

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

2022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
朝山研究室	.....	7
久保研究室	.....	9
瀬高研究室	.....	12
金村研究室	.....	14
梶原研究室	.....	18
高木研究室	.....	22
分析化学研究室	.....	27
宍戸研究室	.....	33
首藤研究室	.....	37
天野研究室	.....	38
特定学術研究	.....	40
社会貢献	.....	42
資格取得者数	.....	45
学位論文	.....	46
応化コロキウム	.....	48
学科・学域プロモーション	.....	49
大学院入試説明会		
入学前教育		
在籍学生数	.....	51

先端機能物質分野 川上研究室

教授 川上 浩良
助教 乗富 秀富

准教授 山登 正文
特任准教授 中江 豊崇

准教授 佐藤 潔
特任准教授 吉岡 正浩

准教授 田中 学
特任准教授 吉岡 正浩

■ 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、細胞工学
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、水電解、
二次電池、空気電池、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

乗富 秀富(のりとみ ひでたか) 助教/博士(工学)
バイオテクノロジー、化学工学、コロイド化学
9-148 室 TEL:042-677-1111 内線 4838
noritomi@tmu.ac.jp

中江 豊崇(なかえ とよたか) 特任准教授/博士(理学)
有機金属化学、錯体化学、無機化学
9-349 室 TEL: 042-677-1111 内線4886
nakae-toyotaka@tmu.ac.jp

吉岡 正浩(よしおか まさひろ) 特任准教授/Ph.D.(molecular
biology, cancer research)
分子生物学、がん研究、細胞生物学
9-649号室 TEL:042-677-1111 内線4974
masahiro-yoshioka@tmu.ac.jp

博士課程 4名
修士課程 19名
学部 4年 11名
研究員、研究生 3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

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ア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。

今年度は新規表面修飾シリカナノ粒子を開発し、その粒子を添加した複合膜について評価を行った。得られた複合膜は50wt%含有しても膜の靱性が低下しない特徴を示した。複合膜の気体透過係数はマトリクス高分子の5~10倍となり、従来の複合膜よりも気体透過に優れた複合膜の開発に成功した。

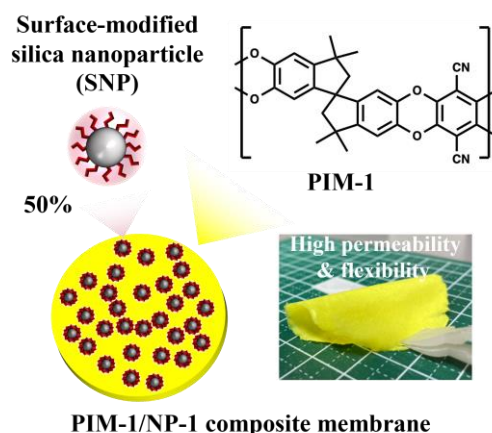


図 1. ナノ粒子/PIM-1 複合膜

高分子固体電解質膜に関する研究

川上浩良、田中 学、中江豊崇

固体高分子形燃料電池のさらなる普及、適用拡大には、低コスト化および高温低湿条件下での燃料電池作動が求められている。本研究では、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、燃料電池の耐久性に直結する高分子電解質膜の安定性評価に関する研究に着手した。Nafion に代表される高分子電解質膜は、ガスクロスオーバーに伴うラジカル発生により劣化することが知られている(図 2)。Fenton 試験により、各種高分子電解質膜の化学的劣化加速試験を行った。その結果、ナノファイバー複合膜、特にスルホン酸ポリマーと塩基性ポリマーのブレンドナノファイバーからなる複合膜が、ナノファイバーを含まない電解質膜より優れた化学的安定性を有することを明らかにした。また、実用化に向けた検討として、製膜方法に関する検討なども行った。

そのほか、水素製造を志向したアニオン交換膜を用いた水電解に関する研究も実施した。

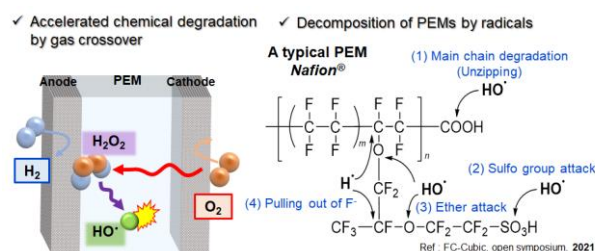


図 2. 高分子電解質膜の化学的劣化機構

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ン法を用い、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、ナノファイバー複合電解質膜の開発に取り組んだ。これまで主に用いていたポリ(エチレンオキシド) PEO からなるマトリクス電解質の代わりに、新たにポリ(ビニルエチレンカーボネート) PVEC に着目し、ナノファイバー複合膜を作製した。新規ナノファイバー複合膜は、室温で 10^{-3} S/cm を超える非常に高い伝導性を示し、今後の優れた二次電池特性が期待される。

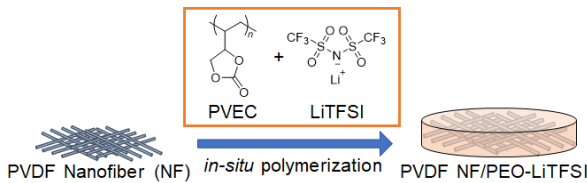


図 3. 全固体二次電池応用を志向したナノファイバー複合電解質膜の作製

電気化学的 CO₂還元用触媒に関する研究

川上浩良、佐藤 潔、中江豊崇

工場やオフィス・商業施設・一般家庭などから排出される CO₂ あるいは大気中の CO₂ を分離・回収したのち、CO₂ を燃料や有用物質へ化学変換する方法の中で、再生可能エネルギー由来の電力を利用して電気化学的に CO₂ を還元する手法は、CO₂ の削減や再資源化に繋がる技術の有力候補として期待されているが、生成物の選択性だけでなく、酸素の還元反応や水素発生反応も抑制可能な触媒が求められている。

本年度は、電気化学的還元によって CO₂ をエチレンやエタノールなどのマルチカーボン生成物へ変換可能な銅ナノ結晶と金属酸化物ナノ粒子で被覆した触媒修飾電極を作製して電気化学的 CO₂ 還元触媒能を比較検討した。作製した修飾電極は、CO₂ 還元反応と競合する酸素還元および水素発生を大幅に抑制可能であり、CO₂ 還元反応の割合および生成物の選択性が向上した。環境・エネルギー分野において効率的な電気化学的 CO₂ 還元用触媒として期待される。

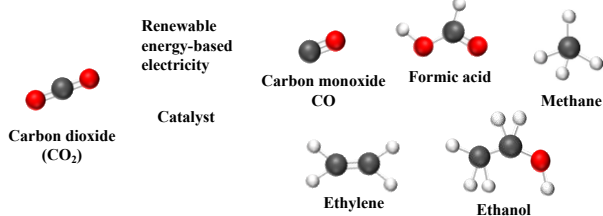


図 4. 電気化学的還元触媒による CO₂ の化学変換

エピジェネティクス工学に基づいたがん治療に関する研究

川上浩良、佐藤 潔、吉岡正浩

エピジェネティクスは DNA 塩基配列の変化を伴わずに遺伝子発現の ON/OFF を制御する機構であり、一度ゲノム上に書き込まれると細胞分裂後も維持されるといった特徴を有して

いる。がんをはじめとする多くの疾患は、エピジェネティクス異常が強く関与している。しかしながらエピゲノムの修飾は可逆的であり、その ON/OFF 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、3種類のエピジェネティック薬剤を共送達可能なエピジェネティクスコントロールナノキャリアによるがん細胞に対するアポトーシス誘導および細胞老化誘導効果の適応範囲拡大および治療応用の可能性について検証した。その結果、複数のがん細胞に対して同様の効果が確認されエピジェネティクスコントロールナノキャリアによる治療効果の一般性が確認された。これらの新規バイオマテリアルは新たながん治療法としての応用が期待される。

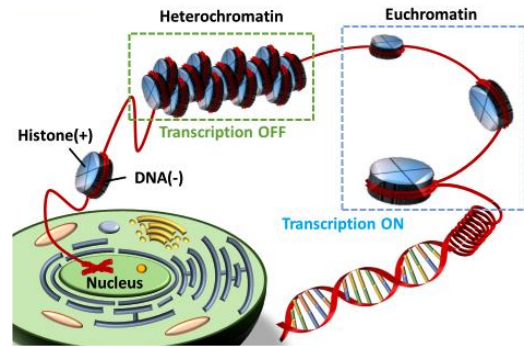


図 5. エピジェネティクスによる遺伝子発現の制御

細胞老化抑制に関する研究

川上浩良、佐藤 潔、吉岡正浩

細胞老化は腫瘍抑制因子として作用する反面、老化した細胞の蓄積が糖尿病やアルツハイマー病など加齢性疾患の原因となるほか、サイトカインやケモカインなどを分泌して周囲の細胞に悪影響を及ぼすことが明らかとなっている。細胞老化はまた再生医療や細胞治療に用いる細胞の体外拡大培養時における品質低下の要因にもなっているため、細胞老化抑制は再生医療や細胞治療の普及にとっても解決すべき最重要課題の1つである。

本年度は、老化細胞で不活性化しているマイトファジーを人為的に再活性化可能なリポソームナノキャリア (M-NC) を用いて、継代数の異なる間葉系幹細胞や長期拡大培養した T 細胞の細胞老化抑制を検討した。M-NC の投与により、細胞老化内に蓄積した機能不全ミトコンドリアを除去され、細胞増殖能や細胞機能の向上が認められた。これらの新規バイオマテリアルは加齢性疾患の治療や再生医療・細胞治療への応用が期待される。

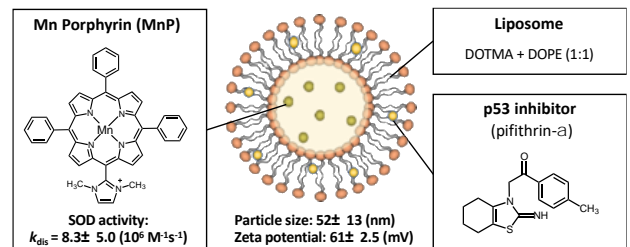


図 6. マイトファジー誘発リポソームナノキャリア

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。

今年度は層状復水酸化物の一つであるハイドロタルサイトの磁場配向について検討を行った。ハイドロタルサイトのc軸が磁場に垂直に配向することが明らかとなった。磁場を用いてハイドロタルサイト複合膜の異方性を制御可能であることがわかった。

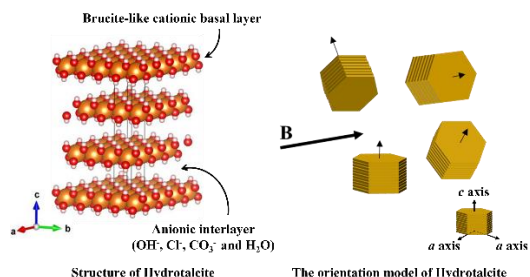


図7 ハイドロタルサイトの結晶構造(左)と磁場配向の模式図(右)

バイオ炭の酵素の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、バイオ炭の酵素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、酵素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. Masafumi Yamato, Ayano Imai, Hiroyoshi Kawakami, "Thermal properties of polymer with intrinsic microporosity membranes", *Polymer*, **259**, 125339 (2022). DOI: 10.1016/j.polymer.2022.125339
2. Yuta Yoshimoto, Yuiko Tomita, Kohei Sato, Shiori Higashi, Masafumi Yamato, Shu Takagi, Hiroyoshi Kawakami, Ikuya Kinefuchi, "Gas Adsorption and Diffusion Behaviors in Interfacial Systems Composed of a Polymer of Intrinsic Microporosity and Amorphous Silica: A Molecular Simulation Study", *Langmuir*, **38**, 7567-7570 (2022)
3. Yuri Nara, Manabu Tanaka, Kensaku Nagasawa, Yoshiyuki Kuroda, Shigenori Mitsushima, Hiroyoshi Kawakami, "Development of highly alkaline stable anion conductive polymers with fluorene backbone for water electrolysis", *Polymers for Advanced Technology*, **33**, 2863-2871 (2022) DOI: doi/full/10.1002/pat.5752
4. Manjit Singh Grewal, Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, Solvated Ionic-Liquid Incorporated Soft Flexible Cross-Linked Network Polymer Electrolytes for Safer Lithium Ion Secondary Batteries, *Macromolecular Chemistry and Physics*, **223**, 2100317 (2022). DOI: 10.1002/macp.202100317
5. Kazushi Enomoto, Kotaro Takeda, Naoto Iwata, Kiyohiro Adachi, Tomoka Kikitsu, Yasuhiro Ishida, Daisuke Hashizume, Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, and Yong-Jin Pu, "Colloidal CdS Quantum Dot Fibers Prepared by Electrospinning of

6. Their Wet Gel for Quantum Nanowires", *ACS Applied Nano Materials*, **5**, 3756-3762 (2022) DOI: 10.1021/acsnm.1c04403
6. Keisuke Ashiba, Koki Mino, Yui Okido, Kiyoshi Sato, Hiroyoshi Kawakami, "Senescence recovering by dual drug-encapsulated liposomal nanoparticles for large-scale human cell expansion", *Journal of Artificial Organs*, Advance online publication (2022). DOI: 10.1007/s10047-022-01356-x
7. Kazuma Komine, Takashi Nakaoji, Masafumi Yamato, Magnetic Orientation of Liquid Crystalline Montmorillonite in Ionic Liquids, *Chemistry Letters*, **51**, 1008 (2022). DOI: 10.1246/cl.220286
8. Nagy L. Torad, Yuta Tsuji, Azhar Alowasheer, Masako Momotake, Kazuki Okazawa, Kazunari Yoshizawa, Michio Matsumoto, Masafumi Yamato, Yusuke Yamauchi, Miharuru Eguchi, "Extraordinary Acceleration of an Electrophilic Reaction Driven by the Polar Surface of 2D Aluminosilicate Nanosheets", *Small*, 2205857 (2022)
9. Yasuko Noritomi, Takashi Kuboki, Hidetaka Noritomi, "Promotion of the Redox Reaction at Horseradish Peroxidase Modified Electrode Combined with Ionic Liquids under Irreversible Electrochemical Conditions", *Results in Chemistry*, **4**, 100666 (2022)
10. Hiroto Miyabe, Mizuha Ujita, Masaki Nishio, Toyotaka Nakae, Tsukasa Usuki, Minako Ikeya, Chika Nishimoto, Suguru Ito, Mineyuki Hattori, Satoshi Takeya, Shigenobu Hayashi, Daisuke Saito, Masako Kato, Hiroshi Nishihara, Teppei Yamada, Yoshinori Yamanoi "A series of D-A-D structured disilane-bridged triads: structure and stimuli-responsive luminescence studies" *The Journal of Organic Chemistry*, **87**, 8928-8938 (2022). DOI: 10.1021/acs.joc.2c00641
11. Masahiro Yoshioka, Rio Matama, Mayu Miyoshi, Momoka Chatani, Akiko Takenouchi, Yuichi Kinoshita, Yoshiharu Okamoto, Katsuhiko Yoshizawa, "Evaluation of Chitosan Oligosaccharide Supplementation in Breast Cancer using In Vitro and In Vivo model.", *Basic Investigation of Breast Carcinoma*, **29**, 39-45 (2022) (in Japanese)
12. Akiko Takenouchi, Risa Enomoto, Yuka Horikawa, Chihiro Koyama, Masahiro Yoshioka, Takafumi Iguchi, Kazuhiko Yamashita, Yoshiharu Okamoto, Katsuhiko Yoshizawa, "Effects of Sake-Lees-Derived Profine® Supplementation In Rat Models of Acute Hepatic Injury", *Functional Food Research*, **17**, 166-176 (2022) (in Japanese)
13. Momoka Chatani, Naomi Saito, Masahiro Yoshioka, Yuichi Kinoshita, Hanae Nakamura, Yuki Hashimoto, Akiko Takenouchi, Katsuhiko Yoshizawa, "Pathophysiological Inhibitory Effect of Acerola in N-Methyl-N-Nitrosourea-Induced Cataract Rat Model", *New Food Industry*, **65**, 3, 143-151 (2023) (in Japanese)

■学会発表

【招待講演・依頼講演】

1. 川上 浩良, CCS から DAC まで指向した超高 CO₂ 透過分離膜の創成, 高分子学会 高分子ナノテクノロジー

- 一研究会, (オンライン開催), (2022年6月)
2. 川上 浩良, 電池材料高性能化をアシストするイオン伝導性高分子ナノファイバー, 高分子学会 高分子 Weniber, (オンライン開催), (2022年7月)
 3. 川上 浩良, 高分子材料の進化が“脱炭素”を実現する, 第71 高分子学会討論会, 北海道, (2022年9月)
 4. 川上浩良, 細胞の若返りを目指した機能性ナノキャリアの開発, 東京, Cosme Tech 2021 YOKYO (2023年1月)
 5. 川上浩良, 2030年, 2040年に向けた燃料電池用電解質膜の開発, 盛岡, 岩手大学理工学部講演会 2023年1月
 6. 川上浩良, H₂, CO₂を制御する機能膜 -H₂O₂ 制御は次世代感染症治療に繋がる-, 神戸大学 膜工学春季講演会, 2023年3月
 7. 佐藤 潔, ポルフィリン錯体や金属銅を用いたCO₂還元触媒の可能性, 技術情報協会「CO₂触媒」セミナー (オンライン) (2022年5月)
 8. 田中 学, 川上 浩良, 電池の高性能化に寄与する電界紡糸ナノファイバーの電解質膜応用, 2022年繊維学会年次大会(タワーホール船堀) (2022年6月)
 9. 田中 学, 有機ナノイオニクスに基づく電池材料の開発, 第49回東北地区若手研究会夏季ゼミナール (オンライン) (2022年7月)
 10. 山登正文, 高分子の熱的・磁気的性質, 2022年度若手社員のための高分子基礎講座(リフレフォーラム), 2022年12月
 11. 山登正文, 高分子の高次構造解析, 高分子のためのキャラクター化セミナー2022 (オンライン開催), 2023年3月
 12. 山登正文, 東京都立大学法人×関西大学「～未来の地球環境を考える～」オンライン環境シンポジウム (オンライン開催), 2023年3月
- 【国内発表・国際会議】
1. 桑原康太, 小峰一将, 中江豊崇, 川上浩良, 架橋 PVA ナノファイバーフレームワークを用いた燃料電池電解質膜の作製とその特性, 第71回高分子年次大会(オンライン開催), 2P1C012 (2022年5月)
 2. 赤塚美月, 山登正文, 川上浩良, 固有微細孔性高分子 PIM-1 膜の高温での気体透過特性, 第71回高分子化学年次大会 (オンライン開催) 2P3D017 (2022年5月)
 3. 兎洞海斗, 山登正文, 川上浩良, ナノファイバーフレームワークを導入した気体分離膜の作製とその気体透過特性, 第71回高分子学会年次大会 (オンライン開催), 2P1E013 (2022年5月)
 4. 山同健太, 横田のはら, 田中学, 川上浩良, 異なるリチウム塩濃度から作製した高分子ナノファイバー複合電解質の電池評価, 第71回高分子化学年次大会(オンライン開催), 2PA018, (2022年5月)
 5. 洪沢貢平, 美野晃輝, 芦葉恵介, 佐藤潔, 川上浩良, マイトファジー誘導ナノキャリアによる老化幹細胞のミトコンドリア品質管理機構の修復, 第71回高分子学会年次大会 (オンライン開催) 3P4B046 (2022年5月)
 6. 稲原遼太, 鈴木千翔, 田中学, 川上浩良, 高温低加湿下におけるプロトン伝導性向上を目指した酸/塩基ブレンドナノファイバー複合電解質膜の作製と燃料電池特性評価, 第29回燃料電池シンポジウム(タワーホール船堀), No.11 (2022年5月)
 7. 赤塚美月, 山登正文, 川上浩良, 表面修飾シリカナノ粒子含有 PIM-1 複合膜の気体透過性の温度依存性, 日本膜学会第44年会(オンライン開催), P-118S, (2021年6月)
 8. 兎洞海斗, 山登正文, 川上浩良, PIM-1 とナノファイバーフレームワークからなる複合膜の気体透過特性, 日本膜学会第44年会 (オンライン開催), P-125S (2022年6月)
 9. 稲原遼太, 鈴木千翔, 田中学, 川上浩良, 広い温度範囲での作動を目指した燃料電池用スルホン酸/ホスホン酸基含有高分子ナノファイバー複合電解質膜の作製とその評価, 2022年繊維学会年次大会(タワーホール船堀・オンラインハイブリッド開催), IC07 (2022年6月)
 10. 山同健太, 横田のはら, 田中学, 川上浩良, ナノファイバー複合電解質膜におけるリチウム塩濃度の二次電池特性への影響, 2022年繊維学会年次大会(タワーホール船堀), 1C09, (2022年6月)
 11. 岩崎皓太, 田中学, 川上浩良, 燃料電池応用を指向した酸官能基付加ポリドーパミン修飾ナノファイバーの作製と抑制評価, 2022年繊維学会年次大会, 1PA207 (2022年6月)
 12. 岩崎皓太, 田中学, 川上浩良, その場重合によるナノファイバー表面への酸官能基導入と複合電解質膜の作製, 2022年繊維学会年次大会, 1C08 (2022年6月)
 13. 木村隼太郎, 川上浩良, エピジェネティクスコントロールキャリアを用いたがん細胞に対する細胞老化誘導, 第26回日本がん分子標的治療学会学術集会 (石川県立音楽堂), P3-5 (2022年6月)
 14. Mizuki Akatsuka, Masafumi Yamato, Hiroyoshi Kawakami, Temperature dependence of gas permeability for mixed matrix membranes composed of PIM-1 and surface-modified silica nanoparticles, The 13th conference of the Aseanian Membrane Society, (Online), P01, July 2022.
 15. Kazuma Komine, Takashi Nakaoji, Masafumi Yamato, and Kawakami Hiroyoshi, Anisotropic properties of Liquid Crystal comprising Clay and Ionic Liquid., IUMRS-ICYRAM2022, (Online Virtual Meeting), A-O3-013, August 2022.
 16. Yuri Nara, Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, Synthesis and Water Electrolysis Evaluation of Anion Conductive Polymers Bearing no heteroatoms in the polymer main chains, 2022 ReHES Workshop(after the lecture meeting by Prof. Dario R. Dekel), (Tokyo Metropolitan University), A20, September 2022.
 17. 佐藤潔, 美野晃輝, 森彩香, 芦葉恵介, 吉岡正浩, 川上浩良, 細胞品質保持のためのリボソームナノ粒子, 第71回高分子討論会(北海道大学), 1V16 (2022年9月)
 18. 田中 学, 横田のはら, 山同健太, 藤橋亮乃, 川上浩良, 各種高分子ナノファイバー複合電解質膜の作製とリチウムイオン伝導機構解析, 第71回高分子討論会(北海道大学), 3L11 (2022年9月)
 19. 山登正文, 東しおり, 川上 浩良, 濃度シリカ複合膜の構造と気体透過特性, 第71回高分子討論会(北大), 2022年9月
 20. 吉本 勇太, 富田 結子, 佐藤 康平, 東しおり, 山登正文, 高木 周, 川上 浩良, 杵淵 郁也, 分子シミュレーションを用いた固有微細孔性高分子/非晶質シ

- リカ界面における気体の溶解・拡散過程の解析, 第 71 回高分子討論会 (北大), 2022 年 9 月
21. 山登 正文, 兎洞 海斗, 川上 浩良, 固有微細孔高分子をマトリクスとした複合膜の気体透過特性, 第 71 回高分子討論会 (北大), 2022 年 9 月
 22. 山登正文, 赤塚美月, 東しおり, 川上 浩良, シリカナノ粒子高充填フィルムの構造と物性, 第 71 回高分子討論会 (北大), 2022 年 9 月
 23. 森田拓夢, 山登正文, 川上浩良, DAC を指向した超高気体透過性を有する表面修飾ナノ粒子含有高分子膜の開発, 第 71 回高分子討論会 (北海道大学) 3J01 (2022 年 9 月)
 24. 森田拓夢, 山登正文, 川上浩良, PIM-1 に表面修飾ナノ粒子を高濃度充填させた超高気体透過性複合膜の開発, 第 71 回高分子討論会 (北海道大学) 3Pe065 (2022 年 9 月)
 25. 達川あかり, 中江豊崇, 川上浩良, プロトン交換膜性能の向上に向けた高分子ナノファイバー複合膜の成膜法の最適化, 第 71 回高分子討論会 (北海道大学) 2Pa089 (2022 年 9 月)
 26. 中江 豊崇, 鈴木 千翔, 桑原 康太, 田中 学, 川上 浩良, 次世代燃料電池に向けた広い温度範囲で作動するナノファイバー含有高分子電解質膜の開発, 第 71 回高分子討論会 (北海道大学) 2L13 (2022 年 9 月)
 27. 田中 学, 横田のはら, 山同健太, 藤橋亮乃, 川上 浩良, 高分子ナノファイバー複合電解質膜におけるリチウムイオン伝導特性評価および機構解析, 第 63 回電池討論会 (福岡), 1C21 (2022 年 11 月)
 28. 奈良悠里, 田中学, 長澤兼作, 黒田義之, 光島重徳, 川上 浩良, フルオレン骨格を有するアニオン伝導性高分子の作製と水電解特性評価, 第 31 回ポリマー材料フォーラム, (タワーホール船堀), 1PB22, 2022 年 11 月
 29. 森田拓夢, 山登正文, 川上浩良, 超高 CO₂ 透過性を有する高濃度表面修飾名の粒子複合膜の透過特性, 膜シンポジウム 2022 (神戸大学) P-39S (2022 年 11 月)
 30. 永野光太, 山登正文, 川上浩良, 表面修飾シリカナノ粒子/PIM-1 複合膜の気体透過特性に与える圧力の影響, 膜シンポジウム 2022 (日本膜学会) (神戸大学百年記念館), P-14S (2022 年 11 月)
 31. 小峰一将, 山登正文, 川上浩良, イオン液体とセピオライトからなる液晶の磁場配向, 第 16 回日本磁気科学学会年会 (日本大学), P-17(2022 年 11 月)
 32. 品田雄生, 山登正文, 川上浩良, 磁場を用いた層状複水酸化物の配向制御 P-18, 2022 年度日本磁気科学学会年会 (オンライン開催), 2022 年 11 月
 33. 品田雄生, 山登正文, 川上浩良, PVA/層状複水酸化物 (LDH) 複合材料の異方性制御 P15, 第 95 回武蔵野地区高分子懇話会, 2022 年 11 月
 34. 董 雨冰, 田中 学, 川上 浩良, 溶媒和イオン液体を含む架橋ネットワーク高分子電解質膜の作製とリチウムイオン伝導度評価, 第 12 回イオン液体討論会 (小金井) 1P57 (2022 年 11 月)
 35. 乗富秀富, 下川茉里子, 西上純平, 加藤 覚, 佐藤 潔, 川上浩良, リグニンから調製された中空炭素微粒子への酵素の吸着挙動と吸着酵素の耐有機溶媒性, 分離技術学会年会 2022(オンライン), 2022 年 11 月
 36. Manabu Tanaka, Kazuto Suzuki, Hiroyoshi Kawakami, Proton Conductive Nanofibers-based Polymer Electrolyte Composite Membranes for Fuel Cells,

MRS-J 2022 (Yokohama) (2022 年 12 月)

37. 茶谷桃花, 斎藤明美, 吉岡正浩, 木下勇一, 中村花恵, 橋本優希, 竹之内明子, 義澤克彦, ストレプトゾシン (STZ) 誘発糖尿病性白内障モデルラットにおけるアセロラ投与による影響, 第 19 回ファンクショナルフード学会学術集会(ウインクあいち, ハイブリッド開催), Y-4 (2023 年 1 月)
38. 竹之内明子, 吉備晴菜, 森有希乃, 茶谷桃花, 中村花恵, 橋本優希, 吉岡正浩, 木下勇一, 義澤克彦, 緑茶抽出物誘発ラット急性肝障害におけるアセロラの影響, 第 19 回ファンクショナルフード学会学術集会(ウインクあいち, ハイブリッド開催), G-8 (2023 年 1 月)
39. 森 彩香, 美野晃輝, 大城戸優衣, 芦葉恵介, 吉岡正浩, 佐藤 潔, 川上浩良, 機能性ナノリポソームによる老化幹細胞の若返りと NK 細胞の抗腫瘍活性維持, 第 22 回再生医療学会総会 (京都国際会館) (2023 年 3 月)
40. 董 雨冰, 田中 学, 川上 浩良, 溶媒和イオン液体を用いた高分子ゲル電解質膜の合成とその評価及びリチウムイオン電池への応用, 日本化学会第 103 春季年会 (東京理科大) K304-3PM-01 (2023 年 3 月)

■特許

1. 気体分離膜, 川上浩良, 山登正文, 東しおり, 森田拓夢, PCT/JP2022/030868 (2022/8/15)
2. 気体分離膜, 川上浩良, 山登正文, 森田拓夢, 赤塚美月, 特願 2023-021451 (2023/2/15)

■著書・総説・解説・報告書

1. 佐藤 潔, 川上 浩良, "ミトコンドリア品質管理機構の不全を修復する機能性ナノ粒子による細胞老化治療 - マイトファジーの再活性化による老化細胞の若返り-", 月刊 細胞, 55 (2), 111-114, 2023
2. 佐藤 潔, 川上 浩良, "エンジニアリングエクソソーム - 医療応用へのアプローチ", 月刊 化学, 78 (3), 66-67, 2023
3. 山登正文, 小峰一将, 高橋弘紀, ナノエキスパンダー構造を有する異方性ゲルの創製, 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2021 年度年度報告書, p.p. 152-153 (2022)
4. Hidetaka Noritomi, Biochar: Characterization and Applications in Enzyme Technology, Durham, United States, Generis Publishing (2022)

■受賞

1. 膜シンポジウム 2022 学生賞, 森田拓夢, 山登正文, 川上浩良, "超高 CO₂ 透過性を有する高濃度表面修飾名の粒子複合膜の透過特性"
2. 第 71 回高分子討論会パブリシティ賞, 森田拓夢, 山登正文, 川上浩良, "DAC を指向した超高気体透過性を有する表面修飾ナノ粒子含有高分子膜の開発"
3. 都市環境科学研究科特別表彰, 奈良悠里, 東京都立大学大学院都市環境科学研究科

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 岩手大学 (派遣学生) 1 名
2. 秋田大学 (派遣学生) 1 名
3. 横浜国立大学 (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）、横浜国立大学（光島研）、東京都立大学（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複数の企業や FC-Cubic などと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、大阪市立大学医学部、日本バイオセラピー研究所、東京都医学総合研究所、東京都立大学（川原研、中嶋研）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、動物実験等や分析方法がまだ確立されていないエクソソーム回収やその解析を進めている。

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

博士課程 1名
 修士課程 7名
 学部 4年 4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。

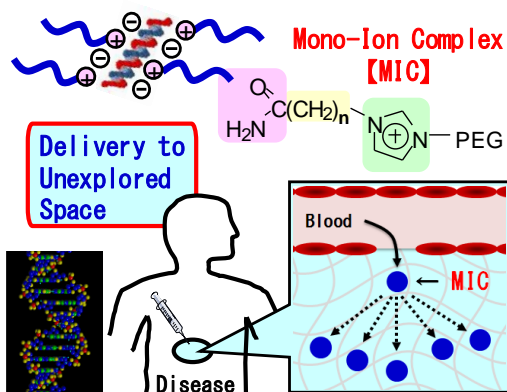


図1 微小遺伝子凝縮体による生体個体内未到達空間へのデリバリー

本年度は、CAR-T 細胞療法を念頭に、浮遊血球系細胞への pDNA 導入用キャリアを分子設計し、第二世代(G2)のポリアミドアミン(PAMAM-G2) dendrimerの末端の第一級アミノ基を、グアニジニウム基(Gu)に変換した dendrimer (PAMAM-G2-Gu)を合成した。Gu 修飾率の最適化により、PAMAM-G2-Gu は、細胞毒性を示さず、浮遊血球系細胞株である HL-60 ヒト骨髄性白血病細胞に対して、分岐状ポリエチレンジアミン(bPEI)を上回る遺伝子発現を導くことに成功した。

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)。

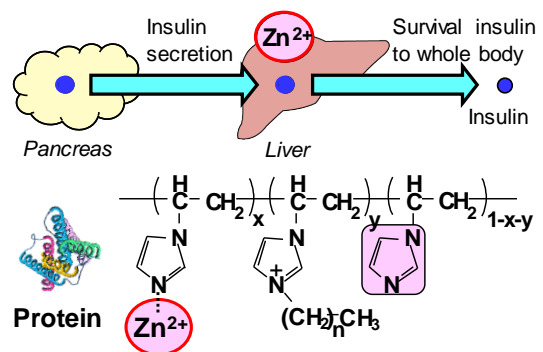


図2 血糖降下ホルモン血中濃度の遠隔操作

本年度は、Zn²⁺/pDNA 共送達システムの pDNA と Zn²⁺ の保持力向上のため、pDNA のアニーリング処理に依る機能向上を図った。pDNA/Zn²⁺/PVIm 複合体をアニーリング処理すると、Zn²⁺ と PVIm 共に、保持力の向上が確認された。得られたアニーリング処理 pDNA/Zn²⁺/PVIm 複合体は、非処理の複合体を比較して、*in vitro* 遺伝子発現が向上した。さらに、*in vivo* 骨格筋内遺伝子導入においても、ポジティブコントロールと同等以上の遺伝子発現を得ることに成功した。

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応用を念頭に、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)。

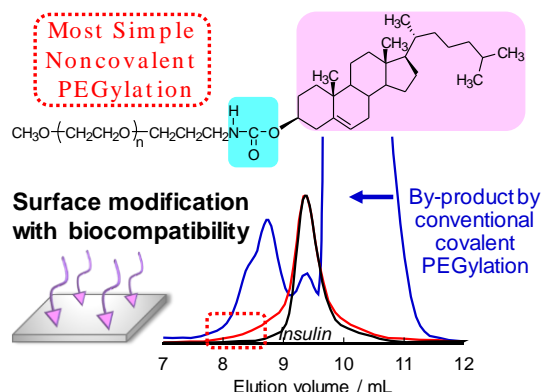


図3 Chol-PEGを用いた新奇な生体機能の開拓

本年度は、Chol-PEG 一分子当たりのコレステロール末端比率を増やすことで、安定した表面改質の新規開拓を試みた。短鎖 Chol-PEG を用い、その水溶液をポリプロピレン(PP)表面に添加後、濃縮させる表面コーティング法を考案した。得られた PP 表面は、長鎖 Chol-PEG と比較して、長時間タンパク質の吸着を抑制した。さらに、赤血球の溶血活性が低く、血小板の接着を抑制したことから、血液適合性を有するバイオイナートな表面の構築に成功した。

■査読付き論文

1. Riku Kimura, Kei Nirasawa, Yoichi Negishi and Shoichiro Asayama, Tunable gene expression in skeletal muscles by the molecular weight of PEG chain length of plasmid DNA monomer complexes, *Chemistry Letters*, 51, 840-843 (2022).
2. Yuki Kobayashi and Shoichiro Asayama, Design of the zinc ion and plasmid DNA co-delivery system by poly(1-vinylimidazole) derivatives for myoblast differentiation, *ACS Applied Bio Materials*, 5, 5754-5761 (2022).

■学会発表

1. 朝山章一郎, 遠藤暁人, インスリンレセプター内在化による糖尿病治療のための肝細胞特異的 Zn^{2+} 送達, 第 71 回高分子学会年次大会(オンライン), *Polymer Preprints, Japan*, Vol. 71, No. 1, 1G21 (2022 年 5 月)
2. 渡邊捷太, 朝山章一郎, コレステロール末端修飾 PEG によるペプチド修飾およびアミロイド β 凝集抑制, 第 71 回高分子学会年次大会(オンライン), *Polymer Preprints, Japan*, Vol. 71, No. 1, 1G22 (2022 年 5 月)
3. 清水莉乃, 朝山章一郎, 肝実質細胞ターゲティング Zn^{2+} 内包ベシクルの調製と Zn^{2+} デリバリー, 第 38 回日本 DDS 学会学術集会(オンライン), プログラム予稿集, p.107 (2022 年 6 月)
4. 美細津蓮, 菰沢 慧, 根岸洋一, 朝山章一郎, 双性イオン型高分子 CM-PVIm/pDNA 特殊 PIC によるマウス骨格筋内 pDNA 送達, 第 38 回日本 DDS 学会学術集会(オンライン), プログラム予稿集, p.122 (2022 年 6 月)
5. 渡邊捷太, 朝山章一郎, コレステロール末端修飾 PEG によるベシクル形成とペプチド内包/凝集抑制, 第 38 回日本 DDS 学会学術集会(オンライン), プログラム予稿集, p.128 (2022 年 6 月)
6. 美細津蓮, 菰沢 慧, 根岸洋一, 朝山章一郎, 双性イオン型高分子 CM-PVIm/pDNA 特殊 PIC による *in vivo* 遺伝子送達, 第 51 回医用高分子シンポジウム(産業技術総合研究所), 講演要旨集, pp.23-24 (2022 年 7 月)
7. 渡邊捷太, 朝山章一郎, コレステロール末端修飾 PEG によるペプチド修飾/アミロイド β 凝集抑制のマルチ機能評価, 第 51 回医用高分子シンポジウム(産業技術総合研究所), 講演要旨集, pp.101-102 (2022 年 7 月)
8. 美細津蓮, 高橋葉子, 菰沢 慧, 根岸洋一, 朝山章一郎, 双性イオンポリマーCM-PVIm/pDNA 特殊 PIC による *in vivo* 遺伝子デリバリー, 第 21 回遺伝子・デリバリー研究会シンポジウム(東京大学), 要旨集, p.39 (2022 年 8 月)
9. 朝山章一郎, 遠藤暁人, 糖尿病治療に貢献する肝細胞特異的 Zn^{2+} 送達高分子材料, 第 71 回高分子討論会(北海道大学), *Polymer Preprints, Japan*, Vol. 71, No.2, 2V12 (2022 年 9 月)(依頼発表)
10. 渡邊捷太, 朝山章一郎, ペプチド内包/凝集抑制効果に基づく Chol 末端修飾 EG ベシクルによる AD 治療, 第 44 回日本バイオマテリアル学会大会(タワーホール船堀), 予稿集, p.117 (2022 年 11 月)

11. 美細津蓮, 高橋葉子, 菰沢 慧, 根岸洋一, 朝山章一郎, 双性イオン型高分子/pDNA 特殊 PIC による骨格筋内拡散性デリバリー, 第 44 回日本バイオマテリアル学会大会(タワーホール船堀), 予稿集, p.327 (2022 年 11 月)
12. 清水莉乃, 朝山章一郎, 肝実質細胞ターゲティング Zn^{2+} 内包ベシクルによる Zn^{2+} デリバリー, 第 44 回日本バイオマテリアル学会大会(タワーホール船堀), 予稿集, p.334 (2022 年 11 月)
13. 朝山章一郎, バイオマテリアルの分子設計に基づく QOL の向上: 認知症治療への挑戦, 第 2 回バイオソフトマターメディカル研究会(2023 年 3 月)(招待講演)

■特許

1. 特願 2022-76777, 名称: ベシクル及びその薬物送達のための使用, 発明者: 朝山章一郎, 渡邊捷太, 清水莉乃 (2022 年 5 月 6 日)

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 東京薬科大学大学院薬学研究科薬物送達学教室(大学院委託学生)2名(+学部生2名)
2. 東京大学マテリアル先端リサーチインフラ・データハブ拠点(派遣学生)6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。東京薬科大学大学院薬学研究科とは動物実験に関する共同研究を実施している。また、東京大学マテリアル先端リサーチインフラ・データハブ拠点からは、有機材料ハイコントラスト電子顕微鏡及びクライオ透過型電子顕微鏡に関する技術支援を受けている。

先端物質デザイン分野 久保研究室

教授 久保由治 助教 伊藤正人

■ 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

伊藤正人 (いとうまさと) 助教 / 理学博士
構造有機化学, 典型元素化学, 機能性色素
9-438室 TEL:042-677-1111(内線4941) mito@tmu.ac.jp

博士後期課程 2名
修士課程 7名
学部 4年 6名

■ 研究概要

1. 有機室温燐光に関する研究 久保由治

残光現象など、蛍光にはない特性を有する燐光材料は表示材料としてのユニークな性質が期待される。しかしながら、その開発は容易ではない。本研究では、ボロン酸エステルからなる自己組織体が溶媒分散状態で室温燐光を発現することを見出し、これをプラットフォームに用いて化学刺激応答型燐光材料の開発をおこなっている。スピロラクタム環を有するローダミン色素を、チオフェンボロン酸誘導体を表面に修飾することで、金属イオン応答的な残光色の变化を達成した(図1)。また、ナノ構造と燐光特性との相関性を、ケモメトリクス(化学計量学)を用いて明らかにした(図2)。

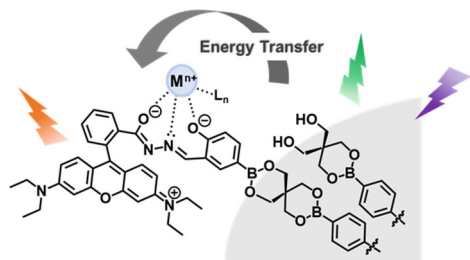


図1. 金属イオン応答型残光現象.

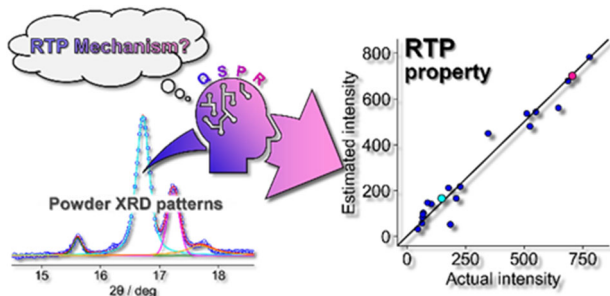


図2. ケモメトリクス支援型定量的構造-物性相関.

2. 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)。

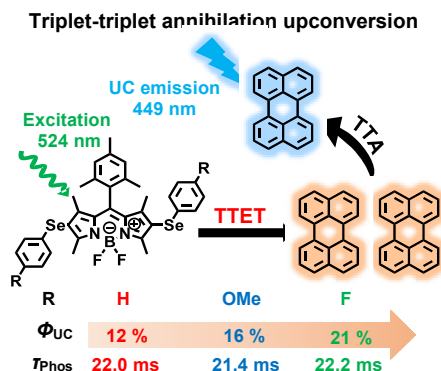


図3. BODIPY型増感色素の合成とTTA-UCへの応用.

3. 共結晶化により達成される近赤外リン光材料の創出 久保由治

近赤外(NIR)発光材料は超解像生体イメージングや情報技術等への応用が期待されている。本研究では、含セレンウムBODIPY誘導体をベンゾフェノンマトリックス中にドープした共結晶を作成し、電子構造の違いがもたらす近赤外リン光等の光化学特性への影響を明らかにした(図4)。

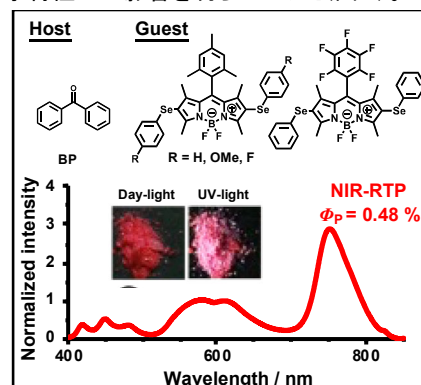


図4. 共結晶アプローチによる近赤外リン光特性の獲得.

4. 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組み込んだ水素発生型光触媒を開発・評価している。

5. 金属配位能を利用したビフェニル型キロオプティカルプロープの合成

久保由治

キラリティーを有する化合物は生体系と選択的に相互作用し異なる挙動を示す可能性があるため、医薬、農業、食品分野において、不斉識別は非常に重要視されている。本研究では、金属イオン配位能を有するピフェニルカルボアルデヒド誘導体を合成した。アミン検体との間でイミン形成することで、 Zn^{2+} のアシストにより検体からアトロプアイソマーのピフェニルユニットへキラル移動し、それによって円二色性(CD)シグナルが増幅した(図5)。

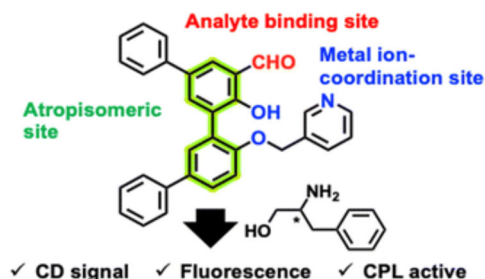


図5. 亜鉛配位能をもつピフェニル型キロオプティカルプローブ。

6. 発光性有機 π ラジカル種の安定性に及ぼす構造的要因の検討

伊藤正人

近年、発光性を有する有機 π ラジカルを有機電界発光素子(OLED)の発光層として利用する研究が注目を集めている。しかし、安定性と発光性を兼ね備えたラジカルの分子設計は極めて限定的であった。本研究では、平面構造を有するラジカル骨格内にホウ素を導入することで高い安定性と発光性を両立できることを見出した。安定性に及ぼす構造上の特性を調査するためにホウ素を他の官能基に置き換えた誘導体の合成検討を行っている(図6)。

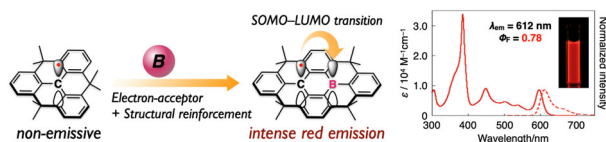


図6. 平面固定ラジカルの安定性の評価。

■査読付き論文

1. S. Iwakiri, R. Hasegawa and Y. Kubo, Near-infrared room-temperature phosphorescence in arylselanyl BODIPY-doped materials, *ChemPhotoChem*, **2022**, *6*, e202200073. DOI: 10.1002/cptc.202200073



2. M. Ito, S. Shirai, Y. Xie, T. Kushida, N. Ando, H. Soutome, K. J. Fujimoto, T. Yanai, K. Tabata, Y. Miyata, H. Kita and S. Yamaguchi, Fluorescent organic π -radicals stabilized with boron: Featuring a SOMO-LUMO electronic transition, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2022**, *134*, e202201965. DOI: 10.1002/anie.202201965

3. A. Koga, K. Kawaguchi, M. C. Maida and Y. Kubo, A ratiometric afterglow response of aluminium ions in methanol-water, *Chem. Asian J.*, **2022**, *17*, e202200402. DOI: 10.1002/asia.202200402R1

4. K. Omasa, M. Ito and Y. Kubo, Zn(II)-coordination-driven chiroptical and emissive sensing for chiral amines using a quaterphenyl-5'-carbaldehyde, *New. J. Chem.*, **2022**, *46*, 21845-21851. DOI: 10.1039/D2NJ04781K

5. R. Hasegawa, M. Ito and Y. Kubo, Tuning the triplet population of arylselanyl-BODIPY photosensitizers through substituents engineering for triplet-triplet annihilation photon upconversion with perylene, *J. Porphyr. Phthalocyanines*, **2022**, *in press*. DOI: 10.1142/S1088424623500037

6. K. Kawaguchi, M. Ito and Y. Kubo, Chemometrics-assisted mechanism study of the room-temperature phosphorescence on nanoscopic boronate assemblies, *Chem. Commun.*, **2023**, *in press*. DOI: 10.1039/D2CC07049A

■学会発表

1. 有機マトリックス支援近赤外室温燐光の発現、1P18、長谷川椋平、岩切星慈、伊藤正人、久保由治、第19回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、2022年6月4日
2. D- π -A型シアノスチルベンを用いたケモメトリックス不斉認識、1P60、川口楓、伊藤正人、久保由治、第19回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、2022年6月4日
3. チオキサンテン-9-チオン誘導体を用いた金属イオン応答型室温燐光挙動、2P54、竹川慧、伊藤正人、久保由治、第19回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、2022年6月5日
4. 亜鉛配位能をもつピフェニル型キロオプティカルプローブの合成、1P143、大政孝一朗、伊藤正人、久保由治、第32回基礎有機化学討論会、2022年9月20日
5. 近赤外室温燐光を発現するアリアルセラニルBODIPYドープ型有機固体、2B05、長谷川椋平、岩切星慈、伊藤正人、久保由治、第32回基礎有機化学討論会、2022年9月21日
6. チオフェン環が縮環したホウ素ドープ多環芳香族炭化水素の合成と物性、1P62、服部泉、伊藤正人、坂井美佳、山口茂弘、第53回中部化学関係学協会支部連合秋季大会(オンライン)、2022年11月5日
7. Afterglow detection of Al^{3+} ion using self-assembled boronate particles, PA-045, Margarita Claudya Maida, Kaede Kawaguchi, Masato Ito, Yuji Kubo, 第49回有機典型元素化学討論会、2022年12月8日
8. ベンゼン-1,4-ジボロン酸の遅延蛍光特性における励起状態ダイナミクス、OB-020、川口楓、伊藤正人、久保由治、第49回有機典型元素化学討論会、2022年12月9日
9. 多環芳香族炭化水素のチエノボラ修飾、PB-101、服部泉、伊藤正人、坂井美佳、山口茂弘、第49回有機典型元素化学討論会、2022年12月9日
10. ポロネート架橋型PVAマトリックスを利用した金属イオン応答型残光分子系、K605-1vn-12、竹川慧、伊藤正人、久保由治、日本化学会第103春季年会、2023年3月22日

11. 近赤外線吸収ジベンゾフラン縮環 N2O2BODIPY 類の合成と光電変換デバイス特性、K206-1pm-03、鈴木愛理、高村悠、伊藤正人、久保由治、前田健太郎、橋本雄太、日本化学会第 103 春季年会、2023 年 3 月 22 日
12. 三重項増感剤共存下におけるポロネート粒子型水素発生光触媒の調製と評価、K206-1vn-04、長谷川椋平、伊藤正人、久保由治、日本化学会第 103 春季年会、2023 年 3 月 22 日
13. Synthesis of carbazole-linked isoindole-pyrromethene-boron complexes showing red-emission in solid state, K604-2am-04, Elfanny Delvia, Ryohei Hasegawa, Masato Ito, Yuji Kubo, 日本化学会第 103 春季年会、2023 年 3 月 23 日
14. An afterglow probe using room-temperature phosphorescence-active boronate particles, K605-2am-10, Margarita Claudya Maida, Kaede Kawaguchi, Masato Ito, Yuji Kubo, 日本化学会第 103 春季年会、2023 年 3 月 23 日
15. ポロネート共結晶のサーモクロミック残光、K606-2am-05、川口楓、伊藤正人、久保由治、日本化学会第 103 春季年会、2023 年 3 月 23 日
16. ジベンゾフラン含有ポロネート共結晶の有機室温燐光特性、K605-4am-03、菅原なつみ、川口楓、伊藤正人、久保由治、日本化学会第 103 春季年会、2023 年 3 月 25 日
17. 発光性チエノボラ修飾多環芳香族炭化水素の量子化学スクリーニングによる探索と実証、K604-4am-06、服部泉、羽飼雅也、伊藤正人、坂井美佳、藤本和宏、柳井毅、山口茂弘、日本化学会第 103 春季年会、2023 年 3 月 25 日

■著書・総説・解説、報告書

1. ボロン酸の反応性を利用した凝集誘起型超分子、久保由治、高分子(高分子学会機関誌)9月号(特集 凝集誘起〇〇:集めてもらえるステキな特典)、Vol. 71, No.9, pages:477-478.

■特許

1. 特願 2023-029009(出願番号)ホウ素キレート構造を有する新規化合物および光電変換素子、久保由治、前田健太郎、青竹達也、2023 年 2 月 28 日

■受賞

1. 川口楓、第 49 回有機典型元素化学討論会、2022 年 12 月 9 日、最優秀講演賞
2. 川口楓、東京都立大学 都市環境科学研究科 学生特別表彰、2023 年 2 月 16 日
3. 菅原なつみ、ジベンゾ含有ポロネート共結晶の有機室温燐光特性、MIP (Most Impressive Presentation) 賞

■先端的・学際的な研究の推進

1. 部局間国際交流協定(対 エーゲ大学太陽エネルギー研究所)に基づく共同研究の実施、久保由治

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

博士後期課程 1 名
 博士前期課程 9 名
 学部 4 年生 7 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. 分子の一部が回転運動を示す人工分子ローター

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、 π 電子系を回転子とする人工分子ローターを設計・合成し、そ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発光特性変化などの機能性を研究している。

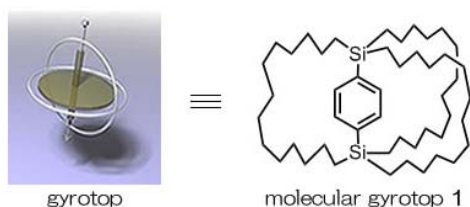


図 1. 人工分子ローター。

A. 蛍光体の秤動運動と蛍光消光

有機分子の蛍光は、機能性材料の開発において広く研究されてきた。分子運動と蛍光量子収率(FQY)の関係を明らかにすることは、圧力応答性フロロフォアの開発に役立つ。本研究では、溶液中と固体中の 9,9-ジメチルフルオレンジイル架橋ジシラビシクロ[n.n.n]アルカンの FQY を比較した。大規模マクロケージ誘導体 C18(n = 18) および C22(n = 22) を合成し、NMR スペクトロスコピーおよび X 線回折法によってその構造を解析した。溶液中の FQY はほぼ同じであったが、大型ケージ C22 の固体中の FQY は小型ケージ C18 よりも低かった。固体中の 2H NMR は、C22-d3 の重水素化フロロフォアの 2H 核のスピンの格子緩和時間が C18-d3 よりも短いことを示し、ケージ内のわずかな自由度(秤動運動)がより効率的な緩和を引き起こすことを示した。したがって、C22 の低い FQY は、蛍光時間スケールに近い時間スケールで起こる秤動運動に

帰属する。本研究の結果は、環境応答性蛍光材料の分子設計に貢献することが期待される。(図 2、論文#1)。

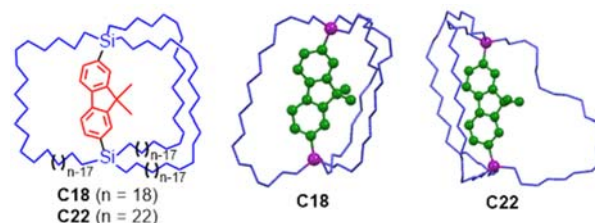


図 2. フルオレン架橋分子ジャイロコマ(論文#1)。

B. フェニレン架橋ジアザマクロサイクル

フェニレンジアミン誘導体は、その特徴的な酸化特性を有するため機能性分子の候補である。本研究では、側鎖の長さが C10、C12、および C14 であるフェニレン架橋ジアザシクロアルカンが合成され、マクロリングサイズが構造および酸化特性に与える影響が調査された。X 線結晶構造解析により、窒素原子周辺の構造は鎖の長さに著しく依存することが明らかになった。C10 のベンゼン平面は立体障害を避けるためにほぼ垂直に配列されるが、C14 では窒素原子の非共有電子対との共役のため、ベンゼン平面とアルキルフレームは共面であった。これらの構造の違いにより、溶液中の内部メチレンプロトンの NMR 化学シフトと最初の酸化電位が変化した。一方、C12 の性質は、C10 と C14 の性質を併せ持つことが示された。(図 3、論文#5)。

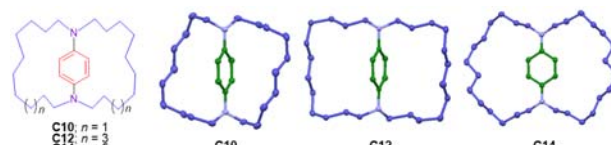


図 3. フェニレン架橋ジアザマクロサイクル(論文#5)。

次に、新規なフレーム付き分子ローターとして 1,4-ナフチレン架橋ジアザマクロサイクルを設計した。実際にジアザマクロサイクル C_nN_p(n = 12, 14, 16, 18) が合成され、フレームサイズによる回転性の依存性を調査した。C18N_p ローターについては、溶液中におけるナフチレンの回転が NMR によって確認された。一方、C12N_p、C14N_p、C16N_p のナフチレンローターの回転は、ほぼ抑制されていた。この研究は、このアプローチを用いて機能性分子ローターを開発できる可能性を示している(図 4、論文#2)。

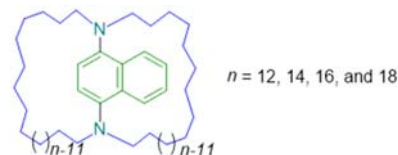


図 4. ナフタレン架橋ジアザマクロサイクル(論文#2)。

さらに、分子ステップングローターとしてフェニルトリプチセンを誘導体設計した。これは、3 つのロータマーのペリ-水素とフェニルの CH/π相互作用の大きさが異なるため、これらの相対エネルギーが異なり、これらを順に切り替えることで達成可能になる。実際に、置換基の導入によって、トリプチセンの 3

つのベンゼン環の電子的性質が異なるフェニルトリプチセンを合成し、最安定配座や相対エネルギーを調査した。(図 5、論文#4)。



図 5. フェニルトリプチセンベースの分子ローター(論文#4)。

2. 湾曲π電子系の合成構造化学

[n]アセジンは、高度に歪んだ拡張π電子系を持つため、独特の特性を有する。以前我々は、シリル[1]アセジンであるシリルジベンゾテトラデヒドロ[12]アヌレンをシリル基が導入されたジエチニルベンゼンのカップリング反応で選択的に合成する方法を報告していた。本論文では、シリルジエチニルベンゼンとシリルテトラエチニルベンゼンの Eglington カップリングにより、高次のシリル[n]アセチンの簡単な合成を達成した。実際に、シリル[2]アセジンとシリル[1]アセジンを反応混合物から分離することができた。これらの構造は、X線結晶構造解析を用いて決定され、以前の報告と関連付けて議論した。また、DFT 計算により、吸収、蛍光、ラマン、IR スペクトルを含む分光学的特性も完全に特徴づけられた。[n]アセジンの次数 n の増加に伴い、吸収および蛍光スペクトルで長波長シフトが観察された。これらのシリルアセチンのアヌレン環の中心であるデヒドロ[12]アヌレン部分の反芳香族性を、NICS 値を用いて評価した(図 6、論文#3)。



図 6. シリル[2]アセジンの構造(論文#3)。

■査読付き論文

1. Synthesis and fluorescence properties of 9,9-dimethylfluorene-diyl bridged molecular gyrotops: Effects of slight fluorophore motion on fluorescence efficiency in solid state, R. Yoshizawa, Y. Inagaki, H. Momma, E. Kwon, K. Ohara, K. Yamaguchi, and W. Setaka, *New. J. Chem.*, in press. (DOI:10.1039/D2NJ05873A)
2. Synthesis and Rotational Dynamics of Diazamacrocycles Having Bridged 1,4-Naphthylene as Framed Molecular Rotors, T. Kurimoto, Y. Inagaki, K. Ohara, K. Yamaguchi, and W. Setaka*, *Org. Biomol. Chem.* **2022**, 20, 8465–8470. (DOI: 10.1039/D2OB01613C)
3. Synthesis and Characterization of Silyl[n]acetydines (linearly-fused benzodehydro[12]annulenes): Utilizing Bulkiness of Silyl Groups to Improve Selectivity, K. Komatsubara, Y. Inagaki, and W. Setaka*, *J. Org. Chem.* **2022**, 87, 12783–12790. (DOI:10.1021/acs.joc.2c01398)
4. Design of Rotational Potential in Phenyltriptycene Molecular Rotor by Exploiting CH/π-Interaction between Tripticyl Hydrogen and Phenyl, H. Inami, Y. Inagaki, and W. Setaka*, *Org. Biomol. Chem.* **2022**, 20, 6328–6333. (DOI:10.1039/D2OB01179D)
5. Structures and Oxidation Properties of Phenylene-Bridged Diazacycloalkanes: Ring Size Effects on Structures and Properties, W. Setaka*, K. Kajiyama, and Y. Inagaki, *J. Org. Chem.* **2022**, 87, 10869–10875. (DOI:10.1021/acs.joc.2c01174)

■学会発表

【国内発表】

1. 大久保 瑛冬・稲垣 佑亮・瀬高 渉、日本化学会 第 103 春季年会(2023), 東京理科大学野田キャンパス(千葉), 2022.3.23–26. (oral).
2. 松本 謙・稲垣 佑亮・瀬高 渉、日本化学会 第 103 春季年会(2023), 東京理科大学野田キャンパス(千葉), 2022.3.23–26. (oral).
3. Yuyang Tu, Yusuke Inagaki, Wataru Setaka, The 103rd CSJ Annual Meeting Chemistry 2023, 2022.3.23–26, Chiba (Japan).(oral).
4. 大久保瑛冬・稲垣佑亮・瀬高 渉、第 49 回有機典型元素化学討論会, 富山大学(富山), 2022.12.8–10. (poster)
5. 越智 駿・稲垣 佑亮・瀬高 渉、第 26 回ケイ素化学協会シンポジウム, 静岡市清水文化会館(静岡), 2022.11.11–12. (poster)
6. 越智 駿・稲垣 佑亮・瀬高 渉、第 12 回 CSJ 化学フェスタ 2022, タワーホール船堀(東京), 2022.10.18–20. (poster)
7. 伊藤 祐介・稲垣 佑亮・瀬高 渉、第 12 回 CSJ 化学フェスタ 2022, タワーホール船堀(東京), 2022.10.18–20. (poster)
8. 大沼 廉・稲垣 佑亮・瀬高 渉、第 12 回 CSJ 化学フェスタ 2022, タワーホール船堀(東京), 2022.10.18–20. (poster)
9. 松本 謙・稲垣 佑亮・瀬高 渉、第 12 回 CSJ 化学フェスタ 2022, タワーホール船堀(東京), 2022.10.18–20. (poster)
10. 大久保 瑛冬・稲垣 佑亮・瀬高 渉、第 12 回 CSJ 化学フェスタ 2022, タワーホール船堀(東京), 2022.10.18–20. (poster)
11. 金野 峻平・稲垣 佑亮・瀬高 渉、第 12 回 CSJ 化学フェスタ 2022, タワーホール船堀(東京), 2022.10.18–20. (poster)
12. 江川 公太・稲垣 佑亮・瀬高 渉、第 12 回 CSJ 化学フェスタ 2022, タワーホール船堀(東京), 2022.10.18–20. (poster)
13. 竹中 亮太・稲垣 佑亮・瀬高 渉、第 32 回基礎有機化学討論会, 京都パルスプラザ, 2022.9.20–22. (oral)

【国際会議 招待講演】

1. Wataru Setaka, Crystalline Molecular Gyrotops with a Fluorescent Rotor, ICEAN 2022, 2022.10.17–21. (Newcastle, Australia).(oral, Invited).

■先端的・学際的な研究の推進

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
東北大学理学部付属巨大分子解析センター
[研究成果] 査読付き論文 # 1、# 2

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 x1 名
修士課程 x6 名
学部 4年 x0 名

■ 研究概要

次世代二次電池に関する研究

金村 聖志, 棟方 裕一

リチウムイオン電池を凌駕する高いエネルギー密度の実現へ向け、金属負極を用いた次世代二次電池の研究開発を進めた。負極にリチウムを用いたリチウム金属二次電池についてラミネート型のフルセルの作製と評価を実施した。電極の面積や積層数を増やし、1 Ah クラスの容量で実セルとしての評価を進め、500 Wh kg⁻¹ を具現化できるセル設計を明らかにした。また、本検討において、新たなセパレータが必要なことを示し、三次元規則配列多孔(3DOM)構造を有するポリイミドポリベンズイミダゾール混合セパレータが特に有効なことを明らかにした。

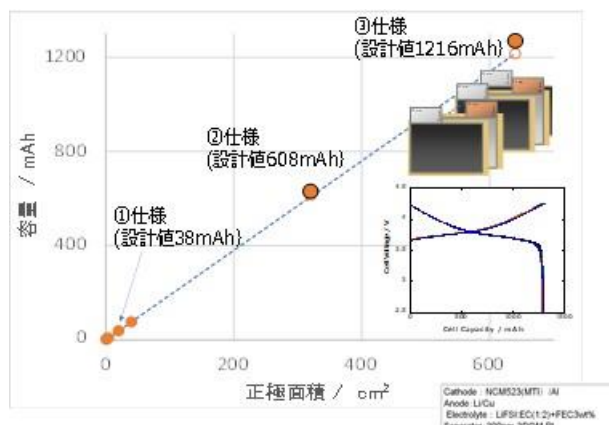


図1 各容量のラミネート型金属リチウム二次電池の試作と実電池としての検証。

負極にマグネシウムを用いたマグネシウム金属二次電池についても検討を進めた。作動電位と容量の両方において有望と考えられる α -MnO₂を合成し、本材料を正極に用いたラミネート型のフルセルを試作し、実電池のエネルギー密度として 300 Wh kg⁻¹ を見通せるセル設計を明らかにした。資源的に豊富なマグネシウムを用いてリチウムイオン電池を超えるエネルギー密度の二次電池を構成できることを実証した。本検討では、Al 集電箔の腐食を押さえるためのカーボンコーティング、Mg 金属負極用のセパレータ設計などの実電池を作製する上で必要な各要素技術の発展にも貢献し、実電池の性能を高める上で、電極作製方法の最適化が特に重要なことを明らかにした。

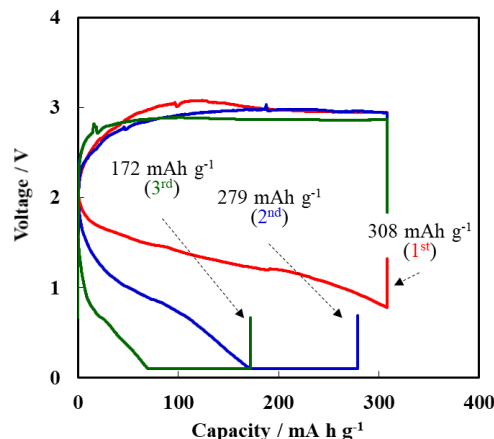


図2 正極に α -MnO₂、負極にマグネシウムを用いたラミネート型マグネシウム金属二次電池の充放電特性。

新規燃料電池に関する研究

金村 聖志, 棟方 裕一

燃料電池の発電効率を高めるためには、作動温度の向上が必要である。作動温度を高めることは、燃料電池触媒の活性を高め、一酸化炭素による触媒の被毒を緩和する上でも有効であるが、排熱の利用において特に大きな意義がある。我々はこれまでイオン液体、およびリン酸とイオン液体の混合物が中温域で安定な電解質として機能することを報告し、それらのイオン液体系電解質を用いた燃料電池の開発を進めてきた。これらのプロトン伝導種とする燃料電池では、触媒に白金系の貴金属を用いる必要がある。そこで本研究では、非白金触媒の利用を目的に水酸化物イオン伝導型の燃料電池に着目し、その中温作動を可能にすべく、水酸化物イオン伝導性イオン液体に関する検討を進めた。いくつかの水酸化物イオン伝導性イオン液体を合成し、それらを電解質に用いた酸素還元反応を検討した。本電解質系においてはプロトン性電解質と異なり、白金電極上だけでなくグラッシーカーボン電極上においても酸素還元反応が進行した。本結果は白金を必要としない中温無加湿燃料電池を実現できる可能性を示している。

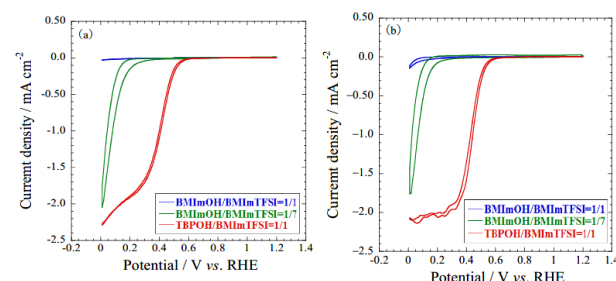


図3 120 °Cにおける各種水酸化物イオン伝導性混合イオン液体(1-butyl-3-methylimidazolium hydroxide (BMImOH), 1-butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide (BMImTFSI), tetrabutylphosphonium hydroxide (TBPOH))中の(a)白金電極および(b)グラッシーカーボン電極の酸素還元活性。

■査読付き論文

1. Jik Soo Kim, Seonghyeon Lim, Rahul S. Ingole, Hirokazu Munakata, Sung-Soo Kim, Kiyoshi Kanamura, Improving the high-rate performance of LCO cathode by metal oxide coating: Evaluation using single particle measurement, *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 933 (2023) 117190.
2. Koshin Takemoto, Jungo Wakasugi, Masaaki Kubota, Kiyoshi Kanamura, Hidetoshi Abe, Dual additive of lithium titanate and sulfurized pyrolyzed polyacrylonitrile in sulfur cathode for high rate performance in lithium-sulfur battery, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 25 (2023) 351-358.
3. Eric Jianfeng Cheng, Kei Nishikawa, Takeshi Abe, Kiyoshi Kanamura, Polymer in ceramic flexible separators for Li ion batteries, *Ionics*, 28 (2022) 5089-5097.
4. M. Riju Khandaker, Yuki Maruyama, Masanori Nagao, Satoshi Watauchi, Hirokazu Munakata, Kiyoshi Kanamura, and Isao Tanaka, TSFZ Growth and Anisotropic Ionic Conductivity of Zr-Doped LiCoO₂ Single Crystals, *Crystal Growth & Design*, 22 (2022) 5624-5628.
5. Eric Jianfeng Cheng, Yosuke Kushida, Takeshi Abe, Kiyoshi Kanamura, Degradation Mechanism of All-Solid-State Li-Metal Batteries Studied by Electrochemical Impedance Spectroscopy, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 14 (2022) 40881-40889.
6. Yueying Peng, Kei Nishikawa, Kiyoshi Kanamura, Effects of Carbonate Solvents and Lithium Salts in High-Concentration Electrolytes on Lithium Anode, *Journal of The Electrochemical Society*, 169 (2022) 060548.
7. Nurbol Tolganbek, Assel Serikkazyeva, Sandugash Kalybekkyzy, Madina Sarsembina, Kiyoshi Kanamura, Zhumabay Bakenov and Almagul Mentbayeva, Interface modification of NASICON-type Li-ion conducting ceramic electrolytes: a critical evaluation, *Mater. Adv.*, 3 (2022) 3055-3069.
8. Toshihiko Mandai, Ayaka Kutsuma, Masashi Konya, Yukihiko Nakabayashi, Kiyoshi Kanamura, Room Temperature Operation of Magnesium Rechargeable Batteries with a Hydrothermally Treated ZnMnO₃ Defect Spinel Cathode, *Electrochemistry*, 90 (2022) 027005.

■学会発表

【国内発表】

1. 本崎美夕, 棟方裕一, 金村聖志, 高エネルギー密度・高安全性 LiMn_{0.7}Fe_{0.3}PO₄/LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O₂ 混合正極の特性評価, 第23回化学電池材料研究会ミーティング, 2022年6月, 東京理科大学神楽坂キャンパス, 東京.
2. 蔦舞, 棟方裕一, 金村聖志, 種々のイオン液体系電解液中における正極活物質の電気化学パラメータ評価, 第23回化学電池材料研究会ミーティング, 2022年6月, 東京理科大学神楽坂キャンパス, 東京.
3. 小林真佑子, 棟方裕一, 金村聖志, エアロゾルデポジション法により作製した LiNi_{0.6}Co_{0.2}Mn_{0.2}O₂/Li₃BO₃ 系複合正極/Li_{6.25}Al_{0.25}La₃Zr₂O₁₂/Li 全固体電池の特性評価, 第23回化学電池材料研究会ミーティング, 2022年6月, 東京理科大学神楽坂キャンパス, 東京.
4. 本崎美夕, 棟方裕一, 金村聖志, LiMn_{0.7}Fe_{0.3}PO₄/LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O₂ 混合正極を用いたリチウムイオン電池の特性と安全性に関する研究, 2022年

電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川大学みなとみらいキャンパス, 神奈川.

5. 若林稜真, 棟方裕一, 金村聖志, 混合系水酸化物イオン伝導性イオン液体中における各触媒の酸素還元活性の評価, 2022年電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川大学みなとみらいキャンパス, 神奈川.
6. 澤田和亮, 棟方裕一, 金村聖志, 大型半固電池の高性能化に向けた各種イオン液体を含む LLZO フレキシブル電解質の検討, 2022年電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川大学みなとみらいキャンパス, 神奈川.
7. 田中千裕, 棟方裕一, 金村聖志, リン酸/イオン液体混合電解質中における白金担持窒素ドーピンググラフェン触媒の酸素還元活性及び耐久性の評価, 2022年電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川大学みなとみらいキャンパス, 神奈川.
8. 新堀雄麻, 棟方裕一, 金村聖志, 構造制御されたセパレータによる不燃性リチウム金属二次電池の充放電特性の向上, 2022年電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川大学みなとみらいキャンパス, 神奈川.
9. 本崎美夕, 棟方裕一, 金村聖志, LiMn_{0.7}Fe_{0.3}PO₄/LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O₂ 混合正極を用いたリチウムイオン電池の特性と安全性評価, 第31回無機リン化学討論会, 2022年9月, 徳島大学工業会館 2F メモリアルホール, 徳島.
10. 竹本嵩清, 若杉淳吾, 久保田昌明, 金村聖志, 阿部英俊, チタン酸リチウム、及び硫黄変性ポリアクリロニトリルを添加した硫黄極の開発, 第63回電池討論会, 2022年11月, 福岡国際会議場, 福岡.
11. 若杉淳吾, 竹本嵩清, 久保田昌明, 金村聖志, 阿部英俊, セラミックス/酸化グラフェンを添加したリチウム硫黄電池の電池特性評価, 第63回電池討論会, 2022年11月, 福岡国際会議場, 福岡.
12. 新堀雄麻, 棟方裕一, 金村聖志, 3DOM PI セパレータによる不燃性リチウム金属二次電池の充放電特性の向上, 第63回電池討論会, 2022年11月, 福岡国際会議場, 福岡.
13. 小林真佑子, 棟方裕一, 金村聖志, エアロゾルデポジション法により作製した LiNi_{0.6}Co_{0.2}Mn_{0.2}O₂/Li₃BO₃ 系複合正極/Li_{6.25}Al_{0.25}La₃Zr₂O₁₂/Li 全固体電池の評価とサイクル特性改善に向けた取り組み, 第63回電池討論会, 2022年11月, 福岡国際会議場, 福岡.
14. 本崎美夕, 棟方裕一, 金村聖志, LiMn_{0.7}Fe_{0.3}PO₄/LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O₂ 混合正極を用いた高エネルギー密度・高安全性リチウムイオン電池の作製, 第63回電池討論会, 2022年11月, 福岡国際会議場, 福岡.
15. 蔦舞, 棟方裕一, 金村聖志, 単粒子測定を用いたイオン液体系電解液中における正極活物質の電気化学パラメータ評価, 第63回電池討論会, 2022年11月, 福岡国際会議場, 福岡.
16. 澤田和亮, 棟方裕一, 金村聖志, 高性能半固体電池用イオン液体含有 LLZO フレキシブル電解質の検討, 第63回電池討論会, 2022年11月, 福岡国際会議場, 福岡.
17. 田中千裕, 棟方裕一, 金村聖志, リン酸/イオン液体混合電解質中における各種白金担持カーボン系触媒の酸素還元活性および耐久性の評価, 第63回電池討論会, 2022年11月, 福岡国際会議場, 福岡.
18. 若林稜真, 棟方裕一, 金村聖志, 水酸化物イオン伝導性混合イオン液体中における種々の触媒の酸素還元活性評価, 第63回電池討論会, 2022年11月, 福岡国際会議場, 福岡.

議場, 福岡.

19. 金村聖志, 粕谷航平, 中林志達, 斎藤誠, 棟方裕一, 二酸化マンガンを用いた Mg 金属二次電池, 無機マテリアル学会第 145 回学術講演会, 2022 年 11 月, 熊本市国際交流会館, 熊本.
20. 有馬秀哉, 石島政直, 金村聖志, 梶原浩一, 新規リチウムソーダライト結晶化ガラスの合成と評価, 第 63 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 2022 年 12 月, 東京たま未来メッセ, 東京.
21. 金村聖志, 井上元, 西川慶, リチウムイオン電池用多孔質電極の最適構造設計, 第 414 回電池技術委員会講演会, 2022 年 12 月, 京都ガーデンパレス, 京都.
22. 西村拓海, 小路口翼, 小俣有沙, 石島政直, 金村聖志, 梶原浩一, ベンジルホスホン酸表面修飾および熱処理したマグネシウム二次電池正極用多孔質 $MgMn_2O_4$ の電気化学特性評価, 2023 年日本セラミックス協会年会, 2023 年 3 月, 神奈川大学みなとみらいキャンパス, 神奈川.
23. 梶原 浩一, 土屋 俊貴, 福田 祐子, 金村 聖志, 低屈折率深紫外透明含フッ素ポリシルセスキオキサン樹脂の無共溶媒合成, 第 70 回応用物理学会春季学術講演会, 2023 年 3 月, 上智大学四谷キャンパス, 東京.
24. 棟方裕一, 若林稜真, 金村聖志, 四級ホスホニウムカチオンを含む水酸化物イオン伝導性混合イオン液体中における各種触媒の酸素還元活性評価, 電気化学会第 90 回大会, 2023 年 3 月, 東北工業大学八木山キャンパス, 宮城.
25. 生原雅貴, 榎本拓巳, 魚岸広太, 福澤武治, 吉田憲博, 森 辰男, 新堀雄麻, 金村聖志, 多層構造を有する高空孔ポリイミドセパレータの物性と電気化学特性, 電気化学会第 90 回大会, 2023 年 3 月, 東北工業大学八木山キャンパス, 宮城.
26. 西川 慶, 井上 元, 万代俊彦, 金村聖志, 電極の 3 次元構造を反映したリチウムイオン電池特性予測プロトコル, 電気化学会第 90 回大会, 2023 年 3 月, 東北工業大学八木山キャンパス, 宮城.
27. 張永, 久保田昌明, 阿部英俊, 金村聖志, $LiBH_4$ を添加したマグネシウム二次電池用電解液の研究, 電気化学会第 90 回大会, 2023 年 3 月, 東北工業大学八木山キャンパス, 宮城.
28. 新堀雄麻, 棟方裕一, 金村聖志 3DOM ポリイミド・イオンゲル複合高分子電解質膜のリチウム金属負極への応用, 電気化学会第 90 回大会, 2023 年 3 月, 東北工業大学八木山キャンパス, 宮城.

【国際発表】

1. Kiyoshi Kanamura, Kohei Fukuda, Kazuaki Sawada, Preparation and Characterization of Solid State Battery Consisting of Quasi Al-LLZO Solid Electrolyte Sheet, Composite Cathode and Li Metal Anode, 13th France-Japan Symposium on Li Batteries and Next Generations 2022, July 4-6, 2022, WEB 講演.
2. Hirokazu Munakata, Shota Ozawa, Kiyoshi Kanamura, Evaluation of ionic conductivity in $LiNi_{0.5}Co_{0.2}Mn_{0.3}O_2$ composite electrodes during charge-discharge cycles by DC polarization method, 13th France-Japan Symposium on Li Batteries and Next Generations 2022, July 4-6, 2022, WEB 講演.
3. Hirokazu Munakata, Shota Ozawa, Kiyoshi Kanamura, Evaluation of Ionic Conductivity in $LiNi_{0.5}Co_{0.2}Mn_{0.3}O_2$ Composite Electrodes of Lithium-ion Batteries by DC

Polarization Method, INESS, NAZARBAYEV UNIVERSITY, Nur-Sultan, Kazakhstan, August 4-6, 2022, WEB 講演.

4. Kiyoshi Kanamura, Research and Development on Li Ion Battery and Next Generation batteries, INESS, NAZARBAYEV UNIVERSITY, Nur-Sultan, Kazakhstan, August 4-6, 2022, WEB 講演.
5. Kiyoshi Kanamura, Recent Development of Next Generation Batteries for Clean Energy, KOFST 2022 Brain Link X-Lab Day, November 24-27, 2022, Paradise City Incheon, Korea.
6. Yuma Shimbori, Hirokazu Munakata, Kiyoshi Kanamura, Application of 3DOM PI Separator to Li Metal Batteries with Ionic Liquid Based Electrolyte, ACEP' S 11, December 11-14, 2022, University Town, National University of Singapore, Singapore.
7. Hirokazu Munakata, Shota Ozawa, Kiyoshi Kanamura, Evaluation of ionic conductivity changes in $LiNi_{0.5}Co_{0.2}Mn_{0.3}O_2$ composite electrodes during charge-discharge cycles by DC polarization method, ACEP' S 11, December 11-14, 2022, University Town, National University of Singapore, Singapore.
8. Kiyoshi Kanamura, Yuma Shimbori, Risa Miyagawa, Yuko Yagi, Hirokazu Munakata, Evaluation of Full Cell with NMC cathode, Li Metal Anode and 3DOM Polyimide Separator for High Energy Density Rechargeable Battery, ACEP' S 11, December 11-14, 2022, University Town, National University of Singapore, Singapore.

■著書・総説・解説・報告書

1. 金村聖志, “第 2 節 3 次元規則配列多孔構造ポリイミドセパレータを用いたリチウム金属電池の開発, 第 6 章 ポリイミドのエネギーデバイス、化学プロセスへの応用技術”, ポリイミドの高機能設計と応用技術, 技術情報協会, (2022) 453-462.
2. 金村聖志, “第 1 節 リチウム系電池の負極材料, 第 3 章 リチウムイオン電池用負極活物質, 周辺部材の高電圧化対応, 膨張収縮対応, 劣化防止”, 二次電池の材料に関する最新技術開発 技術情報協会, (2022) 77-83.
3. 金村聖志, “印刷法を用いたマイクロ電池の作製”, 第 12 章 蓄電デバイス, エネルギーハーベスティングと応用展開 普及版, (2022) 187-194.
4. 金村聖志, “次々世代電池の開発動向と材料開発の展望, 特集 2 次世代蓄電池とその材料開発最前線”, MATERIAL STAGE, Vol.22, No.4 (2022) 37-41.
5. 金村聖志, “加速する次世代二次電池の開発と課題, 特集 次世代二次電池開発の最新動向と展望”, 工業材料, 70 (3), (2022) 2-9.

■受賞

1. 万代俊彦, 沓間礼華, 紺谷昌司, 中林志達, 金村聖志, 電気化学会論文賞, 電気化学会, 2023 年 3 月.
2. 金村聖志, 功績賞, 電気化学会, 2023 年 3 月.

■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

1. Joint Seminar in Korea 2023 (Chungnam National University との合同セミナー), 2023 年 2 月, 本学参加学生数 7 名.

(2) その他, 他機関との教育の連携に関する実績)

2. 第 19 回四大学研究発表会, 2022 年 9 月, オンライン実施, 本学参加学生数 7 名(東京都立大学, 東京理科大学,

エネルギーデバイス分野 梶原研究室

教授 梶原浩一 准教授 武井 孝

准教授 柳下 崇 助教 石島政直

■ 構成員

梶原 浩一 (かじはらこういち) 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

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
9-142号室 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号室 TEL: 042-677-1111 内線4931
yanagish@tmu.ac.jp

石島 政直 (いしじま まさなお) 助教/博士(工学)
無機材料化学, 金属ナノ材料
9号館 248号室 TEL: 042-677-2841 内線 4863
ishijima@tmu.ac.jp

博士後期課程 1名
修士課程 14名
学部 4年 8名

■ 研究概要

無機材料化学・エネルギーデバイス化学に関する研究

梶原浩一、石島政直

本研究室では無機固体材料を用いたエネルギーデバイスに関する研究を行っている。本研究室で見出された新規リチウムクロロボラサイト $\text{Li}_4\text{B}_4\text{Al}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$ を主成分とする結晶化ガラスは金属リチウムとの接触に対して安定で、これを固体電解質とした固体リチウム金属二次電池が定動作することを実証してきた。 $\text{Li}_4\text{B}_4\text{Al}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$ の単結晶合成と単結晶 X 線構造解析に成功した(図 1)。得られた構造データは無機固体の基礎科学に資すると期待される。

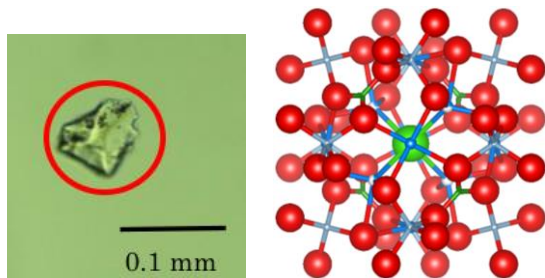


図 1 $\text{Li}_4\text{B}_4\text{Al}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$ の単結晶(左)と結晶構造(右)

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。ゾルゲル法によるシリカガラス合成では乾燥時のゲルの亀裂発生が合成時間の短縮を阻んでいたが、当研究室で開発された無共溶媒ゾルゲル法によって得られた多孔質シリカゲルにおいて、ゲルの乾燥時間をこれまで最短であった 2 日間から 30 時間まで短縮

できること、および本手法によるシリカガラスの収率は~99%と極めて良好であることを示した(図 2)。

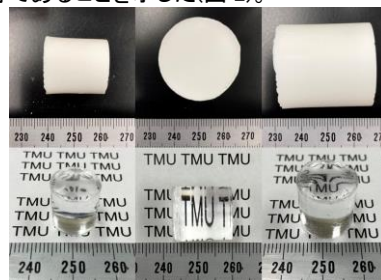


図 2 無共溶媒ゾルゲル法によって作製した多孔質シリカゲルとシリカガラス

等球粒子充填構造多孔体を用いた各種細孔径分布測定法の検証に関する研究

武井 孝

シリカの等球粒子の充填により形成する最密充填構造多孔体を作製し、水銀圧入法、窒素吸着法、サーモポロメトリーによる細孔径分布測定を行い、各測定法の細孔径分布の比較から各測定法の特徴や細孔形状による適用の妥当性について検証した。

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

Al の陽極酸化によって形成される陽極酸化ポーラスアルミナを基に、微細な微粒子を効率的に分離可能なメンブレンフィルターの開発を行った。幾何学形状の最適化に基づいて、既存のメンブレンの溶液透過性能を大幅に上回るメンブレンフィルターの作製に成功した。

Al の陽極酸化プロセスの機能化

柳下 崇

Al の陽極酸化によって形成されるポーラスアルミナの表面細孔径を連続的に変化させることにより、濡れ性傾斜表面の形成を行った。得られた表面が自発的に水滴を輸送する表面として機能することを明らかにした。また、ポーラスアルミナを口金としてポリマーナノファイバーの紡糸を行うことによって、サイズの均一な極細ナノファイバーの形成が可能であることを明らかにした。



■特許

1. 出願 1 件 柳下 崇

■著書・総説・解説、報告書

1. K. Kajihara, K. Kanamori, A. Shimojima, "Current status of sol-gel processing of glasses, ceramics, and organic-inorganic hybrids: a brief review," *J. Ceram. Soc. Jpn.* **130**, 575-583 (2022).
2. 武井 孝(分担執筆), 樹脂/フィラー複合材料の界面制御と評価(シリカの表面改質と分散制御, その評価) p41-48, 技術情報協会 (2022)
3. 武井 孝, 固体の細孔内融点降下を利用した細孔径分布測定法, *セラミックス*, 57, 397-400 (2022)
4. 柳下 崇(分担執筆), 高分子微粒子の最新技術動向, シーエムシー出版 (2022).

■受賞

1. 傍士陽太, ARS2022 研究発表会, 優秀講演賞・黒田孝一記念賞

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 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

梶原浩一

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. 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

柳下 崇

1. RMIT 大学(オーストラリア)との抗菌シートに関する共同研究
2. 東京大学生産研究所との AI 材・樹脂の表面接着に関する共同研究
3. システムデザイン学部 機械システム工学科 三好研究室との細胞培養シートの開発に関する共同研究
4. 甲南大学フロンティアサイエンス学部との燃料電池に関する共同研究

■査読付き論文

1. K. Kajihara, M. Goto, Cosolvent-free synthesis of macroporous silica gels and monolithic silica glasses from tetraalkoxysilane-water binary systems: comparison between tetramethoxysilane and tetraethoxysilane, *J. Sol-Gel Sci. Technol.* **104**, 497-502 (2022).
2. T. Yanagishita, A. Koga, H. Masuda, Continuous Spinning of Polymer Nanofibers with Uniform Diameters Using Anodic Porous Alumina Spinneret with Holes of Different Diameters. *Mater. Adv.*, 4, 890 (2023). [Inside front Cover]
3. T. Yanagishita, Y. Boushi. Preparation of anodic porous alumina with gradient hole size for directional droplet transport. *Langmuir*, 39, 862 (2023). [Supplementary Cover Art]
4. T. Yanagishita, K. Murakoshi, H. Masuda, Effect of fine

structures formed by nanoimprinting using anodic porous alumina mold on surface hydrophobicity, *ECS J. Solid State Sci. Technol.*, 11, 103004 (2022).

5. T. Kondo, M. Yoshida, T. Yanagishita, H. Masuda, Electrodeposition and Electrodeposition of Li Metal in Nanohole Arrays of Anodic Porous Alumina, *J. Electrochem. Soc.*, 169, 092507 (2022).
6. T. Yanagishita, Y. Maejima, and H. Masuda. Dependence of Size Distribution of Nanoparticles on Hole Size Uniformity in Membrane Emulsification, *Mater. Res. Express.*, 9, 086404 (2022).
7. T. Yanagishita, T. Sou, H. Masuda. Micro-Nano Hierarchical Pillar Array Structures Prepared on Curved Surfaces by Nanoimprinting Using Flexible Molds from Anodic Porous Alumina and Their Application to Superhydrophobic Surfaces, *RSC Adv.*, 12, 20340 (2022).
8. T. Yanagishita, T. Masuda, H. Masuda, Pretexturing and Anodization of W for Fabricating Ordered Anodic Porous WO₃. *J. Electrochem. Soc.*, 169, 072504 (2022).
9. T. Yanagishita, R. Kawato, H. Masuda, Highly ordered anodic porous alumina prepared by anodization of Al in extremely dilute H₂SO₄, *J. Electrochem. Soc.*, 169, 073504 (2022).
10. T. Yanagishita, Y. Osada, T. Masuda, H. Masuda Preparation of ordered nanohole arrays with high aspect ratios by anodization of prepatterned 304 stainless steel, *J. Electrochem. Soc.*, 169, 063502 (2022).
11. M. Ishijima, T. Takada, J. L. Cuya Huaman, T. Mizutomi, O. Sakai, K. Shinoda, M. Uchikoshi, H. Mamiya, K. Suzuki, H. Miyamura, J. Balachandran, Synthesis of Electromagnetic Wave-Absorbing Co-Ni Alloys and Co-Ni Core-Shell Structured Nanoparticles. *Inorg. Chem.*, 61, 17144 (2022)

■学会発表

【国際会議】

1. M. Ishijima, J. L. Cuya Huaman, K. Shinoda, M. Uchikoshi, H. Mamiya, J. Balachandran, Synthesis and Magnetic Properties of Co-Ni Alloy and Core-shell Structured Nanoparticle. 11th International Conference on Fine Particles Magnetism ICFPM2022, 2022 年 10 月, 横浜, ポスター
2. M. Ishijima, T. Matsumoto, J. L. Cuya Huaman, J. Balachandran, Synthesis of Transition Metals and Alloys Using Alcohol Reduction Technique, 11th International Conference on Fine Particles Magnetism ICFPM2022, 2022 年 10 月, 横浜, ポスター

【国内発表】

1. 伊藤榛華, 柳下 崇. ALD を用いた大周期アルミナメンブレンの高効率形成と光触媒特性評価. 日本表面真空学会 2022 年度関東支部講演大会, 2022 年 4 月, オンライン, ポスター
2. 長田悠雅, 増田啄哉, 柳下 崇. ステンレスの陽極酸化による高アスペクト比ナノホールアレーの作製. 日本表面真空学会 2022 年度関東支部講演大会, 2022 年 4 月, オンライン, ポスター
3. 傍士陽太, 柳下 崇. 陽極酸化ポーラスアルミナを用いた傾斜構造制御と水滴移動挙動の評価. 日本表面真空学会 2022 年度関東支部講演大会, 2022 年 4 月, オンライン, ポスター
4. 武井 孝, 山田彩妃. 等球粒子最密充填多孔体の細孔径分布 -窒素吸着法とサーモポロメトリー-. 第 73 回コロイ

- ドおよび界面化学討論会, 2022年9月, オンライン
- 梶原浩一, ゴルゲル法を用いた機能性ガラス合成, 日本ゴルゲル学会 第19回セミナー, 2022年5月, オンライン (依頼講演)
 - 梶原浩一, シリカ-希土類リン酸塩透明結晶化ガラスの無濃度消光緑色・紫外発光, 第146回フロンティア材料研究所学術講演会, 2022年7月, オンライン (依頼講演)
 - 加藤賢也, 柳下 崇. レジストマスクを用いた陽極酸化による高規則性ホールアレーの作製. 表面技術協会第146回講演大会, 2022年9月, 埼玉
 - 長田悠雅, 柳下 崇. 鉄の陽極酸化による高規則性ナノホールアレーの作製. 表面技術協会第146回講演大会, 2022年9月, 埼玉
 - 伊藤榛華, 柳下 崇. 理想配列ポーラスアルミナメンブレンの作製と光学特性評価. 表面技術協会第146回講演大会, 2022年9月, 埼玉
 - 傍士陽太, 佐藤碧美, 柳下 崇. 濡れ性を制御したアルミナスルーホールメンブレンの形成と評価. 表面技術協会第146回講演大会, 2022年9月, 埼玉
 - 栗田萌亜名, 柳下 崇. 陽極酸化ポーラスアルミナを鑄型としたオーバーハング型ピラーアレーの形成. 2023年電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川
 - 恵谷真有, 柳下 崇. 陽極酸化プロセスにもとづくモスアイ構造の形成と作製条件が反射防止特性に与える影響. 2023年電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川
 - 山田彩妃, 柳下 崇. 高濃度硫酸浴を用いた陽極酸化プロセスによるアルミナスルーホールマスクの高効率形成. 2023年電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川
 - 長田悠雅, 柳下 崇. ステンレスの陽極酸化における電解条件が高規則性ナノホールアレー形成に与える影響. 2023年電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川
 - 傍士陽太, 柳下 崇. 幾何学形状を制御したアルミナスルーホールメンブレンの形成. 2023年電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川
 - 豊嶋彩香, 柳下 崇. Agの陽極酸化による規則性ナノホールアレーの形成. 2023年電気化学秋季大会, 2022年9月, 神奈川
 - 吉野翔, 有馬秀哉, 石島政直, 梶原浩一. アルカリアルミノボラサイト単結晶の合成とX線構造解析. 日本セラミックス協会第35回秋季シンポジウム, 2022年9月, 徳島
 - 梶原浩一, 後藤美桜子. 四官能ケイ素アルコキシド-水二成分系からのマクロ多孔質シリカゲルとシリカガラスの無共溶媒合成. 第83回応用物理学会秋季学術講演会, 2022年9月, 宮城
 - 中川慎牙, 石島政直, 梶原浩一. シリカ-(Gd,Pr)PO₄透明結晶化ガラスの狭帯域UVB発光の温度依存性. 第83回応用物理学会秋季学術講演会, 2022年9月, 宮城
 - 梶原浩一, 梶原研究室梶原G研究紹介, ガラス産業連合会プロセス・材料技術部会 2022年度第1回交流会, 2022年9月, 東京 (依頼講演)
 - 石島政直, アルコール還元法を用いた金属ナノ粒子合成, ガラス産業連合会プロセス・材料技術部会 2022年度第1回交流会, 2022年9月, 東京 (依頼講演)
 - 伊藤榛華, 柳下 崇. 高透明性アルミナスルーホールメンブレンの作製と特性評価. 第12回CSJ化学フェスタ2022, 2022年10月, 東京, ポスター
 - 加藤賢也, 柳下 崇. フレキシブルスタンプを用いた理想配列ポーラスアルミナの作製と細孔周期の微細化. 第12回CSJ化学フェスタ2022, 2022年10月, 東京, ポスター
 - 長田悠雅, 柳下 崇. 鉄系金属の陽極酸化による高規則性ナノホールアレーの作製. 第12回CSJ化学フェスタ2022, 2022年10月, 東京, ポスター
 - 傍士陽太, 薦田 康夫. Alの陽極酸化プロセスにもとづく濡れ性変調表面の制御と水滴移動挙動の評価. 第12回CSJ化学フェスタ2022, 2022年10月, 東京, ポスター
 - 山田彩妃, 柳下 崇. 高濃度硫酸浴を用いた多段階陽極酸化によるアルミナスルーホールマスクの高効率形成. 第12回CSJ化学フェスタ2022, 2022年10月, 東京, ポスター
 - 栗田萌亜名, 柳下 崇. ポーラスアルミナを鑄型とする先端形状を制御したポリマーピラーアレーの形成と撥液特性評価. 第12回CSJ化学フェスタ2022, 2022年10月, 東京, ポスター
 - 恵谷真有, 柳下 崇. 細孔形状を制御したポーラスアルミナを用いた光ナノインプリントによる反射防止構造の形成. 第12回CSJ化学フェスタ2022, 2022年10月, 東京, ポスター
 - 豊嶋彩香, 柳下 崇. Agの陽極酸化によるナノホールアレー形成と細孔配列制御. 第12回CSJ化学フェスタ2022, 2022年10月, 東京, ポスター
 - 柳下 崇. ポーラスアルミナを用いた撥水・撥油表面の形成. 第37回ARS三河コンファレンス, 2022年11月, 愛知(依頼講演)
 - 傍士陽太, 柳下 崇. アルミナスルーホールメンブレンの幾何学形状制御と特性評価. 第37回ARS三河コンファレンス, 2022年11月, 愛知, ポスター
 - 長田悠雅, 柳下 崇. SUS304の陽極酸化によるナノホールアレーの形成と細孔配列制御. 第37回ARS三河コンファレンス, 2022年11月, 愛知, ポスター
 - 有馬秀哉, 石島政直, 金村聖志, 梶原浩一. 新規リチウムソーダライト結晶化ガラスの合成と評価. 第63回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 2022年12月, 東京
 - 梶原浩一, 石島政直, 東京都立大学 大学院都市環境科学研究科 環境応用化学域 梶原研究室(梶原G) 研究紹介, 第63回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 2022年12月, 東京, ポスター
 - 長田悠雅, 柳下 崇. ステンレスの陽極酸化によるナノホールアレー形成と評価. 表面技術協会第147回講演大会, 2023年3月, 千葉
 - 栗田萌亜名, 柳下 崇. 陽極酸化ポーラスアルミナを用いたポリマーナノピラーアレーの形成と濡れ性評価. 表面技術協会第147回講演大会, 2023年3月, 千葉
 - 傍士陽太, 柳下 崇. 幾何学形状を制御したアルミナスルーホールメンブレンの作製と溶液透過性能評価. 表面技術協会第147回講演大会, 2023年3月, 千葉, ポスター
 - 梶原浩一, シリカ-希土類リン酸塩透明結晶化ガラスの液相合成と無濃度消光緑色・紫外発光, 日本材料学会ナノ材料部門委員会 2022年度第2回研究会, 京都大学, 2023年3月 (依頼講演)
 - 梶原浩一, ゴルゲル法によるガラス合成, 日本セラミックス協会年会基礎セミナー, 2023年3月, 神奈川 (依頼講演)
 - 是枝洗佳, 石島政直, 梶原浩一. TMOS-TEOS混合溶液からの多孔質シリカゲルの無共溶媒ゴルゲル合成. 日本セラミックス協会 2023年年会, 2023年3月, 神奈川
 - 高須圭祐, 石島政直, 梶原浩一. 無共溶媒ゴルゲル法によるシリカ-(M,Ce)PO₄(M=La, Y, Lu)透明結晶化ガラスの合成と発光特性. 日本セラミックス協会 2023年年会, 2023年3月, 神奈川
 - 土屋俊貴, 石島政直, 梶原浩一. 有機アミン塩基を用

いた希土類 6 核錯体の合成. 日本セラミックス協会
2023 年年会, 2023 年 3 月, 神奈川

43. 西村拓海, 小路口 翼, 小俣有沙, 石島 政直, 金村 聖志,
梶原浩一. ベンジルホスホン酸表面修飾および熱処理
したマグネシウム二次電池正極用多孔質 MgMn_2O_4 の
電気化学特性評価. 日本セラミックス協会 2023 年年
会, 2023 年 3 月, 神奈川
44. 吉田琢真, 石島政直, 梶原浩一. SH 基含有ポリシルセ
スキオキサン液体の無共溶媒合成と評価. 日本セラミ
ックス協会 2023 年年会, 2023 年 3 月, 神奈川
45. 梶原浩一, 土屋俊貴, 福田祐子, 金村聖志. 低屈折率
深紫外透明含フッ素ポリシルセスキオキサン樹脂の無
共溶媒合成. 第 70 回応用物理学会春季学術講演会,
2023 年 3 月, 東京
46. 豊嶋彩香, 柳下 崇. テクスチャリングプロセスを用いた
 Ag の陽極酸化による機能性ナノ構造体の形成. 電気化
学会第 90 回大会, 2023 年 3 月, 宮城
47. 傍土陽太, 柳下 崇. フレームワークを有するアルミナメ
ンブレンフィルターの作製とろ過特性評価. 電気化学会第
90 回大会, 2023 年 3 月, 宮城
48. 伊藤榛華, 柳下 崇. TiO_2 を付与した理想配列アルミナメ
ンブレンの光触媒特性評価. 電気化学会第 90 回大会,
2023 年 3 月, 宮城
49. 山田彩妃, 柳下 崇. 高濃度硫酸浴を用いた多段階陽極
酸化プロセスによるアルミナマスクの形成と基板加工. 電
気化学会第 90 回大会, 2023 年 3 月, 宮城

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-B51号室 TEL:042-677-2845
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 16名
学部 4年 7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。特に、電気化学系と組み合わせ、酸化還元両末端における有効な化学過程の進行を目指し、酸化末端で過酸化水素の発生が可能系を見出した。

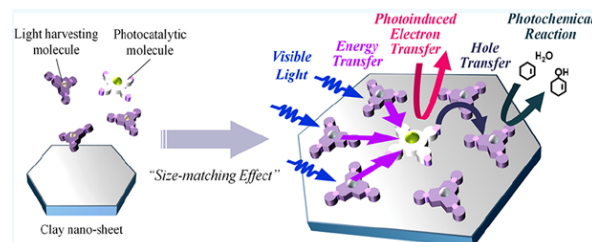


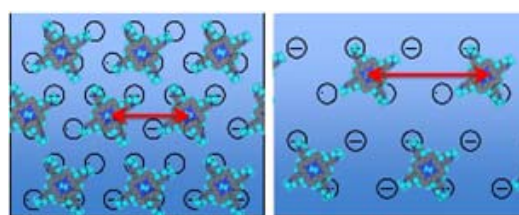
図1. ナノシート上で光捕集系と物質変換系を連結した人工光合成モデル

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、ナノシートの種類を多数展開している。

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、負電荷間距離のこと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。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。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。また、ナノシートと球状シリカガラスの複合体作成についても検討している。



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

無機ナノシート上における蛋白質の挙動に関する研究

高木慎介、嶋田哲也

蛋白質は、水環境下で独自の高次構造をとり特異な性質を発現する。例えば、酵素はその高次構造に基づいて極めて高い基質選択性を有する。Horseradish peroxidase (HRP)は過酸化水素と選択的に反応することが知られている。このHRPを粘土ナノシート上に吸着させると、その構造が変化し酵素活性が変化することが分かった。水中では反応し得ない

立体的に嵩高い過酸化水素と反応可能になる。また、ナノシート上では HRP の熱耐性も大幅に向上することが見出された。

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 3. ナノシートの添加による発光増強の様子

以下のサイトで動画視聴可能
https://www.apchem.ues.tmu.ac.jp/labs/takagi/S_FIEss.mp4

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。

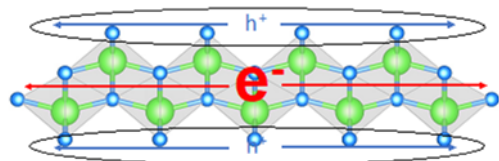


図 4. 半導体ナノシートの異方性を利用した可視光水素発生反応

二次元性反応場を用いた化学反応制御に関する研究

高木慎介、嶋田哲也

二次元表面は広く化学過程の全般に特異な効果を与える。例えば、下記に記したジオール-アルデヒド間の平衡は、水中では大きくジオール側に傾くことが知られている。一方、この分子を二次元表面上に配置すると、水中であるにもかかわらず、アルデヒド体が優勢に存在することが明らかとなった。このことは、二次元平面を反応場とすることで、従来の化学反応系では実現不可能な化学過程が進行可能であることを示している。また、光機能性材料として期待されているフォトクロミズム反応がナノシートにおいて実現可能であることを見出した。

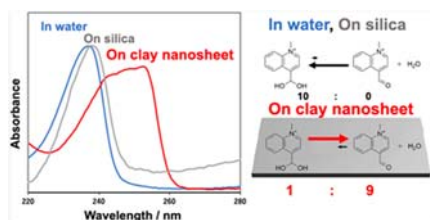


図 5a. 水中におけるナノシート上アルデヒド体の安定化

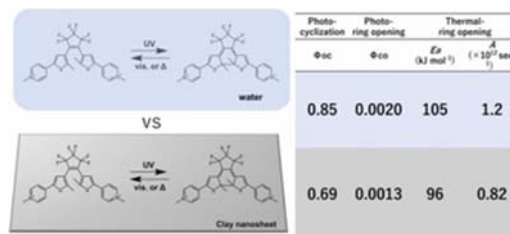


図 5b. ナノシート上におけるフォトクロミズム現象

金触媒に関する研究

石田 玉青

層状複水酸化物(Layered double hydroxides, LDH)は II 価の金属イオンで構成された水酸化物層の一部が III 価の金属イオンで置換された化合物であり、種々の金属で構成された LDH を合成できる。また LDH は空気焼成により複合酸化物(MMO)に変換したり、単層ナノシートに剥離したりする機能を有しており、それ自身が陰イオン交換体、固体塩基触媒、金属ナノ粒子の触媒担体など幅広い用途で利用されている。

一方、金(Au)は直径 5 nm 以下のナノ粒子として、Co₃O₄, NiO などの易還元性酸化物担体に担持すると、CO 酸化反応において高い触媒活性を示すことが知られている。しかし、SiO₂ のような不活性担体では、金を小さなナノ粒子として担持することが難しく、また CO 酸化活性も非常に低い。本研究では、金ナノ粒子を薄い酸化物層で被覆することで、金ナノ粒子表面に活性な Au-MMO 界面を形成させることを試みた。具体的には、Au/SiO₂ 表面を剥離した単層 LDH ナノシートで被覆後(Au/SiO₂@M-AI LDH)、空気焼成することで、MMO で被覆した触媒(Au/SiO₂@M-AI MMO)を調製し、CO 酸化における触媒活性がどのように変化するかを調査した(図 6)。

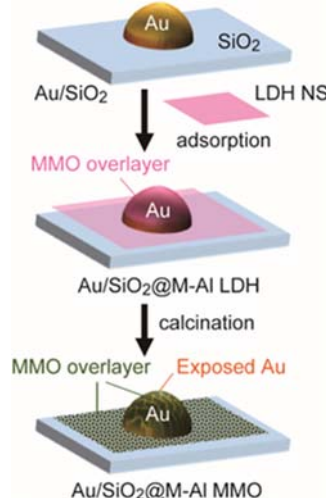


図 6. Au/SiO₂@Co-AI MMO の触媒イメージ図

M-AI LDH (M: Mg, Co, Ni, Zn)は既報により調製、剥離 LDH ナノシート分散液を得た。得られた LDH, Au/SiO₂@M-AI LDH, Au/SiO₂@M-AI MMO は XRD, TGA, AFM, 元素分析, ICP-AES, TEM, HAADF-STEM 観察などで構造解析を行った。M=Mg の場合を除き、MMO 被覆前後で金粒子径に変化はないことを確認した。STEM の元素マッピングより、M-AI LDH 由来の金属(M, Al)は Au/SiO₂ 表面全体に均一に分散して存在していること(図 7)、ならびに TEM 観察より、金表面に厚さ約 1 nm の MMO 被覆層が形成されていることを確認した(図 8)。

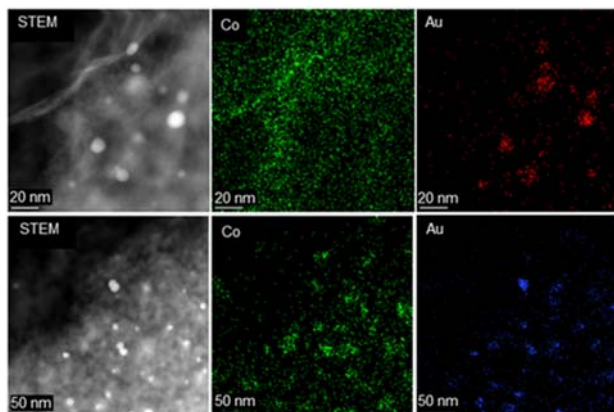


図 7. Au/SiO₂@Co-Al MMO (上段)と Co-Al/Au/SiO₂ (下段)の STEM 元素マッピング像.

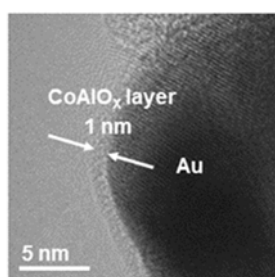


図 8. Au/SiO₂@Co-Al MMO の TEM 像.

得られた Au/SiO₂@M-Al MMO を用いて CO 酸化反応を行った結果、Au/SiO₂ では 300 °C でも CO 転化率は約 20%であったのに対し、Au/SiO₂@M-Al MMO では、50% CO 転化率が M=Mg, Co, Ni, Zn に対して、それぞれ 264, 57, 202, 217°C になり、特に Co-Al LDH を用いた時の触媒活性向上が顕著に現れた。Co-Al LDH 担持量を高くすると単層 LDH ナノシートの再積層が起こり、触媒活性はわずかに低下した。また、CoAlO_x を含浸法で調製した触媒や、Co-Al MMO を SiO₂ に担持後 Au を担持した触媒では、Au/SiO₂@Co-Al MMO よりも低い触媒活性にとどまった。以上のことから、直径 6 nm 程度の比較的大きな金ナノ粒子であっても、金を厚さ 1 nm 程度の Co 複合酸化物で被覆することで、金ナノ粒子表面に新たに Au-MMO 界面を形成し、CO 酸化の活性点として有効に働くことが明らかになった。

■査読付き論文

1. Efficient non-volatile organogold complex for TiO₂-supported gold cluster catalysts: preparation and catalytic activity for CO oxidation, L. X. Dien, T. Murayama, N. T. Hung, Q. D. Truong, H. D. Chinh, M. Yoshimura, M. Haruta, T. Ishida, *J. Catal.*, **408**, 236-244(2022).
2. Enhancement effect of strong metal-support interaction (SMSI) on the catalytic activity of substituted-hydroxyapatite supported Au clusters, A. Nakayama, R. Sodenaga, Y. Gangarajula, A. Taketoshi, T. Murayama, N. Sakaguchi, T. Shimada, S. Takagi, M. Haruta, B. Qiao, J. Wang, *J. Catal.*, **410**, 194-205(2022).
3. Defective NiO as a Stabilizer for Au Single-Atom Catalysts, C. Mochizuki, Y. Inomata, S. Yasumura, M. Lin, A. Taketoshi, T. Honma, N. Sakaguchi, M. Haruta, K.-i. Shimizu, T. Ishida, T. Murayama, *ACS Catal.*, **12**, 6149-6158(2022).
4. Intramolecular cyclization of alkynoic acid catalyzed by Na-salt-modified Au nanoparticles supported on metal oxides, Q.-A. Huang, T. Ikeda, K. Haruguchi, S. Kawai, E.

Yamamoto, H. Murayama, T. Ishida, T. Honma, M. Tokunga, *Appl. Catal. A: Gen.*, **643**, 118765-118774(2022).

5. Precise evaluation of adsorption behavior of cationic porphyrin on monolayer of perovskite-type niobia nanosheet by absorption spectroscopy, M. Oshima, K. Sano, Y. Hirade, R. Nakazato, T. Ishida, T. Shimada, S. Takagi, *J. Phys. Chem. Solids*, **161**, 110423-110428(2022).
6. Photo-cyclization, Photo-ring opening and Thermo-ring opening Reaction of Cationic Diarylethene Adsorbed on the Clay Nanosheet Surface, K. Arakawa, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, *Colloid. Surf. A Physicochem. Eng. Asp.*, **657**, 130537-130543(2022).
7. Photochemical hydrogen evolution using Pt/titania nanosheet catalysts prepared by chemical-reduction and photo-deposition methods, H. Takimoto, Y. Hirade, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, *Results Chem.*, **4**, 100271-100275(2022).
8. Facile synthesis of Co₃O₄@SiO₂/Carbon Nanocomposite Catalysts from Rice Husk for Low-Temperature CO Oxidation, L. X. Dien, H. D. Chinh, N. K. Nga, R. Luque, S. M. Osman, L. G. Voskressensky, T. D. Lam, T. Ishida, T. Murayama, *Mol. Catal.*, **518**, 112053-112057(2022).
9. Effect of poly(N-vinylpyrrolidone) ligand on catalytic activities of Au nanoparticles supported on Nb₂O₅ for CO oxidation and furfural oxidation, M. Lin, C. Mochizuki, T. Ishida, Y. Zhang, M. Haruta, T. Murayama, *Catal. Today*, **410**, 143-149(2023).

■学会発表

【招待講演・依頼講演】

1. The effect of flat inorganic surface on the photochemical properties and reactions of molecules, S. Takagi, Saturday Seminar Series (Hosted By Professor V Ramamurthy), Online, March, 2022.
2. Decoration of Gold Nanoparticle Surface for Tuning the Catalytic Activity, T. Ishida, East China University of Science and Technology, Shanghai (China), December, 2022.
3. 粘土鉱物、ナノ構造化学、そして人工光合成へ、高木慎介・嶋田哲也・石田玉青、新潟大学コアステーション「ユビキタスグリーンケミカルエネルギー(UGOE)連携教育研究センター」第 12 回研究シンポジウム, Online, 2022 年 3 月, 2022.
4. Enhanced Cationic Properties of Au on Hydroxyapatites Induced by Strong Metal-Support Interaction, T. Ishida, 第 32 回日本 MRS 年次大会, 神奈川, 2022 年 12 月, 2022.

【国際会議】

1. Development of gold nanoparticle catalyst supported on Ni-Ti mixed metal oxides using layered double hydroxides, A. Takahashi, A. Nakayama, T. Murayama, N. Sakaguchi, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, GOLD2022, Quebec, Canada, July, 2022.
2. Effect of strong metal-support interaction (SMSI) on gold/substituted-hydroxyapatites for oxidative esterification of aliphatic aldehydes, A. Taketoshi, Y. Gangarajula, R. Sodenaga, A. Nakayama, N. Sakaguchi, T. Murayama, M. Haruta, B. Qiao, J. Wang, T. Ishida, GOLD2022, Quebec, Canada, July, 2022.
3. Enhanced catalytic activity utilizing strong metal-support

- intractions (SMSI) –Isomerization of alkenes over hydroxyapatite supported gold catalysts–, A. Nakayama, R. Sodenaga, Y. Gangrajula, A. Taketoshi, T. Murayama, T. Honma, N. Sakaguchi, T. Shimada, S. Takagi, M. Haruta, B. Qiao, J. Wang, T. Ishida, GOLD2022, Quebec, Canada, July, 2022.
4. Influence of Strong Metal–Support Interaction (SMSI) on Catalytic Properties of Substituted–Hydroxyapatite Supported Au Nanoparticles, A. Nakayama, R. Sodenaga, Y. Gangrajula, A. Taketoshi, T. Murayama, T. Honma, N. Sakaguchi, T. Shimada, S. Takagi, M. Haruta, B. Qiao, J. Wang, T. Ishida, The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9), Fukuoka, July, 2022.
 5. Depositoin of gold clusters on Ni–Ti mixed metal oxide/SiO₂ having abundant oxygen vacancies and its catalytic performance for CO oxidation, A. Takahashi, A. Nakayama, T. Murayama, N. Sakaguchi, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9), Online (Japan), July, 2022.
 6. Surface Modification of Au/SiO₂ Using Layered Double Hydroxides (LDH) and Effect on CO Oxidation, K. Okayama, A. Nakayama, T. Murayama, N. Sakaguchi, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9), Online (Japan), July, 2022.
 7. Decoration of Au/TiO₂ surface by thin layer of metal–organic framework and its catalytic activity, S. Kadowaki, A. Nakayama, N. Sakaguchi, T. Murayama, S. Takagi, T. Shimada, T. Ishida, The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9), Online (Japan), July, 2022.
 8. Fluorescence enhancement of molecules on the clay surface and its environmental responses, S. Takagi, AIPEA – XVII International Clay Conference, Istanbul (Turkey), July, 2022.
 9. Adsorption and aggregation behavior of tetracationic porphyrins on clay and titania nanosheets, Y. Hirade, K. Fukushima, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, AIPEA – XVII International Clay Conference, Istanbul (Turkey), July, 2022.
 10. “On surface synthesis” on saponite surface: A novel organic reaction pathway of azonia[5]helicene by interaction with saponite surface, K. Arakawa, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, AIPEA – XVII International Clay Conference, Istanbul (Turkey), July, 2022.
 11. Development of Suported Au Catalysts Toward the Optimization of the Electronic State of Au, A. Nakayama, The Röntgen–Angström Cluster (RÄC) International Summer School 2022 (Focal theme: Advanced Materials Design at X–ray and Neutron Facilities), Varberg (Sweden), August, 2022.
 12. Effect of Covering Au Surface by Thin Layer of Hydroxyapatite on Alkene Isomerization, T. Ishida, A. Nakayama, Y. Gangrajula, A. Taketoshi, T. Murayama, T. Honma, N. Sakaguchi, T. Shimada, S. Takagi, M. Haruta, B. Qiao, J. Wang, Tateshina Conference on Organic Chemistry, Nagano (Japan), November, 2022.

【国内発表】

1. 層状粘土鉱物の二次元反応場機能の開拓, 荒川京介・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 第 43 回光化学若手の会, オンライン, 2022 年 6 月.
2. 多様な金属を用いたレピドクロサイト型層状チタン酸の合成と構成元素が物性に及ぼす影響の評価, 田中志乙・佐野奎斗・平出有吾・嶋田哲也・高木慎介, 第 65 回粘土科学討論会, 島根, 2022 年 9 月.
3. 含水溶媒中における NIR-II 発光色素 (IR-1061)/粘土ナノシート複合体の光化学特性について, 平出有吾・澤崎太一・嶋田哲也・高木慎介, 第 65 回粘土科学討論会, 島根, 2022 年 9 月.
4. タンパク質の粘土ナノシート上への吸着挙動とその複合体の酵素活性評価, 佐藤勝哉・追分悠太・荒川京介・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 第 65 回粘土科学討論会, 島根, 2022 年 9 月.
5. 粘土ナノシート上に吸着させたペルオキシダーゼの酵素活性評価, 佐藤勝哉・追分悠太・荒川京介・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 第 16 回バイオ関連化学シンポジウム, 愛知, 2022 年 9 月.
6. NIR-II 発光色素 (IR-1061) と粘土ナノシート複合体の含水溶媒中における光化学特性, 平出有吾・嶋田哲也・石田玉青・立花宏・高木慎介, 2022 光化学討論会, 京都, 2022 年 9 月.
7. ナノシートの表面電荷密度制御技術に基づく色素–半導体間における Size–matching effect, 田中志乙・佐野奎斗・嶋田哲也・高木慎介, 2022 光化学討論会, 京都, 2022 年 9 月.
8. 粘土ナノシート上におけるベンズイミダゾリウム誘導体の発光挙動, 森巴完・中里亮介・立花宏・嶋田哲也・石田玉青・宮島亮・長谷川英悦・高木慎介, 2022 光化学討論会, 京都, 2022 年 9 月.
9. 粘土ナノシート上におけるビオロゲン誘導体の吸着分布, 中山恵美子・荒川京介・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 2022 光化学討論会, 京都, 2022 年 9 月.
10. ポルフィリン/チタニアナノシート複合体における吸着配向角と蛍光消光挙動の関係, 福島康生・平出有吾・嶋田哲也・石田玉青・立花宏・高木慎介, 2022 光化学討論会, 京都, 2022 年 9 月.
11. 金属錯体–無機ナノシート複合体による光増感型水素発生, 嶋田凌大・大崎穰・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 2022 光化学討論会, 京都, 2022 年 9 月.
12. 球状アモルファスシリカ表面の粘土ナノシート単層修飾とその複合様式の評価, 西田奈那子・荒川京介・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 第 73 回コロイドおよび界面化学討論会, 広島, 2022 年 9 月.
13. ニオビアナノシートに対する価数の異なるカチオン性ポルフィリンの吸着挙動の解明, 大島百々香・佐野奎斗・平出有吾・嶋田哲也・高木慎介, 第 73 回コロイドおよび界面化学討論会, 広島, 2022 年 9 月.
14. 層状複水酸化物 (LDH) ナノ粒子を用いた担持金クラスター触媒の開発, 中山晶皓・吉田彩乃・青野智香・岡山夏帆・本間徹生・坂口紀史・竹歳絢子・藤田隆史・村山徹・嶋田哲也・高木慎介・石田玉青, 第 130 回触媒討論会, 富山, 2022 年 9 月.
15. 層状複水酸化物ナノシートを用いた金属ナノ粒子触媒表面の修飾とその触媒活性, 岡山夏帆・中山晶皓・村山徹・坂口紀史・嶋田哲也・高木慎介・石田玉青, 第 130 回触媒討論会, 富山, 2022 年 9 月.
16. Ni–Ti 層状複水酸化物から変換した Ni–Ti 複合酸化物担持 Au クラスタ触媒による CO 酸化反応, 高橋あゆ・中

- 山晶皓・村山徹・坂口紀史・嶋田哲也・高木慎介・石田玉青, 第130回触媒討論会, 富山, 2022年9月.
17. アリルエステルの異性化反応におけるジルコニア担持金ナノ粒子触媒の活性検討, 黄啓安・佐藤一斗・村山美乃・山本英治・石田玉青・鈴木葉裕・徳永信, 第130回触媒討論会, 富山, 2022年9月.
 18. 金属-有機構造体で被覆した金属酸化物担持金ナノ粒子触媒の調製とアルコール酸化触媒活性, 門脇伸太郎・中山晶皓・坂口紀史・村山徹・高木慎介・嶋田哲也・石田玉青, 第130回触媒討論会, 富山, 2022年9月.
 19. ジルコニア担持金ナノ粒子触媒を用いたアリルエステルの異性化反応, 佐藤一斗・黄啓安・山本英治・石田玉青・鈴木葉裕・徳永信, 第38回有機合成化学セミナー, 福岡, 2022年9月.
 20. ドナー基を導入したベンズイミダゾリウム誘導体を粘土上に吸着させた際の発光増強および発光色変化, 森巴完・中里亮介・立花宏・嶋田哲也・石田玉青・宮島亮・長谷川英悦・高木慎介, 第41回固体・表面光化学討論会, 東京, 2022年11月.
 21. 粘土ナノシートを反応場とした Ru(ii)錯体増感剤および Rh(iii)錯体触媒による光増感水素発生, 嶋田凌大・大崎穰・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 第41回固体・表面光化学討論会, 東京, 2022年11月.
 22. 粘土ナノシート上に吸着させたペルオキシダーゼの吸着挙動と酵素活性評価, 佐藤勝哉, 第2回分子光機能研究会, 茨木, 2022年12月.
 23. 粘土上における 3,3'-bpy2+の吸着挙動と吸着分布の推定, 中山恵美子, 第2回分子光機能研究会, 茨木, 2022年12月.
 24. 無機ナノシートの粒径が吸着分子の分布構造および光増感反応に及ぼす影響の検討, 嶋田凌大, 第2回分子光機能研究会, 茨木, 2022年12月.
 25. 粘土ナノシート上で高輝度な発光を示すベンズイミダゾリウム誘導体と発光色変化の観測, 森巴完, 第2回分子光機能研究会, 茨木, 2022年12月.
 26. 粘土ナノシート上におけるジアルールエテンの三重項可視光増感型異性化反応, 荒川民人, 第2回分子光機能研究会, 茨木, 2022年12月.
 27. 近赤外発光色素(IR-1061)/粘土ナノシート複合体の含水溶液中における光化学特性の評価, 平出有吾, 第2回分子光機能研究会, 茨木, 2022年12月.
 28. Ni-Ti 層状複水酸化物から変換した複合酸化物を用いた担持金クラスター触媒の CO 酸化活性評価, 高橋あゆ・中山晶皓・村山徹・坂口紀史・嶋田哲也・高木慎介・石田玉青, 第131回触媒討論会, 神奈川, 2023年3月.
 29. ナノ粒子状の層状複水酸化物(LDH)を利用した担持金クラスター触媒の開発, 中山晶皓・吉田彩乃・青野智香・本間徹生・坂口紀史・竹歳綾子・藤田隆史・村山徹・嶋田哲也・高木慎介・石田玉青, 第131回触媒討論会, 神奈川, 2023年3月.

■著書・総説・解説・報告書

1. Surface-fixation Induced Emission, Y. Ishida・S. Takagi, Wiley & Sons Ltd., "Handbook of Aggregation-Induced Emission" (Y. Tang, B. Z. Tang, Ed.), (2022).
2. 包摂環境における色素の発光挙動と高効率発光, 荒川京介・嶋田哲也・高木慎介, 光化学, **53**, 2-9 (2022).

■受賞

1. 第43回光化学若手の会優秀ポスター発表賞, 荒川京介 (D3), 2022年6月.

2. 2022年度日本粘土学会学術振興賞, 平出有吾 (D2), 2022年7月.
3. R&C International Summer School 2022, 2nd Best Poster Award 賞, 中山晶皓 (D1), 2022年8月.
4. GOLD 2022, Travel Awards, 中山晶皓 (D1), 2022年8月.
5. 第130回触媒討論会学生ポスター発表賞, 門脇伸太郎 (M2), 2022年9月.
6. 第41回固体・表面光化学討論会若手優秀講演賞, 嶋田凌大 (M2), 2022年11月.
7. 第2回分子光機能研究会優秀発表賞, 平出有吾 (D2), 2022年12月.

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 高木慎介, 東京理科大学非常勤講師
2. 高木慎介, 文部科学省卓越大学院プログラム教員
3. 石田玉青, 東京工科大学非常勤講師
4. 石田玉青, 九州大学大学院理学研究院化学部門 フロントリサーチャー育成プログラム アドバイザリーコミッティー
5. 石田玉青, 中国・華東理工大学, Adjunct senior research fellow (Project 111 on Pollutant Reduction and Resource Utilization).

■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. 中国科学院大連化学物理研究所 Junhu Wang 教授、Botao Qiao 教授らのグループとの「置換ハイドロキシアパタイト担持金触媒を用いた触媒反応」に関する共同研究
4. 九州大学大学院理学研究院 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
5. ドイツ・Leibniz-Institut für Katalyse e.V. (LIKAT Rostock) Dr. Ali Abdel-Mageed との「酸化物担持金触媒を用いた CO₂ 還元反応」に関する共同研究
6. 中国・華東理工大学 Prof. Mingyue Lin との酸化物担持金触媒に関する共同研究
7. 北海道大学工学研究院 坂口紀史教授との TEM 観察による担持金触媒の構造解析に関する共同研究

分子計測化学分野 分析化学研究室

准教授 中嶋 秀 准教授 加藤 俊吾 助教 毛 思鋒
 特任教授 山本 将史
 学生実験担当 井上 嘉則, 宮本 治子

■構成員

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
 9-339 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

山本 将史(やまもと しょうじ) 特任教授/博士(理学)
 海洋化学, 分析化学
 9-343 室 TEL:042-677-1111 内線 4882
 shoji-yamamoto@tmu.ac.jp

井上 嘉則(いのうえ よしのり) 学生実験担当
 9-290 室 TEL:042-677-1111 内線 4872
 inoue-yoshinori@jmi.tmu.ac.jp

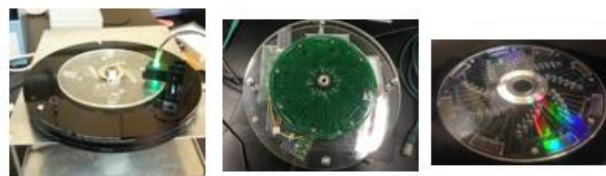
宮本 治子(みやもと はるこ) 学生実験担当
 9-291 室 TEL:042-677-1111 内線 4873
 miyamoto-haruko@jmi.tmu.ac.jp

博士後期課程: 4 名
 博士前期課程: 13 名
 学部 4 年: 8 名

■研究概要

(1) 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, 山本 将史

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, バルブレスな小型分析システムを開発した。



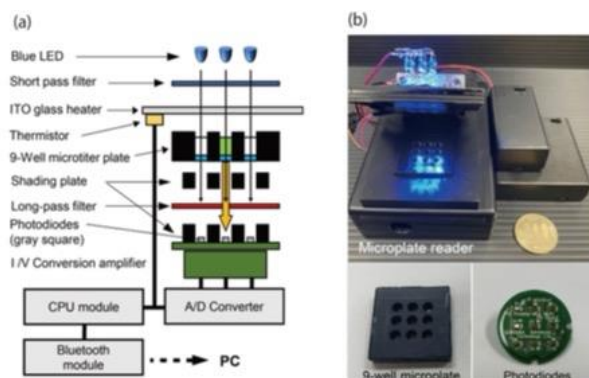
(2) ピペットチップを用いる携帯型 ELISA システムの開発 中嶋 秀, 山本 将史

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。



(3) LAMP 法に基づく携帯型遺伝子検査システムの開発 中嶋 秀, 山本 将史

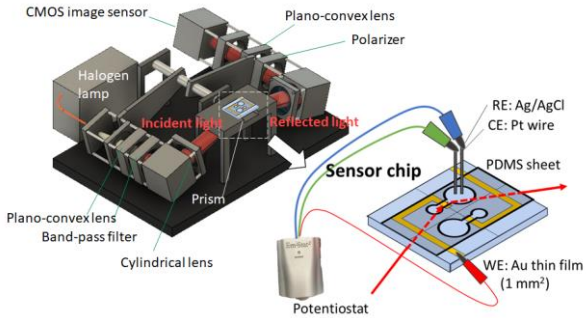
ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)法は遺伝子検査に広く用いられているが, サーマルサイクラー, 電気泳動装置, 吸光/蛍光検出器等の大型かつ高価な専用装置が必要なため, PCR に基づく遺伝子検査を現場で実施することは極めて困難である。そこで, 等温での遺伝子増幅が可能な LAMP 法に着目し, LED, 無機フォトダイオード, 透明ガラスフィルムヒーター等を用いる手のひらサイズの LAMP 法に基づく遺伝子検査システムを開発した。これを用いてコメの品種識別に成功した。また, ISFET を用いる遺伝子検査用 pH センサーの開発にも成功した。



(4) 電気化学表面プラズモン共鳴センサーを用いる定量的マルチイオンチャンネル活性評価法の開発

中嶋 秀, 山本 将史

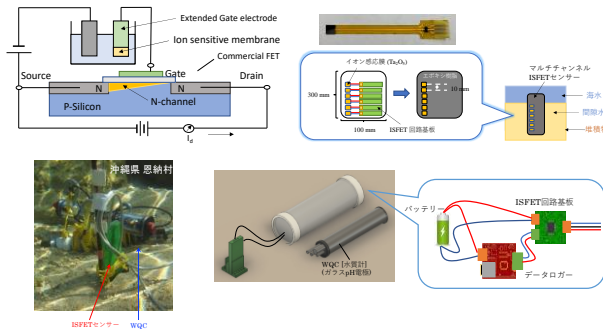
生体膜に存在するイオンチャンネルは創薬のターゲットの一つであり、その機能解析は重要である。イオンチャンネルの活性は、一般的に電気化学測定により評価されているが、測定に熟練した技術が必要とする。本研究では、小型のマルチチャンネル電気化学表面プラズモン共鳴センサーを開発し、これを用いてチャンネル活性とチャンネル包埋量を同時に計測することにより、イオンチャンネルの活性を簡便かつ定量的に評価する方法を開発した。



(5) 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, 山本 将史

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。

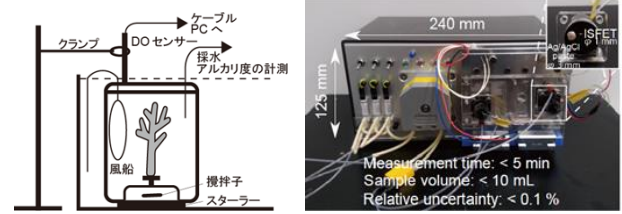


(6) 石灰化および光合成の連続測定によるサンゴの水温・CO₂複合ストレス評価

中嶋 秀, 山本 将史

サンゴ礁生態系は CO₂ 増加による地球温暖化および海洋酸性化の危機に直面している。その生態系を支えるサンゴは刺胞動物だが、体内に共生している褐虫藻の光合成によってエネルギーの大半を得て、自らの骨格を形成 (= 石灰化) する特殊な生物である。したがって、共生関係である褐虫藻の光合成とサンゴの石灰化を指標として、水温と CO₂ の複合ストレスを評価する必要がある。本研究では、われわれが開発した微量連続アルカリ度計測装置と既存の溶存酸素計を組

み合わせた実験システムによって、サンゴの石灰化と褐虫藻の光合成応答を分スケールで測定する手法を確立することに成功した。

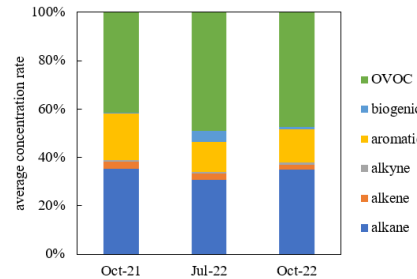


(7) 都市域の揮発性有機化合物の動態に関する研究

加藤 俊吾

郊外域(南大沢)において揮発性有機化合物の個別濃度測定を継続的に行い、郊外域における揮発性有機化合物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。また、高時間分解で各揮発性有機化合物を検出できる選択イオンフローチューブ質量分析器 (SIFT-MS) も用いて夏季(7月)、秋季(10月)、冬季(1月)に集中観測を行い、実大気の連続測定結果を取得した。また、SIFT-MS で検出可能な含酸素揮発性有機化合物の全揮発性有機化合物に対する寄与の算出を行い、その重要性を示した。

都心部(江東区)においても揮発性有機化合物の継続的な観測をおこない、都市域での濃度変更について検討をおこなった。

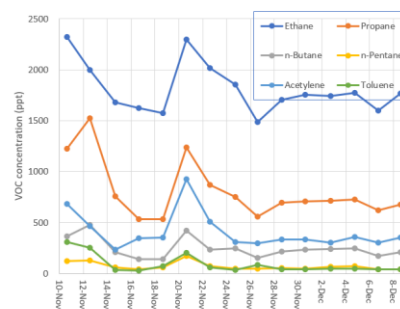


各集中観測における含酸素揮発性有機化合物(OVOC)の寄与率

(8) 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、水素の観測を行い、長距離越境汚染輸送や新粒子生成への影響について検討を行った。珠洲においては国際協力プロジェクトにおける集中観測を2022年3-4月、および11月-12月にかけて行い、高頻度で揮発性有機化合物の観測をおこなった。



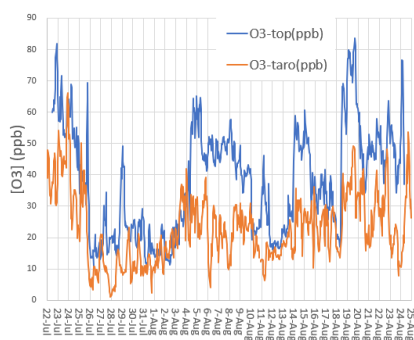
2022年冬の珠洲集中観測時のVOC濃度

(9) 富士山山頂および山腹での大気汚染物質濃度変動に関する研究

加藤俊吾

富士山頂にある旧富士山測候所において、利用が可能な夏期間に一酸化炭素、オゾンおよび二酸化硫黄の濃度測定を行った。汚染大気の高距離輸送や成層圏からの大気輸送の影響がみられた。2008年からの夏期の長期観測結果のトレンド解析をおこなったところ、高高度からの成層圏の影響を受けた大気および近傍の汚染大気の影響を取り除くと、一酸化炭素については減少トレンドがあることが見いだされた。

また、富士山腹に位置する太郎坊観測サイトにおいて、一酸化炭素、オゾンおよび二酸化硫黄の濃度測定を通年で行った。明確な日内変動が観測され、昼間は近傍の都市の影響を受けるが、夜間は清浄な自由対流圏の空気を測定できることがわかった。夜間みのデータを用いて長距離越境汚染の影響を検討できることがわかった。二酸化硫黄だけが高濃度になる事例が頻りに観測され、火山性ガスが検出されると予想された。山頂および山腹で夏季に同時に観測されている期間のデータを比較することで、濃度の高度依存性や汚染大気の垂直方向の分布を知ることができた。

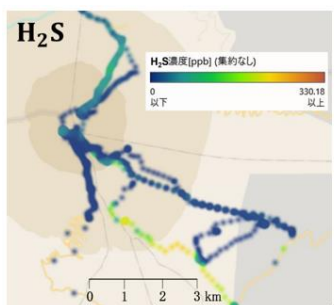


2022年夏の山頂と太郎坊のオゾン濃度比較

(10) 小型ガスセンサーによる火山性ガスモニタリングシステムの開発

加藤俊吾

富士山噴火に備えるため、火山性ガス(SO₂,H₂S)をモニタリングするシステムの開発を行い、越冬観測をおこなった。富士山頂は商用電源が利用できないが、火山性ガスを小電力のガスセンサーおよび小電力通信技術の ELTRES (SONY) を寒冷地用バッテリーで駆動し、観測したデータをリアルタイムでインターネット上に公開して閲覧できるようにした。また、富士山山腹の太郎坊サイトにおいても簡易型の越冬観測システムでの観測をおこなった。さらに、富士山の複数の登山ルートおよび箱根大涌谷において、乾電池で小型センサーを駆動する小型システムを携帯しながら火山性ガスを測定し、濃度マップの作製をおこなった。これらにより、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。

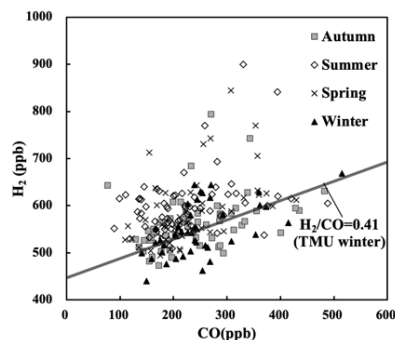


富士山登山道におけるH₂Sの濃度マップ

(11) 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(南大沢)、都市域(江東区)およびリモート地点(沖縄辺戸岬、石川県珠洲)での大気中水素濃度の測定を行った。都市郊外域での観測で水素が高濃度になる場合に、東海地域の臨海工業地域あるいは東京湾沿岸の工業地域から大気が輸送されている事例が多くみられた。しかし、原因不明で水素濃度が高濃度になる場合もみられ、比較的近傍の発生源があることが示唆された。



都立大での H₂ と CO の季節別相関プロット

(12) ナノ/マイクロケミカルペンの開発と応用

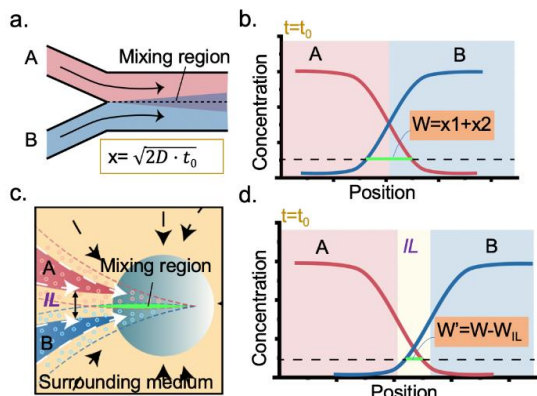
毛 思鋒

マイクロケミカルペン(MCP)は我々の独自技術であり、任意の材料表面の任意の位置に、微細な化学修飾・化学操作を可能とする。これまで MCP を用いることで数十 nm の幅の銀ナノワイヤーの作製に成功しているが、ナノワイヤーの作製メカニズムや、化学種/生物種の超高感度センシングの詳細は不明な部分が多い。ナノワイヤーによる高感度センシングには、金属微粒子が高度に秩序化され、長い(高アスペクト比の)ワイヤーを形成する必要がある。これを高い再現性で実験室で作成するための基礎技術、さらに金ナノワイヤーの生成メカニズムは今後のテーマである。MCP による分子機械の創出及びその機能発現や高機能化、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。

(13) マイクロケミカルペンにおける高解像度表面処理のためのマイクロ流体メカニズム

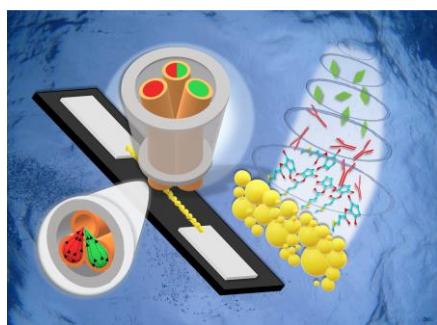
毛 思鋒

マイクロケミカルペン(MCP)の作動時に中間層(IL)が存在することを数値シミュレーションと実験により初めて確かめた。このことは、MCP が従来のオープンスペースマイクロ流体システムよりもきわめて高精度な表面処理を実現できることを示している。すなわち、パラメータを調整することで自在に IL のサイズを制御でき、反応領域を微細に制御できる。



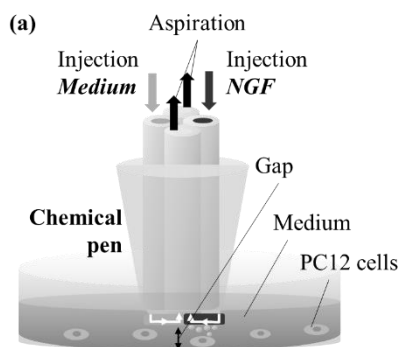
(14) アトモルのタンパク質検出のためのオープンスペース層流を使用した金ナノワイヤーの位置選択的作製 毛 思鋒

本研究では化学ペンを用いて金ナノワイヤを作製し、これを用いてバイオセンサーの開発に成功した。化学ペンによって作製された金ナノワイヤは金ナノ粒子が集まって形成されており、表面積が増大していた。そのため 1.00 aM という低濃度においても抗原の分析が可能であった。



(15) 4-ノズル化学ペンを用いる単一細胞分化法の開発 毛 思鋒

本研究では 4-ノズル化学ペンを用いて NGF 溶液を細胞に送達し刺激した結果、分化誘導が生じていたことが明らかになったことから、刺激した微小領域の細胞を分化させる方法を確認した。本細胞刺激法による細胞分化の指標として、細胞の形態および細胞小器官の局在変化を観察することができた。今後、本研究で開発した手法を用いて単一の細胞を刺激することで、細胞の分化の多様性を単一細胞レベルから解析することや、分化した細胞が周囲の未分化の細胞に与える影響について検討することが可能になると期待される。



(16) 層流を用いる局所 pH 制御 毛 思鋒

局所的な pH 制御のための化学ペンに基づく層流法を提案した。2 つの注入ノズルと 1 つの吸引ノズルを有する化学ペンを作製し、化学ペンによって形成される溶液の流れを、倒立型顕微鏡を用いて観察した。その結果、化学ペンを用いて異なる pH の緩衝液を注入することにより、微小の混合領域の溶液の pH を制御できることが確認された。

■ 査読付き論文

- Yuki Nishitani, Nahoko Kasai, Hizuru Nakajima, Shungo Kato, Sifeng Mao, Katsumi Uchiyama
Regioselective fabrication of gold nanowires using open-space laminar flow for attomolar protein detection
Chemical Communications, 2022, 58(27) 4308–4311
- Shuhui Si, Tsuguhiko Kaneko, Lingrui Xu, Huan Luo, Hizuru Nakajima, Nahoko Kasai, Katsumi Uchiyama, Danhong Wu, Huijie Zeng
Microsphere amplified fluorescence and its application in sensing
Biosensors and Bioelectronics, 2022, 218 114791–114791
- Haifeng Lin, Nahoko Kasai, Ning Xu, Hizuru Nakajima, Shungo Kato, Huijie Zeng, Jin-Ming Lin, Sifeng Mao, Katsumi Uchiyama
Localized hydrodynamic flow confinement assisted nanowire sensor for ultrasensitive protein detection.
Biosensors and Bioelectronics, 2022, 218, 114788.
- Masakazu Kagawa, Kazuhiro Morioka, Moeko Osashima, Akihide Hemmi, Shoji Yamamoto, Atsushi Shoji, Katsumi Uchiyama, Hizuru Nakajima
Development of small-sized fluorescence detector for pipette tip-based biosensor for on-site diagnosis
Talanta, 2023, 124311–124311
- Sifeng Mao,
Recent advances in nanowire sensor assembly using laminar flow in open space.
TRAC Trends in Analytical Chemistry, 2023, 116918.
- 五十嵐博己, 森樹大, 三浦和彦, 岩本洋子, 大河内博, 和田龍一, 加藤俊吾
夏季の富士山頂における粒子数濃度の経年変化, エアロゾル研究, 37(1), 1–9, 2022
- Nanase Kohno, Jun Zhou, Jiaru Li, Marina Takemur, Natsuki Ono, Yu Bai, Yasuhiro Sadanaga, Yoshihiro Nakashima, Kei Sato, Shungo Kato, Kentaro Murano, Yosuke Sakamoto and Yoshizumi Kajii
Impact of OH missing reactivity and aerosol uptake of HO₂ radicals on tropospheric O₃ production during the AQUAS–Kyoto summer campaign in 2018
Atmospheric Environment, 281, 119130, 2022
- 木村駿, 五十嵐博己, 三浦和彦, 森樹大, 岩本洋子, 加藤俊吾, 大河内博, 和田龍一
夏季の富士山頂における新粒子の雲凝結核への成長, エアロゾル研究, 37(3), p202–211, 2022
- N.K. Kim, Y.P. Kim, Y.S. Ghim, M.J. Song, C.H. Kim, K.S. Jang, K.Y. Lee, H.J. Shin, J.S. Jung, Z. Wu, A. Matsuki, N. Tang, Y. Sadanaga, S. Kato, A. Natsagdorj, S. Tseren-Ochir, B. Baldorj, C.K. Song, J.Y. Lee
Spatial distribution of PM_{2.5} chemical components during winter at five sites in Northeast Asia: High temporal resolution measurement study
Atmospheric Environment, 290, 119359, 2022
- 松本淳, 加藤俊吾

エンクロージャー法/オゾン反応性測定装置を用いた植物由来揮発性有機化合物の放出把握の試み
大気環境学会誌, 58 巻 2 号, 47-58, 2023

■学会発表

- 伊藤真奈, 東海林敦, 森岡和夫, 辺見彰秀, 山本将史, 中嶋秀
エクソソーム膜タンパク質計測のための人工生体膜チップの作製方法の検討
第3回生体膜デザインコンファレンス, 2022/7/2 東京薬科大学, PS-1
- 伊藤真奈, 東海林敦, 森岡和夫, 辺見彰秀, 山本将史, 中嶋秀
脂質二分子膜に包埋させたグラミシジンのマルチチャンネル活性評価
日本分析化学会第71年会, 2022/9/14-9/16 岡山大学津島キャンパス, YA1011
- 遠山万理乃, 河西奈保子, 中嶋秀, 加藤俊吾, 毛思鋒, 内山一美
4-ノズル化学ペンを用いる単一細胞分化法の開発
日本分析化学会第71年会, 2022/9/14-9/16 岡山大学津島キャンパス, C1005
- 矢田茂久, 加藤俊吾, 和田龍一, 大河内博, 三浦和彦, 土器屋由紀子, 鴨川仁
富士山頂の夏季におけるCO₂濃度の長期観測
第63回大気環境学会年会, 2022/9/14-9/16 大阪公立大学中百舌鳥キャンパス, 1D1014
- 塩路貴大, 大原和, 松本淳, 猪俣敏, 谷本浩志, 加藤俊吾, 椎木弘, 定永靖宗
都市域における有機硝酸の連続観測
第63回大気環境学会年会, 2022/9/14-9/16 大阪公立大学中百舌鳥キャンパス, P-007#
- 村岡達也, 定永靖宗, 野尻亮太, 大原和, 河野七瀬, 黎珈汝, 坂本陽介, 中嶋吉弘, 佐藤圭, 加藤俊吾, 中山智喜, 松岡雅也, 椎木弘, 梶井克純
2020年夏季京都市内におけるオゾン生成レジームの実測による評価
第63回大気環境学会年会, 2022/9/14-9/16 大阪公立大学中百舌鳥キャンパス, P-008#
- 篠崎大樹, 大河内博, 速水洋, 加藤俊吾, 和田龍一, 勝見尚也, 松木篤
森林由来一次・二次有機エアロゾルの動態と豪雨形成に及ぼす影響(4)
第63回大気環境学会年会, 2022/9/14-9/16 大阪公立大学中百舌鳥キャンパス, P-039#
- 佐藤颯人, 和田龍一, 定永靖宗, 加藤俊吾, 大河内博, 森樹大, 三浦和彦, 小林拓, 鴨川仁, 皆巳幸也, 松見豊, 梶野瑞王, 松本淳, 米村正一郎, 速水洋, 畠山史郎
富士山頂と富士山5合目太郎坊におけるNO_x、NO_y濃度の計測
第63回大気環境学会年会, 2022/9/14-9/16 大阪公立大学中百舌鳥キャンパス, P-056#
- 加藤俊吾, 佐々木威
トンネル内での測定による車からの水素排出検討
第63回大気環境学会年会, 2022/9/14-9/16 大阪公立大学中百舌鳥キャンパス, 2D1115
- 小川良太, 中嶋秀, 山本将史, 鈴木拳太, 森岡和夫, 茅根創, 武田智子, 辺見彰秀
マルチチャンネル型ISFET pHセンサーの開発及び砂地堆積物での鉛直方向pH分布の観測結果
日本サンゴ礁学会第25回大会, 2022/11/10-11/13 石垣市民会館中ホール, P-63
- 廣瀬颯太, 石井領, 森岡和夫, 山本将史, 中嶋秀
LAMP法を用いる手のひらサイズの遺伝子検査装置の開発
令和4年度日本分析化学会関東支部若手交流会, 2022/11/12 日本大学 生産工学部(津田沼キャンパス), P-14
- 村野唯人, 森岡和夫, 山本将史, 中嶋秀
CD型電気化学分析システムの開発とmiRNA分析への応用
令和4年度日本分析化学会関東支部若手交流会, 2022/11/12 日本大学 生産工学部(津田沼キャンパス), P-15
- 小山大輝, 伊藤真奈, 東海林敦, 森岡和夫, 辺見彰秀, 山本将史, 中嶋秀
2次元SPRセンサーを用いるエクソソーム分析法の開発
第4回生体膜デザインコンファレンス, 2022/12/5 たま未来メッセ展示室 A 1階(八王子)
- Kojiro Shimada, Masayuki Nohchi, Xiaoyang Yang, 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,
Asian Aerosol Conference (June12-16, 2022, Taipei)
- Atsushi Matsuki, Seiji Kubota, Nanako Hayashi, Kohei Ono, Nozomu Tsuchiya, Ping Shao, Ning Tang, Shungo Kato, Yasuhiro Sadanaga, Yoko Iwamoto, Naoki Kaneyasu
Characteristics of atmospheric aerosols under the influence of different monsoon settings at the tip of Noto peninsula, Japan
Asian Aerosol Conference (June12-16, 2022, Taipei)
- A. Matsuki, S. Kubota, H. Hyono, N. Hayashi, Y. Iwamoto, H. Tsurumaru, A. Nicosia, A. Iwata, S. Kato, Y. Sadanaga and N. Kaneyasu
Long-term variation of aerosol CCN activity and new particle formation events observed in the Noto peninsula, Japan
11th International Aerosol Conference (4-9 September 2022, Athens Greece)
- 加藤俊吾, 猪俣敏, 四方政樹, 伊賀基伸, 猪井淑雄,
SIFT-MSによる郊外地域でのVOCs測定法の検討,
日本地球惑星科学連合学会 2022年大会(2022年5月幕張)
- 三浦和彦, 森樹大, 岩本洋子, 上田紗也子, 五十嵐博己, 桃井裕広, 青木一真, 齋藤天真, 伊藤佳樹, 大河内博, 加藤俊吾, 和田龍一
東京都心および富士山頂における大気エアロゾル粒子の長期変動
日本地球惑星科学連合学会 2022年大会(2022年5月幕張)
- 近藤優名, 大河内博, 米戸鈴美香, 速水洋, 加藤俊吾, 和田龍一, 三浦和彦, 山田佳裕
山間部局地豪雨の化学組成と大気汚染物質の影響評価(2)
第30回環境化学討論会(2022年6月14-16日 富山)
- 篠崎大樹, 大河内博, 速水洋, 加藤俊吾, 和田龍一, 勝見尚也, 松木篤

森林由来一次・二次有機エアロゾルの動態と豪雨形成に及ぼす影響 (3)

第 30 回環境化学討論会(2022 年 6 月 14-16 日 富山)

21. 松本淳, 定永靖宗, 加藤俊吾, 谷本浩志, 猪俣敏
所沢における PANs 全量とオゾンの通年観測と相関解析

第 27 回大気化学討論会 (2022 年 11 月 16-18 日 つくば)

22. 猪俣敏, 加藤俊吾, 松本淳, 定永靖宗, 谷本浩志
東京における光化学オキシダント生成過程の把握のための集中観測-2022 年夏

第 27 回大気化学討論会 (2022 年 11 月 16-18 日 つくば)

23. 大口陽暉, 村岡達也, 定永靖宗, 黎珈汝, 坂本陽介, 佐藤圭, 森野悠, 井上和也, 中嶋吉弘, 加藤俊吾, 椎木弘, 梶井克純

2022 年夏季つくば市での実大気観測によるオゾン生成レジームの直接評価

大気環境学会近畿支部研究発表会 (2022 年 12 月 28 日 大阪)

■特許

■著書・総説・解説、報告書

■受賞

- 1 優秀賞 エクソソーム膜タンパク質計測のための人工生体膜チップの作製方法の検討 日本分析化学会 生体膜デザインコンファレンス, 発表者:伊藤真奈, 東海林敦, 森岡和大, 辺見彰秀, 山本将史, 中嶋秀

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

■先端的・学際的な研究の推進

1. 加藤俊吾
公益財団法人東京都環境公社東京都環境科学研究所との共同研究「東京都での大気中水素濃度変動に関する研究」(第 2 期)2024 年 3 月まで
2. 加藤俊吾
韓国梨花大学・金沢大学等との共同研究 (Study on the characteristics of haze formation in Notheast Asia by international intensive measurements)
3. 中嶋 秀
東京大学, 東京薬科大学および産総研との共同研究, 「次世代型半導体 (ISFET) pH センサーの開発」
4. 中嶋 秀
愛知工業大学, 岐阜薬科大学および名古屋大学との共同研究, 「呼気凝集液分析法の開発と呼吸器疾患の診断への応用」
5. 中嶋 秀
東京薬科大学および名古屋大学との共同研究, 「酸化亜鉛ナノワイヤを基軸とする分離計測技術の開拓」
6. 中嶋 秀
東京薬科大学および愛知工業大学との共同研究, 「表面プラズモン共鳴センサーを用いる呼気凝縮液中エクソソーム分析法の開発」
7. 毛 思鋒
中国の清華大学との共同研究, 「マイクロケミカルペンで作製したナノワイヤセンサーの開発」

環境調和化学分野 宍戸研究室

教授 宍戸 哲也 准教授 三浦 大樹

■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

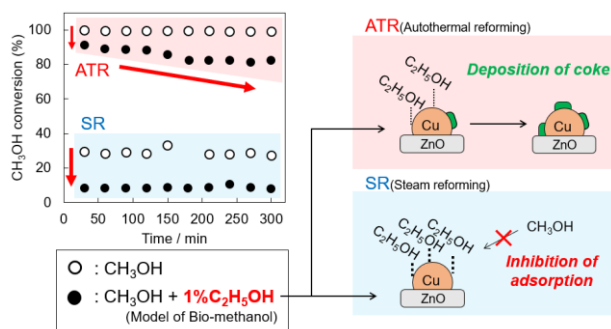
三浦 大樹(みうら ひろき)准教授/博士(工学)
触媒化学、固体酸塩基、有機合成化学、有機金属化学
9-550 号室 TEL:042-677-2851 内線4962
miura-hiroki@tmu.ac.jp

博士研究員 1名
博士後期課程 4名
修士課程 10名
学部 4年 6名

■研究概要

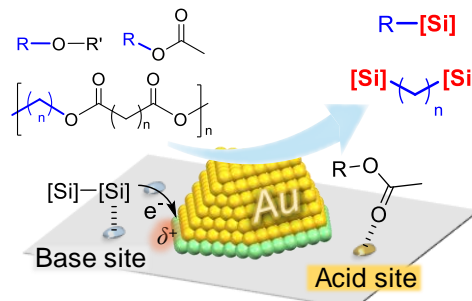
メタノール改質反応に対する微量不純物の阻害効果に関する研究

メタノール水蒸気改質(SR)および酸化的改質(ATR)は化学品の製造や燃料電池への水素供給に利用される重要な反応である。現在、メタノールは工業的に化石燃料から製造されている。そのため、バイオマス資源から製造したメタノールの利用がカーボンニュートラルの観点から望まれている。しかし、バイオマス由来のメタノール(バイオメタノール)に含まれる低級アルコールや芳香族などの不純物が改質反応に与える影響は、検討例が少ないため不明瞭であった。本研究では、微量のエタノールをモデル不純物としてメタノールに添加した”モデルバイオメタノール”の改質反応を行い、不純物がメタノール改質反応に与える影響を評価した。SR では、エタノールの吸着によって、汎用的な改質触媒である銅-酸化亜鉛-酸化アルミニウム触媒(CZA)の活性が大幅に低下した。ATR では、触媒表面に炭素質が析出し、CZA 触媒の耐久性が低下した。これらのことから、低級アルコールに含まれる C-C 結合の解離能が低いこと、Cu 系触媒は低級アルコールの阻害効果を大きく受けることを明らかにした。



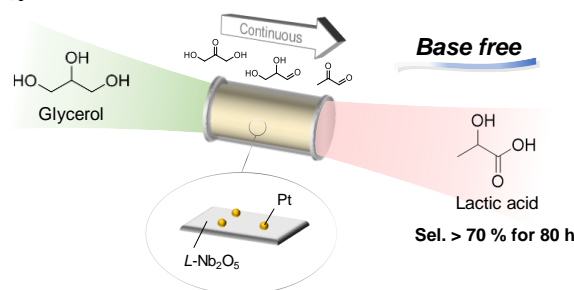
担持 Au 触媒による C(sp³)-O 結合のシリル化に関する研究
遷移金属触媒を用いるシリル化は、医薬品や農薬の有用な合成中間体である有機ケイ素化合物を合成するために有用な手法である。本研究では金と両性酸化物で構成された触媒を用いることにより、ジシランとアルキルエステルやアルキルエーテルのシリルクロスカップリングが進行し、アルキルシランを温和な条件下で合成できることを明らかにした。本触媒反

応を用いることで、バイオマスやポリエステルなどの廃プラスチックから、有機ケイ素化合物を簡単かつ迅速に合成することが可能になることから、新しい資源循環体系の提案につながる成果と考えられる。



金属-酸二元機能触媒によるグリセロールを原料とする乳酸の連続フロー合成に関する研究

乳酸は生分解性プラスチックを含む様々な化学品の重要な合成原料である。現在、工業的には単糖類の発酵あるいはアルデヒドとシアン酸より乳酸ニトリル、乳酸メチルエステルを経る合成法により製造されている。しかし、多段階であり、高温・高圧下での反応であることが課題である。本研究では、液相連続フロー反応器を用いて、塩基を添加しない温和な条件下での、担持白金触媒によるグリセロールからの乳酸一段合成について検討し、その合成効率を向上させることに成功した。



■査読付き論文

1. Diverse Alkyl-Silyl Cross-Coupling via Homolysis of Unactivated C(sp³)-O Bonds with the Cooperation of Gold and Amphoteric Oxides Miura, H.; Doi, M.; Yasui, Y.; Masaki, Y.; Nishio, H.; Shishido, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2023**, *145*, 4613-4625
2. Inhibitory effect of trace impurities on methanol reforming by Cu/ZnO/Al₂O₃ catalyst: Steam reforming and autothermal reforming of model bio-methanol Nomoto, K.; Miura, H.; Shishido, T. *Appl. Catal. B Environ.* **2023**, *325*, 122374.
3. Low-Temperature Selective Oxidation of Methane to Methanol over a Platinum Oxide, Takagaki, A.; Tsuji, Y.; Yamasaki, T.; Kim, S.; Shishido, T.; Ishihara, T.; Yoshizawa, K. *Chem. Commun.* **2023**, *59*, 286-289.
4. Transient Temperature Response of Supported Rh Nanoparticles in Photothermal Dry Reforming of Methane An Operando Dispersive X-ray Absorption Spectroscopy Study, Takami, D.; Yamamoto, A.; Kato, K.; Shishido, T.; Yoshida, H., *J. Phys. Chem. C*, **2022**, *126*, 15736-15743.

【Featured as a Supplementary Cover】

- Development of ruthenium catalysts for environmentally-friendly organic transformation via C–H bond activation (*Review Paper*) Miura, H.; Shishido, T. *Jpn. Petrol. Inst.* **2023**, *66*, 8–14.
- Continuous liquid-phase upgrading of glycerol to lactic acid over bifunctional catalysts under base-free conditions Kano, E.; Aihara, T.; Ghampson, I. T.; Miura, H.; Shishido, T. *ACS Sustainable Chem. Eng.* **2022**, *10*, 12072–12081.

【Featured as a Supplementary Cover】

- Effect of Support and Pd Cluster Size on Catalytic Methane Partial Oxidation to Dimethyl Ether Using an NO/O₂ Shuttle, Ghampson, I. T.; Yun, G.-N.; Kaneko, A.; Vargheese, V.; Bando, K.; Shishido, T.; Oyama, S. T., *ACS Catalysis*, **2022**, *12*, 11190–11205.
- Production of hydrogen by the autothermal reforming of methanol over Cu/ZnO/Al₂O₃-based catalysts: Improved durability and self-activation upon Pd-doping Nomoto, K.; Kubo, Y.; Miura, H.; Shishido, T. *J. Jpn. Petrol. Inst.* **2022**, *65*, 161–170.
- Particle Size Effect on Hydrogen Cyanide Synthesis with CH₄ and NO over an Alumina-supported Platinum Catalyst, Yamasaki, T.; Takagaki, A.; Shishido, T.; Bando, K.; Kodaira, T.; Murakami, J.; Song, J. T.; Niwa, E.; Watanabe, M.; Ishihara, T., *J. Jpn. Petrol. Inst.* **2022**, *65*, 184–191.

【Featured as a Journal Cover】

- Direct Air Capture of CO₂ Using Liquid Amine–Solid Carbamic Acid Phase-Separation System Kikkawa, S.; Amamoto, K.; Fujiki, Y.; Hirayama, J.; Kato, G.; Miura, H.; Shishido, T.; Yamazoe, S. *ACS Environ. Au* **2022**, *2*, 354–362.
- Understanding the distinct effects of Ag nanoparticles and highly dispersed Ag species on N₂ selectivity in NH₃-SCO reaction Wang, H.; Murayama, T.; Lin, M.; Sakaguchi, N.; Haruta, M.; Miura, H.; Shishido, T. *ACS. Catal.* **2022**, *12*, 6108–6118.
- Gold-Catalyzed Thioetherification of Allyl Benzyl and Propargyl Phosphates Miura, H.; Toyomasu, T.; Nishio, H.; Shishido, T. *Catal. Sci. Technol.* **2022**, *12*, 1109–1116.

■学会発表

【国内発表】

- 二元機能担持 Ru 触媒によるアミノ酸合成
宍戸哲也・齋藤嗣朗・三浦大樹, 石油学会第 70 回研究発表会 2022 年 5 月 30 日(月)~31 日(火) タワーホール船堀
- シリカ-アルミナ担持硫化物触媒の酸性質
野上健幸・三浦大樹・宍戸哲也, 第 64 回石油学会年会 2022 年 5 月 30 日(月)~31 日(火) タワーホール船堀.
- Rh-Mo 系複合クラスター触媒による NO 選択還元反応
遠藤伸二・林峻・三浦大樹・宍戸哲也, 第 26 回 JPIJS ポスターセッション 2022 年 5 月 30 日(月)~31 日(火) タワーホール船堀
- C–H 結合の活性化に基づく環境調和型有機分子変換のためのルテニウム触媒系の開発
三浦大樹, 石油学会第 70 回研究発表会 2022 年 5 月 31 日(火) タワーホール船堀 (受賞講演)
- 金属リン酸塩に対する Au ナノ粒子の高分散担持とその担持機構解析
西尾英倫・三浦大樹・宍戸哲也, 触媒学会若手会「第 42 回夏の研修会」8 月 1 日(月)~2 日(火) 北海道大学 触媒科学研究所
- 安全で低コストかつ安定した原料を用いた有機ケイ素化合物の新しい製造方法

- 三浦大樹, 東京都立大学 新技術説明会 2022 年 8 月 25 日(水) オンライン
- 金ナノ粒子-両性酸化物の協働による C(sp³)-O 結合のシリル化
三浦大樹・土井雅文・安井祐希・宍戸哲也, 第 68 回有機金属化学討論会 2022 年 9 月 6 日(火)~8 日(木) オンライン
- 担持 Au 触媒を用いる C(sp³)-N 結合のポリル化
西尾英倫・三浦大樹・宍戸哲也, 第 130 回触媒討論会 2022 年 9 月 20 日(火)~22 日(木) 富山大学 五福キャンパス
- メタノール改質反応に対する微量不純物の阻害効果
野本賢俊・三浦大樹・宍戸哲也, 第 130 回触媒討論会 2022 年 9 月 20 日(火)~22 日(木) 富山大学 五福キャンパス
- 担持 Au 触媒を用いた C(sp³)-O 結合ホモリスによる有機ケイ素化合物合成
土井雅文・安井祐希・三浦大樹・宍戸哲也, 第 130 回触媒討論会 2022 年 9 月 20 日(火)~22 日(木) 富山大学 五福キャンパス
- グリセリン酸からアラニンへの転換反応における担体の酸・塩基の影響
野上健幸・齋藤嗣朗・三浦大樹・宍戸哲也, 第 130 回触媒討論会 2022 年 9 月 20 日(火)~22 日(木) 富山大学 五福キャンパス.
- 担持 Au 触媒による活性エステルの脱炭酸型シリル化
飴山楓・三浦大樹・宍戸哲也, 第 130 回触媒討論会 2022 年 9 月 20 日(火)~22 日(木) 富山大学 五福キャンパス
- 高速 C–B 結合形成を実現する Au ナノ粒子—固体酸協働触媒作用
井元郁・三浦大樹・Anchalee Junkaew・江原正博・宍戸哲也, 第 130 回触媒討論会 2022 年 9 月 20 日(火)~22 日(木) 富山大学 五福キャンパス
- 担持金触媒を用いるアルキルエステルとヒドロシランのシリルクロスカップリング
安井祐希・土井雅文・三浦大樹・宍戸哲也, 第 130 回触媒討論会 2022 年 9 月 20 日(火)~22 日(木) 富山大学 五福キャンパス
- 担持 Au 触媒を用いた CO₂ 水素化による低温メタノール合成
中川拓海・三浦大樹・宍戸哲也, 第 130 回触媒討論会 2022 年 9 月 20 日(火)~22 日(木) 富山大学 五福キャンパス
- メタノール酸化的改質反応に対する微量不純物の阻害効果
野本賢俊・三浦大樹・宍戸哲也, 第 52 回石油・石油化学討論会 2022 年 10 月 27 日(木)~28 日(金) JA 長野ビル
- 不純物を含有するメタノールの酸化的改質反応に対する銅系触媒の耐久性向上
野本賢俊・三浦大樹・宍戸哲也, 第 42 回水素エネルギー協会大会 2022 年 11 月 28 日(月)~29 日(火) タワーホール船堀
- リン添加 Rh 触媒を用いた CO₂ 水素化による CO の高効率合成
福田一真・三浦大樹・宍戸哲也, 第 42 回水素エネルギー協会大会 2022 年 11 月 28 日(月)~29 日(火) タワーホール船堀
- 担持 Au 触媒を用いた CO₂ 水素化による低温メタノール合成

- 中川拓海・三浦大樹・宍戸哲也, 第 42 回水素エネルギー協会大会 2022 年 11 月 28 日(月)~29 日(火) タワーホール船堀
20. 担持 Au 触媒を用いるジアルキルエーテル C(sp³)-O 結合のポリル化
西尾英倫・三浦大樹・宍戸哲也, 第 131 回触媒討論会 2023 年 3 月 16 日(木)~17 日(金) 神奈川大学 みなとみらいキャンパス
21. 担持金属硫化物触媒の構造と酸性質
野上健幸・三浦大樹・宍戸哲也, 第 131 回触媒討論会 2023 年 3 月 16 日(木) ~17 日(金) 神奈川大学 みなとみらいキャンパス.
22. 担持金触媒によるエーテル C-O 結合シリル化の反応機構解析
常定祐之介・土井雅文・安井祐希・三浦大樹・宍戸哲也, 第 131 回触媒討論会 2023 年 3 月 16 日(木) ~17 日(金) 神奈川大学 みなとみらいキャンパス
23. 担持 Au 触媒を用いた CO₂ 水素化によるメタノール合成: Au 粒子のサイズ効果
中川拓海・三浦大樹・宍戸哲也, 第 131 回触媒討論会 2023 年 3 月 16 日(木)~17 日(金) 神奈川大学 みなとみらいキャンパス
24. 担持 Au 触媒を用いるアルキルエステル C(sp³)-O 結合のポリル化
土井 雅文・三浦 大樹・宍戸 哲也, 第 103 春季年会 2023 年 3 月 22 日(水)~25 日(土) 東京理科大 野田キャンパス
25. 担持 Au 触媒を用いたポリエステル分解のシリル化
岡本紗椰香・土井雅文・安井祐希・三浦大樹・宍戸哲也, 日本化学会第 103 春季年会 2023 年 3 月 22 日(水) ~25(土) 東京理科大学 野田キャンパス
- 【国際会議】
- CO₂ hydrogenation over supported Rh catalysts: Unusual effect of phosphorous on the selectivity
T. Shishido, K. Fukuda, H. Miura, The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9) July 24-29, 2022, Fukuoka, Japan
 - Borylation of C(sp³)-O bonds under heterogeneous gold catalysis
H. Miura, The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9), July 27, 2022. Fukuoka, Japan.
 - Deposition of highly dispersed gold nanoparticles onto metal phosphates by deposition-precipitation with aqueous ammonia
H. Nishio, H. Miura, T. Shishido, The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9,) July 24-29, 2022 Fukuoka, Japan
 - Deposition of highly dispersed gold nanoparticles onto metal phosphates by deposition-precipitation with aqueous ammonia
H. Nishio, H. Miura, T. Shishido, Post Symposium of TOCAT9, 60th Aurora seminar, 2022 August 1st, 2022 Hokkaido, Japan
 - Deposition of highly dispersed gold nanoparticles onto various inorganic materials by deposition-precipitation
H. Nishio, H. Miura, T. Shishido, Workshop after the ReHES Lecture Meeting (Prof. Dario R. Dekel), 2022 September 16th, Tokyo, Japan
 - Inhibitory effect of trace impurities on the catalytic activity in methanol reforming
Katsutoshi Nomoto, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, 12th International Conference on Environmental Catalysis (ICEC2022, Osaka, Virtual) July 30-August 2, 2022, Osaka, Japan
 - NO reduction over Rh-based hybrid clustering catalysts
Shinji Endo, Shun Hayashi, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, 12th International Conference on Environmental Catalysis (ICEC2022, Osaka), July 30-31, 2022 Osaka, Japan
 - Acid property of SiO₂-Al₂O₃ supported tungsten sulfide catalyst
Takeyuki Nogami, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, 12th International Conference on Environmental Catalysis (ICEC2022, Osaka), July 30-31, 2022 Osaka, Japan.
 - Low-temperature hydrogenation of CO₂ to methanol over supported gold catalysts
Takumi Nakagawa, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9, Fukuoka, Virtual) July 24-29, 2022, Fukuoka, Japan
- 【依頼講演】
- 金と他元素の協働で拓く新しい不均一系有機合成
三浦大樹, 第 13 回触媒科学研究発表会 2022 年 6 月 10 日(金) 金沢大学サテライトプラザ
 - Ag Size/Structure-Dependent Effect on Low-Temperature Selective Catalytic Oxidation of NH₃ over Ag/MnO₂
H. Wang, M. Lin, T. Murayama, M. Haruta, H. Miura, T. Shishido, Taipei International Conference on Catalysis (TICC2022) July 20-22, 2022 Taipei, Taiwan
 - Selective catalytic reduction of NO over Rh supported on hydroxyapatite
S. Doi, H. Miura, T. Shishido, 12th International Conference on Environmental Catalysis (ICEC2022) July 30-Aug. 2, 2022 Osaka, Japan
 - Organic Transformations by Concerted Catalysis of Pd and Au on Alloy Nanoparticles
H. Miura, JPI-KSIEC joint symposium "Advances in Material and Processing for Energy-Environmental Applications", November 3, 2022. Daejeon, Korea.
 - Catalytic Synthesis of A-Amino Acids: Selective Conversion of Glyceric Acid to Alanine over Bifunctional Ru/TiO₂ Catalysts
S. Saito, H. Miura, T. Shishido, 48th Science and Technology for Advancing Toward SDGs (48th STT) Nov. 29-Dec. 1, 2022, Bangkok, Thailand
 - XAFS の基礎の基礎
宍戸哲也, 日本化学会第 103 回春季年会 2023 年 3 月 22 日(水)~25 日(土) 東京理科大学 野田キャンパス
 - 固体表面での高効率有機分子変換を可能にする金と他元素の協働触媒作用

三浦大樹, 日本化学会第 103 回春季年会 2023 年 3 月 22 日(水)~25 日(土) 東京理科大学 野田キャンパス

■受賞

1. 公益社団法人 石油学会 論文賞
“ Y_2O_3 系触媒を用いた均一系塩基フリー条件下でのグルコースからの乳酸合成”
畑 大地, 相原 健司, 三浦 大樹, 宍戸 哲也
2. 公益社団法人 石油学会 2021 年度石油学会奨励賞
“C-H 結合の活性化に基づく環境調和型有機分子変換のためのルテニウム触媒系の開発”
三浦大樹
3. Royal Society of Chemistry Poster Award “Low-temperature hydrogenation of CO_2 to methanol over supported gold catalysts”
Takumi Nakagawa, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9, Fukuoka, Virtual) July 24-29, 2022, Fukuoka, Japan
4. Presentation Award “Inhibitory effect of trace impurities on the catalytic activity in methanol reforming”
Katsutoshi Nomoto, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, 12th International Conference on Environmental Catalysis (ICEC2022, Osaka, Virtual) July 30-August 2, 2022, Osaka, Japan
5. 公益社団法人 日本化学会 第 37 回「若い世代の特別講演証」
“固体表面での高効率有機分子変換を可能にする金と他元素の協働触媒作用”
三浦大樹

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)
エネルギー工学, 熱工学, 自動車工学, 水素エネルギー
9-455号室 TEL:042-677-2715 内線4134
shudot@tmu.ac.jp

博士後期課程 2名

修士課程 3名

学部4年 4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

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。また, 同様のセルを用いた電気化学式の水素昇圧システムについても研究。

直接メタノール燃料電池の発電性能向上に関する研究

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に関する研究

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に関して素反応数値計算を用いた解析を実施。水素, アンモニア, ガソリンなどを用いた予混合圧縮着火燃焼の成立性についても研究。

■論文

1. T. Usui, T. Shudo, Study on homogeneous charge compression ignition combustion in argon circulated closed cycle hydrogen engine, International Journal of Hydrogen Energy, Vol.47, pp.38427-38431.

■学会発表

1. 山神僚太郎, 粟飯原柊子, 首藤登志夫, 電気化学式水素昇圧システムの昇圧性能に関する研究, 第42回水素エネルギー協会大会予稿集, pp.80-83, 2022年11月。

2. 橋本真志, 首藤登志夫, アンモニアを燃料とするクロードサイクルHCCIエンジンに関する研究, 第42回水素エネルギー協会大会予稿集, pp.198-201, 2022年11月。

3. 浅井克哉, 首藤登志夫, 水素を添加したアンモニアSIエンジンにおけるノッキングに関する研究, 第42回水素エネルギー協会大会予稿集, pp.202-205, 2022年11月。

4. 首藤登志夫, 臼井拓海, アルゴン循環クロードサイクル水素エンジンにおける予混合圧縮自己着火燃焼に関する研究, 自動車技術会伝熱技術部門委員会, 2022年9月。

■受賞

1. 山神僚太郎, 自動車技術会大学院研究奨励賞, “電気化学式水素昇圧システムの昇圧性能に関する研究”, 2023年3月。

■学際的な研究の推進

研究室において応用化学出身の学生と機械工学出身の学生が協働してエネルギー関連研究を実施。

先端触媒反応分野 天野研究室

教授 天野 史章 助教 別府 孝介

■ 構成員

天野 史章(あまの ふみあき)教授/博士(工学)
光電気化学, エネルギー化学, 光触媒
フロンティア研究棟201号室 TEL:042-677-2852 内線5561
f.amano@tmu.ac.jp

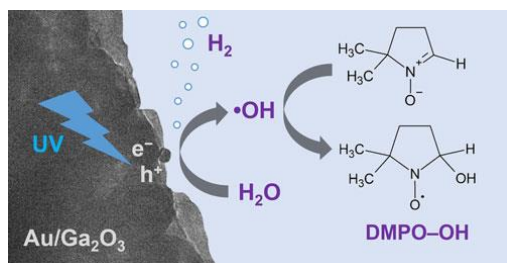
別府 孝介(べっふ こうすけ)助教/博士(工学)
無機材料, 触媒化学, 電極触媒
フロンティア研究棟201号室 TEL:042-677-2852 内線5561
beppu@tmu.ac.jp

特任助教 1名
博士後期課程 1名
修士課程 4名
学部4年 1名

■ 研究概要

光触媒によるメタン変換反応

Ga₂O₃光触媒に紫外光を照射すると、水蒸気の下において、メタンの脱水素カップリング反応(2CH₄ → C₂H₆ + H₂)が進行することを見出した。スピントラッピング剤として5,5-ジメチル-1-ピロリン N-オキシド(DMPO)を用い、電子スピン共鳴法により反応中間体であるOHラジカル種を定量したところ、高いC₂H₆生成率を示したAu/Ga₂O₃光触媒においてOHラジカルの生成濃度が高いことが明らかとなった。光触媒上で生成したOHラジカルがメタンを活性化する反応機構が支持された。



水電解のための電極触媒

チタン繊維を被覆したIrO₂とTa₂O₅の混合酸化物層は、水電解における酸素発生反応に有効な電極触媒である。このIrO₂-Ta₂O₅電極触媒は非晶質であるため、その触媒活性構造は不明であった。そこで、X線吸収分光法によって、非晶質IrO₂ナノ粒子の局所構造解析を行った。非晶質ナノ粒子は[IrO₆]八面体構造を有しており、この局所構造が高い触媒活性だけでなく、触媒寿命の向上に寄与することが示された。電極触媒の調製時に添加するポリエチレングリコールが、前駆物質に含まれる[IrCl₆]八面体から[IrO₆]八面体への配位子交換を促進し、熱処理温度を低温化した。その結果、電気化学有効表面積が増大し、触媒活性が向上することがわかった。



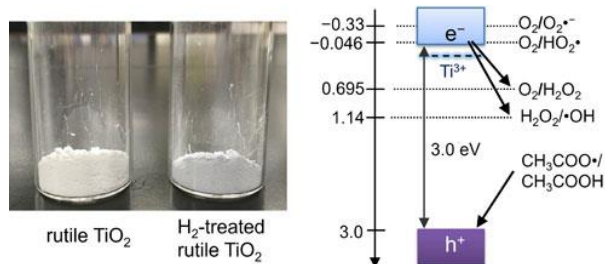
水素発生のための色素増感光触媒

アリザリン(1,2-DHAQ)は化学的な安定性が高い赤色の色素分子である。1,2-DHAQの骨格を構成するアントラキノンについて、水酸基の置換位置が、色素増感Pt-TiO₂光触媒の水素発生活性に及ぼす影響を調査した。種々の分子について検討したところ、アントラキノンの2位に位置する水酸基が、可視光照射下での水素発生反応に不可欠であることがわかった。2位の水酸基が色素からTiO₂への電子注入を促進し、逆にTiO₂粒子から色素酸化体への電子移動は抑制されることが明らかとなった。



高活性ルチル型TiO₂光触媒

アナタース型TiO₂は、紫外光照射下でしか光触媒活性を示さない。一方、結晶相の異なるルチル型TiO₂は、波長410 nm未満の可視光も吸収できる。しかし、ルチル型TiO₂の光触媒活性は高くなかった。われわれは700°CでのH₂処理によってルチル型TiO₂が活性化され、波長405 nmにおいて酢酸分子の酸化分解反応を促進できることを見出した。この光触媒活性は従来のアナタース型TiO₂よりも有意に高かった。また、光触媒反応中にH₂O₂が形成する新しい反応機構が確認された。



■ 査読付き論文

1. F. Amano*, A. Yamamoto, J. Kumagai, Highly Active Rutile TiO₂ for Photocatalysis under Violet Light Irradiation at 405 nm, *Catalysts*, 12(10), Article 1079, 2022.
2. F. Amano*, Y. Akaki, A. Yamakata, Effects of Hydroxy Groups in Anthraquinone Dyes on Photocatalytic Activity of Visible-light-sensitized Pt-TiO₂ for Hydrogen Evolution, *Catalysis Surveys from Asia*, 27, pp 75-83, 2022.
3. F. Amano*, S. Koga, Electrochemical Impedance Spectroscopy of WO₃ Photoanodes on Different Conductive Substrates: The Interfacial Charge Transport between Semiconductor Particles and Ti Surface, *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 921, Article 116685, 2022.
- 4) D.O.B. Apriandanu, S. Nomura, S. Nakayama, C. Tateishi, F. Amano*, Effect of Two-step Annealing on Photoelectrochemical Properties of Hydrothermally Prepared Ti-Doped Fe₂O₃ Films, *Catalysis Today*, in press, 2022.

5. F. Amano*, S. Nakayama, Improvement of Water Splitting Activity of Silver-Excess AgTaO₃ Photocatalysts via Nitric Acid Washing Treatment, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(4), Article 108089, 2022.
6. F. Amano*, M. Ishimaru, Hydroxyl Radical Formation on Metal-Loaded Ga₂O₃ Photocatalysts for Dehydrogenative Coupling of Methane to Ethane with Water, *Energy Fuels*, 36(10), pp 5393-5402, 2022.
7. F. Amano*, Y. Furusho, S. Yamazoe, M. Yamamoto, Structure-Stability Relationship of Amorphous IrO₂-Ta₂O₅ Electrocatalysts on a Ti Felt for Oxygen Evolution in Sulfuric Acid, *The Journal of Physical Chemistry C*, 126(4), pp 1817-1827, 2022.
8. M. V. Makarova*, F. Amano*, S. Nomura, C. Tateishi, T. Fukuma, Y. Takahashi*, Y. E. Korchev*, Direct Electrochemical Visualization of the Orthogonal Charge Separation in Anatase Nanotube Photoanodes for Water Splitting, *ACS Catalysis*, 12(2), pp 1201-1208, 2022.
9. S. Ishizuka*, J. Nishinaga, K. Beppu, T. Maeda, F. Aoyagi, T. Wada, A. Yamada, J. Chantana, T. Nishimura, T. Minemoto, M. Islam, T. Sakurai, N. Terada, Physical and Chemical Aspects at the Interface and in the Bulk of CuInSe₂-based Thin-film Photovoltaics, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 24, pp 1262-1285, 2022.
10. R. Yoneda, K. Beppu, T. Maeda, T. Wada*, Crystallographic and Optical Properties of Wide Bandgap Photovoltaic Semiconductor System, Cu(AI,In)Se₂, *Japanese Journal of Applied Physics*, 61, SC1080, 2022.
11. S. Hosokawa, Y. Oshino, K. Beppu, T. Tanabe, T. Motohashi, H. Asakura, K. Teramura, T. Tanaka*, Dynamic Behavior of Pd/Ca₂AlMnO_{5+δ} for Purifying Automotive Exhaust Gases under Fluctuating Oxygen Concentration, *Catalysis Today*, in press, 2022.

■学会発表

【招待講演・依頼講演】

1. 天野史章, ガス拡散半導体電極の開発と光電気化学的な水蒸気分解による水素製造, 日本化学会第102春季年会イノベーション共創プログラム 2022年3月25日 オンライン開催
2. Fumiaki Amano, Photocatalytic Dehydrogenative Coupling of Methane in the Presence of Water Vapor, *Post Symposium of TOCAT9, 60th Aurora seminar, The 9th International Symposium of Institute for Catalysis*, August 1, 2022, Hokkaido University, Institute for Catalysis
3. 天野史章, 気相中の小分子変換を志向した光電気化学系の開発, 触媒学会(西日本支部)第60回触媒研究懇談会 2022年9月9日 オンライン開催
4. 天野史章, 光電気化学触媒とメタン転化, 2022年度高難度選択酸化反応研究会シンポジウム 2023年1月20日 東京工業大学 大岡山キャンパス

【国内発表】

1. 天野史章, 電解還元法による酸素酸化反応プロセスの構築, JSTさきがけ「電子やイオン等の能動的制御と反応」領域公開シンポジウム(1期生成果発表会) 2022年1月8日 オンライン開催 口頭発表
2. 津代啓佑・天野史章, 多孔質輸送電極を用いた水蒸気電解プロセスの開発と水蒸気分圧依存性, 第59回化学関連支部合同九州大会 2022年7月2日 北九州国際会議場 ポスター発表
3. 別府孝介・吉田朋子・山本宗昭・山添誠司・天野史章, Ti繊維上にコートしたアモルファスIrO₂-Ta₂O₅電極触媒の局所構造と酸素発生反応中の構造安定性の相関, 第130回触媒

討論会 2022年9月21日 富山大学五福キャンパス 口頭発表

4. 宇野太喜・吉川聡一・天野史章・山添誠司, 低周波振動駆動型振動触媒による水からの水素生成, 第130回触媒討論会 2022年9月26日 オンライン ポスター発表
5. 柴田賢人・別府孝介・天野史章, 炭素系触媒電極による過酸化水素生産におけるpHの影響, 第130回触媒討論会 2022年9月26日 オンライン ポスター発表
6. 中山智志・別府孝介・天野史章, 種々の半導体粒子を用いた水蒸気存在下での気相光触媒反応の検討, 第130回触媒討論会 2022年9月26日 オンライン ポスター発表
7. Dewangga Oky Bagus Apriandanu, Kosuke Beppu, Fumiaki Amano, Ti-doped Fe₂O₃ Photoanodes on Three-Dimensional Titanium Microfiber Felt Substrate for Photoelectrochemical Oxygen Evolution, 第41回固体・表面光化学討論会 2022年11月15日 東京都立大学南大沢キャンパス口頭発表
8. 中山智志・別府孝介・天野史章, 水蒸気存在下における半導体光触媒の気固界面反応特性と中間ラジカル種, 第41回固体・表面光化学討論会 2022年11月15日 東京都立大学南大沢キャンパス口頭発表
9. 前田瑠実斗・柳川勝紀・前田憲成・天野史章, 嫌氣的メタン酸化アーキアが介在する微生物燃料電池の開発に向けて, 日本微生物生態学会第35回大会 2022年10月31日~11月3日 札幌コンベンションセンター ポスター発表
10. 天野史章・中山智志・別府孝介, 半導体光触媒表面上での水分子を介したメタンの活性化, 第131回触媒討論会 2023年3月16日~17日 神奈川大学みなとみらいキャンパス口頭発表
11. 別府孝介・天野史章, Ti繊維に被覆したRuO₂ナノ粒子電極触媒による酸素発生反応, 電気化学会第90回大会 2023年3月27日~29日 東北工業大学八木山キャンパス 口頭発表

【国際会議】

1. Fumiaki Amano, Vapor-Fed Photoelectrochemical Water Splitting by Gas Diffusion Photoelectrodes, *The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9)*, July 25, 2022, Fukuoka International Congress Center, Oral presentation
2. Satoshi Nakayama, Fumiaki Amano, Improvement of Photocatalytic Activity of Ag-Excess AgTaO₃ via HNO₃ Treatment, *TOCAT9*, July 25, 2022, Fukuoka International Congress Center, Short presentation, Poster presentation
3. Fumiaki Amano, Gas-Phase Photoelectrochemical Reactions using WO₃ Photoanode Decorated with Tungsto(VI) Phosphoric Acid, *The 73rd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (ISE)*, September 13, 2022, Online, Oral presentation
4. Dewangga Oky Bagus Apriandanu, Shinpei Nomura, Satoshi Nakayama, Kento Shibata, Fumiaki Amano, Fe₂O₃ Photoanodes on Different Conductive Substrates for Photoelectrochemical Oxygen Evolution Reaction, *The 73rd Annual Meeting of the ISE*, September 13, 2022, Online, Oral presentation

■著書・総説・解説, 報告書

1. 天野史章, 第4章第2節「光駆動型メタンカップリング反応」, メタンと二酸化炭素—その触媒的・化学変換技術の現状と展望(仮題), シーエムシー・リサーチ(2023年1月発行予定)

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 北九州市立大学大学院(訪問研究生受入)3名
2. 北九州市立大学大学院(国費外国人留学生受入)1名
3. インドネシア大学(協定校推薦による留学生の入学)1名

特定学術研究

■川上研

産学共同研究費による研究 7 件
提案公募型研究費による研究 1 件
1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) 燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業(研究代表者 川上 浩良)「機能性ナノファイバーフレームワークを基本骨格とする低コスト・高耐久性電解質複合膜の研究開発」

文部科学省科学研究費による研究 2 件
1) 挑戦的研究(萌芽)(研究代表者 川上 浩良)「ミトコンドリア品質管理を行う機能性ナノキャリアによる加齢性疾患治療」
2) 基盤研究(C)(研究代表者 田中 学)「高分子ナノファイバーを利用した異種官能基の協働効果による高速プロトン伝導体の創製」

東京都プロジェクト 東京都立大学・東京都医学総合研究所共同研究(研究代表者 川上 浩良)「将来の感染症対策に資する研究」
東京都立大学 高度研究(研究代表者 川上 浩良)「細胞間情報伝達小胞エクソソームの作用機序の解明と医療応用」
東京都立大学創発未来社会研究プロジェクト 重点研究(研究代表者 山登正文)「CO₂の直接大気回収DACに向けた研究」
東京都立大学若手研究者等選抜型研究支援 有望研究(研究代表者 田中 学)「有機ナノイオニクスに基づく物質変換技術の創出」

■朝山研

寄付金による研究 1 件
産学共同研究費による研究 2 件
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 朝山章一郎)「生体組織内未踏領域への環状 DNA 拡散送達材料の創製とその場組織幹細胞再生医療実現」
2) 挑戦的研究(萌芽)(研究代表者 朝山章一郎)「神経細胞回復/病因物質排除マルチ作用型バイオマテリアルの創製による認知症治療挑

■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) 東京応化科学技術振興財団研究助成(研究代表者 伊藤正人)「ESIPT を活用した高効率シングルレット分子の創製」
文部科学省科学研究費による研究 1 件
1) 挑戦的研究(萌芽)(研究代表者 久保由治)「励起子拡張性を利用する水分散型超分子光触媒の創製」
文部科学省科学研究費による研究 1 件

■瀬高研

提案公募型研究費による研究 1 件
1) 2022 年度池谷科学技術振興財団 国際交流等助成(研究代表者 瀬高 渉)「Crystalline Molecular Gyrotops as Fluorescent Dielectric Materials」
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 瀬高 渉、継続)「固体分子ローターの複合機能化と分子トポロジー化学への展開」

■金村研

寄付金による研究 1 件
学術相談による研究 5 件
産学共同研究費による研究 8 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 3 件
1) 基盤研究(B)(研究代表者 棟方裕一)「触媒-電解質相互作用の制御に基づく電極触媒の高活性・高耐久化」
2) 挑戦的研究(萌芽)(研究代表者 棟方裕一)「水酸化物イオン伝導性イオン液体の創製に基づく新しい電気化学の開拓」
3) 挑戦的研究(萌芽)(研究分担者 金村聖志)「層状酸化物正極材単結晶の電極現象解明と単結晶リチウムイオン電池への展開」

■梶原研

学術相談による研究 3 件
産学共同研究費による研究 4 件
提案公募型研究費による研究 7 件
1) 大倉和親記念財団研究助成(研究代表者 梶原浩一)
2) JK 補助金湖面研究補助(研究代表者 柳下 崇)
3) フジクラ財団研究助成(研究代表者 柳下 崇)
4) 軽金属奨学会研究補助金(研究代表者 柳下 崇)
5) 軽金属奨学会課題研究(研究代表者 柳下 崇)
6) 泉科学技術振興財団研究助成(研究代表者 柳下 崇)
7) 金型技術振興財団研究助成(研究代表者 柳下 崇)
文部科学省科学研究費による研究 3 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」
2) 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」
3) 基盤研究(C)(研究代表者 柳下 崇)「高規則性ナノスルーホールメンブレンの作製と機能化」

■高木研

産学共同研究費による研究 2 件
民間研究助成の受給 1 件
1) 池谷科学技術振興財団助成金(研究代表者 高木慎介)「ナノシート型人工光合成系の構築」
国際共同研究 1 件
1) ソウル女子大学 Won-Sik Han 研究室
提案公募型研究費による研究 6 件
1) 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」
2) 公益財団法人 泉科学技術振興財団 研究助成(研究代表者 石田玉青)「無機ナノシートを用いた金ナノ粒子表面での酸化物界面形成による高活性触媒の開発」
3) 北海道大学 触媒科学研究所 触媒科学計測共同研究拠点 共同利用・共同研究(2022 年度第 I 期 提案型)(研究代表者 石田玉青)「層状複水酸化物担持金クラスター・金単原子触媒の開発」
4) 北海道大学 触媒科学研究所 触媒科学計測共同研究拠点 共同利用・共同研究(2022 年度第 II 期 提案型)(研究代表者 石田玉青)「層状複水酸化物単層ナノシ

- ートを利用した表面酸化修飾金ナノ粒子触媒の開発」
- 5) SPring-8 大学院生提案型課題 (産業利用分野) (研究代表者 中山晶皓)「層状複水酸化ナノ粒子を利用した担持金単原子・金クラスター触媒の調製における in situ XAFS を用いた金の電子状態解析」
- 産学共同研究費による研究 1件
- 1) 挑戦的研究(萌芽) (研究代表者 高木慎介)「生命の起源における超分子的情報伝達モデルの提唱と検証」

■分析化学研究室

- 提案公募型研究費による研究 2件
- ・文科省委託事業再委託(研究分担者 中嶋秀)
- 「BGC-Argo 搭載自動連続炭酸系計測システムの開発」
- ・環境研究総合推進費(研究分担者 加藤俊吾)
- 「『光化学オキシダント生成に関わる反応性窒素酸化物の動態と化学過程の総合的解明』サブテーマ:揮発性有機化合物の種類別計測による有機窒素化合物との関係性の解明」

- 産学共同研究費による研究 7件
- ・基盤研究(B) (研究代表者 中嶋秀)
- 「海底堆積物中の間隙水の pH 計測を指向した ISFET アレイセンサーの開発」
- ・基盤研究(B) (研究分担者 中嶋秀)
- 「酸化亜鉛ナノワイヤを基軸とする分離計測技術の開拓」
- ・萌芽(研究代表者 中嶋秀)
- 「表面プラズモン共鳴センサーを用いる呼気凝縮液中エクソソーム分析法の開発」
- ・基盤研究(B) (研究分担者 加藤俊吾)
- 「日本海側特有の冬季季節風が織りなす未知の新粒子生成メカニズム」
- ・基盤研究(C) (研究分担者 加藤俊吾)
- 「オゾン反応性計測に基づく植物由来揮発性有機化合物の放出特性把握」
- ・若手研究(研究代表者 毛思鋒)
- 「Probe-type nanowire sensor for label-free, in-situ, ultrasensitive detection of biomarkers from single cell in adherent culture」
- ・若手研究(研究代表者 山本将史)
- 「光合成及び石灰化のリアルタイム観測」

■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 4件
- 提案公募型研究費による研究 5件
- 1) 東京都立大学において海外諸都市からの留学生を受け入れて実施する高度研究(研究代表者, 宍戸哲也, 研究分担者, 三浦大樹)「革新的触媒を基盤とする二酸化炭素の高度リサイクル・資源化技術」
- 2) 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」
- 3) 創発的研究支援事業(JST-SPRING)(研究代表者, 三浦大樹)「金ナノ粒子—他元素協働が拓く不均一系有機合成の新展開」
- 産学共同研究費による研究 2件
- 1) 基盤研究B(一般), (研究代表者, 宍戸哲也)
- 「低温での二酸化炭素資源化反応に有効な高機能触媒の創製と学理の解明」
- 2) 基盤研究B(一般), (研究代表者, 三浦大樹)
- 「金ナノ粒子—酸塩基協働触媒系の作動原理解明に基づく迅速炭素—ヘテロ原子結合形成」
- 3) 挑戦的研究(萌芽), (研究代表者, 三浦大樹)

「ポリエステルから高付加価値有機分子への直接変換を可能とする革新的触媒の設計・開発」

■首藤研

産学共同研究費による研究 1件

■天野研

- 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 2件
- 1) 東京都立大学特別招聘教授研究支援(研究代表者 天野史章, 研究分担者 別府孝介)「先進触媒材料と反応制御による物質変換・資源化プロセスの開発」
- 2) JPEC若手研究者基礎研究委託事業(研究代表者 別府孝介)「RuO₂-MnO₂複合酸化物を用いた高耐久OER触媒の開発」
- 産学共同研究費による研究 1件
- 1) 基盤研究(B)(研究代表者 天野史章)「気相小分子を転換するための光電気化学プロセスと活性種制御に関する研究」

■川上 浩良

1. 海外学術誌の Associate Editor : Applied Membrane Science & Technology
2. 高分子学会燃料電池研究会 運営委員会委員
3. 高分子分子学会武蔵野地区 運営委員会委員
4. 日本人工臓器学会 評議委員
5. 日本膜学会 理事
6. 日本バイオマテリアル学会 評議委員
7. 日本酸化ストレス学会 評議委員
8. 国内学会、国際学会の企画、主催(約 10 件)など
9. NEDO『GI 基金事業/CO₂の分離回収等技術開発プロジェクト』委員会委員長
10. NEDO『GI 基金事業/CO₂の分離回収等技術開発プロジェクト』技術・社会実装推進委員会委員長
11. 経産省, NEDO『燃料電池技術開発ロードマップ検討委員会』委員
12. 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
13. 公立大学協会 第 2 委員会 WG 委員
14. 文部科学省『大学入学者選抜における好事例選定委員会』委員
15. 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
16. 文部科学省「科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設事業」主任メンター
17. 文部科学省「次世代研究者挑戦的研究プログラム事業」事業統括支援/主任メンター
18. 大学入試センター 大学入学共通テスト企画委員会委員
19. 日本学術振興会 科学研究費委員会専門委員
20. 新化学技術推進協会 委員

■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 45 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. 有機合成化学協会 代議員
3. 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
4. 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. ICOM2023 実行委員
2. 東京都産業労働局助成事業 審査委員
3. 東京都中小企業振興公社助成事業 審査委員

■乗富秀富

1. Editorial Board Member of 'Journal of Engineering'
2. Editorial/Reviewer Board Member of 'International Journal of GEOMATE'
3. 分離技術会企画・出版委員会委員
4. 学術論文審査
5. 青山学院大学非常勤講師 (化学工学通論)

■朝山章一郎

1. 日本バイオマテリアル学会 評議委員
2. 高分子学会医用高分子研究会 運営委員
3. 高分子学会関東支部武蔵野地区懇話会 幹事
4. ALA-Porphyrin Science 編集委員
5. 文部科学省指定スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員 (都立富士高等学校・都立富士高等学校附属中学校)
6. 第 38 回日本 DDS 学会学術集会優秀発表賞審査委員
7. 第 44 回日本バイオマテリアル学会大会ポスター発表審査委員
8. 学術論文審査・学会座長

■久保由治

1. 企業との共同研究
2. 国際学術誌「Supramolecular Chemistry」の編集委員会メンバー (Editorial Board Member)
3. 第 20 回ホスト・ゲスト・超分子シンポジウム実行委員長
4. 東京薬科大学後援会副会長
5. センサ&IoT コンソーシアム学術会員
6. 学術論文審査
7. 学会での座長・優秀講演賞審査委員

■伊藤正人

1. 学会での座長やポスター賞の審査委員
2. 企業との共同研究

■瀬高 渉

1. 学術論文審査
2. 国内外の各種学会における座長、講演賞審査
3. 2023 年ホスト・ゲスト・超分子化学シンポジウム実行委員
4. 他大学学位論文審査

■稲垣佑亮

1. 日本化学会 CSJ フェスタ ポスター審査員
2. 2023 年ホスト・ゲスト・超分子化学シンポジウム実行委員

■金村聖志

1. 国立研究開発法人科学技術振興機構 ALCA-Spring 研究統括
2. 共創の場形成支援プログラム COI-NEXT プロジェクトリーダー

■棟方裕一

1. 日本無機リン化学会 編集委員
2. 燃料電池開発情報センター 編集委員
3. 日本化学会 化学電池材料研究会 幹事
4. 電気化学会 大会学術企画委員会 委員
5. 電気化学会 電気化学普及委員会 委員
6. 電気化学会 2022 年秋季大会 実行委員

■梶原浩一

1. 日本セラミックス協会 Journal of Asian Ceramic Societies, Associate Editor
2. 日本セラミックス協会ガラス部会副事務局長
3. 日本セラミックス協会代議員
4. 日本化学会代議員
5. ニューガラスフォーラム ガラス科学技術研究会 主査
6. 第 63 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会実行委員長・ガラス産業連合会ガラス技術シンポジウム WG 委員
7. International Year of Glass 2022(国際ガラス年 2022) 日本実行委員会 実行委員

8. 東京都立大学オープンユニバーシティ講師
9. 企業との共同研究
10. 学術論文審査、学会での座長・講演賞審査等

■武井 孝

1. 日本粉体工業技術協会 造粒分科会副コーディネーター
2. 学術論文審査

■柳下 崇

1. 電気化学会理事
2. 電気化学会関東支部事務局長
3. 電気化学会評議員
4. 表面技術協会会計理事
5. 表面技術協会編集委員会学術主査
6. 表面技術協会アカデミー実行委員会委員
7. 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
8. 表面技術協会評議員
9. 日本化学会関東支部幹事

■石島政直

1. 第 63 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会実行委員

■高木慎介

1. 光化学協会 常任理事(事務局長)
2. Asian and Oceanian Photochemistry Association(アジア光化学協会) Councilor (Secretary Treasure)
3. 日本化学会(光化学ディビジョン副主査)
4. 日本粘土学会 理事
5. Clay Science 誌 Editor
6. 日本化学会 低次元系光機能材料研究会 運営委員
7. J. Photochem. Photobiol. C 誌 Editor
8. 大阪府立大学客員教授
9. 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
10. 固体表面光化学討論会 共同代表
11. 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 プログラム教員
12. 東京理科大学非常勤講師
13. J. Photochem. Photobiol. 誌 Editorial Board
14. ICP2023 プログラム委員(リーダー)
15. 分子光機能研究会 主催、運営担当
16. 企業との共同研究(2件)
17. 第 41 回 固体・表面光化学討論会 実行委員長

■石田玉青

1. 第 12 回 CSJ 化学フェスタ 実行委員
2. 一般社団法人 持続社会発展のための機能化学研究委員会委員
3. 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
4. 東京工科大学非常勤講師
5. 九州大学大学院理学研究院化学部門 フロントリサーチャー育成プログラム アドバイザリーコミッティー
6. 春田正毅名誉教授追悼シンポジウム(東京都立大学 水素エネルギー社会構築推進研究センター主催)の開催
7. 第 40 回高校生化学クラブ研究発表会(日本化学会関東支部主催)実行委員長
8. 学術論文審査

9. 学会での座長や講演賞審査員

■嶋田哲也

■中嶋秀

- ・日本分析化学会論文誌「分析化学」編集幹事 2011.04~2022.03, アドバイザー 2022.04~現在
- ・学術論文審査
- ・学会での座長
- ・東京都立大学 1 日体験化学教室

■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
- ・日本大気化学会 運営委員
- ・大妻女子大学非常勤講師
- ・学術論文審査
- ・学会での座長

■毛思鋒

- ・中国分析化学会会員 2018.01~現在
- ・清華大学との共同研究
- ・学術論文審査

■山本将史

- ・日本サンゴ礁学会広報委員

■宍戸哲也

- 1) 日本学術振興会書面審査員
- 2) Royal Society of Chemistryフェロー
- 3) C&FC2023 International Advisory Board, 組織委員長
- 4) 触媒学会東日本地区幹事
- 5) 石油学会 研究技術企画委員会 委員
- 6) 水素エネルギー協会 理事
- 7) 水素科学技術連携研究会 理事
- 8) 日本化学会 触媒化学ディビジョン 主査
- 9) 学術論文審査
- 10) 企業との共同研究
- 11) Tokyo スイソ推進チーム運営会議 専門委員
- 12) 「臨海副都心のカーボンハーフ・カーボンニュートラル検討会」 専門委員
- 13) 【東京都環境局・産労局】若年層向け環境学習 講師
- 14) 学会での座長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 ジュニアサイエティ委員
- 4) 触媒学会 広報委員会委員
- 5) 触媒学会 討論会委員会
- 6) 企業との共同研究

■首藤登志夫

- ・東京都 政策評価 外部有識者
- ・東京都 功労者表彰技術振興功労 選考委員
- ・東京都 ゼロエミッション東京の実現に向けた技術開発支援事業 審査委員
- ・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 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 先導研究プログラム 事後評価委員
- ・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 事後評価委員
- ・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 具体的な技術シーズを活用した事業構想を有する起業家候補支援プログラム 書面審査員
- ・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 官民による若手研究者発掘支援事業 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 ゼロ CO2 エンジン研究会 委員
- ・日本機械学会 次世代 2 ストロークエンジン技術研究会 委員
- ・日本機械学会 先進内燃機関セミナー研究会 委員
- ・日本機械学会 動力エネルギー技術シンポジウム 水素・燃料電池 セッションオーガナイザー
- ・本田財団 本田賞推薦人
- ・日経 BP XTECH 講師

- ・企業との共同研究
- ・Editorial Board Member, “Energies”
- ・Editorial Board Member, “International Journal of Technology”

■天野史章

- 1) 学術論文審査
- 2) 学会での座長や表彰審査
- 3) 企業との共同研究や技術相談
- 4) 事業再構築補助金 中小企業等事業再構築促進事業「グリーン成長枠」書面審査委員
- 5) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所(NISTEP) 科学技術予測・政策基盤調査研究センター専門調査員
- 6) The 73rd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, Symposium 26, Symposium Organizer
- 7) The 9th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT9), Committee Member
- 8) 第 41 回固体・表面光化学討論会 世話人

■別府孝介

- 1) 学術論文審査
- 2) 学会での座長や表彰審査
- 3) 企業との共同研究
- 4) 第 41 回固体・表面光化学討論会 世話人

資格取得者数

■ 甲種危険物取扱者

新規学生取得者数

学部生： 1 名

大学院生： 4 名

学位論文リスト

修士論文

- 浅井 克哉 アンモニアと水素を用いた火花点火式エンジンに関する研究
 有馬 秀哉 孤立アニオン包接結晶の開発とアルカリイオン伝導特性評価
 石井 領 LAMP法を用いる携帯型遺伝子検査装置の開発
 伊藤 真奈 電気化学表面プラズモン共鳴センサーを用いる定量的マルチイオンチャンネル活性評価法の開発
 遠藤 伸二 貴金属-酸化物複合クラスターの合成と触媒反応への応用
 大島 百々香 ニオブアノシート表面における分子吸着状態の観察と評価
 岡山 夏帆 層状複水酸化物を用いた金属ナノ粒子触媒表面の修飾とその触媒特性
 越智 駿 チオフェン架橋かご型化合物による結晶性蛍光共鳴エネルギー移動系の構築
 香川 雅和 ピペットチップを反応場とする蛍光・化学発光酵素免疫測定法の開発
 加藤 賢也 フレキシブルスタンプを用いたパターンニング法による理想配列ポーラスアルミナの作製と評価
 門脇 伸太郎 金属-有機構造体で被覆した金属酸化物担持Auナノ粒子の調製とその触媒特性
 木村 隼太郎 エピジェネティック工学的な改変を加えたがん細胞が放出する細胞外小胞
 木村 理工 アニール処理pDNA/Zn²⁺/キャリア複合体形成による *in vivo* 骨格筋内遺伝子送達
 桑原 康太 架橋型PVAナノファイバー から構成される燃料電池用電解質膜の作製とその評価
 小路口 翼 アルキルホスホン酸修飾によるマグネシウム二次電池用多孔質MgMn₂O₄の電気化学特性評価
 小林 拓未 銅ナノ結晶を利用する電気化学的CO₂還元における競合反応の抑制
 小林 真佑子 エアロゾルデポジション法により作製したLiNi_{0.6}Co_{0.2}Mn_{0.2}O₂/Li₃B₀₃系複合正極/Li_{6.25}Al_{0.25}La₃Zr₂O₁₂/Li全固体電池の評価とサイクル特性改善
 小堀 優果 コレステロール末端短鎖PEGを被覆した長期安定バイオイナート表面の構築
 今 稜斗 グアニジニウムデンドリマー型pDNAキャリアの合成と浮遊血球系細胞への遺伝子導入
 齋藤 良介 ベンゾチアジアゾール含有近赤外線吸収BODIPYの合成と光電変換デバイスへの応用
 佐藤 勝哉 粘土ナノシート上におけるペルオキシダーゼの吸着挙動及び酵素活性能 -ナノシート電荷密度の効果-
 澤田 和堯 イオン液体含有Li_{6.25}Al_{0.25}La₃Zr₂O₁₂複合電解質を用いた半固体電池の作製
 嶋田 凌大 粘土ナノシートの粒径が吸着分子の分布構造および光増感水素発生反応に与える影響の検討
 鈴木 千翔 高温低加湿条件下での燃料電池作動を目指した酸塩基相互作用に基づくプロトン伝導性ナノファイバー複合膜の作製とその評価
 鈴木 理央 無共溶媒法によるシクロアルキルシルセスキオキサン系ガラスの合成と評価
 竹中 亮太 ケイ素を橋頭位とする大環状パドランの合成と構造
 田中 志乙 チタニアナノシートの表面負電荷密度が与える色素の吸着挙動の評価
 田中 千裕 中温作動燃料電池用リン酸/イオン液体混合電解質中におけるグラフェン系触媒の酸素還元反応活性と耐久性
 田中 智大 担持金触媒を用いたインドールのsp² C-H結合の位置選択的シリル化
 田原 親明 イミダゾール/Mnポルフィリン擬似活性中心構築に基づくカタラーゼ活性誘導医薬品指向型バイオマテリアル設計
 蔦 舞 単粒子測定を用いた種々のイオン液体系電解液中でのリチウムイオン電池用正極活物質の電気化学パラメーターの精密測定
 常定 祐之介 担持金触媒によるエーテルC-O結合のシリル化の反応機構解析
 土井 雅文 担持Au触媒によるアルキルエステルC(sp³)-O結合変換反応の開発
 遠山 万理乃 4-ノズル化学ペンを用いる単細胞分化法の開発
 中川 慎冴 無共溶媒ゾル-ゲル法による低SiOH基濃度希土類ドーブシリカガラスの合成と発光特性
 奈良 悠里 イオン交換容量の異なる各種アニオン伝導性高分子の合成と水電解用電解質膜・アイオノマーへの応用
 西村 春香 無機ナノ粒子高含有高分子複合膜の特性評価
 野上 健幸 担持金属硫化物触媒の構造と酸性質

学位論文

橋本 真志	アンモニアを燃料とするクローズドサイクルHCCIエンジンに関する研究
福田 一真	リン添加ロジウム触媒による選択的CO ₂ 水素化
美野 晃輝	デザイナー幹細胞が産生する改変型エクソソームの作製
本崎 美夕	LiMn _{0.7} Fe _{0.3} PO ₄ /LiNi _{0.8} Co _{0.1} Mn _{0.1} O ₂ 混合正極を用いたリチウム電池の特性と安全性の評価
森田 拓夢	DACを指向した超高CO ₂ 透過性を有する表面修飾ナノ粒子含有高分子複合膜の気体透過特性
安田 奈央	粘土分散水溶液中におけるユウロピウム(Ⅲ)イオン-有機配位子間錯形成の促進効果
矢田 茂久	富士山山頂及び富士山麓太郎坊における大気汚染物質 (O ₃ , CO, SO ₂) の観測
山神 僚太郎	電気化学式水素昇圧システムの昇圧性能に関する研究
山本 達貴	水素発生型光触媒への応用を指向したBODIPY誘導体の合成
若林 稜真	アルカリ形中温無加湿形燃料電池の実現に向けた水酸化物イオン伝導性イオン液体の探索と評価

博士論文

芦葉 恵介

「Suppression of cellular senescence by mitophagy-inducing liposomal nanocarriers
(マイトファジー誘導ナノキャリアによる細胞老化抑制に関する研究)」

荒川 京介

「粘土鉱物表面における立体効果に基づいた反応場機能に関する研究」

曲 奎智

「オンサイト測定のための自律送液型マイクロ化学分析システムの開発」

応化コロキウム

- 第 397 回 2022/8/10
磯部 寛之 (東京大学大学院理学系研究科)
「ナノカーボン分子の汎用合成: 第一歩」
- 第 398 回 2022/10/5
山口 和也 (東京大学大学院 工学系研究科 応用化学専攻)
「複合機能不均一系触媒による環境調和型脱水素酸化反応の開発」
- 第 399 回 2022/11/25
大山 順也 (熊本大学大学院 先端科学研究部 物質材料生命工学部門)
「原子スケール解析と機械学習による担持金属触媒の構造効果の研究」

大学院入試説明会（外部対象）

2022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21日（土）13:30～ 対面実施（参加者：8名）
- ・6月18日（土）13:30～ オンライン実施（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、現在の東京都立大学に至るまで、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の個別説明会に参加して、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(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・研究室探検入試)合格者に対する入学前教育を当学科では実施してきた。多様な選抜入試では、11月上旬および12月中旬に入学予定者が決定されるため、11月合格者向けの pre 講座を2回、および全入学予定者向けに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、ガイダンス・模擬講義、大学入試共通テスト受験、プレゼンテーション、特別研究発表会見学、TOEIC 模擬テスト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、多様な選抜合格者が大学での学修にスムーズに適応できるよう配慮している。今年度も、コロナ禍および遠方に居住している受講者に配慮し、オンラインも活用して実施した。

実施概要(2022年度)

<pre 第1回: 対面>

大学が所有する大型装置を利用した測定実験の実習を実施し、大学における研究活動への関心を高めていただいた。また、この実習の内容に関連した課題・レポート提出を課した。

<pre 第2回: オンライン>

受講生より提出された課題答案およびレポートについてのフィードバックを行い、知識や関心の定着を促した。さらに、有機化合物合成実験の web 教材を用いた実習を行い、この分野の化学への理解と関心を促した。

<第1回: オンライン>

学科ガイダンスを行い、本学における履修カリキュラムなどを紹介した。また、学科長による模擬講義を実施し、その内容に関連した課題提出を求めた。その後、茶話会にて、入学予定者同士の親睦を深めた。

<第2回>

基礎知識の定着を図る目的で、大学入試共通テスト受験を課した。また、第3回で行うショートプレゼンテーションの準備を課題として課した。

<第3回: オンライン>

受講生各自に「4年生の卒業研究(特別研究)で行いたい研究」に関するショートプレゼンテーションをしていただいた。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能力を身に付けていただいた。さらにこの回以降、化学および関連分野の英語演習課題を毎週課し、自主学習を促した。

<第4回: オンライン>

英国王立科学協会が作成した Screen Experiments などを利用して、パソコン上でアニメーションや動画による化学実験を行い、専門応用化学への関心を深めていただいた。さらにこの実習に関する実験レポートの提出を求めた。これを通して、基礎的な化学実験操作やデータの整理・解析法を英語で学び、実験レポートの作成方法を修得していただいた。さらに、化学英語の課題として課していた英語ポスターについて、優れた例を紹介し、自主学習意欲向上を促した。また、入学時期が近づいたので、履修案内を行った。

<第5回: 対面>

大学4年生が1年間取り組んできた卒業研究の最終発表会である特別研究発表会を聴講していただいた。受講生各自に、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ていただいた。また、グループディスカッションを実施し、受講生同士の交流を深めていただいた。

この他、1年生の必修科目である実践英語のクラス分けテストや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 の模擬テストを e-ラーニング上で受験して、大学入学後における英語学修の重要性を認識していただいた。

在籍学生数

博士後期課程： 22 名(環境応用化学域)
博士前期課程： 104 名(環境応用化学域)
学部4年生 : 63 名(分子応用化学コース 3 名、環境応用化学科 60 名)
学部3年生 : 56 名(環境応用化学科)
学部2年生 : 66 名(環境応用化学科)
学部1年生 : 61 名(環境応用化学科)

(2023.1.1 現在)



2022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

2023年4月1日発行