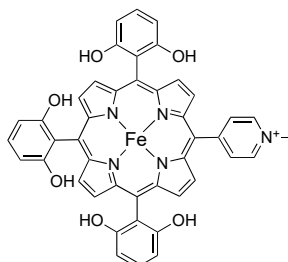


図 4. プロトン共役型多電子 CO₂還元触媒

エピジェネティクス工学と細胞老化抑制に関する研究

川上浩良、佐藤潔

エピジェネティクスはDNA塩基配列によらずに遺伝子発現を制御でき、その発現プロファイルは一度ゲノム上に書き込まれると安定して細胞分裂後も維持できるという特徴を有している。後天性疾患は、塩基配列の変化を伴わない後天的な遺伝子発現制御であるエピジェネティクス異常が強く関与していると考えられ、エピジェネティクスを人為的に制御できれば新しい治療法となり得る。

本年度は、クロマチン構造の人為的な弛緩によるエピジェネティック制御を可能とする合成ポリマーの開発を目指し、3種類の細胞核移行経路に合わせたアニオン性ペプチドをそれぞれ合成して、それらの核内輸送と遺伝子発現の変化を検討した。また、これらと平行して細胞老化の抑制を目指したマイトファジー誘発能を有するリポソームナノキャリアの適用範囲の拡大についても検討した。これらの新規バイオマテリアルは後天性疾患治療や再生医療への応用が期待される。

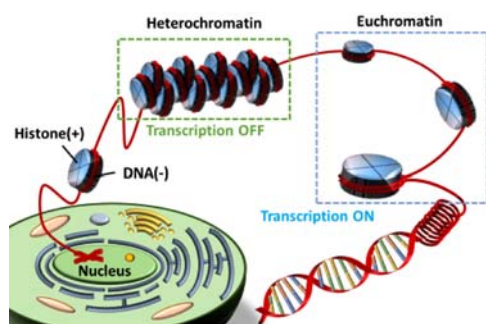


図 5 エピジェネティクスコントロールによる遺伝子発現制御

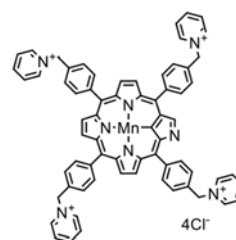
生体内フリーラジカル制御分子に関する研究

川上浩良、佐藤潔

生体内に存在するスーパーオキシドジスムターゼ(SOD)は細胞内で発生した活性酸素(ROS)(特にO₂⁻)を特異的に消去する生体防御系酵素として作用している。我々はSODミメテ

ィックカチオン性マンガン(Mn)ポルフィリン錯体が優れたSOD活性及び細胞内ONOO⁻消去活性更に起因する抗酸化活性を示すことを明らかにしてきた。

本年度は、中心金属の高酸化状態を安定化するN-混乱ポルフィリンを用い、触媒的なONOO⁻の不均化を可能にする新規カチオン性N-混乱Mnポルフィリン錯体の改良を試みた。N-混乱Mnポルフィリン錯体は、還元剤非存在下で既存の金属ポルフィリン系錯体よりも高いONOO⁻消去活性を示し、細胞毒性もコントロールとの比較において差異は認められなかった。さらに、N-混乱部位のピロール環の窒素を利用したダイマー化により、ONOO⁻消去活性とカタラーゼ活性を併せ持つ人工酵素の合成も検討した。



Mn N-confused porphyrin (MnNCP)

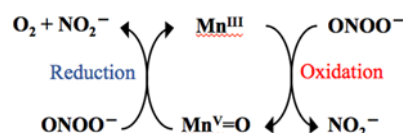


図 6 ONOO⁻消去活性を有するカチオン性N-混乱Mnポルフィリン

反磁性物質の磁気プロセスに関する研究

山登正文

多くの物質が示す反磁性の性質を利用して高次構造を巧みに制御し、材料の特性向上、新規機能発現を目指した研究を行っている。

今年度は異方性有機無機ハイブリッドゲルの作製に関する研究を中心に行った。回転磁場を利用することでゲル内のクレイの面配向を達成した。得られたゲルはヤング率や膨潤において異方性を示し、力学的に異方性を有するゲルの作製に成功した。

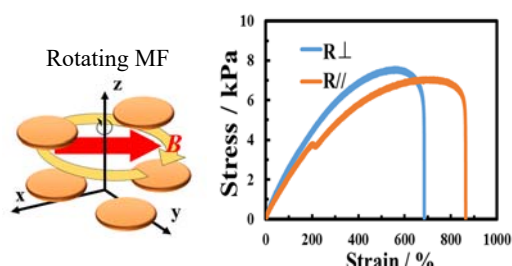


図 7 回転磁場によるクレイの面配向の概略図と得られたナノコンポジットゲルの応力ひずみ曲線

査読付き論文

- Manjit Singh Grewal, Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, "Fabrication and characterizations of soft and flexible Poly(dimethylsiloxane)-incorporated network polymer electrolyte membranes", *Polymer*, **186**,122045 (2020).
- Yuki Kudo, Hiroto Mikami, Manabu Tanaka, Tadayuki Isaji, Kazutoshi Odaka, Masafumi Yamato, Hiroyoshi Kawakami, "Mixed matrix membranes comprising a polymer of intrinsic microporosity loaded with surface-modified non-

- porous pearl-necklace nanoparticles”, *Journal of Membrane Science*, **597**, 117627 (2020).
3. A. Endo, T. Nagakura, H. Kawakami, and S. Asayama, Synthesis and Characterization of Lactosylated Poly(1-vinylimidazole) for Cell-Specific Plasmid DNA Carrier, *Internal Medicine and Care*, **4**, 1–5 (2020).
 4. Naoki Sakaguchi, Manabu Tanaka, Masafumi Yamato, Hiroyoshi Kawakami, “Superhigh CO₂-Permeable Mixed Matrix Membranes Composed of a Polymer of Intrinsic Microporosity (PIM-1) and Surface-Modified Silica Nanoparticles”, *ACS Applied Polymer Materials*, **1**, 2516–2524 (2019).
 5. Tsukasa Watanabe, Yuta Inafune, Manabu Tanaka, Yasumasa Mochizuki, Futoshi Matsumoto, Hiroyoshi Kawakami, “Development of all-solid-state battery based on lithium ion conductive polymer nanofiber framework”, *Journal of Power Sources*, **423**, 255–262 (2019).
 6. Manjit Singh Grewal, Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, “Free-standing polydimethylsiloxane-based cross-linked network solid polymer electrolytes for future lithium ion battery applications”, *Electrochimica Acta*, **307**, 148–156 (2019).
 7. Manjit Singh Grewal, Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, “Bifunctional poly(ethylene glycol) based crosslinked network polymers as electrolytes for all-solid-state lithium ion batteries”, *Polymer International*, **68**, 684–693 (2019).
 8. Taku Ibaraki, Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, “Fast surface proton conduction on acid-doped polymer nanofibers in polymer electrolyte composite membranes”, *Electrochimica Acta*, **296**, 1042–1048 (2019).
 9. Kosuke Chikuma, Kohei Arima, Yutaro Asaba, Riku Kubota, Shoichiro Asayama, Kiyoshi Sato, Hiroyoshi Kawakami, “The potential of lipid-polymer nanoparticles as epigenetic and ROS control approaches for COPD”, *Free Radical Research*, 1–12 (2019).
 10. Riku Kubota, Shoichiro Asayama, Hiroyoshi Kawakami, “Catalytic antioxidants for therapeutic medicine”, *Journal of Materials Chemistry B*, **7**, 3165–3191 (2019).
 11. Yuki Kobayashi, Sakura Taneichi, Hiroyoshi Kawakami, Yoichi Negishi, Shoichiro Asayama, “Plasmid DNA Mono-Ion Complex for in Vivo Sustainable Gene Expression”, *ACS Omega*, **4**, 11464–11471 (2019).
 12. Fuminori Ito, Hidetaka Yamada, Kiyoshi Kanamura & Hiroyoshi Kawakami, “Preparation of Biodegradable Polymer Nanospheres Containing Manganese Porphyrin (Mn-Porphyrin)”, *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, **29**, 1010–1018 (2019).
- 長会催 (東京), 2019 月 6 月
5. 川上浩良, 化学の力で医療に革命を起こせ, 夢ナビ (東京), 2019 月 6 月
 6. 川上浩良, 水素エネルギーが地球温暖化を止める, 東京都環境局主催, 都民講座 (東京), 2019 月 8 月
 7. 川上浩良, 有機高分子ナノファイバー及びその積層体による機能性材料の創出, 新化学推進協会主催, 先端化学・材料技術部会講演会 (東京), 2019 月 10 月
 8. 川上浩良, これからの社会で求められる教育と教師, 全国高等学校長協会 (東京), 2019 月 10 月
 9. Hiroyoshi Kawakami, CO₂ Management by Mixed Matrix Membranes Containing Nanoparticles with Gas Permeable Nano-space, International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (Kyushu University) 2019 月 12 月
 10. 川上浩良, エピジェネティクス工学と抗酸化能により導かれる新規疾患治療と老化制御, ファインケミカルジャパン 2020 (東京ビックサイト), 2020 月 3 月
 11. 山登正文, 高分子の熱的・磁氣的性質, 2018 年度若手社員のための高分子基礎講座 (横浜ゴム湘南セミナーハウス), 2019 年 10 月
 12. 山登正文, 結晶性高分子の過冷却状態の理解と磁場による高分子の配向制御, 第 25 回 日本磁気科学会 2019 分科会研究会 (日大駿河台校舎), 2019 年 12 月
 13. 田中 学, “加湿作動を志向した表面修飾ナノファイバー複合電解質膜の開発”, 第 26 回燃料電池シンポジウム (東京), 2019 年 5 月.
 14. 田中 学, “イオン伝導性高分子ナノファイバーの作製と電池応用”, 神奈川大学工学部物質生命化学科主催講演会 (横浜), 2019 年 9 月.
 15. 田中 学, “次世代燃料電池に向けた高分子ナノファイバー複合電解質膜の開発”, 水素エネルギー協会 (HESS) 第 161 回定例研究会 (東京), 2020 年 1 月.

【国内発表・国際会議】

■学会発表

【招待講演・依頼講演】

1. 川上浩良, 技術革新と教育, 都立学校長研修, 東京都教職員研修センター主催 (東京), 2019 月 4 月
 2. 川上浩良, 主体性評価に向けた入試制度改革, 全国大学入学者選抜研究連絡協議会大会 (関西学院大学), 2019 月 5 月
 3. 川上浩良, プロトン伝導性ナノファイバーフレームワークから構成させる固体電解質超薄膜の開発, 経産省, NEDO 主催, 水素・燃料電池技術開発プロジェクト 評価・課題共有ウィーク (東京), 2019 月 6 月
 4. 川上浩良, 技術革新と教育, 全国高等学校教頭・副校
1. Kosuke Chikuma, Kohei Arima, Riku Kubota, Kiyoshi Sato, Hiroyoshi Kawakami, A novel approach by ROS inhibition and HDAC2 activation for COPD treatment, The 9th Biennial Meeting of Society for Free Radical Research-Asia (Kyoto International Community House), P15 (2019 年 4 月)
 2. 山登正文, 川上浩良, 高気体透過特性を示す表面修飾シリカナノ粒子含有複合膜内の気体透過に関する考察, 日本膜学会第 41 年会 (東京), 2019 年 5 月.
 3. 西澤 基貴, 田中 学, 川上 浩良, ポリビニルホスホン酸含有ナノファイバーによる複合電解質膜のプロトン伝導性向上, 日本膜学会 (早稲田大学西早稲田キャンパス 63 号館), P-16S (2019 年 5 月)
 4. 落合美月, 田中 学, 川上浩良, リチウムイオン伝導性ナノファイバー複合電解質膜を用いた電池特性評価, 日本膜学会第 41 年会 (早稲田大学), P-17S (2019 年 5 月)
 5. 松田優, 田中 学, 川上浩良, 高分子ナノファイバーから作製した複合電解質膜のリチウムイオン伝導性特性, 日本膜学会第 41 年会 (早稲田大学) P-19S (2019 年 5 月)
 6. 祁 新明, Manjit Singh Grewal, 田中 学, 川上 浩良, イオン液体を含有した架橋高分子電解質膜のリチウムイオン伝導特性, 日本膜学会第 41 年会 (早稲田大学), P-33S (2019 年 5 月)
 7. 宮崎貴大, 山登正文, 川上浩良, 廣田憲之, クレイ表面における NIPAm の吸着挙動, 日本膜学会第 41 年会 (早稲田大学), P-26S (2019 年 5 月)

8. 山登正文、小峰一将、宮崎貴大、川上浩良, NMR 測定と磁気複屈折測定を用いたクレイへのNIPAmの吸着評価, 第 68 回高分子学会年次大会(大阪), 2019 年 5 月.
9. 田中 学, 小椋 隆廣, 原田 大輝, 西澤 基貴, 川上 浩良, 高温無加湿燃料電池作動に向けた高分子ナノファイバーを基盤とする新規電解質複合膜の作製と評価. 第 68 回高分子学会年次大会(大阪府国際会議場), (2019 年 5 月)
10. 落合 美月, 中澤 駿, 田中 学, 川上 浩良, リチウム塩添加ナノファイバー複合電解質膜の電池特性評価, 第 68 回高分子学会年次大会(大阪府国際会議場), 2H18 (2019 年 5 月)
11. 落合 美月, 田中 学, 川上 浩良, リチウムデンドライト形成に与えるナノファイバーフレームワークの影響, 第 68 回高分子学会年次大会(大阪府国際会議場), 1Pf084 (2019 年 5 月)
12. 松田優, 中澤駿, 山登正文, 田中学, 川上浩良 自発分極を有するナノファイバーのリチウムイオン伝導性特性 第 68 回高分子学会年次大会(大阪), 2H17, 2019 年 5 月
13. 松田優, 田中学, 川上浩良 様々な高分子ナノファイバーから作製した複合電解質膜のリチウムイオン伝導性特性 第 68 回高分子学会年次大会(大阪), 1Pe083, 2019 年 5 月
14. 小峰 一将, 山登 正文, 川上 浩良, NMR によるクレイに吸着した N-イソプロピルアクリルアミドの評価, 19-1 NMR 研究会, P-04 (東京海洋大学), (2019 年 5 月)
15. 今井綾乃、三上寛翔、伊藤英子、田中学、山登正文、川上浩良, 固有微細孔性高分子/シリカナノ粒子複合膜の CO₂ 透過性に与える化学修飾の影響, The 36th International Conference of Photopolymer Science and Technology (幕張メッセ), B1-02, (2019 年 6 月)
16. 竹間恒佑, 有間晃平, 窪田陸, 佐藤潔, 川上浩良, ROS 消去とHDAC2 活性化の相乗効果による慢性閉塞性肺疾患治療, 第 72 回日本酸化ストレス学会(北海道立道民活動センター カデル 2・7), P-14(2019 年 6 月)
17. 今井綾乃, 三上 寛翔, 田中 学, 山登 正文, 川上 浩良, 異種表面修飾シリカナノ粒子含有高分子複合膜の気体透過特性評価, 2019 年度繊維学会年次大会(タワーホール船堀), 2B06 (2018 年 6 月)
18. 西澤 基貴, 田中 学, 川上 浩良, ポリビニルホスホン酸含有ナノファイバーによる複合電解質膜の燃料電池特性評価, 2019 年繊維学会年次大会(タワーホール船堀), 2P216(2019 年 6 月)
19. 西澤 基貴, 小椋 隆廣, 田中 学, 川上 浩良, スルホン酸とホスホン酸を含んだプロトン伝導性ナノファイバーの作製と燃料電池応用, 2019 年繊維学会年次大会(タワーホール船堀), 3F02(2019 年 6 月)
20. 落合 美月, 中澤駿, 田中学, 川上浩良, リチウム塩添加ナノファイバー複合電解質膜を用いた二次電池作製と評価, 平成 31 年度繊維学会年次大会(タワーホール船堀), 2B12 (2019 年 6 月)
21. 落合 美月, 田中学, 川上浩良, ナノファイバー複合電解質膜によるリチウムデンドライト成長への影響とその二次電池応用, 平成 31 年度繊維学会年次大会(タワーホール船堀), 1P219 (2018 年 6 月)
22. 松田優, 中澤駿, 山登正文, 田中学, 川上浩良 リチウム塩添加ナノファイバーのリチウムイオン伝導性特性 平成 31 年度繊維学会年次大会(タワーホール船堀) 2B11 (2019 年 6 月)
23. 松田優, 田中学, 川上浩良 高分子ナノファイバーを複合化した電解質膜のリチウムイオン伝導性特性 平成 31 年度繊維学会年次大会(タワーホール船堀) 2P215 (2019 年 6 月)
24. 三橋 理紗, 窪田 陸, 佐藤 潔, 川上 浩良, エピジェネティクスコントロールキャリアによるガン細胞内 DNA メチル化制御, 第 48 回医用高分子シンポジウム(産業技術総合研究所 臨海副都心センター), P3, 2019 年 7 月
25. 山崎健・有間晃平・窪田陸・佐藤潔・川上浩良, 機能性ナノ粒子による ROS 誘導型上皮間葉転換の抑制, 第 48 回医用高分子シンポジウム(産業技術総合研究所 臨海副都心センター), P22, 2019 年 7 月
26. 岡崎恭直, 山登正文, 加藤隆史, セルロースナノ結晶の液晶発現を用いる甲殻類を模倣した螺旋構造体の構築, 第 23 回液晶化学研究会シンポジウム, 横浜, 2019 年 7 月.
27. 村本 卓也, 田中 学, 山登 正文, 川上 浩良, 高気体透過性を有する表面修飾パールネックレス状シリカナノ粒子を含有した PIM-1 複合膜の作製と評価, 水素社会のための第 4 回国際シンポジウム(首都大学東京), P-24(2019 年 8 月)
28. Xinming Qi, Hiroyoshi Kawakami, Manabu Tanaka, Lithium ion conductive characteristics of cross-linked polymer electrolyte membranes containing ionic liquid, 水素社会のための第 4 回国際シンポジウム(首都大)(2019 年 8 月)
29. Motoki Nishizawa, Risa Sakaguchi, Manabu Tanaka, and Hiroyoshi Kawakami, Fabrication and characteristic evaluation of composite electrolyte membranes containing proton conductive polymer nanofibers for fuel cells, International Seminar on Green Energy Conversion 2019, (Yamanashi University), (August, 2019)
30. Yu Matsuda, Manabu Tanaka, and Hiroyoshi Kawakami, Lithium Ion Conductive Characteristics of composite Electrolyte Membranes Consisted of Polymer Nanofibers, International Seminar on Green Energy Conversion 2019, (Yamanashi University), (August, 2019)
31. 田中 学, 小椋 隆廣, 西澤 基貴, 清水 萌里, 川上 浩良, 燃料電池の低コスト化に資する非スルホン化ポリマーマトリクスを用いたナノファイバー複合電解質膜の開発, 第 68 回高分子討論会(福井), 2I10, 2019 年 9 月
32. 松田優, 落合美月, 中澤駿, 田中学, 山登正文, 川上浩良 リチウム塩添加ナノファイバーを複合化した電解質膜のイオン伝導特性と二次電池応用 第 68 回高分子討論会(福井), 1I15, 2019 年 9 月
33. 松田優, 田中学, 山登正文, 川上浩良 極性基を有するナノファイバー複合電解質膜のリチウムイオン伝導特性 第 68 回高分子討論会(福井), 2Pf070, 2019 年 9 月
34. 河合南実、窪田陸、佐藤潔、川上浩良, 金属ポルフィリン錯体とククルビットウリルの包接錯体形成, 錯体化学会第 69 回討論会(名古屋大学 東山キャンパス), 1PF-003 (2019 年 9 月)
35. 山登正文, 仲尾次隆史, 小峰一将, 川上浩良, 磁場内調整 MMT-NC ゲルの力学的異方性, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会(札幌), 2019 年 9 月.
36. 山登正文、小峰一将、宮崎貴大、川上浩良, 磁気複屈折測定と定量 NMR 測定を利用したモンモリロナイトへのNIPAmの吸着評価, 日本磁気学会(京都), 2019 年 9 月.
37. 梶山智司, 中山真成, 熊本明仁, 山登正文, 幾原雄一, 加藤隆史, 液晶性を示すコロイド粒子の形状制御と配向制御, 2019 年液晶学会討論会, つくば, 2019 年 9 月.
38. 山登正文, 宮崎貴大, 川上浩良, NIPAM 添加クレイ分散液の磁気複屈折測定, 第 12 回日本磁気科学学会年会(長

- 岡), 2019年11月.
39. 竹間恒佑, 有間晃平, 佐藤潔, 川上浩良, 細胞老化抑制を目指したマイトファジー誘導ナノキャリアの開発, 第57回日本人工臓器学会大会(大阪国際会議場), YP05-5(2019年11月)
 40. 松田 優, 落合 美月, 田中 学, 山登 正文, ○川上 浩良, リチウム塩添加ナノファイバーからなる全固体二次電池の特性評価, 膜シンポジウム 2019(大阪) 2019年11月
 41. 田中 学, 小椋隆廣, 西澤基貴, 清水萌里, 川上浩良, 非スルホン化ポリマーマトリクスを用いたプロトン伝導性ナノファイバー複合電解質膜の作製と評価, 第60回電池討論会(国立京都国際会館), 1C04(2019年11月)
 42. 稲船 勇太, 落合 美月, 松田 優, 田中 学, 川上 浩良, リチウム塩添加 PVDF ナノファイバー複合高分子電解質膜からなる全固体型二次電池の作製と特性評価, 第60回電池討論会(国立京都国際会館), 3F23(2019年11月)
 43. 松田優, 落合美月, 田中 学, 山登正文, 川上浩良 リチウム塩添加ナノファイバー複合高分子電解質膜のイオン伝導機構解析と全固体電池への応用 第60回電池討論会(京都国際会議場), (2019年11月)
 44. 村田 航・稲船 勇太・田中 学・川上 浩良, リチウムイオン伝導性を有する PEO グラフト化ポリイミドナノファイバー複合電解質膜の作製と評価, 第27回日本ポリイミド・芳香族系高分子会議(東京工業大学), P18, (2019年11月)
 45. 宮崎貴大, 山登正文, 川上浩良, 廣田憲之, *In-situ*磁気複屈折と定量 NMR を利用した吸着挙動解析, 第91回武蔵野地区高分子懇話会, (首都大), ポスター, (2019年11月)
 46. 山崎健, 佐藤潔, 川上浩良, 抗酸化能およびエビジェネティック制御能を有するナノ粒子によるがん幹細胞への転換抑制, 第41回バイオマテリアル学会(つくば国際会議場), P108(2019年11月)
 47. 小峰 一将, 仲尾次 隆史, 山登 正文, 川上 浩良, 回転磁場を用いて調製した MMT-NC ゲルの力学特性, 第14回日本磁気科学学会年会(アオーレ長岡), P-25(2019年11月)
 48. 村本 卓也, 田中 学, 山登 正文, 川上 浩良, 表面修飾パールネックレス状シリカナノ粒子を含有した PIM-1 複合膜の作製とその気体透過特性評価, 第57回高分子と水に関する討論会(東京海洋大学), P-10(2019年12月)
 49. 原田 大輝, 田中 学, 川上 浩良, 高温低湿下におけるプロトン伝導性向上を志したナノファイバー複合電解質膜の作製とその燃料電池特性評価, 第57回高分子と水に関する討論会(東京海洋大学), P-11(2019年12月)
 50. Ayano Imai, Naoki Sakaguchi, Manabu Tanaka, Masafumi Yamato, and Hiroyoshi Kawakami, Gas Permeation Properties of PIM-1 Composite Membranes Containing Surface-modified Silica Nanoparticles, CEMSupra(東京大学伊藤国際学術研究センター), (2019年12月)
 51. Mitsuki Ochiai, Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, Property Evaluation of Lithium Salt-containing Polymer Nanofiber Composite Electrolyte Membrane and Lithium Ion Secondary Battery Characteristics, CEMS International Symposium on Supramolecular Chemistry & Functional Materials 2019 (CEMSupra 2019), Tokyo, P-60 (December, 2019)
 52. Liquid-Crystalline Inorganic/Organic Nano-Hybrids Obtained through Biomineralization-Inspired Processes, Yoshihiro HOSOKAWA, Kohei MOCHIZUKI, Masanari NAKAYAMA, Akihito KUMAMOTO, Yuichi IKUHARA, Masafumi YAMATO, Taiki HOSHINO, Takashi KATO, the 16th Pacific Polymer Congress, Dec. 2019, Suntec, Singapore,
 53. 宮崎貴大, 山登正文, 川上浩良, 廣田憲之, *In-situ*磁気複屈折測定と qNMR を用いたクレイ表面における有機物の吸着挙動, 第67回応用物理学会春季学術講演会(上智大), 14p-PA1-2(2020年3月)
 54. 仲尾次隆史, 山登正文, 川上浩良, クレイを物理架橋とするヒドロゲルの力学特性および光学特性, 第25回日本磁気科学学会 2019 分科会研究会(日本大), P4(2019年12月)
 55. 竹間恒佑, 佐藤潔, 川上浩良, マイトファジー誘導をもたらす機能性ナノキャリアによる細胞老化抑制効果の検討, 第19回日本再生医療学会(パシフィック横浜)(2020年3月)
 56. 東しおり, 村本 卓也, 田中 学, 山登 正文, 川上 浩良, 表面修飾パールネックレス状ナノ粒子を含有した高分子膜の気体透過特性, 化学工学会 第85年会(関西大学), PE302(2020年3月)
- 特許
1. 特開 2019-189994, リチウムイオン伝導性ナノファイバー、その製造方法、ナノファイバー集積体、その製造方法、複合膜、高分子固体電解質およびリチウムイオン電池, 川上 浩良, 田中 学, 中澤 駿, 竹中 海斗
 2. 特開 2019-183379, ナノファイバー、ナノファイバー繊維集積体、複合膜、高分子固体電解質およびリチウムイオン電池, 川上 浩良, 田中 学, 渡辺 司
- 著書・総説・解説・報告書
1. 川上 浩良, “超薄膜, 軽量, しなやかな高分子全固体電池の開発”, クリーンエネルギー (分担執筆) 10月号(2019)
 2. 川上 浩良, 芳香族系高分子 CO₂ 分離膜の現在と未来, ポリイミド・芳香族高分子 最近の進歩 2019年, p1-4(2019)
 3. 川上 浩良, 押さえておくべき社会の変化と教育改革の流れ, 月刊高校教育, p24-27(2019)
 4. 川上浩良, これからの社会で求められる教育と教師, 全国高等学校長協会会報, 107号, p39-41(2019)
 5. 田中 学, 川上 浩良, “ナノファイバーの製造・加工技術と応用例”, 技術情報協会, (分担執筆) p263-269(2019)
 6. 田中 学, 川上 浩良, “低加湿作動を志向した表面修飾ナノファイバー複合電解質膜の開発”, 燃料電池, 19, 1, p29-33(2019)
 7. 三上 寛翔, 村本 卓也, 伊藤 瑛子, 田中 学, 山登 正文, 川上 浩良, 気体透過性向上を目指した固有微細孔性高分子気体分離膜の作製と評価, ポリイミド・芳香族高分子 最近の進歩 2019年, p38-41(2019)
 8. 山登正文, 高熱伝導材料の開発～さらなる熱伝導率の向上のために～(第3章6節磁場によるフィラー配向制御技術), 技術情報協会, 132-140(2019).
 9. 山登正文, 高橋弘紀, 磁場配向を利用したクレイ・有機分子間相互作用の研究, 東北大学金属材料研究所強磁場超伝導材料研究センター平成30年度年次報告書, p. p. 158-159(2019)
- 受賞
1. 平成30年度燃料電池開発情報センター(FCDIC) 奨励賞, 田中 学, 低加湿作動を志向した表面修飾ナノファイバー

複合電解質膜の開発

2. 日本膜学会第41年会 学生ポスター賞, 落合美月, 田中学, 川上浩良, リチウムイオン伝導性ナノファイバー複合電解質膜を用いた電池特性評価
3. 日本膜学会第41年会 学生ポスター賞, 西澤 基貴, 田中学, 川上 浩良, ポリビニルホスホン酸含有ナノファイバーによる複合電解質膜のプロトン伝導性向上
4. 平成31年度繊維学会年次大会 学生ポスター賞, 落合美月, 田中学, 川上浩良, ナノファイバー複合電解質膜によるリチウムデンドライト成長への影響とその二次電池応用
5. 平成31年度繊維学会年次大会 学生ポスター賞 松田優, 田中学, 川上浩良 高分子ナノファイバーを複合化した電解質膜のリチウムイオン伝導性特性
6. 第57回日本人工臓器学会大会 萌芽研究ポスターセッション最優秀賞, 竹間恒佑, 有間晃平, 佐藤潔, 川上浩良, 細胞老化抑制を目指したマイトファジー誘導ナノキャリアの開発
7. 第27回日本ポリイミド・芳香族系高分子会議 学生ポスター賞, 村田 航, 稲船 勇太, 田中学, 川上 浩良, リチウムイオン伝導性を有するPEOグラフト化ポリイミドナノファイバー複合電解質膜の作製と評価
8. 第57回高分子と水に関する討論会 学生ポスター賞, 原田 大輝, 田中学, 川上 浩良, 高温低湿下におけるプロトン伝導性向上を志したナノファイバー複合電解質膜の作製とその燃料電池特性評価

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 国立成育医療研究センター(派遣学生)1名
2. 東京大学(派遣学生)1名

■先端的・学際的な研究の推進

研究概要で記載した7テーマは全て先端的研究にあたり、高分子材料に関する新しい基礎的知見の発見と、その知見を基にした実デバイスや医療材料への応用を目指して研究を進めている。分離膜研究、電池材料デバイス研究においては、各種企業、東京大学(杵淵研)、首都大学(金村研)などと共同研究を進めており、実用化を視野に入れ研究を推進している。一方、医用系材料では国立成育医療研究センター、京都府立大学、大阪市立大学医学部、日本バイオセラピー研究所などと共同研究を実施しており、本学では実験が困難である幹細胞、動物実験等を進めている。

先端機能物質分野 益田研究室

教授 益田秀樹 准教授 武井 孝

准教授 柳下 崇

■構成員

益田 秀樹 (ますだ ひでき) 教授 / 工学博士
電気化学, ナノファブリケーション, 機能性電極
9-147 室 TEL: 042-677-2843 masuda-
hideki@tmu.ac.jp

武井 孝 (たけい たかし) 准教授 / 博士(工学)
表面化学, 界面・コロイド科学
9-136 室 TEL: 042-677-2822 takei-takashi@tmu.ac.jp

柳下 崇 (やなぎした たかし) 准教授/博士(工学)
材料化学
9-140 室 TEL: 042-677-1111 (内線 4931)
yanagish@tmu.ac.jp

修士課程 10 名
学部 4 年 6 名

■研究概要

(1)電気化学プロセスにもとづくナノフィルターの作製に関する研究

柳下 崇, 益田秀樹

アルミニウムを酸性電解液中で陽極酸化することにより得られる高規則性ポーラスアルミナの作製と構造制御, 更には環境浄化に寄与する無機系ナノフィルターの作製を目的に, 前年度に引き続き検討を行った. 本手法によって得られるフィルターメンブレンは, 細孔径の精密制御が可能であることから, 様々な環境汚染物質を除去するためのフィルターメンブレンや, ガス分離を行うためのメンブレンとして有効である.

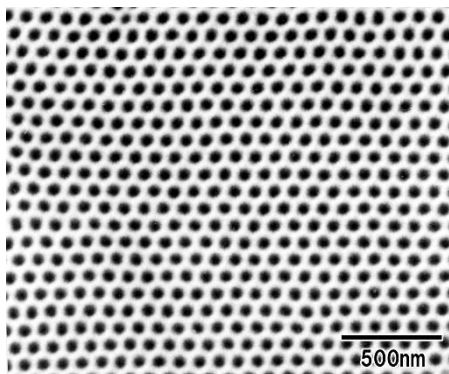


図 高規則性ポーラスアルミナナノフィルター

(2)ナノインプリントプロセスにもとづく機能性表面の形成に関する研究

柳下 崇, 益田秀樹

ナノスケールの細孔が規則的に配列した陽極酸化ポーラスアルミナ, または, それを鋳型として作製した Ni 製ネガ型をナノインプリント用モールドに適用し, ポリマーや無機材料が

らなる規則表面の形成と構造制御について検討を行った. 得られた表面の反射防止特性や撥水・撥油特性についても合わせて検討した. また, マイクロ構造とナノ構造を組み合わせた階層構造の作製において, ライン状の階層パターン形成を行うと, 異方的な濡れ性を示す表面形成が可能となった. このようにして得られる機能性表面は, 例えば太陽電池の高効率化, ディスプレー等の表示素子の省エネルギー化に貢献することができる.

(3)高規則性ポーラスアルミナを用いたエネルギーデバイス構築に関する研究

柳下 崇, 益田秀樹

陽極酸化ポーラスアルミナを用いた膜乳化プロセスによる, 単分散ナノ粒子の作製と Li イオン二次電池用正極活物質への応用について検討を行った. オリビン系の正極材料で検討を行った結果, 微細でサイズの均一な電極活物質微粒子は, 電池特性の向上に寄与できることが示された.

(4)ポーラスアルミナを口金とする連続紡糸プロセスによる極細ナノファイバーの形成

柳下 崇, 益田秀樹

サイズの均一なポーラスアルミナの細孔を口金としてポリマー溶液を凝固液中に押し出すことによって, 直径の揃ったポリマーナノファイバーの連続形成を行った. ポーラスアルミナの細孔径を微細化することによって, 得られるファイバー径の微細化が可能であることが示された.

(5)陽極酸化アルミナセル構造の自己規則化機構

益田秀樹, 柳下 崇

陽極酸化アルミナの規則化条件に関して, 従来から検討を加えてきたシュウ酸, 硫酸浴に加え, リン酸をはじめとする他の浴に関しても検討を加えた. これらの知見をもとに, 規則化条件, および機構に関しての検討を進めた.

(6)半導体規則ナノ構造の作製とエネルギーデバイスへの応用

益田秀樹, 柳下 崇

高規則性ポーラスアルミナを基盤材料とした, 各種半導体材料の構造制御について検討した. 更には, 得られたナノ材料を用いて, 太陽電池をはじめとする高性能エネルギーデバイス作製への応用について検討した.

(7)光機能性デバイスへの応用

益田秀樹, 柳下 崇

高規則性ポーラスアルミナを基盤材料とした, 各種ナノ構造材料の作製と構造制御について検討した. 本年度は特に, ワンポッドプロセスによる簡便なモスアイ構造形成用金型の形成条件について検討した.

(8)陽極酸化ポーラスアルミナを用いた Thermoporometry によるマクロ細孔評価に関する研究

武井 孝, 柳下 崇, 益田 秀樹

均一径の円筒状細孔を有する陽極酸化ポーラスアルミナを用いて, 細孔内に充填した物質の融点降下を利用した Thermoporometry により, マクロ細孔の評価を検討した.

■査読付き論文

1. T. Yanagishita, A. Kato, T. Kondo, and H. Masuda, Preparation of Freestanding Tubular Alumina Through-Hole Membranes by Two-Layer Anodization, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 59, 038002 (2020).
2. T. Yanagishita, H. Awata, K. Kobayashi, T. Kondo, and H. Masuda, Preparation of Polymer Nanofibers with Controlled Diameters by Continuous Spinning Using Ordered Anodic Porous Alumina as Spinneret, *Chem. Lett.*, 48, 86 (2019).
3. T. Yanagishita, G. Otain, H. Onomoto, T. Kondo, and H. Masuda, One-Pod Preparation of Anodic Porous Alumina Molds with Tapered Holes for Moth-Eye Structures by Nanoimprinting, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 58, 068005 (2019).

■学会発表

【国際学会での依頼講演】

1. T. Yanagishita, T. Kondo, and H. Masuda
Ordered Nanoporous Semiconductors with Controlled Geometrical Structures by Anodization Process
235th Electrochemical Society Meeting, 2019年5月, ダラス, アメリカ
2. H. Masuda
Fabrication of Highly Ordered Anodic Porous Alumina and Its Functional Applications
3rd International Symposium on AST 2019, 2019年6月, 兵庫.
3. T. Yanagishita, T. Kondo, and H. Masuda
High Throughput Preparation of Through-Hole Membranes with Ordered Hole Arrangement
3rd International Symposium on AST 2019, 2019年6月, 兵庫.

【国内での依頼講演】

1. 柳下 崇
高規則性ポーラスアルミナをもしいたモスアイ型反射防止構造の形成技術
技術情報協会セミナー, 2019年4月, 東京.
2. 柳下 崇
高規則性ポーラスアルミナを用いた光インプリントによるナノ規則表面の形成と機能化
第232回フォトポリマー講演会, 2019年6月, 東京.
3. 柳下 崇
高規則性ポーラスアルミナを用いた光インプリントによるナノ規則表面の形成と機能化
電気化学関東支部サイエンスレクチャー, 2019年7月, 東京.
4. 柳下 崇, 益田秀樹
ポーラスアルミナを用いたナノインプリントによる階層構造の形成と機能化

第36回ARS富山コンファレンス, 2019年10月, 富山.

5. 益田秀樹
ナノポーラス構造にもとづく金属規則構造の形成とプラズモンデバイスへの応用
第17回プラズモニク化学シンポジウム, 2019年11月, 東京
6. 益田秀樹, 柳下 崇, 近藤敏彰
アノード酸化ポーラスアルミナにおける幾何学構造制御と機能化
第104回ARS例会, 2019年12月, 静岡

【国際学会での一般講演】

1. T. Kondo, R. Otsuki, K. Matsuo, T. Yanagishita, and H. Masuda, Anisotropic Anode Etching of Al and its Optical Application, 3rd International Symposium on AST2019, , 2019年6月, 兵庫.
2. T. Kondo, T. Yanagishita, H. Masuda, Thermal Radiation Control Structure Obtained by Anisotropic Anode Etching of Al, ANZCOP 2019-SPIE, 2019年12月, オーストラリア.

【国内学会での一般講演】

1. 柳下 崇, 古賀あかね, 益田秀樹
ポーラスアルミナを用いた微細ポリマーナノファイバーの連続紡糸
2019年繊維学会年次大会, 2019年6月, 東京.
2. 柳下 崇, 小俣愛美, 益田秀樹
蒸着 Al の陽極酸化によるナノインプリント用モールドの作製と曲面への微細パターン形成
2019年電気化学会秋季大会, 2019年9月, 山梨.
3. 古賀あかね, 柳下 崇, 益田秀樹
細孔形状を制御したポーラスアルミナ口金を用いたポリマーナノファイバーの形成と直径制御
2019年電気化学会秋季大会, 2019年9月, 山梨.
4. 森安亮介, 柳下 崇, 益田秀樹
大周期高規則性ポーラスアルミナ形成条件の検討
2019年電気化学会秋季大会, 2019年9月, 山梨.
5. 小崎真実, 柳下 崇, 益田秀樹
大周期アルミナスルーホールメンブレンの形成
第140回表面技術協会講演大会, 2019年9月, 福岡.
6. 中村貴紀, 柳下 崇, 益田秀樹
二層陽極酸化プロセスによるスルーホールメンブレンの形成
第140回表面技術協会講演大会, 2019年9月, 福岡.
7. 柳下 崇, 大谷 剛, 尾野本広志, 益田秀樹
テーパ状細孔を有するポーラスアルミナのワンポット形成とナノインプリントによる反射防止表面の作製
第140回表面技術協会講演大会, 2019年9月, 福岡.
8. 佐藤碧美, 柳下 崇, 益田秀樹

ナノインプリントプロセスによるナノ・マイクロ階層構造の形成と撥水特性評価

第 141 回表面技術協会講演大会, 2020 年 3 月, 東京.

9. 近藤敏彰, 松尾健哉, 柳下 崇, 益田秀樹
AI の異方性アノードエッチングにおけるナノピット発生位置制御
第 141 回表面技術協会講演大会, 2020 年 3 月, 東京.
10. 武井 孝, 宮坂亮佑, 柳下 崇, 益田秀樹
相転移を利用した細孔径評価のマクロ細孔への拡張
第 141 回表面技術協会講演大会, 2020 年 3 月, 東京.
11. 柳下 崇, 白野直斗, 近藤敏彰, 益田秀樹
マスキングプロセスによる理想配列ポーラスアルミナの形成
第 141 回表面技術協会講演大会, 2020 年 3 月, 東京.
12. 小崎真実, 柳下 崇, 益田秀樹
大ピッチ理想配列スルーホールメンブレンの高スルーピット形成
電気化学会第 87 回大会, 2020 年 3 月, 名古屋.
13. 柳下 崇, 中村貴紀, 益田秀樹
二層陽極酸化による半導体ナノスルーホールメンブレンの形成
電気化学会第 87 回大会, 2020 年 3 月, 名古屋.

【国内学会でのポスター発表】

1. T. Nakamura, T. Yanagishita, and H. Masuda
High-throughput preparation of ideally ordered TiO₂ through-hole membranes by two-layer anodization
The 4nd International Symposium on Hydrogen Energy-based Society, 2019年8月, 東京.
2. 大友良々歌, 柳下 崇, 益田秀樹
膜乳化法による Li イオン二次電の用正極活物質微粒微粒子の形成と評価
第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019, 2019 年 10 月, 東京.
3. 松尾健哉, 近藤敏彰, 柳下 崇, 益田秀樹
AI の異方性アノードエッチングにおけるピット配列制御
第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019, 2019 年 10 月, 東京.
4. 宮坂亮佑, 武井 孝, 柳下 崇, 益田秀樹
相転移を利用した細孔径評価のモデル細孔による検討
第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019, 2019 年 10 月, 東京.
5. 佐藤碧美, 柳下 崇, 益田秀樹
ポーラスアルミナを用いたナノインプリントによるナノ・マイクロ階層構造の形成と撥水表面への応用
第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019, 2019 年 10 月, 東京.
6. 白野直斗, 柳下 崇, 益田秀樹
マスクプロセスを用いた陽極酸化の細孔開始位置制御と高規則性ポーラスアルミナの作製
第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019, 2019 年 10 月, 東京.
7. 一之瀬玲皇, 柳下 崇, 益田秀樹
ポーラスアルミナにもとづく微細周期ナノケーブルアレーの形成と光学特性評価

第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019, 2019 年 10 月, 東京.

8. T. Takei, M. Otuka, R. Miyasaka, T. Yanagishita, and H. Masuda
Verification of Pore Size Evaluation by Nitrogen An International Conference on Colloid & Surface Science Celebrating the 70th Anniversary of the Divisional Meeting of Division of Colloid and Surface Chemistry, The Chemical Society of Japan, 2019年 11月, 沖縄.
14. 松尾建哉, 近藤敏彰, 柳下 崇, 益田秀樹
AI の異方性アノードエッチングにおける微細トンネルピットの開始点制御
第 36 回 ARS 富山コンファレンス, 2019 年 10 月, 富山.
15. 宮坂亮佑, 武井 孝, 柳下 崇, 益田秀樹
相転移を利用した陽極酸化ポーラスアルミナの細孔径評価
第 36 回 ARS 富山コンファレンス, 2019 年 10 月, 富山.

■著書・総説・解説・報告書

1. 柳下 崇, 近藤敏彰, 益田秀樹
高規則性ナノスルーホールメンブレンの高効率形成
表面技術, 70, 16 (2019).
2. 柳下 崇, 益田秀樹
高規則性アノード酸化ポーラスアルミナの形成と応用展開
機能材料, 9, 4 (2019).
3. 柳下 崇, 益田秀樹(分担)
陽極酸化ポーラスアルミナを用いたナノインプリント
ナノインプリント技術ハンドブック, オーム社(2019).
4. 柳下 崇
多孔質アノード酸化アルミナメンブレン
表面技術, 71,190 (2020).
5. T. Takei
Powder Technology Handbook, Fourth Edition, (3.1 Specific Surface Area, 3.2 Adsorption Characteristics)
CRC Press Taylor & Francis (2019).
6. 武井 孝 (分担執筆)
ナノ・マイクロ微粒子の分散評価技術 (第6章 表面特性, p207-216) シーエムシー出版 (2020).

■特許

出願 1 件

■受賞

1. 宮坂亮佑, 第 36 回 ARS 富山コンファレンス, ポスター賞
2. 一之瀬玲皇, 第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019, ポスター賞

先端機能物質分野 朝山研究室

准教授 朝山 章一郎

■構成員

朝山 章一郎(あさやま しょういちろう) 准教授/博士(工学)
 生体材料化学(バイオマテリアル), ドラッグデリバリーシステム, 医用高分子, 生体分子工学, 生化学
 9-651号室 TEL:042-677-1111 内線4976
 asayama-shoichiro@tmu.ac.jp

修士課程 5名
 学部 4年 3名

■研究概要

人類の健康を維持し生活の質(QOL)を向上させるバイオマテリアル(生体機能材料)を創製している。バイオマテリアル研究の中で、主に、先端かつ均質医療を実現するドラッグデリバリーシステム(DDS)の確立を目指す研究を推進している。具体的な研究内容を以下に記す。

1. 核酸(pDNA, 各種 RNA)デリバリーシステム

朝山章一郎

水溶性(液相系)のバイオマテリアルである DDS 材料として、広義の医薬である核酸を、未だ治療法の無い疾患に適応させ、治療を実現する新規キャリア材料を合成してきた。近年、遺伝子としてのプラスミド DNA (pDNA)を、微小に凝縮させ、生体個体内の未到達空間への送達を目指し、独自概念のモノイオンコンプレックス(MIC) (図1)を実現してきた。

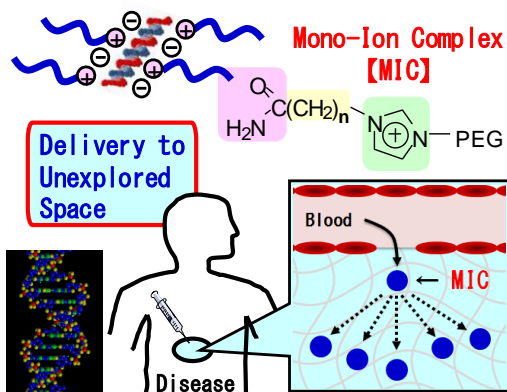


図1 微小遺伝子凝縮体による生体個体内未到達空間へのデリバリー

本年度は、末端カチオンとポリエチレングリコール(PEG)間のスペーサーの化学構造のみが異なるモノカチオン性 PEG を合成し、カチオンと PEG 間のスペーサーの化学構造(エステルまたはアミド)と、遺伝子発現活性との相関を検討した。さらに、末端に二つのカチオンを有する PEG を合成し、独自概念のジイオンコンプレックス(DIC)を形成させた。その結果、エステル結合を有する MIC のみならず、同じエステル結合を有する DIC の優位性を明らかにした。

2. 生理活性物質(Zn²⁺, タンパク質)デリバリーシステム:

朝山章一郎

DDS キャリアである高分子自体に根治治療効果を付与するべく、外部刺激に応答してその構造や機能を変化させるインテリジェント材料として、pH 応答性ポリビニルイミダゾール(PVIm)誘導体を合成してきた。近年、PVIm 誘導体を用いて、生理活性亜鉛(Zn²⁺)を肝臓へ送達することによる血糖降下ホルモンの遠隔操作を目指してきた(図2)。

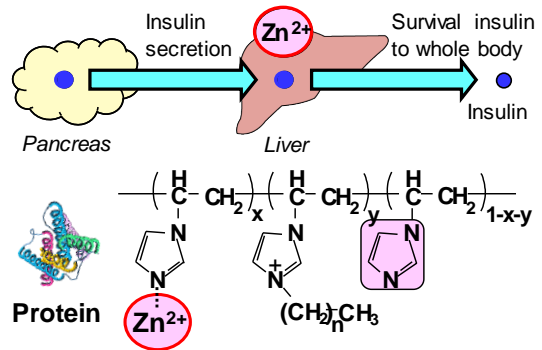


図2 血統降下ホルモン血中濃度の遠隔操作

本年度は、生体個体内において、Zn²⁺の肝臓への特異的送達を目指し、肝細胞認識性糖鎖修飾 Zn ポルフィリン錯体を合成した(ZnP-Lac)。ZnP-Lac は、生体個体内で、Zn²⁺を安定に配位し得るポルフィリン骨格、および、肝実質細胞に特異的に取り込まれるβ-ガラクトース残基を有している。ZnP-Lac を、肝臓由来細胞株(HepG2)に添加すると、糖鎖非修飾体と比較して、細胞内 Zn²⁺濃度を向上させることに成功した。

3. 機能性表面を有するバイオマテリアル

朝山章一郎

非水溶性(固相系)バイオマテリアルとして、体内埋め込み型や体外循環型の医療機器への適応を念頭に、近年、生体適合性 DDS キャリア材料であるコレステロール末端修飾ポリエチレングリコール(Chol-PEG)を固相表面修飾へ展開してきた(図3)。

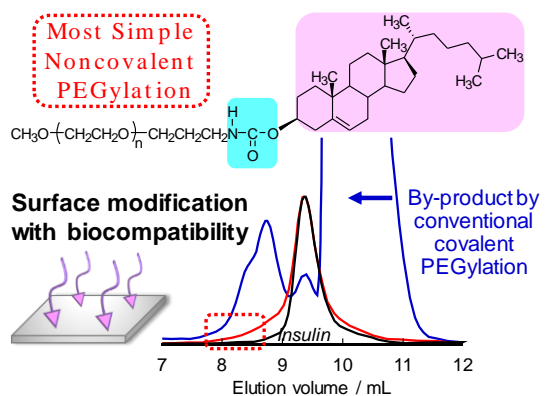


図3 Chol-PEGを用いた新奇な生体機能の開拓

本年度は、Chol-PEG とポリプロピレン(PP)表面との疎水性相互作用により、高密度 PEG 修飾バイオイナート表面の構築を試みた。PEG の分子量や PP 表面へのコーティング濃度を最適化した結果、柔軟層の存在、免疫に係るタンパク質であるグロブリンの吸着抑制、血液凝固に係るタンパク質を含む多血小板血漿の吸着抑制を明らかにし、生体適合性を有するバイオイナート表面の構築に成功した。

■査読付き論文

1. Yuki Kobayashi, Sakura Taneichi, Hiroyoshi Kawakami, Yoichi Negishi, Shoichiro Asayama, Plasmid DNA mono-ion complex for *in vivo* sustainable gene expression, *ACS Omega*, 4, 11464–11471 (2019).
2. Riku Kubota, Shoichiro Asayama, Hiroyoshi Kawakami, Catalytic antioxidants for Therapeutic Medicine, *Journal of Materials Chemistry B*, 7, 3165–3191 (2019).
3. Akito Endo, Shoichiro Asayama, Preparation of Zn²⁺-chelated carboxymethyl poly(1-vinylimidazole) for intracellular Zn²⁺ delivery, *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 7, 213–220 (2019).
4. Kosuke Chikuma, Kohe Arima, Yutaro Asaba, Riku Kubota, Shoichiro Asayama, Kiyoshi Sato, Hiroyoshi Kawakami, The potential of lipid-polymer nanoparticles as epigenetic and ROS control approaches for COPD, *Free Radical Research*, in press (2019).
5. Shoichiro Asayama, Molecular design of polymer-based carriers for plasmid DNA delivery *in vitro* and *in vivo* (Highlight Review). *Chemistry Letters*, 49, 1–9 (2020).
6. Akito Endo, Taiga Nagakura, Hiroyoshi Kawakami, Shoichiro Asayama, Synthesis and characterization of lactosylated poly(1-vinylimidazole) for cell-specific plasmid DNA carrier, *Internal Medicine and Care*, 4, 1–5 (2020).

■学会発表

1. 小林祐貴, 種市さくら, 川上浩良, 根岸洋一, 朝山章一郎, pDNA/PEG モノイオンコンプレックスによる *in vivo* 持続的遺伝子発現評価, 第 68 回高分子学会年次大会(大阪国際会議場), *Polymer Preprints, Japan* Vol. 68, No. 1, 2Pd084 (2019 年 5 月)
2. 小林祐貴, 種市さくら, 川上浩良, 根岸洋一, 朝山章一郎, *In vivo* 持続的遺伝子デリバリーシステムの構築に向けたモノイオンコンプレックスの構造最適化, 第 48 回医用高分子シンポジウム(産業技術総合研究所 臨海副都心センター), 講演要旨集, pp.11–12 (2019 年 7 月)
3. 朝山章一郎, 小林祐貴, 喬 海波, 根岸洋一, モノイオンコンプレックスによる *in vivo* 持続的 pDNA 発現システムの構築, 第 48 回医用高分子シンポジウム(産業技術総合研究所 臨海副都心センター), 講演要旨集, pp.77–78 (2019 年 7 月)
4. 小林祐貴, 根岸洋一, 朝山章一郎, *In vivo* 遺伝子発現における pDNA/PEG モノイオンコンプレックス時間的制御, 第 35 回日本 DDS 学会学術集会(パシフィコ横浜), プログラム予稿集, p.131 (2019 年 7 月)
5. 遠藤暁人, 朝山章一郎, 生体適合性 Zn²⁺配位型キャリアによる細胞内 Zn²⁺デリバリー, 第 35 回日本 DDS 学会学術集会(パシフィコ横浜), プログラム予稿集, p.200 (2019 年 7 月)
6. 朝山章一郎, 小林祐貴, *In vivo* プラスミド DNA デリバリーシステムの構築, 文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム令和元年度利用成果発表会(東京大学), 資料集, p.11 (2019 年 7 月)(推薦発表)

7. 朝山章一郎, 小林祐貴, 根岸洋一, モノカチオン性 PEG による高密度凝縮 pDNA からの *in vivo* 持続的発現誘導, 第 68 回高分子討論会(福井大学), *Polymer Preprints, Japan*, Vol. 68, No.2, 1R09 (2019 年 9 月)(依頼発表)
8. 遠藤暁人, 朝山章一郎, 生体適合性 Zn²⁺配位型キャリアによる細胞内 Zn²⁺デリバリーシステムの構築, 第 91 回高分子学会関東支部武蔵野地区高分子懇話会(首都大学東京), P10 (2019 年 11 月)
9. 小林祐貴, 根岸洋一, 朝山章一郎, モノイオンコンプレックスによる *in vivo* 持続的発現型 pDNA デリバリーシステムの構築, 第 91 回高分子学会関東支部武蔵野地区高分子懇話会(首都大学東京), P11 (2019 年 11 月)
10. 喬 海波, 朝山章一郎, 生体高分子 PEGylation のためのモノイオンコンプレックス分子設計, 第 91 回高分子学会関東支部武蔵野地区高分子懇話会(首都大学東京), P12 (2019 年 11 月)
11. 朝山章一郎, 小林祐貴, 根岸洋一, 高密度凝縮 pDNA から *in vivo* 持続的発現を誘導するバイオマテリアル設計, 第 41 回日本バイオマテリアル学会大会(つくば国際会議場), 予稿集, p. 132 (2019 年 11 月)
12. 曾根祐哉, 朝山章一郎, コレステロール末端修飾 PEG を用いた非共有結合によるバイオイナート表面構築, 第 41 回日本バイオマテリアル学会大会(つくば国際会議場), 予稿集, p. 530 (2019 年 11 月)
13. 朝山章一郎, 小林祐貴, 根岸洋一, 高密度凝縮 pDNA からの *in vivo* 持続的遺伝子発現誘導システムの構築, 日本薬学会第 140 年会, 要旨集, 27Z-pm01 (2020 年 3 月)

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 東京薬科大学薬学部薬物送達学教室(派遣学生)2 名
2. 慶應義塾大学医学部・日本赤十字社(派遣院生)1 名
3. 公益財団法人国際科学振興財団再生医工学バイオマテリアル研究所(連携学生)1 名

■先端的・学際的な研究の推進

研究概要で記載した人類の QOL を向上させるバイオマテリアルの 3 テーマは、DDS をはじめ、全て先端的研究にあたり、生化学、有機化学、高分子化学、分子細胞生物学、薬学、医学を融合した学際研究である。東京薬科大学薬学部とは動物実験、慶應義塾大学医学部(日本赤十字社)とは実血液サンプル、再生医工学バイオマテリアル研究所とは細胞認識性バイオマテリアルに関する共同研究を実施している。

先端物質デザイン分野 久保研究室

教授 久保由治 准教授 Mulyana J. Yan 助教 西藪隆平

■ 構成員

久保由治 (くぼゆうじ) 教授 / 工学博士
有機合成化学, 超分子化学, 機能性色素
9-448 室 TEL: 042-677-3134 yujik@tmu.ac.jp

MULYANA J. Yan (ムリヤーナヤン) 准教授 / Ph D
錯体化学, 光化学
9-149 室 TEL: 042-677-2823 ymulyana@tmu.ac.jp

西藪隆平 (にしやぶりゆうへい) 助教 / 工学博士
超分子化学, 有機合成化学, 材料化学
9-438 室 TEL: 042-677-1111(内線 4941) ryuhei@tmu.ac.jp

学生数
博士後期課程: 1 名
博士前期課程: 13 名
学部生: 6 名

■ 研究概要

1) 光エネルギーを用いて水から水素を製造するための色素増感型光触媒の合成
久保由治

低炭素社会の実現にむけた取り組みのひとつとして、太陽光エネルギーを用いて水から水素を製造するための色素増感型光触媒の合成をおこなっている。特に、資源の枯渇が懸念される貴金属に頼らないメタルフリー色素の合成に取り組んでおり、優れた光吸収特性および安定性を持つジピロメテンホウ素錯体(BODIPY)を基本骨格に採用した色素増感剤を合成した。当該色素を組み込んだ酸化チタン系触媒は、水を原料とする水素発生反応において、赤外光を含む幅広い波長域の光を有効に増感した。

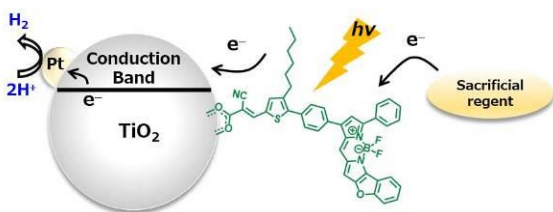


図 1. 光エネルギーを用いて水から水素を製造するための色素増感型光触媒.

2) 色素増感太陽電池用増感色素の合成と評価
久保由治

持続可能な社会の構築に資する取り組みのひとつとして、太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換するための増感剤としてはたらく色素の合成をおこなっている。p 型半導体を用いた色素増感太陽電池用色素の開発に着目し、優れた光吸収特性および安定性を持つジピロメテンホウ素錯体(BODIPY)を基本骨格に採用した新規色素を合成し、p 型半導体に当該色素を固定化した色素増感太陽電池の作製をおこなった。

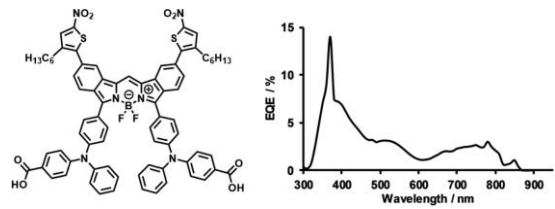


図 2. p 型半導体を用いた色素増感太陽電池用色素の開発とその EQE スペクトル.

3) 太陽光の高効率利用を指向したフォトンアップコンバージョンの構築
久保由治

三重項-三重項消滅に基づくフォトンアップコンバージョン(TTA-UC)は低強度で非コヒーレントな励起光でも達成されることから、既存の太陽電池や光触媒の高効率化を可能にする技術として期待されている。本研究では、TTA-UC 系における三重項光増感剤として機能する一連の含セレンウム BODIPY 誘導体を合成し、化合物の構造および光化学特性と増感特性との相関を明らかにした。

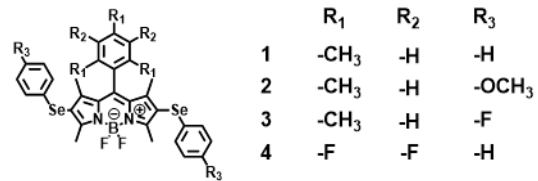


図 3. TTA-UC 用増感剤としてのアリアルセランル BODIPY 誘導体.

4) 近赤外吸収光電変換素子の開発
久保由治

近赤外光に対して高い吸収特性を有するチエノ[1,3,2]オキサザポリニン型 aza-BODIPY (1-3) を新規に合成した。当該色素は分子内架橋に基づく長波長化を志向した既知の aza-BODIPY 色素の中で、最も長波長の吸収帯を示した。当該色素を組み込んだデバイスは、その光学特性に起因する近赤外光領域における光電変換特性を示し、aza-BODIPY 色素としては初となるフォトデテクターとして応用可能性が示された。

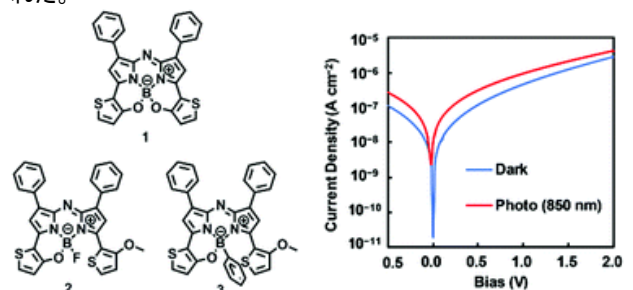


図 4. チエノ[1,3,2]オキサザポリニン系 aza-BODIPY を組み込んだ光電変換デバイス.

5) ポロネート粒子の室温燐光特性を利用した残光センサーの開発
久保由治・西藪隆平

逐次的なボロン酸エステル重合により形成される含ホウ素マイクロ粒子が固体状態で長寿命の室温燐光特性を示した。当該粒子の表面に蛍光色素を修飾させることで、残光色の調節が可能であった。蛍光色素を修飾した当該粒子は有機溶媒中の水分量に依存した色調変化を示したことから、有機溶媒中の水分を残光色の変化として検出できる残光マルチカラーセンサーとしての応用可能性が示された。

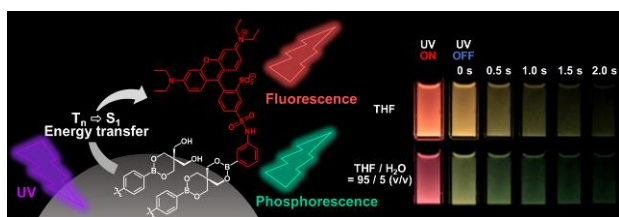


図 5. ボロネート粒子の室温燐光特性を利用した残光センサー。

6) Synthesis of nanostructured BiVO₄/TiO₂ modified with dye and co-catalyst molecules for photo-induced water oxidation
MULYANA J. Yan

The titanium oxide (TiO₂)-coated bismuth vanadate (BiVO₄) photoanode surface-modified with a ruthenium complex (Rutbipy dye) and a porphyrin copper complex (CuTCPP) co-catalyst features a cascade hole transfer from BiVO₄ to the dye and to the co-catalyst molecule, which improves the PEC performance.

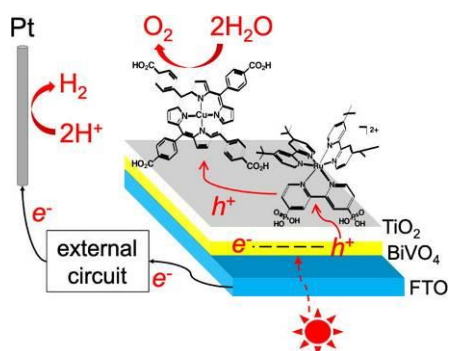


図 6. The structure of the TiO₂-coated BiVO₄ photoanode surface-modified with Rutbipy dye and CuTCPP co-catalyst.

7) 種々の固体材料表面に親水性膜を簡便にコーティングできるボロネートゾルゲル法の開発
西藪隆平・久保由治

種々の固体材料の表面に親水性膜を簡便に作製することのできるコーティング剤の開発をおこなっている。ボロン酸が水溶性高分子のひとつであるポリビニルアルコール (PVA) と温和な条件で共有結合できる性質に着目し、ボロン酸誘導体 (DBA) を架橋剤として用いたPVA溶液を調製した。得られた溶液は安定でありながら、その溶媒の乾燥に伴うPVA架橋膜の形成が認められた。得られたヒドロゲル膜は水に不溶で、タンパク質や細胞に対する防汚性など親水性もとづく種々の機能特性を示した。

One-step fabrication of polyvinyl alcohol hydrogel coatings



図 7. 種々の固体材料表面に親水性膜を簡便にコーティングできるボロネートゾルゲル法の開発。

8) 単一分子センサーを用いたアミン類に対する精密キラリパターン認識

南豪(東京大学生産技術研究所)・久保由治

ピリジン結合型ホルミル基置換光学活性ピナフチル誘導体が新規に合成された。亜鉛イオン存在下、キラリアミン類とシッフ塩基形成を通じてジアステレオマー金属錯体を形成するが、アミン類のキラリシティに依存したエナンチオ選択的蛍光応答を示した。その応答性は、添加するキラリジアミンの添加濃度に依存することが見出され、そのマルチ応答性に着目したパターン認識をおこなった。交差応答的不斉認識情報に基づく人工ニューラルネットワークに展開され、未知試料の鏡像体過剰率の精密決定に成功した。

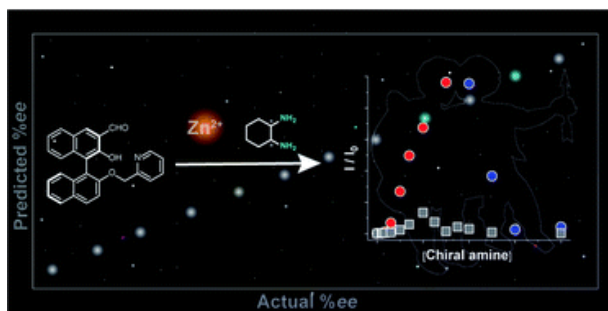


図 8. 自己集合型ケモセンサーを用いたキラリパターン

査読付き論文

- Y. Sasaki, S. Kojima, V. Hamedpour, R. Kubota, S. Takizawa, I. Yoshikawa, H. Houjou, Y. Kubo and T. Minami, Accurate chiral pattern recognition for amines, albeit a single chemosensor. *Chem. Sci.*, **2020**, accepted. DOI: 10.1039/D0SC00194E
- M. Hoshi, R. Nishiyabu, Y. Hayashi, S. Yagi and Y. Kubo, Room-temperature phosphorescence-active boronate particles: characterization and ratiometric afterglow-sensing behavior via surface grafting of Rhodamine B. *Chem. Asian J.*, **2020**, accepted. DOI: 10.1002/asia.201901740
- R. Nishiyabu, Y. Takahashi, T. Yabuki, S. Gommori, Y. Yamamoto, H. Kitagishi and Y. Kubo, Boronate sol-gel method for one-step fabrication of polyvinyl alcohol hydrogel coatings by simple cast- and dip-coating techniques. *RSC Adv.*, **2020**, *20*, 86–94. DOI: 10.1039/C9RA08208E
- Y. Kubo, T. Shimada, K. Maeda and Y. Hashimoto, Thieno[1,3,2]oxazaborinine-containing aza-BODIPYs with near infrared absorption bands: synthesis, photophysical properties, and device application. *New J. Chem.*, **2020**, *44*, 29–37. DOI: 10.1039/C9NJ04612G
- U. Pratomo, I. Purnama and Y. J. Mulyana, Photo-induced water oxidation via cascade charge transfer on nanostructured BiVO₄/TiO₂ modified with dye and co-catalyst molecules, *Inorg. Chim. Acta*, **2020**, *500*, 119223

6. Y. Higashino, S. Erten-Ela and Y. Kubo, π -Expanded dibenzo-BODIPY with near-infrared light absorption: investigation of photosensitizing properties of NiO-based p-type dye-sensitized solar cells. *Dyes and Pigments*, **2019**, *170*, 107613. DOI: 10.1016/j.dyepig.2019.107613
7. O. Suryani, Y. Higashino, H. Sato and Y. Kubo, Visible-to-near-infrared light-driven photocatalytic hydrogen production using dibenzo-BODIPY and phenothiazine conjugate as organic photosensitizer. *ACS Appl. Energy Mater.*, **2019**, *2*, 448-458. DOI: 10.1021/acsaem.8b01474
12. 残光センシング機能をもつ室温燐光性ポロネート粒子, 古賀歩実・星光起・久保由治, 4B7-29, 第100回日本化学会春季年会, 東京理科大学 野田キャンパス(野田), 2020年3月22日
13. ポロン酸含有シアノスチルベン合成とキラルセンサーへの展開, 茂呂采奈・久保由治, 1G5-36, 第100回日本化学会春季年会, 東京理科大学 野田キャンパス(野田), 2020年3月22日
14. ビスシアノスチルベン誘導型ポロネート分子系の合成と固体発光性, 小島奏也・久保由治, 1B7-52, 第100回日本化学会春季年会, 東京理科大学野田キャンパス(野田), 2020年3月22日
15. ベンゾフラン縮環 BODIPY 型増感剤の合成と水素生成光触媒への適用, 牧野航・佐藤悠・母浜源・久保由治, 2B7-10, 第100回日本化学会春季年会, 東京理科大学 野田キャンパス(野田), 2020年3月23日
16. 近赤外線吸収特性をもつチエノ[1,3,2]オキサザポリニン型 aza-BODIPY の合成とその光電変換特性, 久保由治・島田拓馬・前田健太郎・橋本雄太, 2G5-34, 第100回日本化学会春季年会, 東京理科大学 野田キャンパス(野田), 2020年3月23日
17. 近赤外線吸収特性をもつチエノ[1,3,2]オキサザポリニン型非対称 BODIPY の合成と物性, 久保由治・野澤俊樹・前田健太郎・橋本雄太, 3C3-50, 第100回日本化学会春季年会, 東京理科大学 野田キャンパス(野田), 2020年3月24日

■学会発表

【国内発表】

1. ポロネート固体発光分子系の調製と機能化, 星光起・西藪隆平・久保由治, A02, 第18回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 金沢歌劇場(金沢), 2019年5月18日
2. Synthesis of a benzofuran-fused BODIPY dye applicable to photocatalyst for hydrogen production, 牧野航・佐藤悠・母浜源・久保由治, 水素社会のための第4回国際シンポジウム, 首都大学東京(八王子), 2019年8月22日
3. 水素生成光触媒用ベンゾフラン縮環 BODIPY 色素の合成, 牧野航・佐藤悠・母浜源・久保由治, 2C03, 2019年光化学討論会, 名古屋大学東山キャンパス(名古屋), 2019年9月11日
4. 室温燐光特性をもつポロネート超分子の合成と機能化, 星光起・西藪隆平・久保由治, 2B07, 第30回基礎有機化学討論会, 大阪国際交流センター(大阪), 2019年9月26日
5. チオフェン含有ポロン酸類の室温燐光特性, 金久保仁志・久保由治, 1P020, 第30回基礎有機化学討論会, 大阪国際交流センター(大阪), 2019年9月26日
6. リレー認識法を活用した蛍光ケモセンサーアレイの創出と高精度リン酸イオン類の認識の達成, 持田和加奈・西藪隆平・Mariia Pushina・Pavel Anzenbacher Jr.・久保由治, P3-013, 第9回CSJ化学フェスタ, タワーホール船堀(東京), 2019年10月15日
7. 一段階で親水性膜を作製できるコーティング剤としてのポリビニルアルコールとベンゼン-1,4-ジポロン酸とからなる混合溶液の調性, 西藪隆平・権守将二・屋葦太郎・高橋由希・久保由治, 第29回日本MRS年次大会, 横浜開港記念会館(横浜), 2019年11月27日
8. ポロン酸を導入した比色ケモセンサーを分子インクとして用いたスタンプ法による重金属イオンの dip-and-read 型試験片の開発, 屋葦太郎・西藪隆平・久保由治, N-P27-024, 第29回日本MRS年次大会, 横浜開港記念会館(横浜), 2019年11月27日
9. 高い耐久性、防曇性およびタンパク質吸着抑制能を有する親水性コーティング膜としてのポロネート架橋ポリビニルアルコール膜, 権守将二・屋葦太郎・西藪隆平・久保由治, N-P27-012, 第29回日本MRS年次大会, 横浜開港記念会館(横浜), 2019年11月27日
10. 種々のアリアルセランニル BODIPY の合成とフォトンアップコンバージョン特性に与える置換基効果, 長谷川椋平・久保由治, O-32, 第46回有機典型元素化学討論会, 松山大学(松山), 2019年12月8日
11. 水素発生型光触媒への適用を指向したベンゾチアアジアゾール含有 BODIPY 誘導体の合成, 井拓朗・久保由治, 17G1, 第100回日本化学会春季年会, 東京理科大学野田キャンパス(野田), 2020年3月22日

【招待講演等】

1. Near-infrared absorbing dibenzo-BODIPYs; Synthesis, properties, and applications, Yuji Kubo, Lecture at Ege University (Izmir, Turkey), July 22, 2019.
2. Solid-State Emissive Chemosensors based on Boronate Supramolecules, Yuji Kubo, 3rd Asian Conference on Chemosensors and Imaging Probes (Asian-ChIP 2019), Amritsar, India, November 7, 2019
3. ポロネート超分子を活用した固体触媒・固体発光材料の開発, 久保由治, 19-2 超分子研究会(高分子学会), 中央大学後楽園キャンパス, 2020年1月24日
4. 光駆動水素製造の高効率化に資する可視光・近赤外線吸収色素の合成, 久保由治, 4S8-09(特別企画講演), 第100回日本化学会春季年会, 東京理科大学 野田キャンパス(野田), 2020年3月25日

■特許

1. 特願2020-007212 ホウ素キレート化合物、近赤外光吸収材料、薄膜及び有機エレクトロニクスデバイス、久保由治、前田健太郎、橋本雄太、貞光雄一
2. 特願 2019-105638, コーティング組成物及びコーティング剤, 西藪隆平, 久保由治

■受賞

1. 久保由治、平成30年度特別研究員等審査会専門委員(書面担当)表彰(日本学術振興会)、2019年6月30日
2. MIP (Most Impressive Presentation)賞
 - ・星光起(博士前期課程2年生)「室温燐光特性をもつポロネート粒子の合成と機能化」
 - ・島田拓馬(博士前期課程2年生)「近赤外線吸収特性をもつチエノ[1,3,2]オキサザポリニン型 aza-BODIPY の合成とその光電変換特性」

- ・持田和加奈(博士前期課程2年生)「複数のZn(II)配位型カルボキサミド系分子を用いた蛍光センサーアレイの構築とリン酸イオン類に対するパターン認識」
- ・岩切星慈(学部4年生)「三重項-三重項消滅型フォトンアップコンバージョン増感剤を志向した含セレンウムBOPHYの合成と性質」
- ・古賀歩実(学部4年生)「ローダミングラフト型ポロネート粒子の調製と残光特性」

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 派遣留学生経済支援制度(部局中長期分)、新井 智之(博士前期課程1年生)、派遣国:トルコ、派遣先:エーゲ大学
2. 部局間交流協定締結(対 エーゲ大学太陽エネルギー研究所)

先端物質デザイン分野 瀬高研究室

教授 瀬高 渉 助教 稲垣 佑亮

■構成員

瀬高 渉 (せたか わたる) 教授 / 博士(理学)
物理有機化学、機能分子化学
9-542 室 TEL: 042-677-1111 内線 4955
wsetaka@tmu.ac.jp

稲垣 佑亮 (いながき ゆうすけ) 助教 / 博士(理学)
有機典型元素化学、機能分子化学
9-545 室 TEL: 042-677-1111 内線 4957
yinagaki@tmu.ac.jp

博士前期課程 5名
学部4年生 5名

■研究概要

環境負荷が小さいケイ素を組み込んだ新規な分子の設計、合成、および機能性評価についての実験研究を通して、持続可能な低炭素社会を実現する新しいファインケミカルの開発原理の確立を目指す研究を進めている。

1. 分子機械としてのπ電子系が回転する分子ジャイロコマ

瀬高 渉、稲垣 佑亮

分子のメカニカルな運動を機能利用する研究が分子機械研究として注目されている。当研究室では、カゴ型分子骨格の内部に有機π電子系が架橋した分子を、構造の類似性から分子ジャイロコマとして設計した。実際に合成し、π電子系の溶液および固体中における回転運動の観察とこれに伴う複屈折性や誘電性など機能性を研究している。

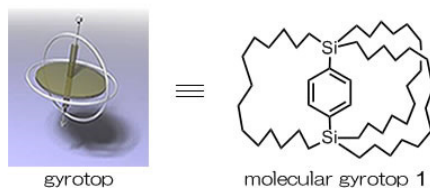


図1. 分子ジャイロコマの分子構造

本年度はこれまでの総合論文を報告した(総説・解説1)。また、以下の系について論文発表した。

メチルカルバゾールは紫外線の照射により高効率の発光を示すことが報告されている。これをかご骨格内に導入した分子ジャイロコマ C18carba を合成した(図2)。メチルカルバゾール部分は結晶中で回転運動を示さなかったが、結晶内でカルバゾールが1軸配向しているため、単結晶から顕著に偏光した蛍光が観察された。(論文#4)。

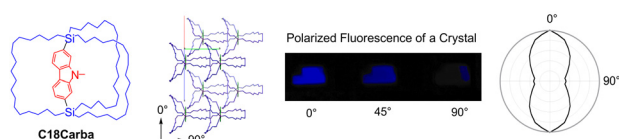


図2. メチルカルバゾールを回転子とする分子ジャイロコマの構造とその単結晶からの偏光蛍光

また、カルバゾールのニトロキシドラジカルをかご骨格内に収容した化合物について、ニトロキシドの速度論的安定化効果を評価した。(図3)。ESRによりラジカルの減衰過程を調べたところ、非かご体と比較してラジカルの長寿命化が観察された(論文#3)。

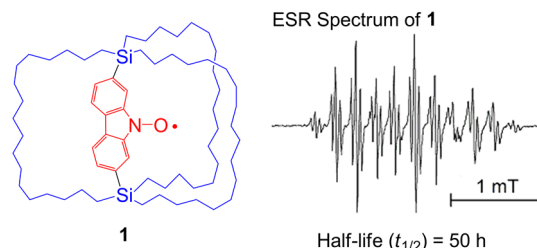


図3. カルバゾールニトロキシド架橋かご型化合物の分子構造式とESRスペクトル

2. トリプチセンを歯車とする新規な分子ギア

瀬高 渉、稲垣 佑亮

トリプチセンは3つのベンゼン環が歯車のように配列した有機分子である。これを橋頭位で連結すると歯車が互いに噛み合う分子ギアとしての性質が発現することが知られている。当研究室では、連結部位を修飾することにより、ギア回転の制御と機能利用について研究している。

ゲルマニウムで架橋した分子ギアを合成し、同族の炭素、およびケイ素架橋体とギアすべりの起きやすさを評価した(図4)(論文#2)。

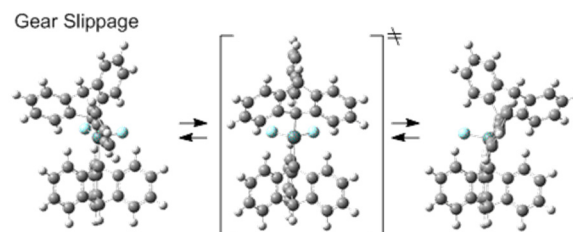


図4. ゲルマニウム架橋分子ギアのギアすべり

レゾルシル基を導入したトリプチセンを設計・合成し、結晶内におけるトリプチセン同士のギアカみ合いの実現を検討した。(図5)。その結果、レゾルシル基間の水素結合ネットワークによるギアカみ合い構造を実現したが、空隙に水分子が入り込み、ギア回転を観察することはできなかった。この化合物の無水結晶も作成したが、無水結晶では水素結合ネットワークも崩れてしまうことを明らかにした(論文#1)。

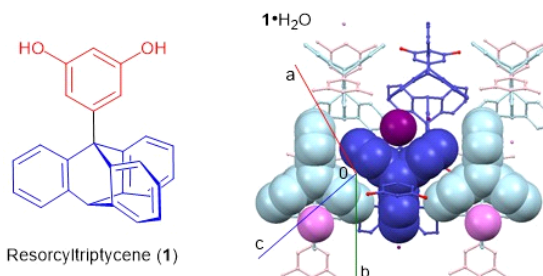


図5 レゾルシルトリプチセン1水和物の結晶構造

■査読付き論文

1. Gear Alignments due to Hydrogen-Bonded Networks in a Crystal Structure of Resorcyliptycene Hydrate and its Transformation to a non-Gearing Anhydrate Crystal by Heating, N. Tanaka, Y. Inagaki, K. Yamaguchi, and W. Setaka, *Cryst. Growth Des.*, **20**(2), 1097–1102 (2020). DOI:10.1021/acs.cgd.9b01424
2. Gear Slippage in Molecular Bevel Gears Bridged with a Group 14 Element, K. Okamura, Y. Inagaki, H. Momma, E. Kwon, and W. Setaka, *J. Org. Chem.*, **84**(18), 14636–14643 (2019). DOI:10.1021/acs.joc.9b02214
3. Kinetic Stabilization of Carbazole Nitroxides by Inclusion in a Macrocage and their ESR Characterization, H. Hashimoto, Y. Inagaki, H. Momma, E. Kwon, and W. Setaka, *J. Org. Chem.*, **84**(18), 11783–11789 (2019). DOI:10.1021/acs.joc.9b01686
4. Polarized Fluorescence of a Crystal having Uniaxially Oriented Molecules by a Carbazole-diyl-bridged Macrocage, H. Hashimoto, Y. Inagaki, H. Momma, E. Kwon, K. Yamaguchi, and W. Setaka, *CrystEngComm*, **21**, 3910–3914 (2019). DOI: 10.1039/C9CE00706G

■総説・解説

1. 大規模カゴ型アルキル骨格内にπ電子系が架橋した「分子ジャイロコマ」の合成構造化学, 瀬高 渉・稲垣 佑亮・山口 健太郎, 有機合成化学協会誌, **77**(8), 813–822 (2019). DOI: 10.5059/yukigoseikyokaisi.77.813

■招待講演

1. Chemistry of Molecular Gyrotops
W. Setaka
Molecular Rotor Workshop 2019, 2019.11.21–22, the Institute of Organic Chemistry and Biochemistry of the CAS (Prague, Czech Republic)(invited)

■学会発表

*国際会議

1. Facile Synthesis of Tetrasilyl[2]acetylene
Kazuki Komatsubara, Yusuke Inagaki, Wataru Setaka
The 4th International Symposium on Hydrogen Energy-based Society, 2019.8.22–23, Tokyo Metropolitan University(Tokyo, Japan) (8/22, P-22) (poster)
2. Thiophene-Dioxide Bridged Macrocages as Crystalline Fluorescent Molecular Gyrotops
Wataru Setaka, Daiki Hayashi, Miyako Tsurunaga, Yusuke Inagaki, and Kentaro Yamaguchi
18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-18), Sapporo Convention Center, 2019.7.21–26, (Sapporo, Japan)(7/22, 317) (poster)

*国内会議

1. イソフタルリトリプチセンの合成と結晶構造
大山 宗土・稲垣佑亮・瀬高 渉
日本化学会第 100 春季年会, 東京理科大学野田キャンパス(千葉県野田市), 2020.3.22–25. (3/25 4B7–34)(oral)
2. シリル基のかさ高さを利用したアセジン合成
小松原 和樹・稲垣佑亮・瀬高 渉
日本化学会第 100 春季年会, 東京理科大学野田キャンパス(千葉県野田市), 2020.3.22–25. (3/22 1C4–37)(oral)
3. シリル置換ベンゾ[b]チオフェン-1,1-ジオキシドの合成と蛍光特性
延原 圭太・稲垣佑亮・瀬高 渉
日本化学会第 100 春季年会, 東京理科大学野田キャンパス(千葉県野田市), 2020.3.22–25. (3/22 1B7–43)(oral)
4. チエノチオフェンジオキシド架橋分子ジャイロコマにおける固体蛍光強度と蛍光体分子運動の関係
林 大樹・稲垣佑亮・瀬高 渉
第 46 回有機典型元素化学討論会, 松山大学 カルフォル・ホール(愛媛県松山市), 2019.12.5–7. (12/5 O-21)(oral)
5. シリル基の特性を生かした[2]アセジンの合成
小松原 和樹・稲垣佑亮・瀬高 渉
第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2018, タワーホール船堀(東京都江戸川区), 2019.10.15–17. (10/16 P4-029)(poster)

■受賞

1. 林 大樹, 第 46 回有機典型元素化学討論会 優秀講演賞特別賞 ChemCommPresentationPrize、2019.12..

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 有機化合物の構造解析 共同研究
有機化合物の構造や物性解析において、本学に設置されていない大型分析装置による共同研究実験を行った。[連携機関]徳島文理大学香川薬学部、東北大学大学院理学研究科附属巨大分子解析研究センター
[研究成果]査読付き論文 # 1、#2、#3、#4

エネルギーデバイス分野 金村研究室

教授 金村 聖志 助教 棟方 裕一

■ 構成員

金村 聖志 (かなむらきよし) 教授/工学博士
工業無機化学, エネルギー化学, 電気化学
9-247号室 TEL: 042-677-2828 kanamura@tmu.ac.jp

棟方 裕一 (むなかたひろかず) 助教/博士(工学)
電気化学, 無機材料化学, 蓄電池・燃料電池
9-246号室 TEL: 042-677-2826 munakata@tmu.ac.jp

博士後期課程 x3 名 (うち社会人 2 名)

修士課程 x13 名

学部 4 年 x7 名

■ 研究概要

マグネシウム二次電池に関する研究

金村 聖志

マグネシウムはリチウムに比べて資源量が多く、枯渇の心配が無い。そのため、現行のリチウムイオン電池に代わる次世代電池としてマグネシウムイオン伝導体を用いたマグネシウム二次電池が注目されている。我々はこの新しい電池を実現すべく、新規電解質の探索を中心に研究開発に取り組んでいる。本年度は、実用的なラミネートセルの形で電池を試作(図 1)し、その特性評価を行うと共に、より優れた電池特性を実現するための材料の探索を進めた。

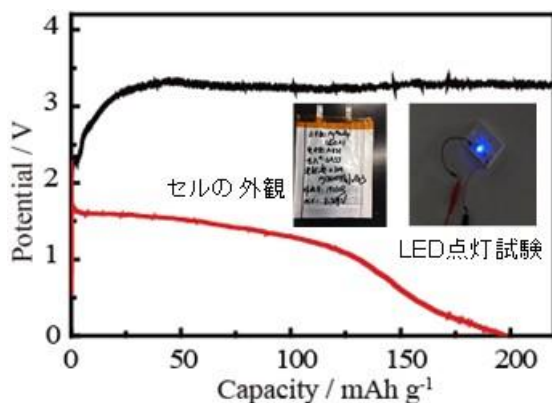


図 1 試作したマグネシウム二次電池の充放電特性評価および LED の点灯試験(正極: NiCo_2O_4 , 負極: Mg 合金)。

高容量で安全なリチウム二次電池に関する研究

金村 聖志, 棟方 裕一

エネルギー密度のさらなる向上を目的に金属リチウムを負極に用いたリチウム二次電池の開発を進めた。金属リチウムは現行のリチウム二次電池で用いられている黒鉛負極の約 10 倍の重量容量密度を有する。しかし、充放電を繰り返すと形状が針状へと変化してセパレータを貫通し、電池が短絡することが問題となっている。この問題を解決するために、電解液に用いる塩の種類と濃度を検討した(図 2)。また、イオン伝導性の被膜を形成し、金属リチウムの平滑化に取り組んだ(図 3)。リチウムイオン伝導性のセラミック電解質を含むコンポジット電解質を用いた電池設計にも取り組み、高容量で安全なリチウム二次電池の実現に資する多くの成果を得た。

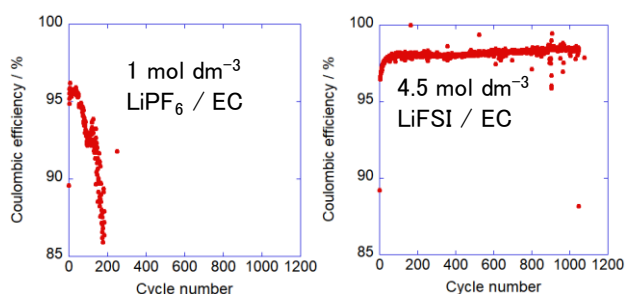


図 2 金属リチウム負極のサイクル特性に及ぼすリチウム塩の種類および濃度の検討。

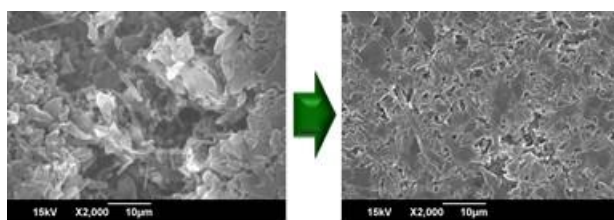


図 3 イオン伝導性被膜の形成による金属リチウム析出形態の平滑化。

新規燃料電池に関する研究

金村 聖志, 棟方 裕一

燃料電池の排熱を効率的に利用し、かつ電極触媒の活性を高めるためには、より高い温度での燃料電池の作動が望まれる。しかし、高い温度での作動は触媒の劣化を加速することになる。この問題を解決し、長期に安定に作動できる中温無加湿燃料電池の実現へ向け、リン酸とイオン液体の混合物を電解質に用いた燃料電池の研究開発を実施した。従来の電解質系では白金触媒が溶解して活性が失われるものの、本混合電解質中では溶解が効果的に抑えられ、長期間にわたり活性が維持されることを明らかにした(図 4)。リン酸とイオン液体の相互作用をより詳しく解明し、より積極的に利用することで、白金触媒の安定性をさらに高められると期待される。また、白金を使用しない低コストの炭素系触媒の検討も行った。本混合電解質との併用を検討した結果、安定性に加えコスト面でも優位な燃料電池を実現できる可能性を見出した。

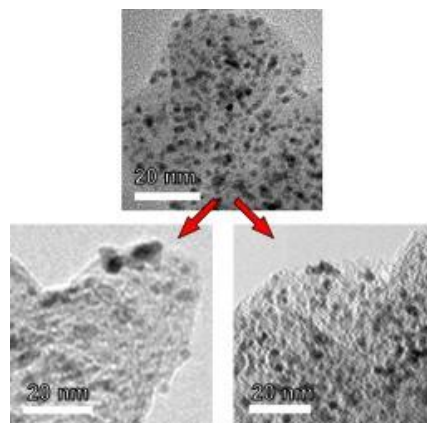


図 4 加速劣化試験による白金触媒の安定性評価(上段: 試験前の Pt/C 触媒, 下段左: リン酸中での劣化試験後の Pt/C 触媒, 下段右: 混合電解質中での劣化試験後の Pt/C 触媒)。

■査読付き論文

1. Koki Nakano, Yusuke Noda, Naoto Tanibata, Masanobu Nakayama, Koichi Kajihara, Kiyoshi Kanamura, Computational investigation of the Mg-ion conductivity and phase stability of $\text{MgZr}_4(\text{PO}_4)_6$, *RSC Adv.*, 9, 12590–12595 (2019).
2. Yuto Shimizu, Kiyoshi Kanamura, Three Dimensionally Ordered Macroporous Polybenzimidazole Separator for Li Metal Battery, *Chem. Lett.*, 48, 429–432 (2019).
3. Kohei Shimokawa, Taruto Atsumi, Maho Harada, Robyn E. Ward, Masanobu Nakayama, Yu Kumagai, Fumiyasu Oba, Norihiko L. Okamoto, Kiyoshi Kanamura, Tetsu Ichitsubo, Zinc-based spinel cathode materials for magnesium rechargeable batteries: toward the reversible spinel-rocksalt transition, *J. Mater. Chem. A*, 7, 12225–12235 (2019).
4. Motoko Nagasaki, Kiyoshi Kanamura, High-Performance Lithium Metal Rechargeable Battery Using an Ultrafine Porous Polyimide Separator with Three-Dimensionally Ordered Macroporous Structure, *ACS Applied Energy Materials*, 2, 3896–3903 (2019).
5. Jihun Song, Williams Agyei Appiah, Kim Sung-Soo, Hirokazu Munakata, Kiyoshi Kanamura, Myung-Hyun Ryou, Yong Min Lee, 3D electrochemical model for a Single Secondary Particle and its application for operando analysis, *Nano Energy*, 62, 810–817 (2019).
6. Toshihiko Mandai, Kenji Tatesaka, Kenya Soh, Hyuma Masu, Ashu Choudhary, Yoshitaka Tateyama, Ryuta Ise, Hiroaki Imai, Tatsuya Takeguchi, Kiyoshi Kanamura, Modifications in coordination structure of $\text{Mg}[\text{TFSA}]_2$ -based supporting salts for high-voltage magnesium rechargeable batteries, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 21, 12100–12111 (2019).
7. Yuta Maeyoshi, Dong Ding, Masaaki Kubota, Hiroshi Ueda, Koji Abe, Kiyoshi Kanamura, Hidetoshi Abe, Long-Term Stable Lithium Metal Anode in Highly Concentrated Sulfolane-Based Electrolytes with Ultrafine Porous Polyimide Separator, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 11, 25833–25843 (2019).
8. Yong Zhang, Masashi Konya, Ayaka Kutsuma, Seonghyeon Lim, Toshihiko Mandai, Hirokazu Munakata, Kiyoshi Kanamura, Magnesium Storage Performance and Mechanism of 2D-Ultrathin Nanosheet-Assembled Spinel MgIn_2S_4 Cathode for High-Temperature Mg Batteries, *Nano Micro Small*, 15, 1902236 (2019).
9. Motoko Nagasaki, Kei Nishikawa, Kiyoshi Kanamura, Deterioration Analysis of Lithium Metal Anode in Full Cell during Long-Term Cycles, *J. Electrochem. Soc.*, 166, A2618–A2628 (2019).
10. Nurzhan Umirov, Yuto Yamada, Hirokazu Munakata, Sung-Soo Kim, Kiyoshi Kanamura, Analysis of intrinsic properties of $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ using single-particle technique, *J. Electroanal. Chem.*, 855, 113514 (2019).
11. Seonghyeon LIM, Hirokazu MUNAKATA, Kiyoshi KANAMURA, Carbon Coating for Improvements of Electrochemical Properties of $\text{Li}_{1.1}\text{V}_{0.9}\text{O}_2$ Anode Active Materials for Li Secondary Batteries, *Electrochemistry*, 88, 22–27 (2020).
12. Eric Jianfeng Cheng, Takeshi Kimura, Mao Shoji, Hiroshi Ueda, Hirokazu Munakata, Kiyoshi Kanamura, Ceramic-

Based Flexible Sheet Electrolyte for Li Batteries, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, doi.org/10.1021/acsami.9b21251 (2020).

■学会発表

【国内発表】

1. 金村聖志, 全固体電池の研究開発の進展, TECHNO-FRONTIER 2019, 第 27 回バッテリー技術シンポジウム, 幕張メッセ・国際会議場, 日本能率協会, E6-3, 2019 年 4 月 19 日, 東京.
2. 中野 高毅, 野田 祐輔, 谷端 直人, 中山 将伸, 梶原 浩一, 金村 聖志, 第一原理計算による Mg イオン伝導体 $\text{MgZr}_4(\text{PO}_4)_6$ のイオン伝導度および相安定性評価; 第 21 回化学電池材料研究会ミーティング, 日本化学会会館, 2–15, 2019 年 6 月 12–13 日, 東京.
3. 櫛田洋輔, 木村豪志, 金村聖志, エアロゾルデポジション法を用いて作製した全固体電池の充放電に伴う劣化挙動; 第 21 回化学電池材料研究会ミーティング, 日本化学会会館, 2–12, 2019 年 6 月 12–13 日, 東京.
4. 万代俊彦, 金村聖志, $\text{Mg}[\text{TFSA}]_2$ 系電解液における溶媒和構造と電気化学特性, 第 21 回化学電池材料研究会ミーティング, 日本化学会会館, 1–11, 2019 年 6 月 12–13 日, 東京.
5. 神原 拓弥, 山田 悠登, 棟方裕一, 金村 聖志, パルス印加試験を用いた単粒子測定法による電極活物質の電気化学特性評価, 第 21 回化学電池材料研究会ミーティング, 日本化学会会館, 1–05, 2019 年 6 月 12–13 日, 東京.
6. 金村聖志, 棟方裕一, 于潔, 燃料電池 (PEFC と SOFC) の現状と中温作動型燃料電池の開発, 応用電子物性分科会研究会, 2019 年 7 月 26 日, 東京工業大学大岡山キャンパス 東京.
7. 林 聖賢, 棟方 裕一, 金村 聖志, Electrochemical evaluation of carbon coated lithium vanadium oxide anode by single particle measurement, 2019 年 電気化学秋季大会, 2108, 2019 年 9 月 5–6 日, 山梨大学甲府キャンパス, 甲府.
8. 中林志達, 宗健也, 万代俊彦, 袖山慶太郎, 館山佳尚, 金村聖志, 内部反射法の FT-IR 測定を用いたマグネシウム析出溶解反応のその場観察, 2019 年電気化学秋季大会, 2019 年 9 月 5–6 日, 山梨大学甲府キャンパス, 甲府.
9. Yong Zhang, Ayaka Kutsuma, Hirokazu Munakata, Kiyoshi Kanamura; 2D-ultrathin nanosheet-assembled spinel MgIn_2S_4 cathode for high-temperature Mg batteries, 2019 年電気化学秋季大会, 2019 年 9 月 5–6 日, 山梨大学甲府キャンパス, 甲府.
10. Eric Jianfeng Cheng, Takeshi Kimura, Hirokazu Munakata, Kiyoshi kanamura, Flexible Composite Sheet Electrolyte for Li-metal Anode, 2019 年電気化学秋季大会, 2019 年 9 月 5–6 日, 山梨大学甲府キャンパス, 甲府.
11. 松澤 将希, 金村 聖志, $\text{LiMn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{PO}_4$ の水熱法による合成と電気化学特性の比較, 第 28 回無機リン化学討論会, Y-17, 2019 年 9 月 19–20 日, 山梨大学大村智記念学術館, 山梨.
12. 竹本 嵩清, 道畑 日出夫, 松下 忠司, 若杉 淳吾, 久保田 昌明, 阿部 英俊, 金村 聖志, 酸化物系固体電解質 LLZO/Li 金属界面の構築に向けた二相電解質構造の評価, 第 60 回電池討論会, 2B17, 2019 年 11 月 13–15 日, 国立京都国際会館, 京都.
13. 前吉 雄太, 丁 冬, 久保田 昌明, 上田 浩視, 安部 浩

- 司, 金村 聖志, 阿部 英俊, 高濃度電解液と超微多孔ポリイミドセパレータを用いた長期安定なリチウム金属負極, 第 60 回電池討論会, 2B06, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
14. 安部浩司, トドロフ ヤンコ, 前吉 雄太, 阿部 英俊, 金村 聖志, 機能性電解液: 電解液添加剤が金属リチウム電池の特性に及ぼす影響; 第 60 回電池討論会(京都), 2B01, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 15. 丁 冬, 前吉 雄太, 久保田 昌明, 若杉 淳吾, 金村 聖志, 阿部 英俊, 酸化グラフェンのその場電気化学還元による $\text{LiMn}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{PO}_4$ 正極の性能改善; 第 60 回電池討論会(京都), (ABRI, 首都大院都市環境), 1G05, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 16. 本望 勝也, 庄司 真雄, 金村 聖志, イオン液体含有複合正極と固体電解質からなるリチウム二次電池の電気化学特性評価, 第 60 回電池討論会(京都), 2F18, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 17. 万代 俊彦, 袖山 慶太郎, 館山 佳尚, 金村 聖志, 弱配位性アニオンを有する Mg 系電解液の電気化学特性, 第 60 回電池討論会(京都), 2F18, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 18. フィロラ トウルソン, 服部 将司, 山本 健太郎, 万代 俊彦, 松井 雅樹, 袖山 慶太郎, 館山 佳尚, 中西 康次, 内山 智貴, 松永 利之, 金村 聖志, 内本 喜晴, $\text{Mg}(\text{TFSA})_2$, $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ 系電解質における Mg 金属析出反応機構の解明, 第 60 回電池討論会(京都), 3C05, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 19. 嵯峨根 史洋, 栢谷 智矢, 昆野 昭則, 金村 聖志, グライム系電解液における無機添加剤が Mg 析出溶解に及ぼす影響(2), 第 60 回電池討論会, 3C04, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 20. 小野 紘一郎, 棟方 裕一, 金村 聖志, アルカリイオン液体中における酸素還元反応の解析, 第 60 回電池討論会, 2C17, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 21. 田嶋 彩花, Hasna Puthen Peediyakkal, 于 潔, 棟方 裕一, 金村 聖志, イオン液体含有電解液中における白金触媒の酸素還元活性および耐久性評価, 第 60 回電池討論会, 1C19, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 22. 武吉 潤也, 小堀 直洋, 金村 聖志, 濃厚電解液を用いた Li 金属負極の電気化学特性評価, 第 60 回電池討論会, 2B05, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 23. 林 聖賢, 棟方 裕一, 金村 聖志, Electrochemical evaluation of carbon coated lithium vanadium oxide anode by single particle measurement, 第 60 回電池討論会, 1B16, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 24. 長堀 大和, 棟方 裕一, 金村 聖志; μ キャパシティ電極を用いた Li イオン電池用電極活物質の電気化学特性評価, 第 60 回電池討論会, 3A19; 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 25. 金村聖志, Li および Mg 金属を負極に用いた二次電池の研究開発状況, 第 60 回電池討論会, 2MH18, 2019 年 11 月 13~15 日, 国立京都国際会館, 京都.
 26. 須藤 良太, 金村 聖志, 添加剤含有電解液中でのリチウム金属負極の電気化学特性, 1H05, 電気化学会第 87 回大会, 2020 年 3 月 17~19 日, 名古屋工業大学, 愛知.
 27. 新堀 雄麻, 金村 聖志, イオン液体含浸 3DOM ポリイミドセパレータを用いたリチウム金属二次電池の電気化学特性評価, 1H05, 電気化学会第 87 回大会, 2020 年 3 月 17~19 日, 名古屋工業大学, 愛知.
 28. 福田 航平, 程 建鋒, 金村 聖志, $\text{Li}_{6.25}\text{Al}_{0.25}\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ 複合電解質を用いた全固体電池の作製, 1G14, 電気化学会第 87 回大会, 2020 年 3 月 17~19 日, 名古屋工業大学, 愛知.
 29. 小澤 祥太, 林 凌平, 棟方 裕一, 金村 聖志, 直流イオン伝導度測定を用いたリチウム二次電池用多孔電極の評価, 3I11, 電気化学会第 87 回大会, 2020 年 3 月 17~19 日, 名古屋工業大学, 愛知.
 30. 嵯峨根 史洋, 松井 雅樹, 昆野 昭則, 金村 聖志, 種々の有機電解液における Mg_3Bi_2 合金負極の電気化学挙動, 2H05, 電気化学会第 87 回大会, 2020 年 3 月 17~19 日, 名古屋工業大学, 愛知.
 31. 山本 健太郎, トウルソン フィロラ, 万代 俊彦, 中西 康次, 袖山 慶太郎, 館山 佳尚, 内山 智貴, 松永 利之, 金村 聖志, 内本 喜晴, Mg^{2+} /アニオン静電相互作用を制御した電解液中での Mg 金属析出反応機構の解明, 2H06, 電気化学会第 87 回大会, 2020 年 3 月 17~19 日, 名古屋工業大学, 愛知.
- 【国際会議】
1. Dong Ding, Yuta Maeyoshi, Masaaki Kubota, Jungo Wakasugi, Kiyoshi Kanamura, Hidetoshi Abe, A Facile Way to Synthesize Carbon-Coated $\text{LiMn}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{PO}_4$ /Reduced Graphene Oxide Sandwich-Structured Composite for Lithium Ion Batteries, 235th ECS Meeting, 2019 年 5 月, Sheraton Dallas, Dallas, USA.
 2. Feilure Tuerxun, Masashi Hattori, Kentaro Yamamoto, Toshihiko Mandai, Masaki Matsui, Yoshitaka Tateyama, Tomoki Uchiyama, Tatsuya Takeguchi, Kiyoshi Kanamura, Yoshiharu Uchimoto, Interfacial Behavior of Magnesium Ions at Electrode/Electrolyte Interface during Magnesium Deposition Reaction, 235th ECS Meeting, 2019 年 5 月, Sheraton Dallas, Dallas, USA.
 3. Yuta Maeyoshi, Masaaki Kubota, Hidetoshi Abe, Koji Abe, Kiyoshi Kanamura, Effect of Salt Concentration in Sulfolane-Based Electrolyte on Long-Term Li Plating/Stripping Behavior, 235th ECS Meeting, 2019 年 5 月, Sheraton Dallas, Dallas, USA.
 4. Jie. Yu, H. Miura, H. Munakata, T. Shishido, K. Kanamura, Development of membrane electrode assembly applying on methanol-reforming-hydrogen/ oxygen intermediate temperature fuel cell system, The World Hydrogen Technologies Convention 2019, 2019 年 6 月, Tokyo International Forum, Tokyo, Japan.
 5. K. Kanamura, M. Shoji, E. Cheng, Development of Flexible Composite Solid Electrolyte and Quasi-solid Composite Cathode for Practical Realization of Solid-state Lithium-ion Batteries, GFMAT-2, 2019 年 7 月, Toronto Marriott Downtown at CF Eaton Centre Hotel, Toronto, Canada.
 6. Yong Zhang, Eric Jianfeng Cheng, Yuto Yamada, Yukihiro Nakabayashi, Mao shoji, Jin Niu, Jae-sang Park, Hirokazu Munakata, Kiyoshi Kanamura, Innovative Next Generation Batteries for Low Carbon Society, The 4th International Symposium on Hydrogen Energy-based Society, 2019 年 8 月, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, Japan.
 7. Jie. Yu, H. Miura, H. Munakata, T. Shishido, K. Kanamura, Development of non-humidified intermediate temperature methanol-reforming-hydrogen/ oxygen fuel cell system, The 4th International Symposium on Hydrogen Energy-based Society, 2019 年 8 月, Tokyo

- Metropolitan University, Tokyo, Japan.
8. Koichi Kajihara, Mayu Suda, Ryosui Nakagawa, Kiyoshi Kanamura, Highly-transparent efficient sol-gel-derived silica - (Gd,Pr)PO₄ glass-ceramic narrow-band UVB phosphors, Photoluminescence in Rare Earths 2019 (PRE19), 2019年9月, Hotel Aston La Scala, Nice, France.
 9. E. Cheng, T. Kimura, M. Shoji, H. Munakata, K. Kanamura, Flexible Al-Li₇La₃Zr₂O₁₂ Composite Sheet Electrolyte for Li Metal Batteries, 2nd World Conference on Solid Electrolytes for Advanced Applications: Garnets and Competitors, 2019年9月, Granship, Shizuoka, Japan.
 10. K. Hommo, M. Shoji, H. Munakata, K. Kanamura, Interfacial Formation between LiCoO₂ and Li_{6.25}Al_{0.25}La₃Zr₂O₁₂ using Lithium-ion Conductive Liquid, 2nd World Conference on Solid Electrolytes for Advanced Applications: Garnets and Competitors, 2019年9月, Granship, Shizuoka, Japan.
 11. Eric Jianfeng Cheng, Takeshi Kimura, Hirokazu Munakata, Kiyoshi Kanamura, Garnet-Based Flexible Composite Sheet Electrolyte, 236th ECS Meeting, 2019年10月, Hilton Atlanta, Atlanta, USA.
 12. Jie Yu, Hirokazu Munakata, Kiyoshi Kanamura, Development of 3-Dimensionally Ordered Microporous Polyimide Based Composite Membranes Apply on Non-Humidified Intermediate Temperature Fuel Cells, 236th ECS Meeting, 2019年10月, Hilton Atlanta, Atlanta, USA.
 13. Tsutomu Hashimoto, Kiyoshi Kanamura, Life Prediction of Lithium Ion Battery for Grid Scale Energy Storage System, 236th ECS Meeting, 2019年10月, Hilton Atlanta, Atlanta, USA.
 14. Yuto Yamada, Takeshi Kimura, Yosuke Kushida, Mao Shoji, Kiyoshi Kanamura, Electrochemical Analysis Using Microelectrode for Cathode Materials Deposited on a Solid Electrolyte Pellet By Using Aerosol Deposition Method, 236th ECS Meeting, 2019年10月, Hilton Atlanta, Atlanta, USA.
 15. Koki NAKANO, Yusuke NODA, Naoto TANIBATA, Masanobu NAKAYAMA, Koichi KAJIHARA, Kiyoshi KANAMURA, Evaluation of the Mg-ion conductivity and phase stability of Mg-ion conductor MgZr₄(PO₄)₆ by DFT method, PACRIM13, 2019年10月, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan.
 16. Ryosuke SETO, Koichi KAJIHARA, Kiyoshi KANAMURA, Cosolvent-free synthesis and characterization of poly(Ph-co-R-SQ) (R = Me, Et, Pr, and Vi) glasses with low melting temperatures, PACRIM13, 2019年10月, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan.
 17. Koichi Kajihara, Ryosuke Seto, Kiyoshi Kanamura, Yohei Onodera, Shinji Kohara, Microscopic ordering in amorphous poly(n-alkylsilsesquioxane) liquids and solids synthesized by a cosolvent-free hydrolytic polycondensation via aging, PACRIM13, 2019年10月, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan.
 18. Jae-sang, PARK, YOSUKE Kushida, KYOSHI Kanamura, Effect of heat treatment on electrochemical properties of interface between LiCoO₂-Li₃BO₃ composite and ceramic type solid electrolyte formed by aerosol deposition method, PACRIM13, 2019年10月, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan.
 19. Hiroki Yamashita, Jun Ikegami, Yuko Hirayama, Takaaki Ogami, Yuto Yamada, Kiyoshi Kanamura, Synthesis and electrochemical properties of LiMn_{1-x}Fe_xPO₄/C secondary particles, PACRIM13, 2019年10月, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan.
 20. Koichi Kajihara, Ryosuke Seto, Kiyoshi Kanamura, Yohei Onodera, Shinji Kohara, Microscopic ordering in amorphous poly(n-alkylsilsesquioxane) liquids and solids synthesized by a cosolvent-free hydrolytic polycondensation via aging, PACRIM13, 2019年10月, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan.
 21. Eric Jianfeng Cheng, Takeshi Kimura, Hirokazu Munakata, Kiyoshi Kanamura, Ceramic-based Flexible Composite Sheet Electrolyte for Li-metal Batteries, PACRIM13, 2019年10月, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan.
 22. Yusuke Uetake, Shunsuke Asahina, Natasha Erdman, Tamae Omoto, Hirokazu Munakata, Direct Analysis of Lithium in LIB Cathode Using Soft X-Ray Emission Spectrometer, 2019 MRS Fall Meeting & Exhibit, 2019年12月, Hynes Convention Center, Boston, USA.
- 【招待講演】**
1. Kiyoshi Kanamura, Lithium Metal Electrode 3D Separator, LBIS 2019 4th Lithium Battery International Summit, 2019年5月, Hyatt Regency Shenzhen Airport, Shenzhen, China.
 2. 棟方裕一, 構造化が拓く電池の新しい可能性, 電気化学会関東支部 第37回夏の学校, 2019年9月10-11日, 八王子セミナーハウス, 東京.
 3. Kiyoshi Kanamura, All Solid State Battery Prepared by Composite Type Solid Electrolyte, INESS 2019 The 7th International Conference on Nanomaterials and Advanced Energy Storage Systems, 2019年8月, Al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan.
 4. H. Munakata, H. Inoue, T. Kimura, E.J. Cheng, K. Kanamura, Development of Flexible Composite Electrolyte Sheets for Next-Generation Batteries, 2nd World Conference on Solid Electrolytes for Advanced Applications: Garnets and Competitors, 2019年9月, Granship, Shizuoka, Japan.
 5. Kiyoshi Kanamura, Direct Fabrication of Cathode Layer Onto Oxide-Based Solid Electrolyte with Good Interface, 236th ECS Meeting, 2019年10月, Hilton Atlanta, Atlanta, USA.
 6. Hirokazu Munakata, Jungo Wakasugi, Kyoko Kozuka, Katsuya Honmou, Mao Shoji, Takeshi Kimura and Kiyoshi Kanamura, Cathode design for rechargeable lithium-metal batteries with Li_{6.25}Al_{0.25}La₃Zr₂O₁₂ solid electrolyte, PACRIM13, 2019年10月, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan
 7. Hirokazu Munakata, Yamato Nagahori, Kiyoshi Kanamura, Electrochemical evaluation of electrode active materials by using μ-cavity current collector, WSLIBNGB 2019 The 3rd Work Shop on Lithium Ion Battery and Next Generation Batteries 2019, 2019年11月, Chungnam National University, Daejeon, Korea.
 8. 金村聖志, Recent Progress of Solid State Lithium Battery in Japan, 日中合同セミナー, 2019年12月6日, JST 市ヶ谷本館.
- 【依頼講演】**
1. 金村聖志, 固体系革新電池の進展—材料技術と電池技術の融合, 第45回固体イオニクス討論会, pp.194-197, 2019年11月26~28日, 九州大学伊都キャンパス, 福岡.

■著書・総説・解説、報告書

1. 金村聖志, 蓄電池と水素を用いたエネルギーシステムの比較 —EV と FCV の比較を中心に—, 水素エネルギーシステム VOL.44, No.4 (2019), 特集:これからの電気と水素の共存を考える, 2019年4月, pp.245-248.
2. 金村聖志, 酸化物系固体電解質を用いた全固体電池の作製, セラミックス 第54巻 No.4, 2019年4月 pp. 269-272.
3. 棟方裕一, 第1章 電池概論 リチウムイオン電池および全固体電池の基礎, リチウムイオン電池 & 全固体電池製造技術, CMCリサーチ, 2019年6月30日.
4. 金村聖志, 水素社会の実現に向けた首都大学東京の取り組み, 東京都高圧ガス保安協会 会報 Vol. 632, No.11, 2019年10月 pp. 37-42.
5. 若杉淳吾, 道畑日出夫, 竹本, 久保田昌明, 阿部英俊, 金村聖志, 熔融硫黄とガーネット型酸化物を適用したリチウム硫黄固体電池の開発, FB テクニカルニュース No.75, 2019年11月, pp.21-25.
6. 金村聖志, 蓄電池の役割と革新的な蓄電池の開発, 化学と教育, Vol. 67, No.11, 2019年11月 pp. 534-537.
7. 金村聖志, 蓄電池の現状, 課題, 将来(リチウムイオン二次電池, 次世代電池用材料など), 日本ゴム協会誌, 2019年11月, pp.405-409.
8. Takeshi Kimura, Kiyoshi Kanamura, Fabrication of All-Solid-State Lithium Batteries with an Aerosol Process, Solid Electrolytes for Advanced Applications, 335-346 (2019).

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

(1)連携大学院協定に基づく研究指導実績

韓国忠南大学校グリーンエネルギー研究センターとの国際交流協定に基づく研究指導実績

1. 2019 Joint Seminar in Japan, 2019年7月, 首都大学東京, 訪問学生数11名(首都大学東京金村研究室、首都大学東京梶原研究室、韓国忠南大学校 Kim 研究室との合同セミナー)

(2)その他、他機関との教育の連携に関する実績

2. 日本化学会電気化学ディビジョン化学電池材料研究会 第44回講演会・夏の学校, 2019年8月, ホテル暖香園, 静岡, 参加学生数21名(全国の電池材料関連の研究室の学生を主体とした合同宿泊セミナー)
3. 第17回四大学合同研究会, 2019年10月, 早稲田大学, 東京, 参加学生数21名(首都大学東京金村研究室、首都大学東京梶原研究室、東京理科大学安盛研究室、早稲田大学菅原研究室・宗宮研究室、慶応義塾大学今井研究室による合同ポスター発表会)

エネルギーデバイス分野 梶原研究室

准教授 梶原浩一

■ 構成員

梶原 浩一(かじはらこういち) 准教授/博士(エネルギー化学)
無機化学, 機能物質化学, 無機材料・物性
9-336号室 TEL:042-677-2827 内線4874
kkaji@tmu.ac.jp

修士課程 4名
学部 4年 3名

■ 研究概要

シリカ系材料に関する研究

梶原浩一

シリカは資源豊富な材料であり、その有効利用は環境に調和した材料開発の方向性と合致する。シリカ系有機-無機ハイブリッド材料の一種であるシルセスキオキサン(SQ)は一般式 $\text{RSiO}_{3/2}$ で表されるケイ素系有機-無機ハイブリッドである。本研究室では SQ 高分子ポリシルセスキオキサン、PSQ)の低環境負荷合成法(無共溶媒法)を開発しており、得られた PSQ の評価と応用研究を行っている。今年度は主にポリ(フェニルシルセスキオキサン)系低融点ガラスの開発を行った。無共溶媒法を用いることで、既知の方法に比べて簡単にシルセスキオキサン系低融点ガラスが合成できることが示された。得られたガラスは SiOH 基を多量に含んでいるためガラス等に対する接着力が大きく、ガラス転移温度以上で粘度がすみやかに低下する fragile な液体であることなど、低融点ガラスとして望ましい性質を有することが明らかとなった。また、脆く割れやすいという課題は、R が脂肪族基である SQ ユニットの共重合を行うことで改善できることが示された。本材料は低融点ガラスとして有望である。また、この共重合体中で CH/ π 相互作用の存在が確認され、固化時の凝集力への関与が示唆された。

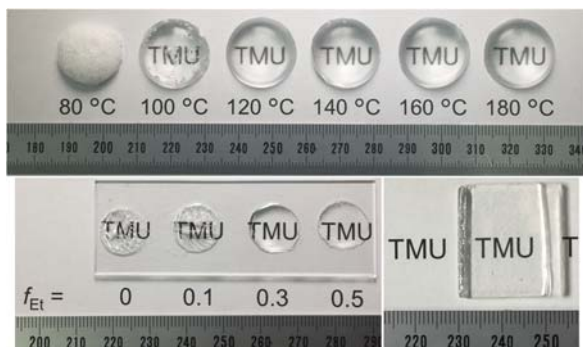


図1 種々の温度で融解したポリ(フェニルシルセスキオキサン)系低融点ガラス(上)、スライドガラス上で融解したポリ(フェニル-*co*-エチルシルセスキオキサン)ガラス(左下)とこのガラスで接着したスライドガラス(右下)

電池関連材料に関する研究

梶原浩一

酸化物を中心に電池関連材料の研究を行っている。今年度は、 Mg^{2+} イオン伝導性セラミックス $\text{MgZr}_4(\text{PO}_4)_6$ に関する理論研究を名古屋工業大学と共同で行った。本研究室では最近、この化合物の金属マグネシウム電極を用いた高温直流伝導度測定に成功している。第一原理 DFT 計算により、実在する $\text{MgZr}_4(\text{PO}_4)_6$ 結晶は単斜晶であるが、より対称性の高い六方

晶 NASICON 型の $\text{MgZr}_4(\text{PO}_4)_6$ 結晶が合成できれば、 Mg^{2+} イオン伝導の活性化エネルギーが低下し、イオン伝導度を向上しうることが示された。

Mg ion conduction in $\text{MgZr}_4(\text{PO}_4)_6$

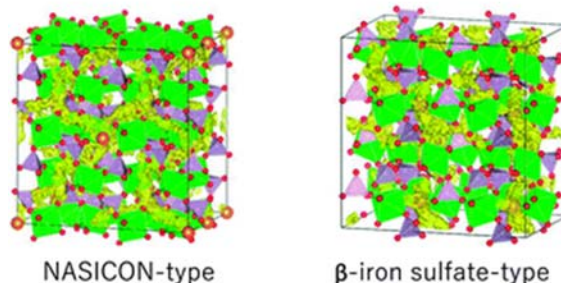


図2 Mg^{2+} イオン伝導性セラミックス $\text{MgZr}_4(\text{PO}_4)_6$ の結晶構造(左: 六方晶, 右: 単斜晶)と第一原理計算による Mg^{2+} イオン伝導経路(薄黄緑色)の模式図

■ 査読付き論文

1. K. Nakano, Y. Noda, N. Tanibata, M. Nakayama, K. Kajihara, K. Kanamura, Computational investigation of the Mg-ion conductivity and phase stability of $\text{MgZr}_4(\text{PO}_4)_6$, RSC Adv. 9, 12590-12595 (2019)
2. R. Seto, K. Kanamura, S. Yoshida, K. Kajihara, Cosolvent-free synthesis and characterisation of poly(phenyl-*co-n*-alkylsilsesquioxane) and poly(phenyl-*co*-vinylsilsesquioxane) glasses with low melting temperatures, Dalton Trans. 49, 2487-2495 (2020)

■ 学会発表

【国内発表】

1. 中野 高毅, 野田 祐輔, 谷端 直人, 中山 将伸, 梶原 浩一, 金村 聖志, 第一原理計算による Mg イオン伝導体 $\text{MgZr}_4(\text{PO}_4)_6$ のイオン伝導度および相安定性評価, 第 21 回化学電池材料研究会ミーティング, 日本化学会会館, 2019/6/3
2. 梶原 浩一, 瀬戸 涼介, 金村 聖志, 小野寺 陽平, 小原 真司, 無共溶媒加水分解重縮合と熟成によって得られた非晶質ポリ(*n*-アルキルシルセスキオキサン)液体と固体の微視的規則構造, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道大学, 2019/9/20
3. 梶原 浩一, 手塚 直人, 王川 勇太, 庄司 真雄, 若杉 淳吾, 棟方 裕一, 金村 聖志, リチウムイオン伝導性クロロボラサイト系結晶化ガラスの合成と物性, 第 60 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 大阪府立大学 I-site なんば, 2019/12/5
4. 梶原 浩一, 手塚 直人, 齋藤 真優, 庄司 真雄, 若杉 淳吾, 棟方 裕一, 金村 聖志, ホウ素サイト置換型新規リチウムイオン伝導性ボラサイト $\text{Li}_4\text{B}_4\text{M}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$ ($M = \text{Al}, \text{Ga}$) 結晶化ガラスの合成と評価, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 上智大学四谷キャンパス, 2020/3/13
5. 瀬戸 涼介, 梶原 浩一, 金村 聖志, 吉田 智, 無共溶媒法によるポリ(フェニルシルセスキオキサン)系低融点ガラスの評価, 日本セラミックス協会 2020 年年会, 明治大学駿河台キャンパス, 2020/3/18

【国際会議】

1. M. Saito, K. Kajihara, M. Shoji, Y. Kizuki, H. Munakata, K. Kanamura, A solid-state lithium secondary battery using a chloroboracite-based glass-ceramic solid electrolyte, The 4th International Symposium on Hydrogen Energy-Based Society, Tokyo, Japan, 2019/8/22
2. L. Skuja, N. Ollier, K. Kajihara, K. Smits, Zero-phonon line and vibronic structures in the green luminescence band in irradiated pure alpha-quartz, The 20th International conference on Radiation Effects in Insulators (REI-20), Astana, Kazakhstan, 2019/8/22
3. K. Kajihara, M. Suda, R. Nakagawa, K. Kajihara, Highly-transparent efficient sol-gel-derived silica-(Gd,Pr)PO₄ glass-ceramic narrow-band UVB phosphors, The 8th International Workshop on Photoluminescence in Rare Earths: Photonic Materials and Devices (PRE19), Nice, France, 2019/9/6
4. L. Skuja, N. Ollier, K. Kajihara, Luminescence of non-bridging hole centers as a marker of particle irradiation of α-quartz, The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD19), Hiroshima, Japan, 2019/9/17
5. R. Iwasaki, K. Kajihara, Photoluminescence of sol-gel-derived transparent silica-(Tb,Ce)PO₄ glass-ceramics, The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13), Okinawa, Japan, 2019/10/28
6. R. Nakagawa, K. Kajihara, Photoluminescence of sol-gel-derived transparent silica-(Gd,Pr)PO₄ glass-ceramics under excitation with a KrCl excimer lamp, The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13), Okinawa, Japan, 2019/10/28
7. R. Seto, K. Kajihara, K. Kanamura, Cosolvent-free synthesis and characterization of poly(Ph-co-R-SQ) (R = Me, Et, Pr, and Vi) glasses with low melting temperatures, The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13), Okinawa, Japan, 2019/10/29
8. M. Saito, K. Kajihara, M. Shoji, Y. Kizuki, H. Munakata, K. Kanamura, Fabrication of a solid-state lithium secondary battery using a lithium-ion-conducting Li₄B₄Al₃O₁₂Cl-based glass-ceramic, The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13), Okinawa, Japan, 2019/10/29
9. K. Nakano, Y. Noda, N. Tanibata, M. Nakayama, K. Kajihara, K. Kanamura, Evaluation of the Mg-ion conductivity and phase stability of Mg-ion conductor MgZr₄(PO₄)₆ by DFT method, The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13), Okinawa, Japan, 2019/10/29
10. K. Kajihara, R. Seto, K. Kanamura, Y. Onodera, S. Kohara, Microscopic ordering in amorphous poly(*n*-alkylsilsesquioxane) liquids and solids synthesized by a cosolvent-free hydrolytic polycondensation via aging, The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13), Okinawa, Japan, 2019/10/30

■特許

1. 特許 6599646, 蛍光ガラス, 梶原 浩一, 山口 栞, 森山 健治, 金村 聖志

■著書・総説・解説・報告書

1. 梶原 浩一, シルセスキオキサン系親水性低融点ガラス, コンバーテック (2020)

■受賞

1. M. Saito, Best Poster Award in Symposium 20: Ceramics for Rechargeable Energy Storage at the 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13)
M. Saito, K. Kajihara, M. Shoji, Y. Kizuki, H. Munakata, K. Kanamura, Fabrication of a solid-state lithium secondary battery using a lithium-ion-conducting Li₄B₄Al₃O₁₂Cl-based glass-ceramic
2. 梶原 浩一, 2019 首都大学東京都市環境学部 主幹教授

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 忠南大学校(韓国)との合同セミナーの実施
2. 東京理科大学、早稲田大学、慶応義塾大学との合同ポスター発表会の実施
3. 環境応用化学域金村研究室との電池および無機系材料に関する研究の共同指導

■先端的・学際的な研究の推進

1. Latvia 大学(ラトビア)および Paris Saclay 大学(フランス)との非晶質および結晶性シリカの電子線・放射線照射耐性に関する共同研究、共著論文・学会発表
2. 東京工業大学フロンティア材料研究所とのシリカ系材料に関する共同研究
3. 株式会社リガクとのシリカゼオライト deca-dodecasil 3R の構造解析に関する共同研究
4. 名古屋工業大学との固体電解質に関する共同研究、共著論文・学会発表
5. 東北大学、慶応義塾大学、東京理科大学との電池正極材料に関する共同研究
6. 環境応用化学域金村研究室との各種材料に関する共同研究、共著論文・学会発表

環境分子化学分野 高木研究室

教授 高木慎介

准教授 石田玉青

助教 嶋田哲也

■ 構成員

高木 慎介 (たかぎ しんすけ) 教授/博士(工学)
光化学、光機能材料化学、粘土科学
9-446号室 TEL:042-677-2839
takagi-shinsuke@tmu.ac.jp

石田 玉青 (いしだ たまお) 准教授/博士(工学)
触媒化学
9-447号室 TEL:042-677-2845 内線4938
tamao@tmu.ac.jp

嶋田 哲也 (しまだ てつや) 助教/博士(工学)
物理化学、分光計測
9-445号室 TEL:042-677-1111 内線4897
shimada-tetsuya@tmu.ac.jp

客員教員・研究員 4名
博士課程 4名
修士課程 11名
学部 4年 8名

■ 研究概要

植物による光合成においては、精緻な分子配置が高度な化学反応の実現において重要な役割を果たしている。分子を並べることは究極のナノテクノロジーの一つであり、これまでの化学では不可能だったナノ材料の開発や、精緻な化学反応系の構築が可能となる。独自に見出した分子配列技術を用いて、固体表面・界面上に光機能性分子や触媒を並べることにより、反応場の特性を活かした新規な化学過程について研究を進めた。化学過程として、光反応、触媒反応などを扱っている。また、有機合成を基盤とした機能性色素材料の開発や、人工光合成モデルの研究を行っている。光合成反応は分子配列を巧みに利用している理想的なエネルギー変換反応であり、人工光合成を実現できれば、環境問題、エネルギー問題に大きく貢献することができる。一方、極短パルスレーザーを用いた超高速時間分解分光測定、導波路分光測定などにより学理を追求し、科学の発展につながる新たな法則、原理の発見を目指している。さらに進んではナノ構造化学と光化学研究を結びつけることにより新たな学問領域の創成に向けて研究を進めている。このような研究方針のもと、本年度は下記の研究を進展させた。

人工光合成系の開発に関する研究

高木慎介、嶋田哲也

無機ナノシート上に配列させた色素集合体を用いて、異種色素間での光エネルギー移動反応において高効率な系を見出してきた。本年度は、用いる色素の種類や、色素の混合比率などを調整することにより、ほぼ100%の効率でのエネルギー移動反応を実現した。さらには、光捕集系と物質変換系を連結することにより、人工光合成モデルを構築した。特に、本年は、エネルギー化学に密接に関連した、水素発生、過酸化水素発生反応に取り組んだ。

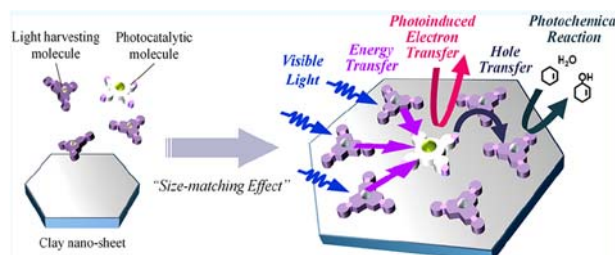


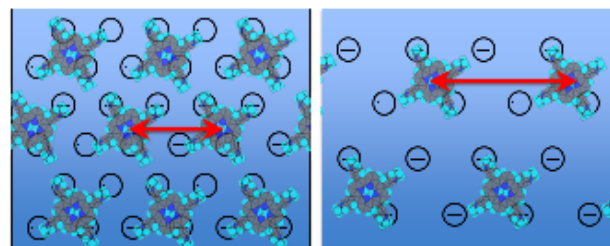
図1. ナノシート上で光捕集系と物質変換系を連結した人工光合成モデル

また、時間分解蛍光測定により、エネルギー移動反応のメカニズムを詳細に検討し、ナノシート上における色素分子の吸着分布に関して詳細に検討した。最近では半導体ナノシートであるチタニアナノシート上においても色素の吸着構造を制御可能であることを見出した。

無機ナノシート上における分子配列技術に関する研究

高木慎介、嶋田哲也

これまでに、独自の無機ナノシート上における分子配列技術を見出してきたが、無機ナノシート上の負電荷間距離と、ゲスト色素分子内正電荷間距離の一致が重要である事(Size-Matching Effect : SME)を明らかとしてきた。本研究では、負電荷間距離の異なるナノシート材料を合成することにより、ゲスト色素であるポルフィリン分子の精密な分子間距離制御を試みた。特に、無機ナノシート骨格の異なる位置で電荷を発生させた際のゲスト吸着挙動への影響について明らかとした。また、末端修飾粘土の利用により、エネルギー移動反応をプローブとした色素の吸着構造の直接的観測を行った。その結果、色素の種類により吸着分布が異なることを見出した。また、全く新規な吸着種として中性分子を用いたところ、中性分子であっても、十分に複合体形成が可能であり、興味深い光化学的性質を示すことを明らかとした。さらには、ゲストの拡張として、蛋白質の吸着挙動についても検討し、ナノシート上では蛋白質の構造に興味深い変化が現れることを見出した(図3)。ホストの拡張としてはシリカガラスを用いることでの分子配列に挑戦した。



平均分子間距離 2.3~3.0 nm

図2. 精密に設計に基づき合成した異なる負電荷間距離を持つ粘土シートにより、分子間隔を自在にコントロール

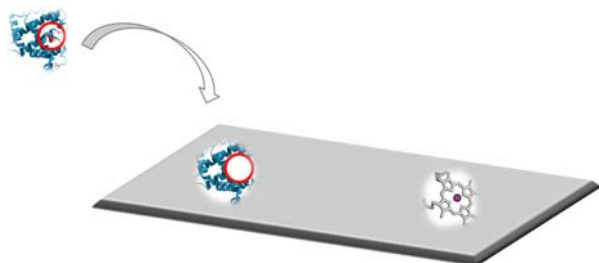


図 3. ナノシートへのミオグロミンの吸着とアポミオグロビンの生成

表面固定誘起発光増強の発見

高木慎介、嶋田哲也

通常色素は、その分子構造に基づく特徴により発光強度が定まっている。一方、本研究では、発光が極めて弱い色素であっても、ナノシート上に無会合状態で吸着させることにより、多くの場合に発光増強が起こることを見出した。色素によっては 100 倍を超える発光増強が観察され、光機能性材料の開発に有益な技術である。本年は、発光増強が、蛍光のみならず燐光でも実現可能であることを見出した。

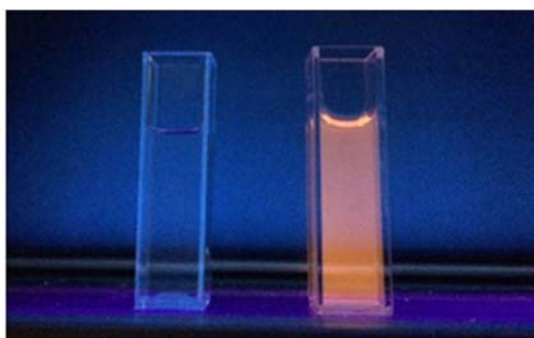


図 4. スチルバゾウリウムの発光現象、左: ナノシートなし、右: ナノシート共存下

半導体ナノシート—色素複合体の作成に関する研究

高木慎介、嶋田哲也

粘土鉱物は絶縁体であるために、それ自体は電子移動活性を有しない。そこで、新規に半導体ナノシートを設計、合成し、色素との複合体形成挙動を検討した。その結果、粘土鉱物ナノシートと同様に、色素の高密度、無会合吸着構造を実現できることを明らかとした。このことにより、太陽電池、人工光合成系の構築に向け、新たな知見を得た。

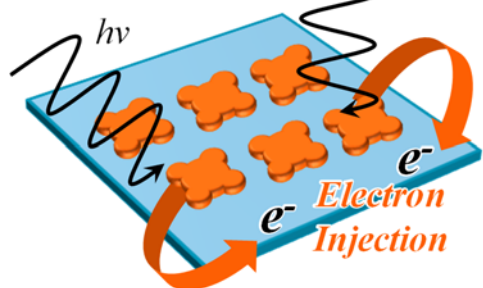


図 5. チタニアナノシート上における吸着構造制御と、光電子注入

担持金触媒を用いた有機反応に関する研究

石田玉青

酸化物や粘土鉱物などのナノシートは高い比表面積に加えて、規則的に配列した負電荷を有しており、金属ナノ粒子の担体としても魅力的な材料である。そこで、チタニア、粘土 (Sumecton SA, SSA) に金ナノ粒子を担持し、その触媒活性をアルコールの酸素酸化によって評価した。Au(en)₂Cl₃ (en: ethylenediamine) を前駆体として析出還元法を用いて金ナノ粒子を担持した。透過型電子顕微鏡観察の結果、チタニアナ

ノシート(TNS)上では平均粒子径 1.7 nm、SSA 上では 6.7 nm の金ナノ粒子が固定化されていた。得られた触媒を用いて 4-ヒドロキシベンジルアルコールの酸素酸化を行った結果、4-ヒドロキシベンズアルデヒドの収率は Au/TNS, Au/SSA でそれぞれ 24%、60%となり、Au/SSA の方が、金粒子径が大きいにも関わらず、高い触媒活性を示した。得られた知見を今後のナノシート材料を用いた金ナノ粒子触媒設計に活かす。

ハイドロキシアパタイト(HAP)に担持した金ナノ粒子触媒は、酸化的雰囲気中で熱処理すると HAP の薄い層が金ナノ粒子表面を覆う(逆 SMSI 効果)現象を示すことを、共同研究先である中国の J. Wang 教授らが報告している。この状態では、HAP との界面に存在する金はよりカチオン性になることが見出されており、今年度は、Au/HAP をアルケンの異性化反応に適用した。それぞれ酸化的雰囲気、還元的雰囲気中で調製した Au/HAP₂ (SMSI あり) と Au/HAP_{H₂} (SMSI なし) では前者の方が高い活性を示した。この二つの触媒の金粒子径はどちらも約 2 nm であることから、Au/HAP₂ は SMSI による HAP の薄い層との電子的な相互作用によって金のカチオン性が向上したと言える。

■査読付き論文

1. Which Type of Clay Minerals Fix Cesium Ion Effectively? -Cavity-Charge Matching Effect-, T. Yamamoto, T. Takigawa, T. Fujimura, T. Shimada, T. Ishida, H. Inoue, S. Takagi, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **21**, 9352–9356 (2019).
2. Reversed Micelles Formed by Polyfluorinated Surfactant II; the Properties of Core Water Phase in Reversed Micelle, S. Takagi, K. Arakawa, T. Shimada, H. Inoue, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **92**, 1200–1204 (2019).
3. Factors for the emission enhancement of dimidium in specific media such as in DNA and on a clay surface, R. Nakazato, K. Sano, H. Ichihara, T. Ishida, T. Shimada, S. Takagi, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **21**, 22732–22739 (2019). Selected as “Cover paper”
4. Effect of clay surface on aldehyde-diol equilibrium, K. Arakawa, R. Nakazato, T. Shimada, T. Ishida, M. Eguchi, S. Takagi, *Tetrahedron Lett.*, **60**, 150986–150989 (2019).
5. Pd-catalyzed decarbonylation of furfural: Elucidation of support effect on Pd size and catalytic activity using in-situ XAFS, T. Ishida, T. Honma, K. Nakada, H. Murayama, T. Mamba, K. Kume, Y. Izawa, M. Utsunomiya, M. Tokunaga, *J. Catal.*, **374**, 320–327 (2019).
6. CO Oxidation over Au/ZnO: Unprecedented Change of the Reaction Mechanism at Low Temperature Caused by a Different O₂ Activation Process, T. Fujita, T. Ishida, K. Shibamoto, T. Honma, H. Ohashi, T. Murayama, M. Haruta, *ACS Catal.*, **9**, 8364–8372 (2019).
7. Oxidative esterification of aliphatic aldehydes and alcohols with ethanol over gold nanoparticle catalysts in batch and continuous flow reactors, A. Taketoshi, T. Ishida, T. Murayama, T. Honma, M. Haruta, *Appl. Catal. A: Gen.*, **585**, 117169 (2019).
8. Importance of Size and Contact Structure of Gold Nanoparticles for the Genesis of Unique Catalytic Processes, T. Ishida, T. Murayama, A. Taketoshi, M. Haruta, *Chem. Rev.*, **120**, 464–525 (2020). “Inside cover”
9. CO₂ Reduction to Methanol on Au/CeO₂ Catalysts: Mechanistic Insights from De-Activation and SSITKA Measurements, A. Rezvani, A. M. Abdel-Mageed, T. Ishida, T. Murayama, M. Parlinska-Wojtan, R. J. Behm, *ACS Catal.*, in press.

■学会発表

【国際会議】

1. Anti-inflammatory effect of metal oxide supported Au catalysts, T. Ishida, Ausdarc-YTU Symposium on Gold Catalysis 2019, Yantai (China), September, 2019 (Invited).
2. Evaluation of organic-inorganic complexes for hydrogen evolution on clay nanosheets, S. Nagaoka, Y. Ohsaki, M. Kumasaka, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, The 4th International Symposium on Hydrogen Energy-based Society, Tokyo (Japan), August, 2019.
3. Novel oxidation reaction sensitized by Sn(IV)Porphyrin aiming at artificial photosynthesis, Y. Ohsaki, H. Tachibana, H. Inoue, T. Shimada, S. Takagi, The 4th International Symposium on Hydrogen Energy-based Society, Tokyo (Japan), August, 2019.
4. Photochemical properties of water-soluble porphyrin on titania nanosheets aiming at artificial photosynthesis, J. Hara, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, The 4th International Symposium on Hydrogen Energy-based Society, Tokyo (Japan), August, 2019.
5. Adsorption behavior and photochemical property of divalent cationic porphyrin on titania nanosheet, S. Tominaga, K. Sano, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, The 4th International Symposium on Hydrogen Energy-based Society, Tokyo (Japan), August, 2019.
6. Selective Catalytic Oxidation of NH₃ with High N₂ Selectivity over Au/Nb₂O₅, M. Lin, B. An, N. Niimi, Y. Jikihara, T. Nakayama, T. Takei, T. Shishido, T. Ishida, The 4th International Symposium on Hydrogen Energy-based Society, Tokyo (Japan), August, 2019.
7. Effect of the deposition of gold to Nb₂O₅ for photocatalytic oxidation of 5-hydroxymethylfurfural, C. Mochizuki, T. Shishido, T. Ishida, H. Masatake, T. Murayama, The 4th International Symposium on Hydrogen Energy-based Society, Tokyo (Japan), August, 2019.
8. Effects of the size of nanoparticulate gold and their support on selective oxidation of furfural to furoic acid, C. Mochizuki, M. Lin, A. Taketoshi, T. Ishida, M. Haruta, T. Murayama, The 8th Asia-Pacific Congress on Catalysis, Bangkok (Thailand), August, 2019.
9. Selective catalytic oxidation of ammonia using nanoparticulate noble metal deposited on Nb₂O₅, B. An, M. Lin, N. Niimi, Y. Jikihara, T. Nakayama, T. Ishida, M. Haruta, T. Murayama, The 8th Asia-Pacific Congress on Catalysis, Bangkok (Thailand), August, 2019.
10. Mutual Redox Conversion of NAD⁺ and NADH by Gold Catalysts, J.-i. Nishigaki, T. Ishida, M. Haruta, The 8th Asia-Pacific Congress on Catalysis, Bangkok (Thailand), August, 2019.
11. Efficient removal of ammonia by using niobium oxide supported gold catalyst with high nitrogen selectivity, M. Lin, B. An, Y. Fukui, Y. Jikihara, T. Nakayama, T. Takei, T. Shishido, T. Ishida, M. Haruta, T. Murayama, The 8th Asia-Pacific Congress on Catalysis, Bangkok (Thailand), August, 2019.
12. Selective Catalytic Oxidation of NH₃ by using Au/Nb₂O₅, The 10th National Conference on Environmental Chemistry, M. Lin, B. An, Y. Fukui, Y. Jikihara, T. Nakayama, T. Takei, T. Shishido, T. Ishida, M. Haruta, T. Murayama, The 10th National Conference on Environmental Chemistry, Tianjin (China), August, 2019.
13. Effect of the deposition of gold nanoparticle on Nb₂O₅ for photocatalytic selective oxidation of 5-hydroxymethylfurfural, C. Mochizuki, T. Shishido, T. Ishida, H. Masatake, T. Murayama, Ausdarc-YTU Symposium on Gold Catalysis 2019, Yantai (China), September, 2019.
14. High catalytic activity for CO oxidation below room temperature over Au-Ta₂O₅, M. Lin, C. Mochizuki, B. An, Y. Inomata, T. Ishida, M. Haruta, T. Murayama, Ausdarc-YTU Symposium on Gold Catalysis 2019, Yantai (China), September, 2019.
15. Role of acid sites in selective catalytic oxidation of NH₃ with high N₂ selectivity, M. Lin, B. An, Y. Fukui, Y. Jikihara, T. Nakayama, T. Takei, T. Shishido, T. Ishida, M. Haruta, T. Murayama, 9th East Asia Joint Symposium on Environmental Catalysis and Eco-materials, Yancheng (China), November, 2019.
16. Synthesis and Identification of Titanium Oxide Nanoparticle for Molecular Catalyst Sensitized Artificial Photosynthesis Systems, K. Sano, F. Kuttassery, A. Yamakata, B. Ohtani, T. Shimada, H. Tachibana, T. Ishida, S. Takagi, H. Inoue, The 3rd International Conference on Solar Fuels (ISF-3) and International Conference on Artificial Photosynthesis 2019 (ICARP2019), Hiroshima (Japan), November, 2019.
17. Emission enhancement of dyes on the inorganic nanosheets, S. Takagi, K. Arakawa, Y. Ishida, T. Ishida, T. Shimada, The 18th Asian Chemical Congress (18th ACC) and The 20th General Assembly of the Federation of Asian Chemical Societies (FACS), Taipei (Taiwan), December, 2019.
18. The Flat Effect of Clay Surface on the Aldehyde-diol Equilibrium, K. Arakawa, T. Ishida, T. Shimada, S. Takagi, The 18th Asian Chemical Congress (18th ACC) and The 20th General Assembly of the Federation of Asian Chemical Societies (FACS), Taipei (Taiwan), December, 2019.

【国内発表】

1. 分子内・分子間光化学過程に及ぼす二次元性表面の効果, 高木慎介, 第38回固体・表面光化学討論会, 宮崎, 2019年9月, 特別講演.
2. Snポルフィリン/SnO₂膜を用いた可視光による水の二電子酸化: 過酸化水素発生, 大崎穰・Thomas Arun・Kuttassery Fazalurahaman・Mathew Siby・嶋田哲也・高木慎介・立花宏・井上晴夫, 2019年光化学討論会, 愛知, 2019年9月.
3. アニオン性粘土ナノシート上におけるカチオン性色素の吸着分布の推定: 粘土ナノシートの粒径依存性, 長岡駿輔・大崎穰・石田玉青・立花宏・嶋田哲也・高木慎介, 2019年光化学討論会, 愛知, 2019年9月.
4. チタニアナノシート上におけるカチオン性ポルフィリンの吸着配向制御, 富永将太・佐野奎斗・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 2019年光化学討論会, 愛知, 2019年9月.
5. アニオン性ナノシート上におけるカチオン性ポルフィリンの光化学特性評価—ホスト材料が及ぼす影響の検討—,

- 平出有吾・佐野奎斗・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 2019年光化学討論会, 愛知, 2019年9月.
6. ポルフィリン/Rh-doped チタニアナノシート複合体を用いた色素増感型水素生成反応, 大西涼太・佐野奎斗・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 2019年光化学討論会, 愛知, 2019年9月.
 7. フルフラール選択的酸化反応における担持金ナノ粒子触媒の担体・サイズ効果, 望月ちひろ・竹歳絢子・石田玉青・春田正毅・村山徹, 第62回石油学会年会, 東京, 2019年5月.
 8. 強い金属—担体相互作用をもつハイドロキシアパタイト担持金ナノ粒子触媒によるビニル基交換反応, 石田玉青・袖永竜生・Y. Gangarajura・竹歳絢子・村山徹・春田正毅, 第124回触媒討論会, 長崎, 2019年9月.
 9. ハイドロキシアパタイト担持金ナノ粒子触媒による脂肪族アルデヒドの酸化的エステル化:カチオンおよびアニオン置換効果, 竹歳絢子・Y. Gangarajura・袖永竜生・村山徹・J. Wang・春田正毅・石田玉青, 第124回触媒討論会, 長崎, 2019年9月.
 10. 酸化亜鉛に担持した金ナノ粒子触媒によるCO酸化—低温における酸素の活性化過程の変化—, 藤田隆史・石田玉青・芝本幸平・本間徹生・大橋弘範・村山徹・春田正毅, 第124回触媒討論会, 長崎, 2019年9月.
 11. 金クラスターおよび金合金クラスター触媒による補酵素NAD⁺の還元反応, 西垣潤一・石田玉青・春田正毅, 第124回触媒討論会, 長崎, 2019年9月.
 12. Au/Nb₂O₅による5-ヒドロキシメチルフルフラールの選択的光酸化, 望月ちひろ・穴戸哲也・石田玉青・春田正毅・村山徹, 第124回触媒討論会, 長崎, 2019年9月.
 13. 担持金ナノ粒子触媒における金ナノ粒子の電子状態がフルフラール酸化反応に与える影響, 望月ちひろ・M. Lin・竹歳絢子・石田玉青・中嶋清隆・春田正毅・村山徹, 第124回触媒討論会, 長崎, 2019年9月.
 14. XAFSと¹⁹⁷Au Mossbauer分光法を用いた活性炭担持金触媒中の金の状態分析, 蔡騰輝・貝沼修弥・高久遼介・村山美乃・小林康浩・石田玉青・大橋弘範, 第124回触媒討論会, 長崎, 2019年9月.
 15. Au-Ni触媒のヘテロ接合効果に関する理論的研究, 安渡佳典・林亮秀・川上貴資・山中秀介・石田玉青・徳永信・奥村光隆, 第124回触媒討論会, 長崎, 2019年9月.
 16. 酸化チタンナノ粒子の合成と分子触媒増感反応への応用, 佐野奎斗・Kuttassery Fazalurahman・石田玉青・嶋田哲也・立花宏・井上晴夫・高木慎介, 第9回CSJ化学フェスタ2019, 東京, 2019年10月.
 17. 酸化ニオブによる5-ヒドロキシメチルフルフラールの選択的光酸化における金ナノ粒子担持効果, 望月ちひろ・穴戸哲也・春田正毅・石田玉青・村山徹, 第49回石油・石油化学討論会, 山形, 2019年10月.
 18. ナノシート上における特異なフォトクロミック挙動, 二村圭亮・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 第38回固体・表面光化学討論会, 宮崎, 2019年11月.
 19. 粘土ナノシート上における酵素タンパク質の吸着及び活性評価, 追分悠太・荒井巽・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 2019年材料技術研究協会討論会, 東京, 2019年12月.
 20. 分子触媒増感反応のための酸化チタンの合成と逆二重励起光音響分光法による評価, 佐野奎斗・大谷文章・井上晴夫・高木慎介, 化学系学協会北海道支部2020年冬季研究発表会, 北海道, 2020年1月.
 21. 強い金属—担体相互作用(SMSI)を利用した置換ハイドロキシアパタイト担持金ナノ粒子触媒による3,4-diacetoxybut-1-eneの異性化反応, 中山晶皓・袖永竜生・Y. Gangarajura・竹歳絢子・村山徹・本間徹生・坂口紀史・嶋田哲也・高木慎介・春田正毅・J. Wang・石田玉青, 第125回触媒討論会, 東京, 2020年3月.
 22. 担持金ナノ粒子触媒を用いたフルフラール酸化反応における担体が与える影響と金粒子サイズの効果, 望月ちひろ・林明月・竹歳絢子・石田玉青・穴戸哲也・中嶋清隆・春田正毅・村山徹, 第125回触媒討論会, 東京, 2020年3月.
 23. Gold catalyst with a new acidic support of Ta₂O₅ and its high catalytic activity for CO oxidation, M. Lin, C. Mochizuki, B. An, Y. Inomata, T. Ishida, M. Haruta, T. Murayama, 第125回触媒討論会, 東京, 2020年3月.
 24. 二次元性材料を基盤とした人工光合成系の構築, 高木慎介・嶋田哲也・石田玉青, 島根大 化学セミナー, 島根, 2020年3月.
 25. 分子触媒/リチウムドープ酸化ニッケル複合系の可視光誘起CO₂還元, 中里亮介・山本大亮・棟方裕一・金村聖志・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介・立花宏・井上晴夫, 日本化学会第100春季年会, 2020年3月.
 26. 粘土表面がアルデヒド—ジオール平衡に及ぼす影響, 荒川京介・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 日本化学会第100春季年会, 2020年3月.
 27. アニオン性チタニアナノシート上における4価カチオン性ポルフィリンの光化学特性, 平出有吾・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 日本化学会第100春季年会, 2020年3月.
 28. Ti(IV)ポルフィリンによる水の酸化挙動, 大崎穰・石田玉青・嶋田哲也・高木慎介・立花宏・井上晴夫, 日本化学会第100春季年会, 2020年3月.
- 特許
1. 特願2019-082603, 「正極活物質, リチウムイオン電池用正極及び, リチウムイオン電池」, 村山徹・石田玉青・ルーン スオン ディエン・春田正毅, 2019年4月24日出願.
- 著書・総説・解説・報告書
1. 金ナノ粒子触媒によるエチルエステルの効率合成, 竹歳絢子, 石田玉青, AROMA RESEARCH, **20**, 10-11 (2019).
 2. 金触媒: ナノ粒子の世界, 竹歳絢子, 石田玉青, 理科教室 **63**, 82-85 (2020).
 3. ナノシートとの複合化による強発光性材料の開発 (特集/ナノテクノロジーの新展開), 荒川京介, 高木慎介, 化学工業, **71**, 14-18 (2020).
 4. 嶋田哲也(分担執筆), 錯体化合物事典, 2019年09月10日, 朝倉書店
 5. 高木慎介(分担執筆), 錯体化合物事典, 2019年09月10日, 朝倉書店
 6. 担持金ナノ粒子触媒を用いる高選択的酸化反応, 竹歳絢子, 石田玉青, 触媒 **62**, 印刷中.
 7. Gold Nanoparticles for Oxidation Reactions: Critical Role of Supports and Au Particle Size, T. Ishida, A. Taketoshi, M. Haruta, Springer, "Topics in Organometallic Chemistry, "Nanoparticles in Catalysis" (S. Kobayashi, Ed.), in press.
 8. Tuning emission properties by dye encapsulation into layered silicates, Y. Ishida, S. Takagi, Springer, "Dyes and Photoactive Molecules in Microporous Systems", (Virginia Martínez-Martínez, Ed.), in press.

■受賞

1. 2019 光化学討論会優秀学生発表賞 (ポスター), 平出有吾 (M1), 2019年9月.
2. 第9回 CSJ 化学フェスタ 2019 優秀ポスター発表賞, 佐野奎斗 (D1), 2019年10月.
3. Sustainable Energy and Fuels (SEF) Award, The 3rd International Conference on Solar Fuels and International Conference on Artificial Photosynthesis 2019, 佐野奎斗 (D1), 2019年11月.
4. Poster Presentation Awards for Students, The 3rd International Conference on Solar Fuels and International Conference on Artificial Photosynthesis 2019, 佐野奎斗 (D1), 2019年11月.

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. JASSO 海外留学支援制度(協定受入)によるフィリピンからの留学生の受け入れ
2. 荒川京介、NIMS インターンシップ(フロンティア分子グループ・中西尚志)
3. 平出有吾、卓越大学院プログラム(シンガポール)
4. 高木慎介、東京理科大学非常勤講師
5. 高木慎介、宮崎大学非常勤講師
6. 高木慎介、JST 新技術説明会にて発表
7. 高木慎介、文部科学省卓越大学院プログラム教員

■先端的・学際的な研究の推進

1. 北海道大学触媒科学研究所との共同研究(研究代表者高木慎介)「金属ポルフィリン/酸化チタン複合体による人工光合成モデルの構築」
2. タカラベルモント社との共同研究「毛髪などの着色に関わる研究」
3. 日立化成との共同研究「量子ドットおよび量子ドットフィルムに関する研究」
4. 国立研究開発法人物質・材料研究機構(NIMS)との「色素鋳型を用いたソーコナイト合成におけるアニオン配列制御の検討」に関する共同研究.
5. Yantai University (中国) Caixia Qi 教授の研究グループとの「酸化物担持金触媒」に関する共同研究.
Qi グループで調製した新規触媒について、X 線吸収端微細構造解析(XAFS)により構造解析を行った.
6. 中国科学院大連化学物理研究所 Junhu Wang 教授の研究グループとの「置換ハイドロキシアパタイト担持金触媒を用いた有機反応開発」に関する共同研究.
7. 九州大学理学研究院 徳永信教授、村山美乃准教授、高輝度光科学研究センター 本間徹生研究員との「担持金触媒の XAFS を用いた触媒構造解析」に関する共同研究
8. 産業技術総合研究所 三村直樹主任研究員との「金触媒を用いたフローリアクターでの有機反応開発」に関する共同研究.
9. フランス国立保健医学研究機構 (INSERM) Sophie Lanone 教授、Jorge Boczkowski 教授との「酸化物担持金ナノ粒子触媒の細胞における抗炎症作用」に関する共同研究.
10. SPring-8 一般課題(産業利用分野)による金触媒の触媒構造解析に関する研究(2019B1840). 「In-situ XAFS 測定による酸化亜鉛担持金—銅二元系触媒の CO₂ 還元反応における活性な触媒構造の解析」In-situ XAFS analysis of ZnO supported Au-Cu bimetallic catalysts for CO₂ reduction reaction to reveal the active structures
11. 佐賀県立九州シンクロトロン光研究センター内九州大学

ビームライン(BL06)の共同利用. 「酸化物担持金ナノ粒子触媒の XAFS による触媒構造解析と残留硫黄分の効果」The Kyushu Synchrotron Light Research Center (SAGA Light Source), Research Center for Synchrotron Light Applications, Kyushu University Beamline (BL06), Characterization of Metal Oxide-Supported Gold Nanoparticle Catalysts by XAFS and Effect of Sulfur Remained on Catalyst Surface

分子計測化学分野 内山研究室

教授 内山 一美 准教授 中嶋 秀 准教授 加藤 俊吾
助教 毛 思鋒 助教 乗富 秀富
学生実験担当 香川 末雄 学生実験担当 宮本 治子

■ 構成員

内山 一美(うちやま かつみ) 教授/博士(薬学)
分析化学, ナノ・マイクロ化学造形, 微小液滴
9-339 室 TEL:042-677-1111 内線 4877
uchiyama-katsumi@tmu.ac.jp

中嶋 秀(なかじま ひずる) 准教授/博士(工学)
分析化学, マイクロ化学分析システム, クロマトグラフィー,
電気泳動, 化学センサー, バイオセンサー
9-343 室 TEL:042-677-1111 内線 4882
nakajima-hizuru@tmu.ac.jp

加藤 俊吾(かとう しゅんご) 准教授/博士(工学)
大気化学, 分析化学, 地球化学
9-338 室 TEL:042-677-1111 内線 4875
shungo@tmu.ac.jp

毛 思鋒(まお すーふおん) 助教/博士(工学)
分析化学, マイクロ化学分析システム
9-344 室 TEL:042-677-1111 内 4883
maosifeng@tmu.ac.jp

乗富 秀富(のりとも ひでたか) 助教/博士(工学)
生体触媒工学, ナノ材料, バイオプロセス
9-148 室 TEL:042-677-1111 内線 4838
noritomi@tmu.ac.jp

香川 末男(かがわ すえお) 学生実験担当
9-290 室 TEL:042-677-1111 内線 4872
kagawa@tmu.ac.jp

宮本 治子(みやもと はるこ) 学生実験担当
9-291 室 TEL:042-677-1111 内線 4873
miyamoto-haruko@jmi.tmu.ac.jp

博士後期課程: 2 名
博士前期課程: 11 名
学部 4 年: 8 名
研究生: 1 名

JSPS 論文博士支援生: 1 名(清華大学)

■ 研究概要

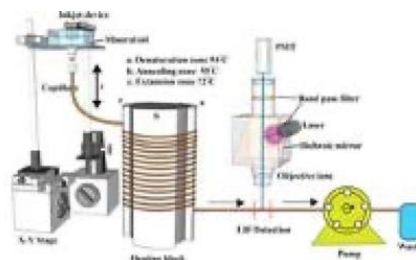
(1) 微小液滴の化学的応用

内山一美, 毛 思鋒

均一な大きさの微小液滴は化学反応場として特異な性質を持つばかりでなく, 周囲の蛍光強度を増強する性質がある。我々は, 均一な微小液滴の生成法として, プリンターのみならず化学や材料の分野で広く利用されているインクジェット技術を用いた。本研究では, この技術を用いて DNA 増幅, キャピラリー電気泳動, 酵素免疫測定, 単分散高分子微粒子の生成, ドラッグデリバリーに応用した。

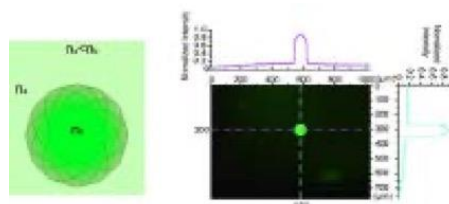
(1)-1 オンラインデジタル PCR

インクジェットによりターゲット DNA を含む PCR 反応液を油相中に大きさの揃った微小液滴として一定数を吐出する。このとき, 1 つの液滴中には 1 または 0 個のターゲット DNA が含まれるよう試料を希釈する。吐出された液滴は内径 200~500 μm のキャピラリーチューブに移送される。PCR 反応の各ステップに対応したヒーターブロックにキャピラリーを 30~40 回巻きつけることで液滴がキャピラリー内を流下しながら PCR 反応が進行する。増幅後, DNA を含む液滴は PCR 反応に伴って生成する蛍光色素により蛍光を発生し, DNA を含まないものは蛍光を発生しない。蛍光性液滴の数を数えることでターゲット DNA の増幅, 絶対量の定量を実現した。



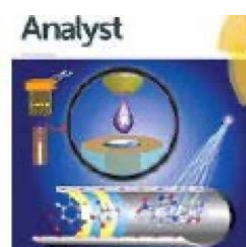
(1)-2 液滴増強蛍光の原理と応用

我々は周囲よりも屈折率の大きな液滴を蛍光物質を含む溶液に置くと, 液滴/媒質界面で蛍光強度が増強されることを見出し, DEF (Droplet Enhanced Fluorescence) と名付けた。これは, 微小液滴内に入射した光が液滴内部で多重反射を繰り返すことで励起光当たりの蛍光強度が上昇するためである。インクジェットにより水溶液中に生成した微小液滴を用いた DEF の原理検証を行い, 単鎖 DNA の高感度定量, ELSA の高感度化に応用し, 通常より 5~10 倍高感度に測定でき, 簡単に高感度化を達成できた。



(1)-3 キャピラリー電気泳動への応用

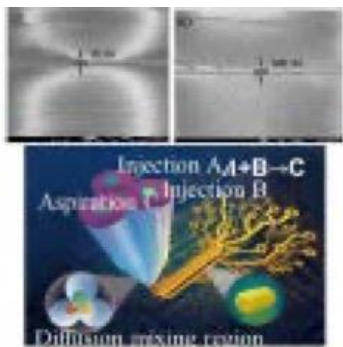
キャピラリー電気泳動の新規試料導入法を開発した。これまでナノ〜ピコリットルの試料を導入することはできなかったが, インクジェットを用いることにより実現した。更にキャピラリー内に試料と蛍光ラベル化試薬, または抗原と蛍光標識抗体を交互に複数回導入し, これらのゾーンを重ね合わせることで反応させた後, 分離し, 定量的に検出する方法を開発した。



(2) ナノ/マイクロケミカルペンの開発と応用

内山一美, 毛 思鋒

任意の材料表面の任意の位置に、微小化学修飾を可能とするツール(マイクロケミカルペン)を開発した。マイクロケミカルペンは溶媒中に固定した材料表面に、反応試薬と触媒を送液し、数 10 ナノ~数マイクロメートルの反応領域を形成する。マイクロケミカルペンを材料表面で走査することにより反応領域が移動し、結果的に微小化学修飾パターンが形成される。基板表面に銀や酸化半導体のナノワイヤーを形成し、これをセンシングデバイスとすると、超高感度な検出が可能となる。本ツールは分子機械の配置及びその機能発現場の形成、マイクロマシンの高機能化、マイクロ化学分析の高度化など多くの応用が期待される。



(3) シングルセル操作

内山一美, 毛 思鋒

同一の細胞の中の 1 つの細胞が腫瘍化しても細胞全体を観察すると正常に見える。しかし腫瘍細胞は徐々に周囲の細胞を腫瘍化し、ついには全体が腫瘍化してしまう。一細胞ごとのキャラクターゼーションを行うことにより、ガンの超早期診断、転移メカニズムの解明などが可能となる。本研究では、ナノ-マイクロ化学ペンの原理を利用して細胞のキャラクターゼーション、細胞内液の抽出・測定、刺激応答などの一連の操作を 1 細胞毎に行う。

(4) コンパクトディスク型マイクロチップを用いるマイクロ化学分析システムの開発

中嶋秀

マイクロチップを用いて多成分同時測定や多検体同時測定を行う場合、多数のポンプとバルブが必要となるので、システム全体が大型化する問題がある。そこで、コンパクトディスク(CD)上に、多数の溶液溜めと微細流路(マイクロチャンネル)を作製し、CD の回転による遠心力を利用してマイクロチャンネル内に試薬及び試料を導入する送液法を考案した。これを小型の蛍光検出システム、電気化学検出システムおよび表面プラズモン共鳴(SPR)センサと組み合わせ、ポンプレス、バルプレスな小型分析システムを開発した。



(5) ピペットチップを用いる携帯型 ELISA システムの開発

中嶋秀

酵素免疫測定法(ELISA)は抗原抗体反応と酵素反応を組み合わせた極めて選択性・特異性の高い高感度なタンパク質定量法の一つである。しかし、測定に長時間を要する、試料・試薬の使用量が多い、検出器が大型かつ高価であるなどの

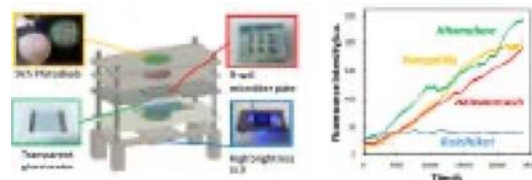
問題を抱えているため、ELISA による測定をオンサイトで実施することは極めて困難である。そこで、ピペットチップの内壁を反応場とする ELISA 法を考案し、LED と無機フォトダイオードを用いる手のひらサイズの PT-ELISA 用蛍光検出器を開発した。これを用いて唾液中に含まれる IgA の定量に成功した。



(6) LAMP 法に基づく携帯型遺伝子検査システムの開発

中嶋秀

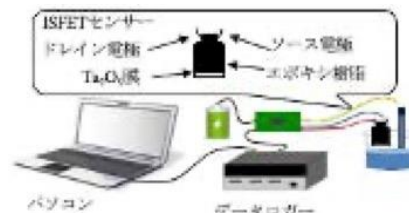
ポリマーゼ連鎖反応(PCR)法は遺伝子検査に広く用いられているが、サーマルサイクラー、電気泳動装置、吸光/蛍光検出器等の大型かつ高価な専用装置が必要なため、PCR に基づく遺伝子検査を現場で実施することは極めて困難である。そこで、等温での遺伝子増幅が可能な LAMP 法に着目し、LED、無機フォトダイオード、透明ガラスフィルムヒーター等を用いる手のひらサイズの LAMP 法に基づく遺伝子検査システムを開発した。これを用いてコメの品種識別に成功した。



(7) 海底堆積物中の間隙水の pH 測定を指向したマルチチャンネル ISFET センサーの開発

中嶋秀

大気中に排出される二酸化炭素の増加に伴い、海洋の酸性化が進行している。海洋の酸性化は、サンゴや貝類などの炭酸カルシウムを骨格とする海洋生物の骨格生成を妨害するだけでなく、サンゴ礁の砂地の溶解も引き起こす可能性があるため、そこに棲息する海洋生物への影響が懸念されている。そのため、海底堆積物中の間隙水の pH 分布を測定することは、海洋酸性化による生態系への影響評価に極めて重要である。海底堆積物中の間隙水の pH 分布は、一般的にダイバーによるガラス電極を用いた pH メーターにより測定されているが、作業が過酷である、電極が高価で破損しやすい、同一時間での pH 分布を測定できないなどの問題を抱えている。そこで、海底堆積物中に設置するだけで間隙水の pH 分布をリアルタイムに測定できるマルチチャンネル ISFET センサーを開発し、多チャンネルでの同時 pH 測定に成功した。



(8) 都市域の揮発性有機化合物の動態に関する研究

加藤俊吾

郊外域(南大沢・江東区・横浜)において揮発性有機化合物の個別濃度測定を行い、郊外域における発生源ごとの光化学オキシダント生成への寄与を推定し、対策について検討した。

(9) リモート地域での大気微量成分の濃度変動に関する研究

加藤俊吾

近傍の発生源の影響を受けない沖縄県辺戸岬、石川県珠洲において、大気中の一酸化炭素、オゾン、揮発性有機化合物の観測を行い、長距離越境汚染輸送の影響について検討を行った。

(10) 山岳地域での大気汚染物質濃度変動に関する研究

加藤俊吾

富士山頂にある富士山測候所において、夏季に一酸化炭素、オゾンおよび二酸化硫黄の濃度測定を行った。夏季には国内で放出された火山性ガスが頻りに検出されることを明らかにし、防災の観点からも有用な情報が得られることが分かった。また、商用電源の利用できない夏季以外での富士山頂のリアルタイム観測を、バッテリー駆動する小型センサーおよび省電力通信技術の ELTRES (SONY) を用いて行った。

(11) 小型ガスセンサーによる大気測定

加藤俊吾

小型小電力のガスセンサーにより、都市郊外域や清浄な富士山頂で大気測定を行った。また、電池駆動で持ち運び可能なシステムを作成し、車に乗せての汚染大気測定や、火山活動で放出されるガスの測定、登山での大気成分の高度分布測定を行った。また、PM2.5 についても小型測器を用いて同時に大気観測を行った。

(12) 環境大気中の水素濃度測定

加藤俊吾

水素社会が本格的に始まる前の状況での一般環境大気中での水素濃度を把握するため、大気中の微量な水素濃度をガスクロマトグラフィー/還元性ガス検出器のシステムにより測定した。都市郊外域、都市域およびリモート地点での大気中水素濃度の測定を行った。

(13) バイオ炭のタンパク質ストレス耐性への応用に関する研究

乗富秀富

温室効果ガス排出削減を目指して、カーボンニュートラルな林地残材などを原料としたバイオ炭を調製し、バイオ炭のタンパク質担体としての機能について検討を行った。その結果、バイオ炭は、タンパク質の熱や有機溶媒ストレスに対する脆弱性を著しく改善できることを見出した。この成果は、バイオリアクターやバイオセンサ、バイオ燃料電池などバイオプロセスへの応用が可能である。

■査読付き論文

1. Syed Niaz Ali Shah, Xiangnan Dou, Mashooq Khan, Katsumi Uchiyama, Jin-Ming Lin
N-doped carbon dots/H₂O₂ chemiluminescence system for selective detection of Fe²⁺ ion in environmental samples
Talanta, 196, 370–375, (2019)
2. Tsuguhiko Kaneko, Yue Sun, Hizuru Nakajima, Katsumi Uchiyama, Hulie Zeng
Droplet Sensitized Fluorescence Detection for Enzyme-Linked Immune Sorbent Assays on Microwell Plate
Anal. Chem. 91(9), 5685–5689, (2019)

3. Haifeng Lin, Sifeng Mao, Hulie Zeng, Yong Zhang, Masato Kawaguchi, Yumi Tanaka, Jin-Ming Lin, Katsumi Uchiyama
Selective Fabrication of Nanowires with High Aspect Ratios Using a Diffusion Mixing Reaction System for Applications in Temperature Sensing
Anal. Chem. 91(11), 7346–7352, (2019)
4. Hidetaka Noritomi, Ryotaro Kai, Nobuyuki Endo, Satoru Kato, Katsumi Uchiyama
Thermal Stabilization of HEWL by Adsorption on Biochar
Journal of Materials Science Research, 8(4), 30–36, (2019)
5. 曲 奎智, 森岡 和太, 東 奈穂, 長嶋 萌子, 辺見 彰秀, 東海林 敦, 村上 博哉, 手嶋 紀雄, 梅村 知也, 加藤 俊吾, 河西 奈保子, 内山 一美, 中嶋 秀
自律送液が可能なマイクロチップと有機フォトダイオード検出器を用いる化学発光分析システムの開発
分析化学, 69(1・2), 31–39, (2020)
6. A. Yamakawa, A. Takami, Y. Takeda, S. Kato, and Y. Kajii
Investigation of Mercury Emission Sources Using Hg Isotopic Compositions of Atmospheric Mercury at the Cape Hedo Atmosphere and Aerosol Monitoring Station (CHAAMS), Japan,
Environmental Science: Processes & Impacts, 21, 809–818, (2019)
7. R. Wada, Y. Sadanaga, S. Kato, N. Katsumi, H. Okochi, Y. Iwamoto, K. Miura, H. Kobayashi, M. Kamogawa, J. Matsumoto, S. Yonemura, Y. Matsumi, M. Kajino, S. Hatakeyama,
Ground-based observation of lightning-induced nitrogen oxides at a mountaintop in free troposphere,
Journal of Atmospheric Chemistry, 76(2), 133–150, (2019)
8. R. Wada, Y. Sadanaga, S. Kato, N. Katsumi, H. Okochi, Y. Iwamoto, K. Miura, H. Kobayashi, M. Kamogawa, J. Matsumoto, S. Yonemura, Y. Matsumi, M. Kajino, S. Hatakeyama,
Ground-based observation of lightning-induced nitrogen oxides at a mountaintop in free troposphere,
Journal of Atmospheric Chemistry, 76(2), 133–150, (2019)
9. Kohji Marumoto, Noriyuki Suzuki, Yasuyuki Shibata, Akinori Takeuchi, Akinori Takami, Norio Fukuzaki, Kazuaki Kawamoto, Akira Mizohata, Shungo Kato, Takashi Yamamoto, Jingyang Chen, Tatsuya Hattori, Hiromitsu Nagasaka, Mitsugu Saito,
Long-term observation of atmospheric speciated mercury during 2007–2018 at Cape Hedo, Okinawa, Japan,
Atmosphere, 10, 362, (2019)
10. Momoka Yoshizue, Yoko Iwamoto, Kouji Adachi, Shungo Kato, Siyi Sun, Kazuhiko Miura, Mitsuo Uematsu,
Individual particle analysis of marine aerosols collected during the North–South transect cruise in the Pacific Ocean and its marginal seas,
Journal of Oceanography, 75, 513–524, (2019)
11. Kojiro Shimda, Masayuki Nohchi, Taichi Sugiyama, Kaori Miura, Akinori Takami, Kei Sato, Xuan Chen, Shungo Kato, Yoshizumi Kajii, Fan Meng, Shiro Hatakeyama,
Degradation of PAHs during long range transport based on simultaneous measurements at Tuoji Island, China, and at Fukue Island and Cape Hedo, Japan,
Environmental Pollution, 260, 113906, (2020)

■学会発表

1. 乗富秀富, 西上純平, 遠藤信行, 加藤 覚, 高木慎介
微水有機溶媒中における酵素活性に対する竹炭吸着の効果
分離技術会年会 2019, 名古屋工業大学, S8-5
2. 山崎 夏実, 森岡 和夫, 辺見 彰秀, 加藤 俊吾, 内山 一美, 中嶋 秀
現場測定を指向した携帯型 LAMP システムの開発
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(神奈川県)
3. 高橋 智樹, 三浦 和彦, 大河内 博, 鴨川 仁
加藤 俊吾, 内山 一美, 中嶋 秀
富士山頂での SO₂ の一年間を通じたリアルタイム観測の試み
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(神奈川県)
4. 鈴木 拳太, 森岡 和夫, 辺見 彰秀, 山本 将史,
茅根 創, 内山 一美, 中嶋 秀
海底堆積物中の間隙水の pH 測定を指向したマルチチャンネル ISFET センサーの開発
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(神奈川県)
5. 近藤 桃佳, 森岡 和夫, 辺見 彰秀, 加藤 俊吾,
内山 一美, 中嶋 秀
リアルタイム測定が可能な CD 型電気化学検出システムの開発
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(神奈川県)
6. 東 奈穂, 長嶋 萌子, 森岡 和夫, 辺見 彰秀, 加藤 俊吾,
内山 一美, 中嶋 秀
ピペットチップを用いる化学発光検出システムの開発
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(神奈川県)
7. 【招待講演】
内山一美
ナノワイヤーの化学描画とセンシングデバイスへの応用
みちのく分析科学シンポジウム 2019, 東北大学 環境科学研究科本館 1F
8. 金子嗣弘, Yue Sun, 中嶋秀, 内山一美, Hulie Zeng
マイクロ共鳴増強蛍光による ELISA の高感度化
日本分析化学会第 68 年会, 千葉大学西千葉キャンパス,
Y1152
9. 古賀大介, Weifei Zhang, 中嶋秀, 加藤俊吾, 内山一美
インクジェット液滴を用いたオンラインデジタル PCR
日本分析化学会第 68 年会, 千葉大学西千葉キャンパス,
Y2052
10. 野条 拓矢, 森岡 和夫, 辺見 彰秀, 加藤 俊吾, 内山 一美, 中嶋 秀
リアルタイム測定が可能な CD 型蛍光検出システムの開発
日本分析化学会第 68 年会, 千葉大学西千葉キャンパス,
E3102
11. 近藤 桃佳, 森岡 和夫, 辺見 彰秀, 加藤 俊吾, 内山 一美, 中嶋 秀
リアルタイム測定が可能な CD 型電気化学検出システムの開発
日本分析化学会第 68 年会, 千葉大学西千葉キャンパス,
Y1010
12. 山崎 夏実, 森岡 和夫, 辺見 彰秀, 加藤 俊吾, 内山 一美, 中嶋 秀
LAMP 法に基づく携帯型遺伝子検査装置の開発
日本分析化学会第 68 年会, 千葉大学西千葉キャンパス,
Y1122
13. 東 奈穂, 長嶋 萌子, 森岡 和夫, 辺見 彰秀, 加藤 俊吾, 内山 一美, 中嶋 秀
ピペットチップを用いる携帯型 ELISA 装置の開発
日本分析化学会第 68 年会, 千葉大学西千葉キャンパス,
Y1127
14. 鈴木 拳太, 森岡 和夫, 辺見 彰秀, 山本 将史, 茅根 創, 加藤 俊吾, 内山 一美, 中嶋 秀
海底堆積物中の間隙水の pH 測定を指向したマルチチャンネル ISFET センサーの開発
日本分析化学会第 68 年会, 千葉大学西千葉キャンパス,
Y1129
15. 千島 峻, 高橋 智樹, 松見 豊, 加藤 俊吾
小型電気化学センサを用いた実大気中での大気汚染物質の測定
第 60 回大気環境学会年会, 東京農工大学府中キャンパス
P-149#
16. 高橋 智樹, 千島 峻, 加藤 俊吾, 三浦 和彦, 大河内 博, 鴨川 仁, 土器屋 由紀子
富士山頂での火山性ガスの越冬モニタリングシステムの構築
第 60 回大気環境学会年会, 東京農工大学府中キャンパス,
P-81#
17. 加藤 俊吾, 山口 涼子, 今村 彩夏, 鶴丸 央, 齋藤 伸治, 星 純也, 小谷野 眞司
都市域での大気中水素濃度測定
第 60 回大気環境学会年会, 東京農工大学府中キャンパス,
1C1100
18. 【Keynote】
Katsumi Uchiyama
Possible application of push-pull nozzle system for single cell analyses and manipulation
The Second Symposium for Cell Analysis on Micro/Nanofluidics, Xijiao Hotel Beijing, Beijing, China
19. 【Plenary】
Katsumi Uchiyama
Selective Fabrication of Nanowires with High Aspect Ratios Using a Diffusion Mixing Reaction System for Applications in Temperature Sensing
2019 China-Japan-Korea Symposium on Analytical Science (2019CJK), Kyung Hee University (Global Campus) Yongin, Korea
20. 【Keynote】
Katsumi Uchiyama
Analytical chemistry in Japan
the 18th Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis (BCEIA 2019), China National Convention Center, Beijing, China
21. 【Keynote】
Katsumi Uchiyama
Push-pull nozzle system for the biochemical study
the 18th Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis (BCEIA 2019), China National Convention Center, Beijing, China
22. 【Keynote】
Katsumi Uchiyama
Droplet enhanced fluorescence and its application to bio-analysis

the 18th Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis (BCEIA 2019), China National Convention Center, Beijing, China

23. Hidetaka Noritomi, Ryotaro Kai, Nobuyuki Endo, Satoru Kato, Katsumi Uchiyama
Thermal Stabilization of Enzymes by Adsorption on Biochar
OKINAWA COLLOIDS 2019(the 70th Anniversary of the Divisional Meeting of Division of Colloid and Surface Chemistry), Bankoku Shinryoukan, OKINAWA

■特許

■著書・総説・解説、報告書

1. 加藤俊吾
大気環境の事典, 大気環境学会編, 7-2 一酸化炭素, 7-4 二酸化硫黄, 朝倉書店 (2019年9月発行)
2. Hidetaka Noritomi
Application of biochar to enzyme carrier for stress tolerance of enzymes, Biochar-An Imperative Amendment for Soil and the Environment (ISBN: 978-1-83881-987-3), Ed by Vikas Abrol, InTech, London, United Kingdom, Chapter 5, pp.75-95 (2019)

■受賞

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 短期留学(金子嗣弘, 2019年10月~11月 復旦大学)
2. 日本学術振興会論文博士支援事業
Xu Ning(清華大学) 2018~2020年度
3. 科学技術振興機構 日本・アジア青少年サイエンス交流事業「さくらサイエンスプラン」
武漢大学, 12/2-12/11

■先端的・学際的な研究の推進

■構成員

宍戸 哲也(ししど てつや)教授/博士(工学)
触媒化学、表面化学、固体酸塩基、選択酸化、その場分析
9-551 号室 TEL : 042-677-2850 内線 4963 shishido-tetsuya@tmu.ac.jp

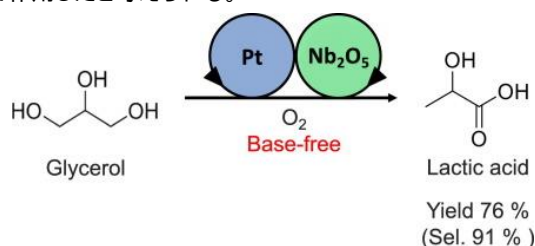
三浦 大樹(みうら ひろき)助教/博士(工学)
触媒化学、固体酸塩基、有機合成化学、有機金属化学
9-550 号室 TEL : 042-677-2851 内線 4962 miura-hiroki@tmu.ac.jp

博士研究員 1名
博士後期課程 3名
修士課程 15名
学部 4年 7名

■研究概要

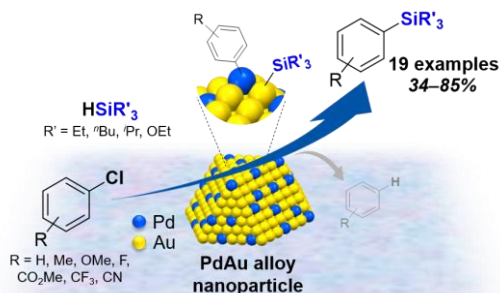
固体酸—Pt ナノ粒子協働触媒作用系によるグリセロールからの乳酸一段合成に関する研究

乳酸は食品・医薬品など、様々な化成品に利用される重要な化合物であり、近年その需要が高まっている。グリセロールはバイオディーゼル製造時に副生成物として生成するため供給過剰となっており、乳酸に選択的に変換できれば、そのメリットは大きい。本研究では、グリセロールからの乳酸の一段合成を検討したところ、Nb₂O₅ に Pt ナノ粒子を担持した触媒が特に有効であることを明らかにした。本反応はグリセロールの酸化によるトリオース類への変換と、これからの乳酸への酸触媒的な変換の二種類の反応が逐次的に進行する必要がある。本触媒では Pt ナノ粒子が酸化反応、Nb₂O₅ が酸触媒反応をそれぞれ効率的に進行させる「協働機能触媒」として作用したと考えられる。



塩化アリールのシリル化に有効な担持合金ナノ粒子触媒の開発に関する研究

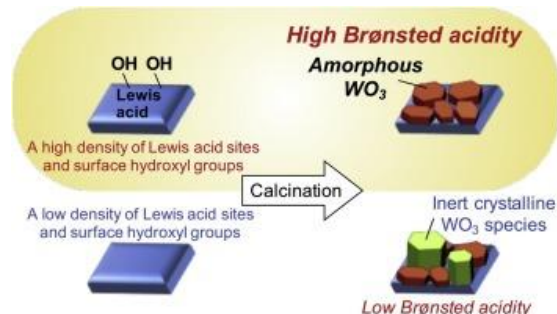
遷移金属触媒を用いるハロゲン化アリールのシリル化は、医薬品や農薬の有用な合成中間体であることに加え、有機エレクトロニクス、材料化学などの分野で幅広く用いられるシリルアレーン類を合成するために有用な手法である。これまでに臭化アリールあるいはヨウ化アリールの反応については種々



の触媒系の適用が報告されている。しかし安価にもかかわらず反応性の低い塩化アリールの適用は報告されていなかった。本研究では担持 PdAu 合金触媒を用いたところ、塩化アリールのシリル化が効率的に進行することを明らかにした。様々な置換基を有する塩化アリールアレンあるいはヒドロシランが適用可能であった。詳細な速度論的反応機構解析をおこなった結果、Au ナノ粒子中に存在する Pd 原子上に求核的なアリール種が Au 原子上に求電子的な Si 種が発生することで、反応が効率的に進行することを明らかにした。

担持金属酸化物の酸性質発現機構に関する研究

装置の腐食・毒性・回収の困難さ等の問題を有する液体の酸を固体酸へ転換することは、グリーンケミストリーの観点から重要である。しかし、固体表面における酸性質の発現機構には不明な点が多く、高機能な固体酸のデザインのためには、構造と酸性質との相関を明らかにする必要がある。本研究では、Al₂O₃ 表面上にモノレイヤー構造を有する WO₃ を担持させた触媒上で酸点が発現する機構について検討した。種々の Al 系酸化物を担体としたところ、ルイス酸点密度と水酸基密度の高い Al-Ti 複合酸化物を用いたときにモノレイヤー構造を有する WO₃ が効率的に生成し、酸量も大きくなることがわかった。担体表面上の水酸基が W 前駆体の高分散化に、ルイス酸点が焼成過程における W 酸化物の凝集抑制に寄与することがわかった。



■査読付き論文

1. "Silylation of Aryl Chlorides by Bimetallic Catalysis of Palladium and Gold on Alloy Nanoparticles" Miura, H.; Masaki, Y.; Fukuta, Y.; Shishido, T. *Adv. Synth. Catal.* **2020**, in press.
2. "Acid Property of Alumina-Based Mixed Oxides Supported Tungsten Oxide" Saito, M.; Aihara, T.; Miura, H.; Shishido, T. *Catal. Today* **2020**, in press.
3. "Importance of the Pd and Surrounding Sites in Hydrosilylation of Internal Alkynes by Palladium-Gold Alloy Catalyst" Sadhukhan, T.; Junkaew, A.; Zhao, P.; Miura, H.; Shishido, T.; Ehara, M. *Organometallics* **2020**, *39*, 528–537. **[Featured as a Supplementary Cover]**
4. "Investigation of the mechanism of the selective hydrogenolysis of C-O bonds over a Pt/WO₃/Al₂O₃ catalyst" Aihara, T.; Miura, H.; Shishido, T. *Catal. Today* **2020**, in press.

5. "One-pot synthesis of lactic acid from glycerol over Pt/L-Nb₂O₅ catalyst under base-free conditions" Shixiang, F.; Takahashi, K.; Miura, H.; Shishido, T. *Fuel Process. Technol.* **2020**, *197*, 106202
6. "Reductive Cycloisomerization of Dienes by Supported Palladium Catalysts and Subsequent [4+2] Cycloaddition Leading to Cyclohexene Derivatives" Miura, H.; Tanaka Y.; Nakahara, K.; Shishido, T. *ChemCatChem* **2019**, *12*, 455–458.
7. "Effect of Perimeter Interface Length between 2D WO₃ Monolayer Domain and γ -Al₂O₃ on Selective Hydrogenolysis of Glycerol to 1,3-Propanediol" Aihara, T.; Miura, H.; Shishido, T. *Catal. Sci. Technol.* **2019**, *9*, 5359–5367.
8. "Supported Gold-Palladium Alloy Catalysts for Highly Efficient Hydrogen Storage System based on Ammonium Bicarbonate/Formate Redox Equilibrium" Nakajima, K.; Tominaga, M.; Waseda, M.; Miura, H.; Shishido, T. *ACS Sustainable Chem. Eng.* **2019**, *7*, 6522–6530.
9. "The importance of direct reduction in synthesizing highly active Pt-Sn/SBA-15 for *n*-butane dehydrogenation" Deng, L.; Miura, H.; Ohkubo, T.; Shishido, T.; Zheng, W.; Hosokawa, S.; Teramura, K.; Tanaka, T. *Catal. Sci. Technol.* **2019**, *9*, 947–956. **[Featured as a Front Cover]**
10. "Catalysis of Cu Cluster for NO Reduction by CO: Theoretical Insight into Reaction Mechanism and Experimental Evidence" Takagi, N.; Ishimura, K.; Miura, H.; Shishido, T.; Fukuda, R.; Ehara, M.; Sakaki, S. *ACS Omega* **2019**, *4*, 2596–2609.
11. "Role of the Acid Site for Selective Catalytic Oxidation of NH₃ over Au/Nb₂O₅" Lin, M.; An, Baoxiang; Niimi, N.; Jikihara, Y.; Nakayama, T.; Honma, T.; Takei, T.; Shishido, T.; Ishida, T.; Haruta, M.; Murayama, T., *ACS Catal.*, **2019**, *9*, 1753-1756.
12. 「水素を作る・ためる・運ぶ・使うための「触媒」」 宍戸 哲也 化学と教育,**2019**, *5*, 214-215.
5. オレフィンの酸化的ジアセトキシル化に有効な担持 Pd-Te 触媒の構造解析 保前勇太・三浦大樹・宍戸哲也, 第 17 回 触媒化学ワークショップ 2019 年 7 月 25 日(木)~27 日(土) 姫路商工会議所
6. 表面に修飾可能な官能基有するシロキサンゲルの調製 加藤玄・三浦大樹・宍戸哲也, 第 17 回触媒化学ワークショップ 2019 年 7 月 25 日(木)~26 日(金) 姫路商工会議所
7. アルキンのヒドロシリル化に有効な担持 NiAu 触媒の開発 福田要平・小川亮一・三浦大樹・宍戸哲也, 第 17 回触媒化学ワークショップ 2019 年 7 月 25 日(木)~27 日(土) 姫路商工会議所
8. WO₃/Al₂O₃ 触媒上の Brønsted 酸点の発現に対する水の影響の検討 相原健司・三浦大樹・宍戸哲也, 第 40 回触媒学会若手会「夏の研修会」 2019 年 7 月 31 日(水)~8 月 2 日(金) 休暇村伊良湖
9. 担持 Y₂O₃ 触媒によるグルコースからの乳酸一段合成 畑大地・三浦大樹・宍戸哲也, 第 40 回触媒学会若手会「夏の研修会」 2019 年 7 月 31 日(水)~8 月 2 日(金) 休暇村伊良湖
10. 担持 Au 触媒を用いた複素環化合物の sp²C-H 結合シリル化 平田竜士・三浦大樹・宍戸哲也, 第 40 回触媒学会若手会「夏の研修会」 2019 年 7 月 31 日(水)~8 月 2 日(金) 休暇村伊良湖
11. ヒドロキシアパタイト担持 Rh 触媒による NO の選択的還元 土井隼・林峻・三浦大樹・宍戸哲也, 第 40 回触媒学会若手会「夏の研修会」 2019 年 7 月 31 日(水)~8 月 2 日(金) 休暇村伊良湖
12. オレフィンの酸化的ジアセトキシル化に有効な担持 Pd-Te 触媒の構造解析 保前勇太・三浦大樹・宍戸哲也, 第 40 回 触媒学会若手会「夏の研修会」 2019 年 7 月 31 日(水)~8 月 2 日(金) 休暇村伊良湖
13. 表面に修飾可能な官能基を有するシロキサンゲルの調製 加藤玄・三浦大樹・宍戸哲也, 第 40 回触媒学会若手会「夏の研修会」 2019 年 7 月 31 日(水)~8 月 2 日(金) 休暇村伊良湖
14. アルキンのヒドロシリル化に有効な担持 NiAu 触媒の開発 福田要平・小川亮一・三浦大樹・宍戸哲也 第 40 回触媒学会若手会「夏の研修会」 2019 年 7 月 31 日(水)~8 月 2 日(金) 休暇村伊良湖
15. Silylation of Aryl chlorides by PdAu Catalysts 正木洋佑・三浦大樹・宍戸哲也, 第 66 回有機金属化学討論会 2019 年 9 月 14 日(土)~16 日(月) 首都大学東京 南大沢キャンパス
16. WO₃/Al₂O₃ 触媒上の Brønsted 酸点の発現に対する水の影響に関する検討 相原健司・三浦大樹・宍戸哲也, 第 124 回触媒討論会 2019 年 9 月 18 日(水)~20 日(金) 長崎大学 文教キャンパス
17. 担持 Au 触媒を用いたアリルエステルのアリル位ポリル化 蜂屋祐香・三浦大樹・宍戸哲也, 第 124 回触媒討論会

■学会発表

【国内発表】

1. WO₃/Al₂O₃ 触媒上の Brønsted 酸点の発現に対する水の影響の検討 相原健司・三浦大樹・宍戸哲也, 第 17 回触媒化学ワークショップ 2019 年 7 月 25 日(木)~27 日(土) 姫路商工会議所
2. 担持 Y₂O₃ 触媒によるグルコースからの乳酸一段合成 畑大地・三浦大樹・宍戸哲也, 第 17 回触媒化学ワークショップ 2019 年 7 月 25 日(木)~27 日(土) 姫路商工会議所
3. 担持 Au 触媒を用いた複素環化合物の sp²C-H 結合シリル化 平田竜士・三浦大樹・宍戸哲也, 第 17 回触媒化学ワークショップ 2019 年 7 月 25 日(木)~27 日(土) 姫路商工会議所
4. ヒドロキシアパタイト担持 Rh 触媒による NO の選択的還元 土井隼・林峻・三浦大樹・宍戸哲也, 第 17 回触媒化学ワークショップ 2019 年 7 月 25 日(木)~27 日(土) 姫路商工会議所

- 2019年9月18日(水)~20日(金) 長崎大学 文教キャンパス
18. 担持 Au 触媒を用いたプロパルギルエステルのシリル化によるアレニルシラン合成
正木洋佑・三浦大樹・宍戸哲也, 第 124 回触媒討論会 2019年9月18日(水)~20日(金) 長崎大学 文教キャンパス
 19. 担持 Y₂O₃ 触媒によるグルコースからの乳酸一段合成
畑大地・相原健司・三浦大樹・宍戸哲也, 第 124 回触媒討論会 2019年9月18日(水)~20日(金) 長崎大学 文教キャンパス
 20. 担持 Au 触媒を用いた複素環化合物の sp²C-H 結合シリル化
平田竜士・三浦大樹・宍戸哲也, 第 124 回触媒討論会 2019年9月18日(水)~20日(金) 長崎大学 文教キャンパス
 21. オレフィンの酸化的ジアセトキシル化に有効な担持 Pd-Te 触媒の構造解析
保前勇太・三浦大樹・宍戸哲也, 第 124 回 触媒討論会 2019年9月18日(水)~20日(金) 長崎大学 文教キャンパス
 22. アルキンのヒドロシリル化に有効な担持 NiAu 触媒の開発
福田要平・小川亮一・三浦大樹・宍戸哲也, 第 124 回触媒討論会 2019年9月18日(水)~20日(金) 長崎大学 文京キャンパス
 23. 担持 Y₂O₃ 触媒によるグルコースからの乳酸一段合成
畑大地・三浦大樹・宍戸哲也, 第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019 2019年10月15日(火)~17日(木) タワーホール船堀
 24. 担持 Au 触媒を用いた複素環化合物の sp²C-H 結合シリル化
平田竜士・三浦大樹・宍戸哲也, 第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019 2019年10月15日(火)~17日(木) タワーホール船堀
 25. ヒドロキシアパタイト担持 Rh 触媒による NO の選択的還元
土井隼・林峻・三浦大樹・宍戸哲也, 第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019 2019年10月15日(火)~17日(木) タワーホール船堀
 26. オレフィンの酸化的ジアセトキシル化に有効な担持 Pd-Te 触媒の構造解析
保前勇太・三浦大樹・宍戸哲也, 第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019 2019年10月15日(火)~17日(木) タワーホール船堀
 27. アルキンのヒドロシリル化に有効な担持 NiAu 触媒の開発
福田要平・小川亮一・三浦大樹・宍戸哲也, 第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019 2019年10月15日(火)~17日(木) タワーホール船堀
 28. Ru 錯体触媒を用いる芳香族アミド C-H 結合の直接変換を経る複素環合成
木村悠倫子・三浦大樹・宍戸哲也, 第 49 回石油・石油化学討論会 2019年10月31日(木)~11月1日(金) 山形テルサ
 29. Selective catalytic reduction of NO over Cu-Cr/Al₂O₃ catalysts
Shengyan Piao, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, 第 49 回石油・石油化学討論会, 2019年10月31日(木)~11月1日(金) 山形テルサ
 30. 含窒素官能基で修飾した Pd 系合金によるギ酸からの水素発生
早稲田萌・林峻・三浦大樹・宍戸哲也, 第 49 回石油・石油化学討論会 2019年10月31日(木)~11月1日(金) 山形テルサ
 31. ヒドロキシアパタイト担持 Rh 触媒による NO の選択的還元
土井隼・林峻・三浦大樹・宍戸哲也, 第 49 回石油・石油化学討論会 2019年10月31日(木)~11月1日(金) 山形テルサ
 32. 二酸化炭素/ギ酸の相互変換による水素供給・貯蔵システムに有効な担持 Pd 系触媒の開発
早稲田萌・河合絵梨佳・三浦大樹・宍戸哲也, 第 39 回水素エネルギー協会大会 2019年12月2日~3日 タワーホール船堀
 33. Ru-V 系複合クラスターを前駆体とする触媒調製とアミンの N-アルキル化反応への応用
林峻・宍戸哲也, 第 125 回触媒討論会 2020年3月26日(木)~27日(金) 工学院大学 新宿キャンパス
 34. Pt/WO₃/Al₂O₃ 触媒を用いたグリセロールの水素化分解の活性に対する WO₃-Al₂O₃ 界面長さの影響
相原健司・三浦大樹・宍戸哲也, 2020年3月26日(木)~27日(金) 工学院大学 新宿キャンパス
 35. TiO₂ 担持 Ru 触媒による α-アミノ酸合成: グリセリン酸からアラニンへの転換反応
齋藤嗣朗・Feng Shixiang・三浦大樹・宍戸 哲也, 第 125 回触媒討論会 2020年3月26日(木)~27日(金) 工学院大学 新宿キャンパス
 36. 担持 Au 触媒を用いる芳香族化合物のシリル化
豊増智也・平田竜士・三浦大樹・宍戸哲也, 第 125 回触媒討論会 2020年3月26日(木)~27日(金) 工学院大学 新宿キャンパス
 37. フローリアクタによるグリセロールからの乳酸連続合成
加納絵梨沙・相原健司・三浦大樹・宍戸哲也, 第 125 回触媒討論会 2020年3月26日(木)~27日(金) 工学院大学 新宿キャンパス
 38. 放電プラズマ・触媒ハイブリッドシステムによる穏和な条件下でのメタン直接転換
菅沼伸哉・堀江玲・江守宗次郎・三浦大樹・佃達也・山添誠司・宍戸哲也, 第 125 回触媒討論会 2020年3月26日(木)~27日(金) 工学院大学 新宿キャンパス
 39. 担持 Ru 触媒を用いた尿素加水分解による高効率水素製造
野本賢俊・三浦大樹・宍戸哲也, 第 125 回触媒討論会 2020年3月26日(木)~27日(金) 工学院大学 新宿キャンパス
 40. 金属リン酸塩担持 Au 触媒の調製とその触媒機能
西尾英倫・三浦大樹・宍戸哲也, 第 125 回触媒討論会 2020年3月26日(木)~27日(金) 工学院大学 新宿キャンパス
- 【国際会議】
1. Selective Catalytic Reduction of NO over Delafossite-type Oxide
Shengyan Piao, Shinsuke Imai, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, The 17th Korea-Japan Symposium on Catalysis, May 20-22, 2019, Jeju, Korea
 2. Silylation of aryl chlorides by supported Pd-Au alloy catalysts
Y. Masaki, H. Miura, T. Shishido, The 1st International Symposium on Hybrid Catalysis for

- Enabling Molecular Synthesis on Demand, May 30-31, 2019, Tokyo, Japan
- Development of perovskite type catalyst for oxidative coupling of methane
A. Nishida, H. Miura, T. Shishido, The 8th Asia Pacific Congress on Catalysis (APCAT-8) August 4-7, 2019, Bangkok, Thailand
 - One pot conversion of glycerol to lactic acid over supported platinum catalyst
K. Takahashi, S. Feng, H. Miura, T. Shishido, The 8th Asia-Pacific Congress on Catalysis (APCAT-8) August 4-7, 2019, Bangkok, Thailand
 - Acid property of alumina-based mixed oxides supported tungsten oxide
Mizuki Saito, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, The 8th Asia-Pacific Congress on Catalysis (APCAT-8), August 4-7, 2019, Bangkok, Thailand
 - Interconversion between bicarbonate and formate over supported palladium-gold alloy catalysts
M. Waseda, K. Nakajima, M. Tominaga, H. Miura, T. Shishido, The eighth Asia Pacific Congress on Catalysis (APCAT-8) August 4-7, 2019, Bangkok, Thailand
 - [2+2+2] Cycloaddition of Alkynes by Concerted Catalysis of Adjacent Pd–Au in Alloy Nanoparticles
H. Miura, T. Shishido, 14th European Congress on Catalysis 2019 (EuropaCat2019), August 18-23, 2019, Aachen, Germany
 - Selective Silylation of Aryl halides by Supported Palladium-Gold Alloy Catalysts
Y. Masaki, H. Miura, T. Shishido, 14th European Congress on Catalysis 2019 (EuropaCat2019), August 18-23, 2019, Aachen, Germany
 - Kinetic study on reaction mechanism of hydrogenolysis over Pt/WO₃/Al₂O₃ catalysts
T. Aihara, H. Miura, T. Shishido, EuropaCat2019 August 18–23, 2019, Aachen, Germany
 - Selective CO₂ hydrogenation over supported Rh catalysts
J. Suzuki, H. Miura, T. Shishido, 14th European Congress on Catalysis (EuropaCat 2019, Aachen) August 18-23, 2019, Aachen, Germany
 - Supported Pd-based alloy catalysts for highly efficient hydrogen storage system based on carbon dioxide/formic acid cycle
M. Waseda, E. Kawai, H. Miura, T. Shishido, The fourth International Symposium on Hydrogen Energy-based Society August 22-23, 2019, Tokyo, Japan
 - Selective catalytic reduction of NO over Cu-Cr/Al₂O₃ catalysts
Shengyan Piao, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, The 9th East Asia Joint Symposium on Environmental Catalysis and Eco-materials, November 5-8, 2019, Yancheng, China
 - Selective catalytic reduction of NO with CO and C₃H₆ over Rh/HAP
S. Doi, S. Hayashi, H. Miura, T. Shishido, The 9th East Asia Joint Symposium on Environmental Catalysis and Eco-materials, November 5-8, 2019, Yancheng, China

【依頼講演】

- 「高疎水性周辺環境を有するプレステッド酸点の設計とその有機分子の加水分解に対する触媒作用」
第 124 回触媒討論会(依頼講演)、三浦大樹 2019 年 9 月 19 日(木)長崎大学
- Design of High-Performance Alloy catalysts: Enhancing Activity and Switching Selectivity by the Incorporation of Palladium into Gold Nanoparticles, (Invited Lecture), T. Shishido, (Jan. 4th (Fri)), National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- 「担持合金ナノ粒子の触媒作用」
(依頼講演)、宍戸哲也 2020 年1月 31 日(金)京都大学
- Supported Palladium-Gold Alloy Catalysts for Highly Efficient Hydrogen Storage System, (Invited Lecture), T. Shishido, PACCON2020 (Pure and Applied Chemistry International Conference 2020) (13-14th February 2020), Bangkok
- 「Pd-Au 合金ナノ粒子触媒による高効率水素発生・貯蔵技術」
第 141 回表面技術協会講演大会(依頼講演)、宍戸哲也 2020 年 3 月 3 日(火)、4 日(水)首都大学東京
- 「担持合金ナノ粒子触媒による水素製造」
日本化学会第 100 回春季年会(依頼講演)、宍戸哲也 2020 年 3 月 22 日(日)-25 日(水)東京理科大学

■受賞

- 優秀ポスター賞 “オレフィンの酸化的ジアセトキシル化に有効な担持 Pd-Te 触媒の構造解析”
保前勇太・三浦大樹・宍戸哲也, 第 40 回 触媒学会若手会 夏の研修会 2019
- 最優秀ポスター発表賞 “担持 Au 触媒を用いた複素環化合物の sp²C-H 結合シリル化”
平田竜士・三浦大樹・宍戸哲也, 第 17 回触媒化学ワークショップ姫路 姫路商工会議所
- 優秀ポスター発表賞 “担持 Au 触媒を用いた複素環化合物の sp²C-H 結合シリル化”
平田竜士・三浦大樹・宍戸哲也, 第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019 タワーホール船堀
- 優秀ポスター賞 “アルキンのヒドロシリル化に有効な担持 NiAu 触媒の開発”
福田要平・小川亮一・三浦大樹・宍戸哲也 第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019 2019 年 10 月 15 日(火)~17 日(木) タワーホール船堀
- 一般社団法人 触媒学会 2019 年度触媒学会奨励賞 (2020 年 1 月 6 日) “PdAu 合金ナノ粒子表面での異種元素の協奏的触媒作用による有機分子変換”
三浦大樹
- Best poster award “Selective catalytic reduction of NO over Cu-Cr/Al₂O₃ catalysts”
Shengyan Piao, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, The 9th East Asia Joint Symposium on Environmental Catalysis and Eco-materials, November 5-8, 2019 Yancheng, China
- Best poster award Selective catalytic reduction of NO with CO and C₃H₆ over Rh/HAP
S. Doi, S. Hayashi, H. Miura, T. Shishido, The 9th East Asia Joint Symposium on Environmental Catalysis and Eco-materials, November 5-8, 2019, Yancheng, China

環境調和化学分野 首藤研究室

教授 首藤 登志夫

■構成員

首藤 登志夫(しゅどう としお) 教授/博士(工学)

専門分野

9-455号室 TEL:042-677-2715 内線4134

shudot@tmu.ac.jp

博士後期課程 0名

修士課程 3名

学部4年 3名

■研究概要

固体高分子型燃料電池の発電性能向上に関する研究

首藤登志夫

固体高分子型燃料電池は内燃機関に比べて理論効率の点で有利であるが発電出力の点で劣ることから、固体高分子型燃料電池の発電出力を向上させることを目的として、主に反応物供給流路の改良により拡散分極を低減する研究を実施。

直接メタノール燃料電池の発電性能向上に関する研究

首藤登志夫

直接メタノール燃料電池は燃料のエネルギー密度の高さが利点であるが、固体高分子型燃料電池に比べて発電出力の点で劣ることから、直接メタノール燃料電池の発電出力を向上させることを目的として、主にアノード流路の改良により拡散分極を低減する研究を実施。

予混合圧縮自己着火燃焼の着火制御に関する研究

首藤登志夫

内燃機関は固体高分子型燃料電池に比べて発電出力や耐久性などの点で有利であるが、熱効率の向上が課題である。本研究では、内燃機関の高効率化のための新たな燃焼方式として期待される予混合圧縮着火燃焼の着火時期制御に関する研究を実施。

■査読付き論文

1. Shun Fujita, Shunri Hirasawa, Toshio Shudo, Performance studies of PEFCs incorporating non-woven metal fabric as flow fields for even supply of reactants, International Journal of Automotive Engineering, Vol.10, No.2, 2019年4月.

2. 白川雄三, 島田敦史, 石川敬郎, 首藤登志夫, エタノールおよび水素を用いた火花点火エンジンにおけるピストンの低熱伝導率が冷却損失および排気損失に与える影響, 自動車技術会論文集, Vol.51, 2020年1月.

■学会発表

1. 井口雄介, 馬淵隼, 臼井拓海, 首藤登志夫, 火花点火と予混合圧縮自己着火による水素の希薄燃焼に関する研究, 第39回水素エネルギー協会大会予稿集, P32, 2019年12月.

2. 神田敦, 首藤登志夫, 固体高分子型燃料電池の排熱およびカソード出口ガスを用いた室内空調の可能性検討, 第39回水素エネルギー協会大会予稿集, P31, 2019年12月.

3. 平澤駿里, 首藤登志夫, 藤田駿, 金属不織布による全面供給型流路を用いた固体高分子型燃料電池の発電性能に関する研究, 第39回水素エネルギー協会大会予稿集, B01, 2019年12月.

4. 神田敦, 高橋巧, 首藤登志夫, 金属不織布を燃料供給流路に用いたパッシブ型直接メタノール燃料電池の発電性能に関する研究, 日本機械学会関東支部第26期総会講演会講演論文集, 17B19, 2020年3月.

■著書・総説・解説・報告書

1. 首藤登志夫, 燃料電池, 機械工学年鑑 2019, 2019年8月.

2. 首藤登志夫, 自動車用燃料電池システムのエネルギー密度および出力密度の向上, 車載テクノロジー, Vol.7, No.1, 2019年10月.

■受賞

1. 神田敦, 自動車技術会大学院研究奨励賞, “固体高分子型燃料電池の排熱利用および発電性能に関する研究”, 2020年3月.

■先端的・学際的な研究の推進

研究室において、本学の機械工学コース出身の学生と分子応用化学コースの学生が協働してエネルギー関連研究を実施。

特定学術研究

■川上研

- 産学共同研究費による研究 4件
文部科学省科学研究費による研究 2件
1) 文部科学省科学研究費 基盤研究(B)
研究代表者 川上 浩良
二酸化炭素排出量の絶対的削減に向けた超高二酸化炭素透過分離膜の創製
2) 文部科学省科学研究費 基盤研究(C)
研究代表者 田中 学
電池構造に革新をもたらすナノファイバーフレームワークを用いた高機能相界面の構築

■益田研

- 寄付金による研究 3件
学術相談による研究 1件
産学共同研究費による研究 5件
提案公募型研究費による研究 4件
1) 柳下 崇, ホソカワ粉体工学振興財団研究助成
2) 柳下 崇, 日本板硝子材料工学助成会研究助成
3) 柳下 崇, 池谷科学技術振興財団研究助成
4) 柳下 崇, 加藤科学振興会研究助成
文部科学省科学研究費による研究 1件
1) 益田秀樹, 基盤研究(A)/シングルnmスケールアノード酸化ポーラス構造の形成と電子・光局在デバイスへの応用

■朝山研

- 産学共同研究費による研究 3件

■久保研

- 産学共同研究費による研究 1件
提案公募型研究費による研究 1件
1. 公益財団法人 高橋産業経済研究財団(研究代表者 久保由治)「高効率キャリア発生型近赤外線吸収増感剤を用いたp-型色素増感太陽電池の創製とタンデム化」
文部科学省科学研究費による研究 2件
1. 基盤研究(B), (研究代表者 久保由治, 共同研究者 西藪隆平)「ボロン酸超分子による燐光マニピュレーション」
2. 基盤研究(C)(一般), (研究代表者 西藪隆平)「機能をマテリアル化できる分子インクの開発研究課題」

■瀬高研

- 提案公募型研究費による研究 1件
1. H30-R1 年度 泉科学技術振興財団研究助成(研究代表者 瀬高 渉)
「カゴ型化合物による有機化合物高機能誘電体の創製」

■金村研

- 寄付金による研究 2件
学術相談による研究 4件
産学共同研究費による研究 21件
提案公募型研究費による研究 2件
1. 先端的低炭素化技術開発事業(ALCA)特別重点技術領域(研究代表者 金村聖志)「新原理に基づく金属負極を有する高性能新電池の創製」
2. 戦略的国際共同研究プログラム 日本-中国「国際共同研究イノベーション拠点」(研究代表者 金村聖志)「コンポジット電解質膜の創製に基づく全固体リチウム硫黄電池の実用化技術開発」
文部科学省科学研究費による研究 1件
1. 基盤研究(B)(一般)(研究代表者 棟方裕一)「単粒子計測技術を用いた多孔質電極の速度論的解析と設計」

■梶原研

- 学術相談による研究 1件
産学共同研究費による研究 3件
提案公募型研究費による研究 1件
1. 先端的低炭素化技術開発事業(ALCA)特別重点技術領域(研究代表者 梶原浩一)
「正極活物質への酸化物コーティングと G4 系電解液を用いた特性評価」
文部科学省科学研究費による研究 2件
1. 基盤研究(B)(研究代表者 梶原浩一)
「光活性中心が高濃度凝集した高効率発光性シリカガラスの開発」
基盤研究(A)(研究分担者 梶原浩一)
「Na 伝導性ポリアニオン化合物のシナジー設計による革新的イオニクス・デバイス創製」

■高木研

- 産学共同研究費による研究 2件
提案公募型研究費による研究 3件
1) 北海道大学触媒科学研究所共同利用・共同研究(研究代表者 高木慎介)
「金属ポルフィリン/酸化チタン複合体による人工光合成モデルの構築」
2) NEDO 平成 30 年度「エネルギー・環境新技術先導プログラム」(研究分担者 石田玉青)
「定置用ボイラーから排出される低濃度 NO_x の有用物質変換可能な触媒の開発」
3) 日本学術振興会 国際共同研究事業 中国との国際共同研究プログラム (研究代表者 石田玉青)
「持続可能な社会実現のための環境調和型化学プロセスの開発」
文部科学省科学研究費による研究 1件
1) 基盤研究(C) (研究代表者 石田玉青)
「カチオン性金サイトを持つ金ナノ粒子触媒の構築と有用化合物変換反応への展開」

■内山研

- 提案公募型研究費による研究 1件
論文博士支援事業費(研究代表者 内山一美)
「チップ電気泳動-質量分析を用いる子宮頸がんスクリーニングと HPV の同定」
文部科学省科学研究費による研究 3件
基盤研究(C) (研究分担者 内山一美)
「プッシュプルシステムを用いたナノ薬物刺激による神経細胞の機能創出」
基盤研究(B) (研究分担者 中嶋秀)
「呼気凝集液(EBC)分析法の開発と呼吸器疾患の診断への応用」
基盤研究(B) (研究分担者 中嶋秀)
「ナノワイヤデバイスが切り拓く次世代二次元 TLC/ナノ構造支援 LDI-MS」

■宍戸研

- 寄付金による研究 2件
産学共同研究費による研究 3件
提案公募型研究費による研究 3件
1) 多様な天然炭素資源の活用に資する革新的触媒と創出技術(JST-CREST) (研究分担者 宍戸哲也)「酸素原子シャトルによるメタン選択酸化反応プロセス開発」
2) 京都大学 実験と理論計算科学のインタープレイによる触媒・電池の元素戦略研究拠点(研究分担者 宍戸哲也)

特定学術研究

- 3) NEDO先導研究プログラム／未踏チャレンジ2050 (研究分担者 三浦大樹)「二酸化炭素のリサイクル・資源化のための新しい触媒プロセス開発」

文部科学省科学研究費による研究 3 件

- 1) 基盤(B)(一般), (研究代表者, 宍戸哲也、研究分担者, 三浦大樹)
「階層構造を制御した担持合金ナノクラスター触媒の創成と選択的分子変換への展開」
- 2) 新学術領域(研究領域提案型), (研究代表者, 宍戸哲也、研究分担者, 三浦大樹)
「合金クラスター無機固体ハイブリッド触媒系による高選択的分子変換」
- 3) 若手研究(研究代表者 三浦大樹)
「金属ナノ粒子表面への異種元素導入とその協奏的触媒作用による高効率有機分子変換」

■首藤研

産学共同研究費による研究 2 件

学術相談による研究 1 件

■川上 浩良

- (1) 海外学術誌の Associate Editor: Applied Membrane Science & Technology
- (2) 高分子学会医用高分子研究会 運営委員会委員
- (3) 高分子学会燃料電池研究会 運営委員会委員長
- (4) 高分子分子学会武蔵野地区 運営委員会委員
- (5) 日本人工臓器学会 評議委員
- (6) 日本酸化ストレス学会 評議委員
- (7) 日本膜学会 理事
- (8) 日本バイオマテリアル学会 評議委員
- (9) 国内学会、国際学会の企画、主催（約 10 件）など
- (10) 文部科学省「大学入学希望者学力評価テスト（仮称）」検討準備グループ委員
- (11) 文部科学省 大学入試英語 4 技能評価ワーキンググループ委員
- (12) 文部科学省 新テスト実施企画委員会委員
- (13) 東京都 労働産業局 先端医療機器アクセラレーションプロジェクト 委員
- (14) 経済産業省 産業技術環境局 『CCS 研究開発・実証関連事業』検討会委員
- (15) 公立大学協会 第 2 委員会 WG 委員
- (16) 文部科学省「卓越大学院プログラム」パワー・エネルギープロフェッショナル育成プログラム プログラム担当者

■山登正文

- (1) 高分子学会 武蔵野地区懇話会運営委員
- (2) 応用物理学会 磁気科学研究会 代表
- (3) 日本磁気学会 強磁場応用専門部会委員長
- (4) 日本磁気学会 第 43 回学術講演会実行委員
- (5) 日本磁気学会 企画運営委員
- (6) 電気学会 強磁界下での材料プロセッシングと生体効果調査専門委員会 委員

■佐藤 潔

- (1) 日本化学会 代表正会員
- (2) 文部科学省「卓越大学院プログラム」パワー・エネルギープロフェッショナル育成プログラム プログラム実施者
- (3) ホスト・ゲスト・超分子化学シンポジウム実行委員

■田中 学

- (1) 繊維学会 2019 年次大会 実行委員
- (2) 電気化学会秋季大会 実行委員
- (3) 第 69 回高分子討論会 セッションオーガナイザー
- (4) 博士論文外部審査委員(北陸先端科学技術大学院大学)
- (5) 東京都中小企業振興公社助成事業 審査委員

■益田秀樹

電気化学会監事
キャパシタ技術委員会運営委員
日本化学会電気化学ディビジョン幹事
東京理科大学光触媒研究推進拠点運営委員会委員
表面技術協会金属のアノード酸化の機能化研究会幹事
AST2019 Honorary chair
表面技術協会第 141 回大会実行委員長

■武井 孝

日本化学会 コロイドおよび界面化学部会 事業企画委員
日本粉体工業技術協会 造粒分科会副コーディネーター
日本セラミックス協会 関東支部代議員
表面技術協会第 141 回大会実行委員
学術論文審査

■柳下 崇

電気化学会評議員
電気化学会編集委員
電気化学会普及委員
電気化学会関東支部監事
表面技術協会編集委員
表面技術協会評議員
表面技術協会アカデミー実行委員会委員
表面技術協会金属のアノード酸化皮膜の機能化部会幹事
表面技術協会第 141 回大会実行委員

■朝山章一郎

- (1) 日本バイオマテリアル学会 評議委員
- (2) 高分子学会代議員
- (3) 高分子学会医用高分子研究会 運営委員
- (4) 高分子学会関東支部武蔵野地区懇話会 幹事
- (5) 第 91 回高分子学会関東支部武蔵野地区高分子懇話会主催研究室
- (6) ALA-Porphyrin Science 編集委員
- (7) 都立富士高等学校・都立富士高等学校附属中学校 理数アカデミー運営委員
- (8) 学術論文審査・学会座長

■久保由治

- 1) 2019 年度高校化学グランドコンテスト審査委員
- 2) 首都大学東京オープンユニバーシティ講師
- 3) 企業との共同研究
- 4) 国際学術誌「Supramolecular Chemistry」の編集委員会メンバー(Editorial Board Member)
- 5) 学術論文審査
- 6) 学会での座長やポスター賞の審査委員
- 7) 東京大学生産技術研究所リサーチフェロー

■J. Y. Mulyana

- 1) The member of the Editorial board of conferences

■西藪隆平

- 1) 学術論文審査

■瀬高 渉

1. 学術論文審査担当(NPG, ACS, RSC)
2. 学会座長および学会講演賞審査員

■稲垣佑亮

1. 日本化学会 CSJ フェスタ ポスター審査員

■金村聖志

国立研究開発法人科学技術振興機構 ALCA-Spring 研究統括
国立研究開発法人科学技術振興機構 さきがけ研究領域「エネルギー高効率利用と相界面」領域アドバイザー
国立研究開発法人科学技術振興機構 A-STEP プログラムオフィサー
電池 JIS 案策定委員会 座長

■棟方裕一

日本無機リン化学会 編集委員
燃料電池開発情報センター 編集委員
日本化学会 化学電池材料研究会 幹事

Organizing committee, PACRIM13, Symposium 20:
Ceramics for Rechargeable Energy Storage
Organizing committee, PRiME2020

■梶原浩一

1. 応用物理学会講演会企画運営委員会委員・プログラム編集委員
2. Steering Committee, The 13th Pacific Rim Conference on Ceramics and Glass Technology (PACRIM13), 2019
3. 日本学術振興会からの委嘱業務
4. 企業との共同研究
5. 学術論文審査、学会での座長・講演賞審査等

■高木慎介

- 光化学協会 常任理事
- 日本粘土学会 理事
- Asian and Oceanian Photochemistry Association (アジア光化学協会) Councilor
- Clay Science 誌 Editor
- 日本化学会 低次元系光機能材料研究会 役員
- J. Photochem. Photobiol. C 誌 Editor
- 大阪府立大学客員教授
- カーボン・エネルギーコントロール社会協議会:フォーラム人工光合成ネットワーク副代表
- 固体表面光化学討論会 世話人
- 文部科学省卓越大学院プログラム教員
- JST 新技術説明会での発表

■石田玉青

- 第9回CSJ化学フェスタ 実行委員
- 日本化学会 関東支部代表正会員
- 日本学術振興会 創造機能化学第116委員会 第2分科会幹事委員
- 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術予測センター 専門調査員
- 東京工科大学非常勤講師
- 第9回CSJ化学フェスタ ポスター発表審査員
- 首都大学東京プレミアムカレッジ 講師

■嶋田哲也

- 東京都次世代イノベーション創出プロジェクト2020 評価委員

■内山 一美

- 日本分析化学会 会長 2019.4~現在
- 日本分析機器工業会 高校生のための最先端分析機器体験講座(JAIMA-サマーサイエンススクールSSS) 発起人委員 2012.4.1~現在
- Editorial Board Member of 'Journal of Pharmaceutical Analysis' 2011.2.1~現在
- Editorial Board Member of "Chinese Chemistry Letters", 2015~現在
- 独立行政法人 日本学術振興会 創造機能化学第116委員会 幹事委員 2011.4.1~現在
- China-Japan-Korea Symposium on Analytical Chemistry International Advisory Board 2010~現在
- IUPAC: International Conference on Analytical Chemistry, International advisory board. 2016~現在
- ASIANALYSIS-XV International advisory board. 2018~現在

■中嶋 秀

- 日本分析化学会理事 2018.04~2020.03
- 日本分析化学会論文誌「分析化学」編集理事 2018.04~2020.03
- 日本分析化学会論文誌「分析化学」編集幹事 2011.04~現在
- 学術論文審査

■加藤 俊吾

- 認定 NPO「富士山測候所を活用する会」理事 2016.7.1~現在
- 大妻女子大学非常勤講師
- 学術論文審査
- 日本化学会 化学と教育誌「レーダー」コーナー 編集

■乗富秀富

- Editorial Board Member of 'Journal of Engineering' 2012.07~現在
- Editorial/Reviewer Board Member of 'International Journal of GEOMATE' 2019.04~現在
- 分離技術会企画委員会委員 2019.04~現在
- 第9回CSJ化学フェスタ ポスター発表審査委員 2019.10
- 青山学院大学非常勤講師 (化学工学通論) 1997.10~現在
- 学術論文審査

■宍戸哲也

- 1) 日本学術振興会書面審査員
- 2) 利用研究課題審査委員会XAFS分科会委員
- 3) Royal Society of Chemistry フェロー
- 4) Royal Society of Chemistry Catalysis Science and Technology 誌 Associate Editor
- 5) C&FC2021 International Advisory Board, 組織委員長
- 6) MRM2019 セッションオーガナイザー
- 7) 企業との共同研究
- 8) 学術論文審査
- 9) 東京都中小企業振興公社「次世代イノベーション創出プロジェクト2020助成事業」書面審査委員
- 10) 触媒学会総務担当理事
- 11) 触媒学会東日本地区幹事
- 12) 触媒学会広報委員会委員長
- 13) 水素エネルギー協会 評議員
- 14) 学会でのポスター賞や講演賞の審査委員

■三浦大樹

- 1) 学術論文審査
- 2) 学会での座長や講演賞の審査委員
- 3) 石油学会 ジュニアソサイエティ委員
- 4) 企業との共同研究

■首藤 登志夫

- Academic Reputation 評価(工学分野), Times Higher Education 世界大学ランキング
- Nominating Expert, Global Energy Prize
- Editorial Board Member, "Energies"
- Editorial Board Member, "International Journal of Technology"
- 東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会 経済テクノロジー委員
- 東京都 功労者表彰 技術振興功労 選考委員
- 経済産業省 資源エネルギー庁「エネルギー構造高度化・転換理解促進事業」外部審査委員会 委員
- 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

社会貢献

NEDO 技術委員

- ・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」採択審査委員会 委員
- ・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」中間評価委員会 委員
- ・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO 分野横断的公募事業 書面評価者
- ・自動車技術会 フェロー
- ・自動車技術会 燃料電池部門委員会 委員
- ・自動車技術会 ガス燃料エンジン部門委員会 委員
- ・自動車技術会 燃料潤滑油部門委員会 委員
- ・自動車技術会 伝熱技術部門委員会 委員
- ・日本機械学会 高効率エンジン燃焼技術の高度化研究会
委員
- ・日本機械学会 動力エネルギー技術シンポジウム セッション
オーガナイザー「水素・燃料電池」
- ・学術論文審査
- ・企業との共同研究
- ・企業内勉強会 講師
- ・企業技術者向けセミナー 講師
- ・首都大学東京オープンユニバーシティ 講師

学位論文リスト

修士論文

- 千島 俊 小型電気化学センサによる実大気中での大気汚染物質の測定
- 斎藤 瑞季 担持金属酸化物および硫化物触媒の酸性質発現機構に関する研究
- 一之瀬 玲皇 ポーラスアルミナにもとづいた微細同軸ナノケーブルの形成
- 正木 洋佑 担持 Au 系触媒を用いた特異的シリル化反応の開発
- 星 光起 室温燐光特性をもつポロネート粒子の合成と機能化
- 高橋 香紀 水が関与するバイオマス関連物質の選択的変換反応に有効な金属-酸二元機能触媒の開発
- 村本 卓也 表面修飾シリカナノ粒子を導入した PIM-1 複合膜の気体透過係数の温度依存性
- 中川 涼翠 シリカ-二元希土類リン酸塩結晶化ガラスのゾル-ゲル合成と発光特性
- 古賀 大介 インクジェット液滴を用いたオンラインデジタル小型 PCR 装置の開発
- 蜂屋 祐香 担持 Au 触媒を用いたアリルエステルのアリル位ボリル化
- 青山 友和 プロトンソースを導入した金属ポルフィリンダイマーの電気化学的 CO₂ 還元
- 平澤 駿里 金属多孔体による全面供給型流路を用いた
固体高分子型燃料電池の発電性能に関する研究
- 朴 盛妍 担持銅-クロム触媒による NO 選択還元反応
- 楢田 洋輔 エアロゾルデポジション法による LiCoO₂-Li₃BO₃ 複合正極を用いて作製した
全固体電池の電気化学特性評価
- 持田 和加奈 複数の Zn(II) 配位型カルボキサミド系分子を用いた
蛍光センサーアレイの構築とリン酸イオン類に対するパターン認識
- 鈴木 淳平 反応機構解析に基づく CO₂ 水素化反応の選択性制御因子の解明
- 西田 篤史 メタン選択変換反応に有効な新規触媒の開発
- 細野 哲司 スズ架橋分子ギアの合成と分子運動
- 木村 悠倫子 Ru 錯体触媒を用いる芳香族アミド C-H 結合の直接変換を経る複素環合成
- 大西 涼太 色素/Rh doped チタニアナノシート複合体を用いた色素増感型水素生成反応
- 稲船 勇太 高分子/セラミックス含有ナノファイバー複合電解質膜の作製と
全固体型リチウムイオン電池への応用
- 白野 直斗 マスクプロセスにもとづく高規則性ポーラスアルミナの形成
- 原 純平 チタニアナノシート-ポルフィリン色素複合体を用いた光物質変換反応系の構築
- 早稲田 萌 含酸素および含窒素官能基で修飾した担持 Pd 触媒による水素発生反応
- 森安 亮介 自己組織化プロセスにもとづく高規則性マイクロホールアレーの形成
- 神原 拓弥 パルス印加試験を用いた単粒子測定法による電極活物質の電気化学特性評価
- 瀬戸 涼介 ポリシルセスキオキサンの無共溶媒合成と評価および低融点ガラスへの応用
- 林 大樹 チエノ [3,2-b] チオフェンジオキソ架橋分子ジャイロコマの合成及び固体蛍光特性
- 宮坂 亮佑 相転移を利用した細孔径評価のマクロ細孔への拡張
- 小峰 一将 ナノコンポジットゲルの磁場内調製およびその評価
- 小野 紘一郎 中温型燃料電池用水酸化イオン伝導性イオン液体の作製と評価
- 二村 圭亮 ナノシート上における特異なフォトクロミック挙動

- 田端 大 選択的核内送達を目指したアニオン性ポリマーの合成とその核内挙動
- 島田 拓馬 近赤外線吸収特性をもつチエノ [1,3,2] オキサザポリニン型 aza-BODIPY の合成とその光電変換特性
- 古賀 あかね ポーラスアルミナ口金を用いた微細ポリマーナノファイバーの形成
- 沼田 龍弥 $\text{Li}_{0.35}\text{La}_{0.55}\text{TiO}_3$ ・ポリマー複合電解質の作製と電気化学特性評価
- 荒井 巽 粘土ナノシート上におけるペルオキシダーゼの特異な酵素活性
- 金子 嗣弘 マイクロスフェア共鳴蛍光増強を用いた ELISA の高感度検出
- 松澤 将希 ポリアニオン系正極材料の合成と電気化学特性評価
- 井口 雄介 ジエチルエーテルの HCCI 燃焼における
水素および天然ガス成分の添加が熱効率に与える影響
- 松尾 建哉 Al の異方性アノードエッチングにおけるナノピット発生位置制御
- 高橋 遼太郎 大環状化合物を組み込んだ超微細孔性ポリマーの合成とその気体透過特性
- 佐藤 悠 パンクロマチック増感色素を用いた水素発生型光触媒
- 村田 航 リチウムイオン伝導性に及ぼす PVDF ナノファイバーの結晶化効果
- 母 浜源 光増感剤への適用を指向したベンゾフラン縮環 BODIPY の合成と性質
- 本望 勝也 イオン液体含有複合正極を用いた全固体リチウム二次電池の電気化学特性評価
- 曾根 祐哉 コレステロール末端修飾 PEG によるバイオイナート表面構築
- 野条 拓矢 リアルタイム測定が可能な CD 型蛍光分析システムの開発
- 大友 良々歌 膜乳化法にもとづく単分散微粒子の形成と Li イオン二次電池正極活物質への応用
- 神田 敦 固体高分子型燃料電池の排熱利用および発電性能に関する研究
- 荒川 京介 粘土ナノシート表面がアルデヒド-ジオール平衡に及ぼす影響
- 中村 貴紀 二層陽極酸化による半導体スルーホールメンブレンの形成
- 木月 陽太 全固体型リチウム二次電池用イオンゲル系短絡防止膜の作製
- 原田 大輝 高温低加湿下作動を目指した
プロトン伝導性ナノファイバー含有電解質膜の作製と燃料電池特性評価

学位論文リスト

博士論文

Feng Shixiang

「Catalyst Design for Upgrading of Biomass-Derived Intermediates to Value-Added Chemicals (バイオマス関連化合物から高付加価値化成品を製造する触媒の設計)」

Uji Pratomo

「Molecular functionalization of semiconductor materials for photo-driven water splitting (光水分解を目的とした半導体材料の分子機能化)」

応化コロキウム

- 第 383 回 2019/5/16
有賀 克彦 (物質・材料研究機構 & 東大)
「分子マシン・ナノカーの操作法: 最先端の装置をつかうか? 自分の手で動かすか?」
- 第 384 回 2019/5/22
富永 洋一 (東京農工大学 大学院工学研究院 応用化学部門)
「Li イオン伝導性に優れる固体高分子の開発」
- 第 385 回 2019/7/10
Ziyi Zhong (Guangdong Technion Israel Institute of Technology)
「Heterogeneous catalysts: preparation or synthesis?」
- 第 386 回 2019/8/27
田中 一生 (京都大学大学院工学研究科)
「発光しない分子を基盤とした発光材料開発」
- 第 387 回 2019/9/10
古川 博康 (カリフォルニア大学バークレー校)
「水素貯蔵を目的とした有機金属複合体の設計と合成」
- 第 388 回 2019/9/13
丸山 厚 (東京工業大学 生命理工学院)
「しなやかな高分子複合体によるバイオ分子機能の強化と創発」
- 第 389 回 2019/10/16
Eric Apel (米国国立大気研究所)
「揮発性有機化合物と大気化学」
- 第 390 回 2019/12/12
Wen-Yueh Yu (National Taiwan University)
「Surface Engineering of Ceria-Based Catalysts for Non-Reductive Conversion of Carbon Dioxide」

Kevin Chia-Wen Wu (National Taiwan University)

「Water-based Synthesis of Metal-Organic Frameworks (MOFs) for Energy Applications」

第 391 回

2019/12/21

Sung-Soo Kim (Chungnam National University)

「Thermal and structural stabilities of Li_xCoO_2 cathode for Li secondary battery studied by a temperature programmed reduction」

大学院入試説明会（外部対象）

2019年度は、大学院入試説明会（外部対象）を下記の通り、2度開催した。

・5月11日（土）13:30～ 場所：本学南大沢キャンパス（参加者：11名）

・6月1日（土）13:30～ 場所：本学南大沢キャンパス（参加者：4名）

☆環境応用化学域の沿革：

東京都立大学開学時から、現在の首都大学東京に至るまで、環境応用化学域の沿革を説明した。

☆環境応用化学域の構成：

都市環境科学研究科としての環境応用化学域の研究対象および研究室構成を紹介した。

☆研究室紹介：

各研究室主宰教員の作成したスライドを用いて、研究室毎に研究内容を紹介した。

☆入学試験に関する説明：

事務的な説明を行った。また、学外受験者の筆記試験免除制度に関する手続きについても説明を行った。

☆研究室の見学：

説明会参加申し込み時に希望した研究室を見学して、指導予定教員からの直接の説明を受けた。

入学前教育

多様な選抜合格者（一般・指定校推薦・化学グランプリ入試・グローバル人材育成入試）合格者の入学前教育を行っている。推薦入試では、11月下旬から12月上旬までに合格が決定される。

12月上旬から3月にわたって、全5回にわたる入学前教育プログラムを組み、入学までの学習をサポートしている。毎年、第1回（ガイダンス・模擬講義）、第2回（大学入試センター試験受験）、第3回（特別研究発表会見学）、第4回（プレゼンテーション）、第5回（TOEIC 受験）などのプログラムを実施している。これらのプログラムを通じて、推薦合格者がスムーズに大学での学習に適応できるよう配慮している。

実施概要

<第1回>

午前中の全学・学科別ガイダンスの後、午後から学科長による模擬講義を受講する。学科長の専門の最先端の環境応用化学の研究内容をわかりやすく解説する。その後、茶話会にて、担当教員と入学予定生徒同士親睦を深めている。

<第2回>

大学入試センター試験を受験する。大学入学後の基礎知識の定着を図る。

<第3回>

「4年生に進級したら行いたい研究」に関するショートプレゼンテーションを行う。ショートプレゼンテーション方法は、パソコンを用いて、プロジェクターで投影する。環境応用化学科の研究への理解を深めると共に、他人に分かりやすく説明するプレゼンテーション能力を身に付ける。

<第4回>

大学4年生が卒業論文を執筆するために1年間遂行した特別研究の成果発表会を見学する。4年後の将来像を確認し、入学後に受講する講義に臨む意識を高める。また、高校生と大学生の違いを認識し、生徒から学生への意識改革を行う。

<第5回>

1年生の必修科目である環境応用化学基礎ゼミナールの単位取得要件の一つである TOEIC を受験する。大学4年生からは、研究室に所属し、英語の論文を読むため、理系としての英語の重要性を認識する。

在籍学生数

博士後期課程： 14 名(分子応用化学域 5 名、環境応用化学域 9 名)
博士前期課程： 112 名(分子応用化学域 4 名、環境応用化学域 108 名)
学部4年生 : 72 名(分子応用化学コース)
学部3年生 : 60 名(分子応用化学コース)
学部2年生 : 62 名(分子応用化学コース 2 名、環境応用化学科 60 名)
学部1年生 : 65 名(環境応用化学科)

(2019.5.1 現在)



2019年度 アニュアルレポート

東京都立大学 都市環境学部 環境応用化学科 編集・発行

2020年4月1日発行

(首都大学東京は2020年4月1日に大学名称を東京都立大学に変更しました。)