

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

2023 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 | ..... | 8 |
| 久保研究室 | ..... | 10 |
| 瀬高研究室 | ..... | 13 |
| 梶原研究室 | ..... | 16 |
| 柳下研究室 | ..... | 18 |
| 高木研究室 | ..... | 22 |
| 宍戸研究室 | ..... | 27 |
| 分析化学研究室 | ..... | 33 |
| 首藤研究室 | ..... | 39 |
| 天野研究室 | ..... | 40 |
| | | |
| 特定学術研究 | ..... | 43 |
| | | |
| 社会貢献 | ..... | 45 |
| | | |
| 資格取得者数 | ..... | 48 |
| | | |
| 学位論文 | ..... | 49 |
| | | |
| 応化コロキウム | ..... | 52 |
| | | |
| 学科・学域プロモーション | ..... | 53 |
| 大学院入試説明会 | | |
| 入学前教育 | | |
| | | |
| 在籍学生数 | ..... | 55 |

先端機能物質分野 川上研究室

教授 川上 浩良 准教授 山登 正文 准教授 佐藤 潔 准教授 田中 学
 助教 乗富 秀富 特任准教授 吉岡 正浩 特任助教 荻野 泰代 客員准教授 芦葉 恵介

■ 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、気体分離膜、DAC、燃料電池、有機
 無機複合材料、薄膜プロセス、異方性制御
 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
 エクソソーム、細胞工学、エピジェネティクス工学
 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

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

荻野 泰代(おぎの やすよ) 特任助教/博士(理学)
 燃料電池、二次電池、層状複水酸化物、無機化学、光化学、
 錯体・配位化学
 9-349 室 TEL: 042-677-1111 内線4886
 yogino@tmu.ac.jp

芦葉 恵介(あしば けいすけ) 客員准教授/博士(工学)
 バイオマテリアル、細胞工学
 9-349 室 TEL: 042-677-1111 内線4886
 ashiba@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。

今年度は新規に開発した表面修飾シリカナノ粒子を添加し
 た複合膜の気体透過メカニズムや柔軟性が低下しないメカニ
 ズムについて SAXS 等で検討を行い、粒子クラスターの構造が
 物性発現に重要であることが示唆された。

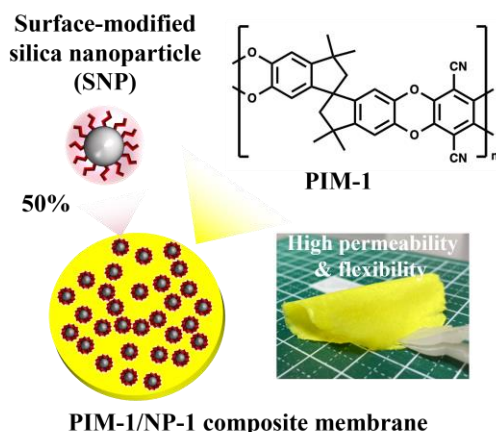


図 1. 新規開発ナノ粒子/PIM-1 複合膜

高分子固体電解質膜に関する研究

川上浩良、田中 学、山登 正文、佐藤 潔、荻野泰代

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での燃料電池作動が求めら
 れている。本研究室では、プロトン伝導性ナノファイバーに着
 目し、次世代型高分子電解質膜の研究を行っている。例えば、
 酸ドープ型ナノファイバーを基盤とする複合電解質膜は、低
 湿度での高いプロトン伝導性に加え、優れたガスバリア性と
 膜安定性を有し、従来材料を上回る優れた燃料電池発電特
 性を示すことを明らかにしている。

本年度は、プロトン伝導性のさらなる向上を目指し、新たな
 ナノファイバー複合膜の作製と評価を行った。スルホン酸基
 導入量の異なる各種スルホン化ポリ(アリーレンエーテルスル
 ホン) (SPAES)とポリベンズイミダゾールからなるブレンドナ
 ノファイバーを作製し、フィチン酸をドープ後、Nafionと複合化す
 ることで、各種ナノファイバー複合膜を得た。SPAES のスルホ
 ン酸基量が多くなるほど、プロトン伝導度が上昇し、活性化エ
 ネルギーの低い効率的なプロトン伝導パスの形成に成功した。
 また、新たなスルホン化ポリマーをナノファイバーあるいはマ
 トリクス電解質として用いた新規ナノファイバー複合膜の開発
 や、高分子電解質膜の安定性向上に寄与するラジカルクエン
 チャーの開発も行った。

そのほか、水素製造を志向したアニオン交換膜およびアニオン伝導性アイオノマーを用いた水電解に関する研究も実施した。

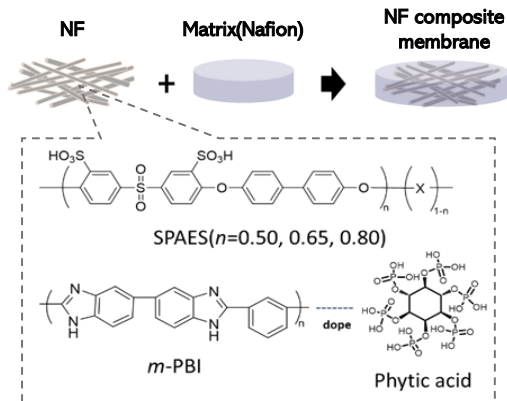


図 2. 燃料電池応用を志向したスルホン酸基導入量の異なる SPAES ブレンドナノファイバー複合膜の作製

ナノファイバーに関する研究

川上浩良、田中 学、荻野泰代

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

本年度は、全固体二次電池応用を志向し、ナノファイバー複合電解質膜の開発に取り組んだ。高分子電解質として代表的なポリ(エチレンオキシド) (PEO)に添加するリチウム塩濃度を、低塩濃度、中塩濃度、高塩濃度と変化させ、それぞれナノファイバー複合化に伴うイオン伝導度やリチウムイオン輸率の変化を評価した。低塩濃度ではナノファイバー複合化の効果が強く表れ、伝導度特性やリチウムイオン時に電池特性の向上が顕著であった。

そのほか、亜鉛空気二次電池への応用を志向したナノファイバーを補強材とするアニオン伝導性高分子ゲル電解質膜に関する研究も実施した。

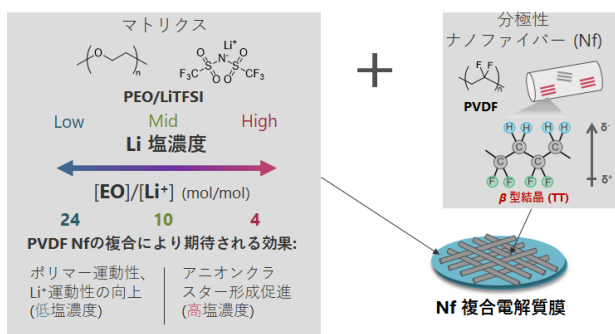


図 3. 全固体リチウムイオン電池応用を志向したリチウム塩濃度の異なるナノファイバー複合電解質膜の作製

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。特にがんでは腫瘍の悪性化を防ぐ機

構であるアポトーシスや細胞老化関連遺伝子の発現をエピゲノム改変によって抑制している。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がん治療法となり得る。

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について検討した。その結果、大腸がん細胞だけでなく肺がん細胞に対してもエピジェネティクスコントロールナノキャリアによるアポトーシス誘導や細胞老化誘導が確認された。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。

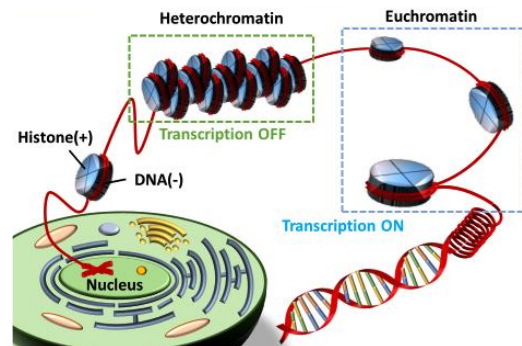


図 4. エピジェネティクスによる遺伝子発現の制御

細胞老化抑制に関する研究

川上浩良、佐藤 潔、吉岡正浩、芦葉恵介

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ミ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が除去されることで、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。

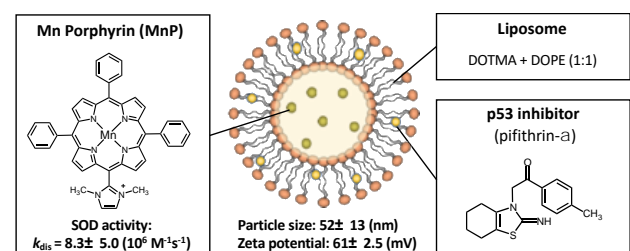


図 5. ミトファジー誘発リポソームナノキャリア

エンジニアリングエクソソームに関する研究

川上浩良、佐藤 潔、吉岡正浩

エクソソームは細胞から分泌される直径 50~200 nm の細胞外小胞の一種であり、内包する miRNA やタンパク質などを

目的細胞へ選択的に届ける細胞間情報伝達の輸送キャリアとして機能している。近年では、がんの診断などへの利用も検討されている。一方、生体適合性と輸送選択性に優れていることから天然エクソソームに改変を加えて DDS キャリアとしての利用や、母細胞に改変を加えて治療効果を高めたエクソソームを産生させるなどエンジニアリングエクソソームの研究も盛んである。

本年度は、改変を加えた間葉系幹細胞やがん細胞から分泌されるエクソソームや天然エクソソームの脂質組成を模した合成リポソームに標的細胞へのターゲットを組み込んだエンジニアリングエクソソームの作製を検討した。これらのエンジニアリングエクソソームは新たな治療法や DDS キャリアとして期待される。

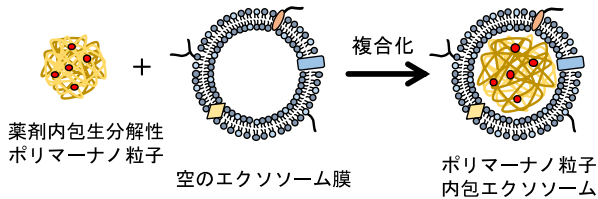


図 6. エンジニアリングエクソソームの作製例

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は構成金属種により磁化容易軸が変化することが明らかとなった。常磁性を示す遷移金属を含むものは磁性が常磁性に変化し、磁気双極子相互作用も発現することが明らかとなった。これらの結果は、ハイドロタルサイトを含む複合材料開発に新しい高次構造制御法を提供することが期待できる。

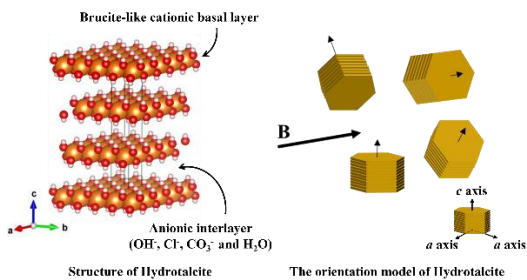


図 7. ハイドロタルサイトの結晶構造(左)と磁場配向の模式図(右)

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、バイオリアクターや

バイオセンサ、バイオ燃料電池などバイオプロセスへの応用が可能である。

■査読付き論文

1. Kazuto Suzuki, Manabu Tanaka, Masahiro Kuramochi, Shun Yamanouchi, Noriko Miyaguchi, Hiroyoshi Kawakami, "Development of Blend Nanofiber Composite Polymer Electrolyte Membranes with Dual Proton Conductive Mechanism and High Stability for Next-Generation Fuel Cells", *ACS Applied Polymer Materials*, **5**, 7, 5177-5188 (2023). DOI: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsapm.3c00656>
2. 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*, **26**, 246-250 (2023). DOI: 10.1007/s10047-022-01356-x
3. Kiyoshi Sato, Hiroyoshi Kawakami, "Mitochondrial Dysfunction and Nanocarrier-Based Treatments in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)", *Oxygen*, **3**, 394-406 (2023). DOI: 10.3390/oxygen3040026
4. Momoka Chatani, Naomi Saito, Masahiro Yoshioka, Yuichi Kinoshita, Hanae Nakamura, Yuki Hashimoto, Akiko Takenouchi, Katsuhiko Yoshizawa, "Pathophysiological effect of acerola in streptozocin-induced cataract rat model", *Functional Food Research*, **19**, 90-99, (2023) (in Japanese).
5. 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 (2023).
6. Yasuko Noritomi, Takashi Kuboki, Hidetaka Noritomi, "Enhancement of catalytic efficiency of enzymatic redox reaction by composing a horseradish peroxidase-modified electrode with ionic liquids", *Liquids*, submitted.

■学会発表

【招待講演・依頼講演】

1. 山登正文, 高分子の熱的・磁氣的性質, 2023 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), 2023 年 12 月
2. Masafumi Yamato and Hiroyoshi Kawakami, Advancing nanoparticle-containing gas separation, International Conference on Nano Research and Development (Singapore), Dec. 2023
3. 山登正文, CO₂ 直接大気回収 (DAC) 実現にむけて, 第 371 回 科学技術展望懇談会(丸の内トラストタワーN 館), 2024 年 1 月
4. 佐藤 潔, "機能性エクソソーム作製のためのナノキャリア", 東京, COSME Tech 2023 TOKYO (2024 年 1 月)
5. 田中 学, "グリーン水素製造に適したアニオン交換膜

- (AEM)を用いた水電解技術",情報機構セミナー(オンライン開催),2023年6月
6. 田中 学, "アニオン交換膜(AEM)型水電解:基礎から最先端研究まで", CMC リサーチウェビナー(オンライン開催),2023年7月
 7. Manabu Tanaka, Anion Conductive Polymers for Water Electrolysis, JAIST Seminar, Ishikawa, August 2023
 8. 田中 学, "プロトン伝導性高分子ナノファイバーフレームワークの燃料電池応用", 日本 MRS 水素科学技術連携研究会 第 10 回トピックス研究会 ~化学分科会~(オンライン開催),2023年10月
 9. 田中 学, "アニオン交換膜型水電解の基礎と要素技術", 技術情報協会セミナー(オンライン開催),2023年11月
 10. 田中 学, "グリーン水素製造に向けたアニオン交換膜(AEM)型水電解技術", 情報機構セミナー, 東京, 2023年12月
 11. Manabu Tanaka, Recent Advances on Anion Exchange Membrane Water Electrolysis, 2nd UK-Japan Symposium on Advanced Materials, Online, January 2024
 12. Manabu Tanaka, Organic Nanoionics in Polymers for Energy Conversion System, Chemistry Department Seminar, University of Cambridge, UK, March 2024
 13. 佐藤 潔, "ナノキャリア処理により作製したデザイナー細胞を利用した機能的エクソソームの産生", 第 6 回 再生医療産学連携テクノオクシオン, 新潟, 2024年3月
 14. 山登正文, "CO₂の直接大気回収に向けた研究", エコプロ 2023, 東京, 2023年12月
 15. 川上浩良, "2030年以降を見据えた電解質膜の取り組み", 燃料電池研究会 158 回セミナー, 東京, 2023年6月
 16. 川上浩良, "高分子膜で DAC を目指す-超高 CO₂ 透過分離膜の開発-", RITE 産業化戦略協議会第 23 回セミナー, (オンライン開催), 2023年7月
 17. 川上浩良, "デザイナー幹細胞の作製とそれが産生する改変型エクソソームの機能", 第 5 回ファーマラポ EXPO 東京, 東京, 2023年7月
 18. 川上浩良, "超高 CO₂ 透過性分離膜による DAC の可能性", 情報機構セミナー, 東京, 2023年9月
 19. 川上浩良, "次世代燃料電池に向けた新規プロトン伝導膜の研究開発", 第 14 回新電極触媒シンポジウム, 静岡, 2023年10月
 20. 川上浩良, "高分子の革命:物質輸送が切り拓く新たな地球温暖化対策", 東京大学サイエンステクノロジーフォーラム, 東京, 2024年3月
 21. 川上浩良, "高透過高分子膜による CO₂ 分離", 29 回 関西地区分離技術講演会, (オンライン開催), 2024年3月
 22. 川上浩良, "2023年度 NEDO 燃料電池・水素技術開発ロードマップ報告会", (オンライン開催), 2024年3月
2. 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の圧力依存性, 第 72 回高分子学会年次大会 2023 (高分子学会) (Gメッセ群馬), 1Pa061 (2023年5月)
 3. 井上夏輝, 田中 学, 川上浩良, 固体高分子形燃料電池用ナノファイバー複合電解質膜の化学的耐久性評価 第 72 回高分子化学年次大会(Gメッセ群馬), 3Pb052, (2023年5月)
 4. 高塩和輝, 山登正文, 川上浩良, 乾湿式相転換法を用いた含フッ素ポリイミド非対称膜形成に及ぼす製膜溶媒の影響, 第 72 回高分子化学年次大会 (Gメッセ群馬), 1Pb062 (2023年5月)
 5. 藤田裕介, 美野晃輝, 芦葉恵介, 吉岡正浩, 佐藤 潔, 川上浩良, マイトファジー再活性化によるデザイナー幹細胞の作製, 第 72 回高分子学会年次大会, (Gメッセ群馬), 100539 (2023年5月).
 6. 藤橋 亮乃, 田中 学, 川上 浩良, カーボネート系固体高分子電解質とナノファイバーを複合化した電解質膜の作製とリチウムイオン伝導性評価, 第 72 回高分子学会年次大会, (Gメッセ群馬), 3Pa053 (2023年5月).
 7. 桑原康太, 中江豊崇, 川上浩良, PVA ナノファイバーフレームワークを用いた複合電解質膜の作製とその燃料電池特性, 2023 年度繊維学会年次大会(タワーホール船堀), 1C08 (2023年6月)
 8. 井上夏輝, 鈴木千翔, 田中 学, 川上 浩良, 高いプロトン伝導性および耐久性をもつナノファイバー複合電解質膜の燃料電池特性評価, 2023 年繊維学会年次大会(タワーホール船堀), 1C15, (2023年6月)
 9. 達川あかり, 中江豊崇, 川上浩良, 成膜後処理が高分子ナノファイバー複合膜の燃料電池特性に与える影響, 2023 年繊維学会年次大会(タワーホール船堀), 1C16 (2023年6月)
 10. 藤橋亮乃, 山同健太, 田中 学, 川上浩良, 異なる高分子電解質から作製されたナノファイバー複合電解質膜のリチウムイオン伝導特性, 2023 年繊維学会年次大会(タワーホール船堀), 1C04 (2023年6月)
 11. 吉岡正浩, 川上浩良, エピジェネティックな改変によるがん細胞の老化誘導と細胞外小胞の変化, 第 26 回日本がん分子標的治療学会学術集会(佐賀市文化会館), P4-02 (2023年6月)
 12. 飯塚ひより, 木村隼太郎, 吉岡正浩, 佐藤 潔, 川上浩良, 機能的ナノキャリアによりエピジェネティック改変したがん老化細胞の特性評価, 第 52 回医用高分子シンポジウム, (産業技術総合研究所), P-26 (2023年7月)
 13. Masafumi Yamato, Hiroyoshi Kawakami, Thermal Properties of PIM-1 Membranes, The 13th International Congress on Membranes and Membrane Processes(ICOM2023) (Makuhari), July 2023
 14. Masafumi Yamato, Hiroyoshi Kawakami, Ultra-gas permeable mixed matrix membrane composed of polymer of intrinsic microporosity (PIM-1) and surface-modified silica nanoparticles, The 13th International Congress on Membranes and Membrane Processes(ICOM2023) (Makuhari), July 2023
 15. Kiyoshi Sato, Ayaka Mori, Koki Mino, Keisuke Ashiba, Masahiro Yoshioka, Hiroyoshi Kawakami, "Exosome-mimicking liposomal nanocarriers for rejuvenation of
- 【国内発表・国際会議】
1. 赤塚美月, 山登正文, 川上浩良. 固有微細孔性高分子 PIM-1 の気体透過特性の温度依存性: フィジカルエージングの影響, 第 72 回高分子学会年次大会(Gメッセ群馬), 100556, (2023年5月)

- senescent stem cells”, 13th International Congress on Membranes and Membrane Processes (ICOM 2023) July 2023 (Makuhari Messe)
16. Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, Development of All-Solid-State Lithium Ion Batteries based on Polymer Nanofiber Composite Electrolyte Membranes, 13th International Congress on Membranes and Membrane Process (Makuhari Messe), O1.MF-10, July 2023.
 17. Mizuki Akatsuka, Masafumi Yamato, Hiroyoshi Kawakami. Effect of physical aging on the temperature dependence of gas permeation properties of polymer of intrinsic microporosity (PIM-1). 13th International Congress on Membranes and Membrane Process (Makuhari Messe), P2-MH-06, July 2023.
 18. Kota Nagano, Masafumi Yamato, Hiroyoshi Kawakami, Pressure dependence of gas permeation properties of PIM-1 composite membranes loaded with surface-modified silica nanoparticles, ICOM2023 (Makuhari Messe), P2-MX-08, July 2023
 19. Natsuki Inoue, Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, Development of nanofiber composite electrolyte membranes with high proton conductivity and durability for fuel cell applications, 13th International Congress on Membranes and Membrane Processes (Makuhari Messe), P2-MF-12, July 2023
 20. Kazuki Takashio, Masafumi Yamato, Hiroyoshi Kawakami, Effect of solvents on asymmetric polyimide membranes containing surface-modified silica nanoparticles by dry-wet phase inversion process, 13th International Congress on Membranes and Membrane Processes (Makuhari Messe), P2-MX-09, July 2023.
 21. Akari Tatsukawa, Toyotaka Nakae, Hiroyoshi Kawakami, Effects of thermal treatment of polymer nanofiber composite membranes on the proton-exchange properties, The 13th International Congress on Membranes and Membrane Processes (Makuhari Messe), P2-MF-13, July 2023.
 22. Yusuke Fujita, Koki Mino, Keisuke Ashiba, Masahiro Yoshioka, Kiyoshi Sato, Hiroyoshi Kawakami, Development of mitophagy-inducing nanocarriers for rejuvenation of senescent mesenchymal stem cells, ICOM2023 (Chiba), P1-BD-30, July 2023.
 23. 山登 正文, 川上 浩良, 高濃度シリカナノ粒子充填膜の構造と物性, 第 72 回高分子討論会(香川大), 2023 年 9 月
 24. 佐藤 潔, 飯塚 ひより, 三留 悠香, 吉岡 正浩, 川上 浩良, “がん細胞から老化細胞への細胞変換による新たながん治療戦略”, 第 72 回高分子討論会(香川大学) 1Q07 (2023 年 9 月)
 25. 田中 学, 董 雨冰, 川上 浩良, 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電池への応用, 第 72 回高分子討論会(香川大学), 1M15 (2023 年 9 月)
 26. 吉岡正浩, 藤田裕介, 佐藤 潔, 川上 浩良, 遺伝子操作に拠らないデザイナー幹細胞作製のためのミトファジー誘導ナノキャリアの開発, 第 72 回高分子討論会(香川大学), 2Pc89 (2023 年 9 月)
 27. 奈良悠里, 小山修平, 笠原健人, 長澤兼作, 黒田義之, 光島重徳, 川上 浩良, 田中 学, イオン交換容量の異なるアニオン伝導性ポリフルオレンの合成と水電解応用, 第 72 回高分子討論会(香川大学), 2M17 (2023 年 9 月)
 28. 赤塚美月, 山登正文, 川上 浩良. 高気体透過性能を持つ固有微細孔性高分子 PIM-1 の 100 °C 近傍における気体透過性能, 第 72 回高分子討論会(香川大学), 2V11, (2023 年 9 月)
 29. 岩崎 皓太, 稲原 遼太, 井上夏輝, 達川あかり, 田中 学, 川上 浩良, ブレンドナノファイバー複合電解質膜の作製とプロトン伝導挙動解析, 第 72 高分子討論会(香川大学) 2M12 (2023 年 9 月)
 30. 山登 正文, 川上 浩良, 気体分離膜型 DAC を指向した表面修飾ナノ粒子/PIM-1 複合膜の開発, 化学工学会第 54 回秋季大会(福岡大), 2023 年 9 月
 31. 兎洞海斗, 赤塚美月, 山登正文, 川上 浩良, 高温環境下における高気体透過高分子膜の気体透過特性, 化学工学会 第 54 回秋季大会(福岡大学), PA333 (2023 年 9 月)
 32. 永野光太, 山登正文, 川上 浩良, 表面修飾ナノ粒子/PIM-1 複合膜の低濃度における CO₂ 透過特性, 化学工学会第 54 回秋季大会(化学工学会)(福岡大学), K123 (2023 年 9 月)
 33. 永野光太, 山登正文, 川上 浩良, 表面修飾ナノ粒子/PIM 1 複合膜の気体透過の圧力依存性, 化学工学会 第 54 回秋季大会(化学工学会)(福岡大学), PA334 (2023 年 9 月)
 34. Yuri Nara, Moe Tomita, Kento Kasahara, Kensaku Nagasawa, Yoshiyuki Kuroda, Shigenori Mitsushima, Hiroyoshi Kawakami, Manabu Tanaka, Synthesis and Water Electrolysis Application of Poly(fluorene) Anion Conductive Polymers, FEMS EUROMAT 2023 (Online Virtual Meeting, Germany), #1663, September 2023.
 35. 桑原康太, 大野実唯, 奈良悠里, 川上 浩良, 田中 学, アニオン伝導性ゲル電解質膜の作製と亜鉛空気二次電池への応用, 日本膜学会 第 45 年会・膜シンポジウム 2023 合同大会(早稲田大学研究開発センター), P-31S (2023 年 11 月)
 36. 兎洞海斗, 赤塚美月, 山登正文, 川上 浩良, 超高 CO₂ 透過性を有する表面修飾ナノ粒子含有高分子複合膜の温度依存性, 日本膜学会「第 45 年会」・「膜シンポジウム 2023」合同大会(早稲田大学), P-15S (2023 年 11 月)
 37. 井上夏輝, 田中 学, 川上 浩良, 燃料電池用ナノファイバー複合電解質膜の化学的安定性に対するナノファイバーの効果, 日本膜学会第 45 年会・膜シンポジウム 2023 合同大会(早稲田大学), P-32S, (2023 年 11 月)
 38. 藤原えり, 飯塚ひより, 三留悠香, 吉岡正浩, 佐藤 潔, 川上 浩良, エピジェネティクス制御キャリアによるがん細胞への老化誘導とその細胞外小胞の改質, 日本膜学会第 45 年会・膜シンポジウム 2023 合同大会(早稲田大学), P-66S (2023 年 11 月)
 39. 稲原遼太, 井上夏輝, 岩崎皓太, 達川あかり, 田中 学, 山登正文, 川上 浩良, 幅広い温度・湿度域におけるプロトン伝導性向上を目指した酸ドーピング型ナノファイバー複合電解質膜の作製と燃料電池評価, 第 64 回電池討論会(大阪府立国際会議場(グランキューブ大阪)), 2H14 (2023 年 11 月)
 40. 山同健太, 田中 学, 川上 浩良, 架橋リチウム塩濃度が異なる高分子ナノファイバー複合電解質膜の二次電

池評価, 第 64 回電池討論会(大阪府立国際会議場), 2A03 (2023 年 11 月)

41. 董 雨冰, 田中 学, 川上 浩良, 網目構造高分子をベースとする溶媒和イオン液体含有ゲル電解質膜の作製とリチウム電池への応用, 第 64 回電池討論会(大阪府立国際会議場), 2A02 (2023 年 11 月)
42. 飯塚ひより, 三留悠香, 吉岡正浩, 佐藤 潔, 川上浩良, エピジェネティクス制御キャリアによる老化がん細胞作製と抗腫瘍エクソソーム産生, 第 45 回日本バイオマテリアル学会大会, (神戸国際会議場), 1P-135 (2023 年 11 月)
43. 溝口文太, 藤田裕介, 美野晃輝, 吉岡正浩, 佐藤 潔, 川上浩良, マイトファジー不全の解消により活性化した間葉系幹細胞の治癒効果の検討, 第 45 回日本バイオマテリアル学会大会(神戸国際会議場), 1P-115 (2023 年 11 月)
44. 藤田裕介, 吉岡正浩, 佐藤 潔, 川上浩良, 機能性ナノキャリアによるデザイナー幹細胞の作製, 第 61 回日本人工臓器学会大会, (ホテル イースト 21 東京), YP5-6 (2023 年 11 月).
45. 齋藤 陽祐, 中澤 駿, 山同 健太, 田中 学, 川上 浩良, リチウムイオン電池用固体電解質膜におけるナノファイバー複合化の効果, 第 31 回日本ポリイミド・芳香族系高分子会議, (東京工業大学), P23, (2023 年 11 月)
46. 水田裕樹, 岩崎皓太, 鈴木千翔, 西澤基貴, 田中 学, 川上 浩良, スルホン化ポリイミド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, 第 31 回日本ポリイミド・芳香族系高分子会議, (東京工業大学), P24, (2023 年 11 月)
47. 品田雄生, 山登正文, 磁気プロセスを利用した層状複水酸化物 LDH の配向制御 P-18, 第 17 回日本磁気科学会 年会 (福井工業大学), (2023 年 11 月)
48. 飯塚 ひより, 三留 悠香, 吉岡 正浩, 佐藤 潔, 川上 浩良, “細胞老化誘導したがん細胞から分泌される細胞外小胞の抗腫瘍効果”, 第 46 回日本分子生物学会年会 (神戸ポートアイランド) 3P842 (2023 年 12 月)
49. 中村花恵, 吉岡正浩, 木下勇一, 茶谷桃花, 竹之内明子, 義澤克彦, MNU 誘発ラット乳がんモデルにおけるクロノケア®の病態抑制効果, 第 20 回ファンクショナルフード学会学術集会(米子コンベンションセンター), Y-1, (2024 年 1 月)
50. 佐藤 潔, 藤田 裕介, 吉岡 正浩, 川上 浩良, “ミトコンドリア品質管理機構の改善によって治療効果を高めたデザイナー幹細胞の作製”, 第 23 回日本再生医療学会総会 (朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター) P-42-7 (2024 年 3 月)
51. 山登 正文, 品田雄生, 層状複水酸化物の磁場配向, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会 (都市大), 2024 年 3 月

■特許

1. ナノファイバー付加体, 電解質膜, 複合電解質膜, 燃料電池, 川上浩良, 佐藤 潔, 特願 2023-91800 (2022/6/2)
2. 機能不全ミトコンドリアを消去するための複合体, および細胞老化を抑制するための複合体, 川上浩良, 佐藤 潔, 特許第 7429035 号 (2024/1/30)
3. 気体分離膜, 川上浩良, 山登正文, 森田拓夢, 赤塚美月, PCT/JP2024/002225 (2024/1/25)

■著書・総説・解説・報告書

1. Manabu Tanaka, Hiroyoshi Kawakami, "Electrospun Sulfonated Polyimide Nanofibers for Polymer Electrolyte Composite Membranes", in "Polyimides - Advances in Blends and Nanocomposites", M.-D. Damaceanu, R. N. Darie-Nita, Eds, Chapter 9, pp325-352, Elsevier (2023).
2. 山登正文, “磁場配向を利用した結晶性高分子の機能制御”, 高分子の結晶化, 延伸による高性能化 (CMC 出版), 2024 年 1 月
3. 山登正文, 川上浩良, “ナノスペースを利用した超高 CO2 透過分離膜の開発”, メタネーションとグリーン水素の最新動向 (CMC 出版), 2023 年 10 月
4. 山登正文, 小峰一将, 高橋弘紀, 高気体透過特性を有する有機無機複合材料の開発 II, 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 2022 年度年度年次報告書, p.p. 161-162 (2023)
5. 奈良 悠里, 川上 浩良, 田中 学, “アニオン交換膜を用いた水電解技術”, メタネーションとグリーン水素の最新動向 (監修 関根 泰, シーエムシー出版), 第 7 章 第 3 節, p208-215 (2023)
6. 田中 学, “海外研究留学のススメ「とりあえず海外に出てみよう」”, 繊維学会誌, **80**, 1, p2-6 (2024).
7. 川上浩良, “高分子ナノファイバー複合電解質膜” 高分子学会誌, **72**, 11, p. p550-552 (2023).
8. 川上浩良, “高透過高分子膜による CO2 分離” 分離技術会誌, **53**, 6, 352-359 (2023).
9. 川上浩良, “工学のための高分子材料化学 [新訂版]” サイエンス社, 2024 年版.

■受賞

1. 第 72 回高分子年次大会 優秀ポスター賞, 井上夏輝, “固体高分子形燃料電池用ナノファイバー複合電解質膜の化学的耐久性評価”
2. 第 52 回医用高分子シンポジウム 学生奨励発表優秀賞, 飯塚ひより, “機能性ナノキャリアによりエピジェネティック改変したがん老化細胞の特性評価”
3. 化学工学会第 54 回秋季大会 学生賞, 永野光太, 山登正文, 川上浩良, “表面修飾ナノ粒子/PIM 1 複合膜の気体透過の圧力依存性”
4. 日本膜学会「第 45 年会」・「膜シンポジウム 2023」合同大会 学生賞, 兎洞 海斗, “超高 CO2 透過性を有する表面修飾ナノ粒子含有高分子複合膜の温度依存性”
5. 日本膜学会「第 45 年会」・「膜シンポジウム 2023」合同大会 学生賞, 井上 夏輝, “燃料電池用ナノファイバー複合電解質膜の化学的安定性に対するナノファイバーの効果”
6. 第 45 回日本バイオマテリアル学会大会 ハイライト講演, 溝口文太, “マイトファジー不全の解消により活性化した間葉系幹細胞の治癒効果の検討”
7. 日本磁気科学会第 17 回年会 学生ポスター賞, 品田雄生君, “磁気プロセスを利用した層状複水酸化物 LDH の配向制御”
8. 第 31 回日本ポリイミド・芳香族系高分子会議 優秀ポスター賞, 水田裕樹, 岩崎皓太, 鈴木千翔, 西澤基貴, 田中 学, 川上 浩良, “スルホン化ポリイミド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”

■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）2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、10社以上の企業、岩手大学（芝崎研）、秋田大学（寺境研）、山梨大学（柿沼研）、東京大学（杵淵研）、横浜国立大学（光島研）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数社の企業、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、武庫川女子大学（義澤研）、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

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)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。

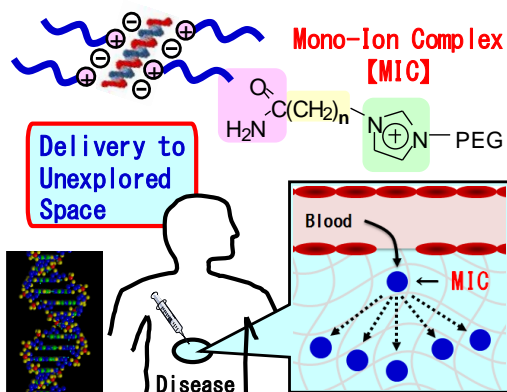


図1 微小遺伝子凝縮体による生体個体内未到達空間へのデリバリー

本年度は、PEG 代替材料として双性イオンポリマーに着目し、これを表面修飾ではなくキャリアとして用いることで表面電荷が中性に近く、体内動態に優れた pDNA との PIC を形成させた。その結果、*in vivo* における shRNA の効果を高め、Mstn に特異的な RNA 干渉効果を示した。骨格筋内において高い組織内拡散性を有し、*in situ* での標的遺伝子の発現抑制を実現した双性イオンポリマー/pDNA PIC は、核酸を基盤とした遺伝子治療に有効であることを見出した。

2. 生理活性物質(Zn²⁺, タンパク質)デリバリーシステム:

朝山章一郎

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

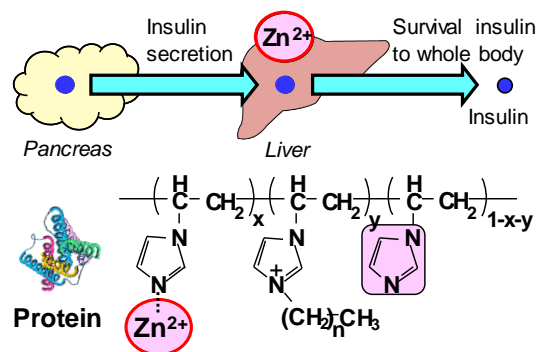


図2 血統降下ホルモン血中濃度の遠隔操作

本年度は、肝実質細胞へのターゲティング能を有する Zn²⁺ 内包 Chol-Lacto ベシクルを調製し、Zn²⁺を安定かつ肝実質細胞に特異的に送達させるためのキャリアを調製した。Zn²⁺の細胞内取り込み評価を ASGP-R を有する HepG2 細胞を用いて行くと、ASGP-R を有さない対照細胞や Zn²⁺単体と比較して、得られた Zn²⁺内包ベシクルの方が、多い Zn²⁺の細胞内取り込み量を示した。従って、Chol-Lacto ベシクルが Zn²⁺送達キャリアとして有用であることを明らかにした。

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)。

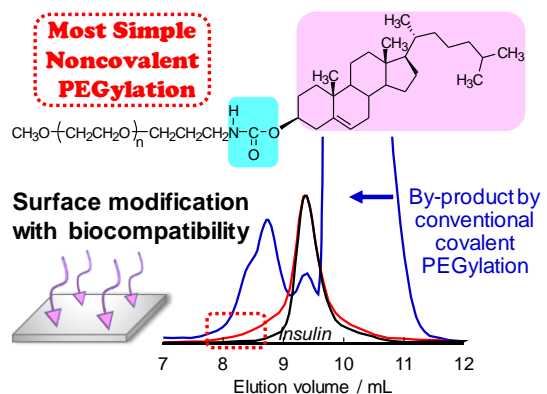


図3 Chol-PEG を用いた新奇な生体機能の開拓

本年度は、QCM 実験から、Chol-PEG の各コーティング濃度における PP 表面に対する単位表面積当たりの最大修飾本数を算出した。その結果、PEG 分子量の長い Chol-PEG₂₀₀₀ に対して、短い Chol-PEG₅₀₀ でコーティングした PP 表面の方が多く見積もられた。この時、Chol-PEG₂₀₀₀ と比較して、Chol-PEG₅₀₀ でコーティングした PP 表面は、BSA の吸着をほぼ完全に抑制した。従って、タンパク質吸着抑制効果において、PEG₅₀₀ の PP 表面に対する修飾密度の優位性を明らかにした。

■査読付き論文

1. Ryoto Kon and Shoichiro Asayama, Synthesis of guanidinium-dendrimer-type pDNA carriers for gene delivery into floating blood cells, *Polymers for Advanced Technologies*, 34, 3289–3295 (2023).
2. Ren Misaizu and Shoichiro Asayama, Synthesis of N-oxide poly(1-vinylimidazole) for pDNA delivery systems *in vivo*, *Chemistry Letters*, accepted.

■総説・解説

1. 朝山章一郎, タンパク質の吸着や細胞の接着を防ぐバイオナートな表面コーティング材料設計, WEB Journal(特集 1 医療・衛材・資材), 8, 32–36 (2023).
2. 朝山章一郎, 未知なるバイオマテリアルの創製とドラッグデリバリーシステムの確立に挑む, *Miyacology*, 15, 6 (2023).

■学会発表

1. 朝山章一郎, 佐藤莉奈, アルキル化ポリビニルイミダゾール/Mn ポルフィリン超分子によるカタラーゼ擬似活性中心を有する表面構築, 第 72 回高分子学会年次大会(G メッセ群馬), *Polymer Preprints, Japan*, Vol. 72, No. 1, 1H10 (2023 年 5 月)
2. 朝山章一郎, タンパク質の吸着や細胞の付着を防ぐ表面コーティング材料設計, 技術情報協会 Live 配信セミナー(オンライン), セミナー第 4 部 (2023 年 7 月) (招待講演)
3. 渡邊捷太, 朝山章一郎, コレステロール末端修飾 PEG ベシクルの構造解析およびアミロイドβ凝集抑制促進, 第 52 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.21–22 (2023 年 7 月)
4. 朝山章一郎, 佐藤莉奈, 機能性血液透析膜を目指したカタラーゼ擬似活性中心を有する表面構築, 第 52 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.125–126 (2023 年 7 月)
5. 中西桃子, 高橋葉子, 根岸洋一, 朝山章一郎, チミン末端修飾 PEG/pDNA ノニオンコンプレックスによるマウス骨格筋内 pDNA 送達, 第 39 回日本 DDS 学会学術集会(幕張メッセ委国際会議場), プログラム予稿集, p.153 (2023 年 7 月)
6. 渡邊捷太, 朝山章一郎, コレステロール末端修飾 PEG ベシクルの構造解析および凝集アミロイドβの可溶化, 第 39 回日本 DDS 学会学術集会(幕張メッセ委国際会議場), プログラム予稿集, p.165 (2023 年 7 月)
7. 中村大介, 金子恒太郎, 河合功治, 竹内啓貴, 朝山章一郎, プロテインデリバリーの為の新規 PEG 代替材料としてのイオン液体, 第 39 回日本 DDS 学会学術集会(幕張メッセ委国際会議場), プログラム予稿集, p.208 (2023 年 7 月)
8. 朝山章一郎, 木村理工, 高橋葉子, 根岸洋一, 骨格筋再生を目指したアニーリング処理 pDNA/Zn²⁺/高分子キャリア複合体形成, 第 72 回高分子討論会(香川大学), *Polymer Preprints, Japan*, Vol. 72, No.2, 1Q16 (2023 年 9 月) (依頼発表)
9. 朝山章一郎, 生体適合性の高い医療用材料の表面処理剤/DDS 用ベシクル/機能性透析膜の分子設計, *BioJapan*

2023(パシフィコ横浜), Presentation Stage A (2023 年 10 月) (推薦発表)

10. 指田侑樹, 朝山章一郎, 双性両親媒性高分子 CM-PVIm によるコレステロールの可溶化, 第 97 回武蔵野地区高分子懇話会(成蹊大学) (2023 年 10 月)
11. 朝山章一郎, 佐藤莉奈, カタラーゼ擬似活性中心を表面に有する機能性血液透析膜の分子設計, 第 45 回日本バイオマテリアル学会大会(神戸国際会議場), 予稿集, p.150 (2023 年 11 月)
12. 中西桃子, 高橋葉子, 根岸洋一, 朝山章一郎, チミン末端修飾 PEG/pDNA ノニオンコンプレックスによる *in vivo* 遺伝子発現評価, 第 45 回日本バイオマテリアル学会大会(神戸国際会議場), 予稿集, p.331 (2023 年 11 月)
13. 金子恒太郎, 中村大介, 河合功治, 竹内啓貴, 朝山章一郎, プロテインデリバリーシステムへの応用を目指した PEG 代替材料としてのイオン液体, 第 45 回日本バイオマテリアル学会大会(神戸国際会議場), 予稿集, p.447 (2023 年 11 月)
14. 渡邊捷太, 朝山章一郎, AD 根治を目指した Chol-U-PrmPEG ベシクルへのインスリンの内包及び Aβ 可溶化の検証, 第 42 回日本認知症学会学術集会(奈良県コンベンションセンター), プログラム・抄録集, p.164 (2023 年 11 月)
15. 朝山章一郎, 「ベシクル及びその薬物送達のための使用(特願 2022-076777)」及び「過酸化水素分解用複合材料及びその製造方法(特願 2023-076250)」, *nano tech 2024*(東京ビッグサイト), 5S-09 (2024 年 2 月) (推薦展示)

■特許

1. 特願 2023-076250, 名称: 過酸化水素分解用複合材料及びその製造方法, 発明者: 朝山章一郎, 佐藤莉奈 (2023 年 5 月 2 日)
2. 特願 2024-49166, 名称: 酵素含有組成物, 発明者: 朝山章一郎, 竹内啓貴, 中村大介, 金子恒太郎, 河合功治 (2024 年 3 月 26 日)

■受賞

1. 朝山章一郎, 2023 東京都立大学都市環境学部主幹教授

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 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)3 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)5 名
3. 東京都立産業技術研究センター(派遣学生)1 名
4. 東京都立大学理学部生命科学科神経分子機能研究室(安藤研)、同化学科有機構造生物化学研究室(伊藤研)、同物理学科ソフトマター研究室(栗田研)(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。さらに、東京都立産業技術研究センターからは、QCM センサー金基板へのポリプロピレンのスピコーティング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 (内1名は9月卒業)

学部 4年 5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変化を達成した(図1)。また、ナノ構造と燐光特性との相関性を、ケモトリックス(化学計量学)を用いて明らかにした(図2)。

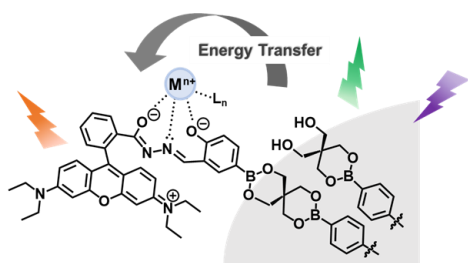


図1. 金属イオン応答型残光現象.

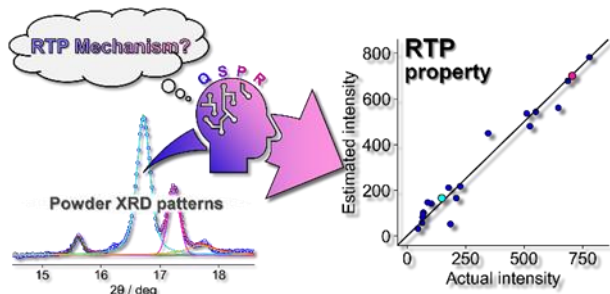


図2. ケモトリックス支援型定量的構造-物性相関.

2. 三重項増感剤を用いた Turn-on 型水銀イオン応答残光センシングの達成

久保由治

刺激応答型残光系はタイムゲートバイオイメージングや、バックグラウンドフリーのケモセンサーなどに応用可能なため、注目を集めている。しかし、刺激受容性部位を導入すると、分

子振動や酸素等による、三重項状態の競争的な失活過程が促進されるため、その達成は困難とされている。本研究では、ベンゾイルフェニルボロン酸架橋ポリビニルアルコール(PVA) (BPB@PVA)を初めて調製し、得られた BPB@PVA フィルムが三重項増感剤として機能するか評価した。このフィルムにチオキサンテン-9-チオン誘導体をドーブし、水銀イオンを添加したところ、ベンゾフェノン架橋により発光増強された残光応



答を達成した(図3)。

図3. ベンゾイルフェニルボロン酸架橋 PVA を用いた turn-on 型残光材料.

3. 共結晶化により達成されるサーモクロミック残光系の創出 久保由治

正確なサーモセンシングを行うためには、自家蛍光や散乱光の影響を最小限に抑える必要がある。本研究では、ベンゼン-1,4-ジボロン酸をトリメチロールプロパンにドーブした共結晶が、-132°Cから 40°Cの幅広い温度範囲で優れたサーモクロミック二重リン光特性を示すことを見出した(図4)。

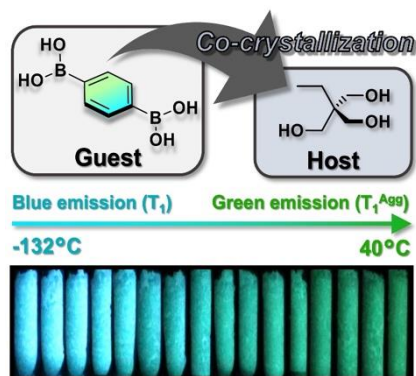


図4. 共結晶アプローチによるサーモクロミック残光.

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. 電子豊富なヘテロアセン類の物性に及ぼす周辺アリアル基の影響の評価

伊藤 正人

近赤外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、アセン骨格に酸素原子を導入した電子豊富なヘテロアセンに着目し、適切な位置に種々の置換基を導入した誘導体を合成することで、長波長領域での発光の達成を目指した。また、周辺置換基のみならず中心のπ骨格の拡張により、ジラジカルとしての性質に及ぼす周辺置換基の効果についても明らかとした(図5)。

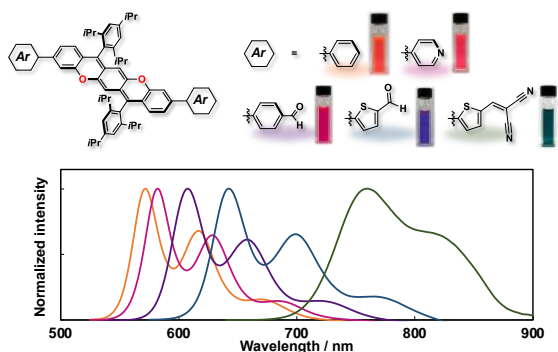


図5. 酸素含有ヘテロアセン類の分子設計と発光特性。

■査読付き論文

1. M. Kawashiro, T. Mori, M. Ito, N. Ando and S. Shigehiro, Photodissociative modules that control dual-emission properties in donor-π-acceptor organoborane fluorophores, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2023**, 62, e20303725. DOI: 10.1002/anie.202303725

2. S. Takegawa, M. Ito and Y. Kubo, Turn-on type afterglow probe for Hg²⁺ sensing by a PVA-mediated triplet sensitizer, *New. J. Chem.*, **2023**, 47, 12554-12560. DOI: 10.1039/D3NJ01281F



3. 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. Porphy. Phthalocyanines*, **2023**, 27, 757-764. DOI: 10.1142/S1088424623500037

4. K. Kawaguchi, N. Sugawara, M. Ito and Y. Kubo, Thermochromic afterglow from benzene 1,4-diboronic acid-doped co-crystals, *Chem. Eur. J.*, **2024**, e202303924. DOI: 10.1002/chem.202303924

■学会発表

【国内学会】

1. 酸素含有ヘテロアセン類の合成と電子構造修飾、C20、福水友哉、久保由治、伊藤正人、第84回有機合成化学協会関東支部シンポジウム、2023年5月13日
2. 2つのアゼピン骨格を有するヘテロアセン類の合成と物性評価、C21、樋川岳真、久保由治、伊藤正人、第84回有機合成化学協会関東支部シンポジウム、2023年5月13日
3. 三重項増感剤を共存させた自己集合性ポロネート粒子による水素発生用光触媒の調製および評価、1P01、長谷川椋平、伊藤正人、久保由治、第20回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、2023年6月17日
4. 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、1P59、菅原なつみ、伊藤正人、久保由治、第20回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、2023年6月17日
5. 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、2P01、竹川慧、伊藤正人、久保由治、第20回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、2023年6月17日
6. 近赤外光吸収を指向した酸素含有ヘテロアセンの電子構造修飾と化学酸化、2P040、福水友哉、京谷萌衣、伊藤正人、久保由治、第33回基礎有機化学討論会、2023年9月13日
7. 速度論的に安定化された平面形有機πラジカルの合成と物性に及ぼす元素効果、2P068、京谷萌衣、福水友哉、伊藤正人、久保由治、第33回基礎有機化学討論会、2023年9月13日
8. サーマクロミック残光を示すポロネート共結晶の励起ダイナミクス、3B09、菅原なつみ、川口楓、伊藤正人、久保由治、第33回基礎有機化学討論会、2023年9月14日
9. チオフェンポロネート架橋型 PVA の室温燐光特性を利用した残光センシング、P-19、竹川慧、Margarita Claudya Maida、伊藤正人、久保由治、第50回有機典型元素化学討論会、2023年12月7日
10. 典型元素架橋有機πラジカルの物性に及ぼす元素と周辺置換基の影響、P-94、伊藤正人、京谷萌衣、福水友哉、久保由治、第50回有機典型元素化学討論会、2023年12月7日
11. 酸素含有ヘテロアセン類の光物性や構造特性に対する Push-Pull 構造の影響、OC-19、福水友哉、京谷萌衣、伊藤正人、久保由治、第50回有機典型元素化学討論会、2023年12月8日
12. 近赤外発光性非対称有機πラジカル種の合成と物性、E1122-1pm-11、京谷萌衣、福水友哉、伊藤正人、久保由治、日本化学会第104春季年会、2024年3月18日
13. Push-pull 型非対称π電子系カチオン種の積層構造とその物性、E1113-2pm-07、遠藤尚輝、京谷萌衣、伊藤正人、久保由治、日本化学会第104春季年会、2024年3月19日
14. 長寿命残光特性を有するフェナントレンポロネート共結晶、E1131-3pm-06、菅原なつみ、伊藤正人、久保由治、日本化学会第104春季年会、2024年3月20日

【国際学会】

1. Near-infrared room temperature phosphorescence in arylselanyl BODIPY-doped materials, PB(C)-67, Ryohei Hasegawa, Masato Ito, Yuji Kubo, The 15th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-15), November 22nd, 2023
2. Afterglow sensing using RTP-active thiophene boronate ester-crosslinked PVA, PB(C)-68, Margarita Claudya Maida, Satoshi Takegawa, Masato Ito, Yuji Kubo, The 15th

International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-15), November 22nd, 2023

【特別講演】

1. ボロン酸超分子の光機能化におけるケモメトリックス適用の試み、久保由治、第 50 回有機典型元素化学討論会、2023 年 12 月 8 日

■著書・総説・解説、報告書

1. 色素増感電気化学セルを用いた水素発生技術の開発、久保 由治、水素の製造・貯蔵・利用技術、エヌ・ティー・エス

■受賞

1. 菅原なつみ、「ベンゾフラン含有ボロネート共結晶の有機室温燐光特性」、第 20 回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、2023 年 6 月 17 日、RSC Journal Poster Prize (*Org. Biomol. Chem.*)

2. 福水友哉、「酸素含有ヘテロアセン類の光物性や構造特性に対する Push-Pull 構造の影響」、第 50 回有機典型元素化学討論会、2023 年 12 月 7 日、Bull. Chem. Soc. Jpn. 賞

3. 福水友哉、(博士前期課程 2 年生)「酸素含有ヘテロアセン類の光物性とその開殻性に及ぼす Push-Pull 構造の効果」、MIP (Most Impressive Presentation)賞

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 派遣留学生経済支援制度(部局中長期分)、鈴木 愛理(博士前期課程 1 年生)、派遣国:トルコ共和国、派遣先:エーゲ大学太陽エネルギー研究所

■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 8 名
学部 4 年生 5 名

■ 研究概要

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

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ます。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ます(図1)。

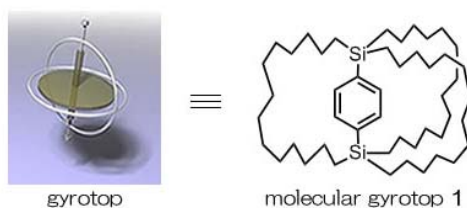


図 1. 人工分子ローター。

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ました。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、圧力応答性フッ素化有機材料の開発に役立ちます。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体の 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 および X 線回折法によってその構造を解析しました。溶液中の FQY はほぼ同じでしたが、大型ケージ C22 の固体中の FQY は小型ケージ C18 よりも低いことが判明しました。固体中の ^2H NMR は、C22-d3 の重水素化フッ素化有機材料の ^2H 核のスピン-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(稜動運動)がより効率的な緩和を引き起こすことを示しました。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稜動運動に起因します。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ます。(図2、論文#3)。

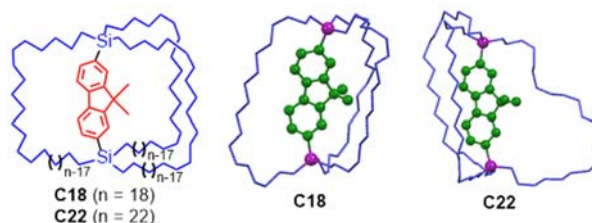


図2. フルオレン架橋分子ジャイロコマ(論文#3)。

2. 柔軟多環化合物: ジシラビシクロアルカン

大きなビシクロアルカンには、いくつかの in/out 体が存在し、橋頭原子上の置換基がケージの外側または内側のいずれかに配向しています。同型変換を通じて相互変換できる in,out-体と twist-out,out-体の間の相対的な安定性は、ケージのサイズに依存することが判明しました。in,out-体は、より小さい C10 鎖誘導体では熱力学的安定性を示しましたが、twist-out,out-体は、おそらく鎖間の分散力の結果として、C14 および C18 鎖のより大きな誘導体で優勢でした。(図3、論文#1)

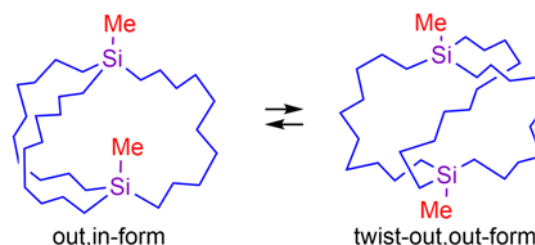


図3. フルオレン架橋分子ジャイロコマ(論文#1)。

本研究は、論文誌の表紙図に採用されました。図4 は、論文#1 を含むジャーナル号の表紙を示しています。



図4. 論文#1 を含むジャーナルの表紙写真。

3. スズ基盤分子かさ歯車

ジトリブチルメタンは、2つのトリブチル基が車輪として機能し、溶液中で相関回転を示すため、分子かさ歯車として知られています。しかし、かさ歯車の化学修飾のためにメチレン結合に置換基を導入することは、トリブチルの立体障害のため困難でした。この研究では、Sn-Cの長い結合を利用することにより、スズリンカー上に有機置換基を有するスタンナーベースの分子かさ歯車を実現しました。スズ原子にメチルまたはフェニルを有するジトリブチルスタンナンが合成されました。それらの構造はX線結晶構造解析によって特徴付けられ、ジフェニル誘導体のトリブチル-Sn-トリブチルの角度は、フェニルの立体障害によりジメチル誘導体の角度よりも狭いことが観察されました。これらの誘導体の歯車回転は、対応するメチルトリブチル誘導体の位相異性体は、NMR分光法によって観察されました。高温域ではギヤの滑りが観察され、ジフェニル誘導体の活性化エネルギーはジメチル誘導体よりも高いことが示されました。歯車の回転と錫上の置換基の間で観察された関係は、機能的な分子かさ歯車の分子設計に役立ちます。(図5、記事#2)。

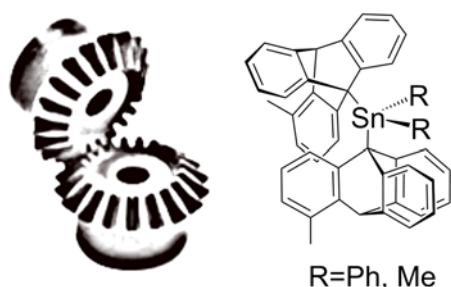


図5. スズ基盤分子かさ歯車(論文#2).

■査読付き論文

1. Synthesis of Dimethyldisilabicycloalkanes: Cage-Size Effects on the Relative Stabilities between In,Out and Twist-Out,Out Forms, Wataru Setaka*, Yuto Ikeda, Yusuke Inagaki, Kazuaki Ohara, and Kentaro Yamaguchi, *Org. Lett.* **2023**, 25, 7283-7286. (selected as a Front Cover)
(DOI: 10.1021/acs.orglett.3c02382)
2. Synthesis and structure of stannane-based molecular bevel gears having substituents on a tin linker, Satoshi Hosono, Yusuke Inagaki and Wataru Setaka*, *Org. Biomol. Chem.* **2023**, 21, 4781-4787.
(DOI: 10.1039/d3ob00666b)
3. 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.* **2023**, 47, 5946-5952.
(DOI: 10.1039/D2NJ05873A)
- 4.

■学会発表

【国内発表】

1. 大沼 廉・稲垣 佑亮・瀬高 渉、分子極性ローターとしてのオキシジフルオロフェニレン架橋かご型化合物の合成と誘電特性、日本化学会 第 104 春季年会(2024)、日本大学理工学部船橋キャンパス(船橋)、2024.3.18-21. (oral)
2. 松本 謙・稲垣 佑亮・瀬高 渉、フェニレン架橋ジアザ

- 環状化合物のトリフルオロ酢酸付加体の合成と構造、日本化学会 第 104 春季年会(2024)、日本大学理工学部船橋キャンパス(船橋)、2024.3.18-21. (oral)
3. 岸井 飛・稲垣 佑亮・瀬高 渉、カテコールを回転子とするかご型分子ローターの合成と溶液中の回転運動観察、日本化学会 第 104 春季年会(2024)、日本大学理工学部船橋キャンパス(船橋)、2024.3.18-21. (oral)
 4. 本吉 玄・稲垣 佑亮・瀬高 渉、in,out-ジブチルジシラビシクロ[10.10.10]アルカンの合成と溶液中の同相変換、日本化学会 第 104 春季年会(2024)、日本大学理工学部船橋キャンパス(船橋)、2024.3.18-21. (oral)
 5. 涂 雨暘・稲垣佑亮・瀬高 渉、大規模柔軟トリシクロアルカンの合成と構造、第 50 回有機典型元素化学討論会、市民会館おおみや(さいたま)、2023.12.7-9. (poster)
 6. 岸井 飛・稲垣佑亮・瀬高 渉、カテコール-3,6-ジイルを回転子として架橋したかご型分子ローターの合成と溶液中の回転運動、第 50 回有機典型元素化学討論会、市民会館おおみや(さいたま)、2023.12.7-9. (poster)
 7. 本吉 玄・稲垣佑亮・瀬高 渉、In, out-ジブチルジシラ[10, 10, 10]ビシクロアルカンの合成と溶液中の分子運動、第 50 回有機典型元素化学討論会、市民会館おおみや(さいたま)、2023.12.7-9. (poster)
 8. 本吉 玄・稲垣 佑亮・瀬高 渉、長鎖アルキル基を有するビシクロアルカンの合成、第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023、タワーホール船堀(東京)、2023.10.17-19. (10/19 P7-042, poster)
 9. 松本 謙・稲垣 佑亮・瀬高 渉、新規なフェニレン架橋ジアザマクロサイクルおよびそのプロトン付加体の合成と構造、第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023、タワーホール船堀(東京)、2023.10.17-19. (10/18 P4-047, poster)
 10. 大沼 廉・稲垣 佑亮・瀬高 渉、オキシジフルオロフェニレン架橋かご型化合物の合成と結晶構造、第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023、タワーホール船堀(東京)、2023.10.17-19. (10/17 P3-049, poster)
 11. 岸井 飛・稲垣 佑亮・瀬高 渉、1,2-ジアルコキシフェニレン架橋かご型化合物の合成と結晶構造、第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023、タワーホール船堀(東京)、2023.10.17-19. (10/17 P2-044, poster)
 12. 江川 公太・稲垣 佑亮・瀬高 渉、キラルジニトロフェニルトリブチセンの合成と構造、第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023、タワーホール船堀(東京)、2023.10.17-19. (10/17 P1-054, poster)
 13. 涂 雨暘・稲垣 佑亮・瀬高 渉、異なる側鎖をもつジシラビシクロアルカンの高効率合成と構造、第 33 回基礎有機化学討論会、岡山コンベンションセンター、2023.9.12-14. (9/13 2P028, poster)
 14. 金野 峻平、稲垣 佑亮、瀬高 渉、フェニレン架橋ジアザジシラマクロサイクルの合成と結晶構造、第 20 回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、東京都立大学南大沢キャンパス(八王子)、2023.6.17-18. (6/18 2P60, poster)
 15. 涂 雨暘、稲垣 佑亮、瀬高 渉、大環状ジフルオロジシラビシクロアルカンの合成と結晶構造、第 20 回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、東京都立大学南大沢キャンパス(八王子)、2023.6.17-18. (6/18 2P35, poster)
 16. 大沼 廉、稲垣 佑亮、瀬高 渉、オキシジフルオロフェニレン架橋かご型化合物の合成と結晶構造、第 20 回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、東京都立大学南大沢キャンパス(八王子)、2023.6.17-18. (6/18 2P13, poster)
 17. 江川 公太、稲垣 佑亮、瀬高 渉、置換フェニルトリブチセンの合成と分子内相互作用解析、第 20 回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム、東京都立大学南大沢キャン

- ンパス(八王子), 2023.6.17-18. (6/18 2P06, poster)
18. 松本 謙, 稲垣 佑亮, 瀬高 渉, 2,3-ジメチルフェニレン架橋ジアザマクロサイクルの合成と結晶構造, 第 20 回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 東京都立大学南大沢キャンパス(八王子), 2023.6.17-18. (6/17 1P60, poster)
 19. 大久保 瑛冬, 稲垣 佑亮, 瀬高 渉, ジピレニルピシクロアルカンの合成と結晶構造, 第 20 回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 東京都立大学南大沢キャンパス(八王子), 2023.6.17-18. (6/17 1P24, poster)
 20. 本吉 玄, 稲垣 佑亮, 瀬高 渉, 水酸基を有するピシクロアルカンの合成と構造, 第 20 回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 東京都立大学南大沢キャンパス(八王子), 2023.6.17-18. (6/17 1P15, poster)
 21. 岸井 飛・稲垣 佑亮・瀬高 渉, ジメトキシフェニレン架橋かご型化合物の合成と結晶構造, 第 20 回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 東京都立大学南大沢キャンパス(八王子), 2023.6.17-18. (6/17 1P04, poster)

【国際会議 招待講演】

1. Wataru Setaka, Dielectric Relaxation of Crystalline Molecular Gyrotops with a Dipolar Rotor, 13th International Advances in Applied Physics & Materials Science Congress & Exhibition (APMAS2023), 2023.10.11-17. (Oludeniz, Turkey). (10/13 plenary talk, 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

[研究成果] 査読付き論文 #1,3

エネルギーデバイス分野 梶原研究室

教授 梶原浩一 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

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
9-233号室 TEL:042-677-2841 内線 4851
ishijima@tmu.ac.jp

博士後期課程 2名
修士課程 9名
学部 4年 5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。リチウムを含むソーダライトである $\text{Li}_8\text{B}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$ を発見した。この化合物は初めての含ホウ素アルカリソーダライト、かつ均一融液から結晶化ガラスとして得られる初めてのソーダライトであり、得られた結晶化ガラスはリチウムイオン伝導性を示し金属リチウムとの接触に対しても安定であった。また、初めての含ナトリウムボラサイトである $\text{Na}_4\text{B}_4\text{Al}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$ 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。

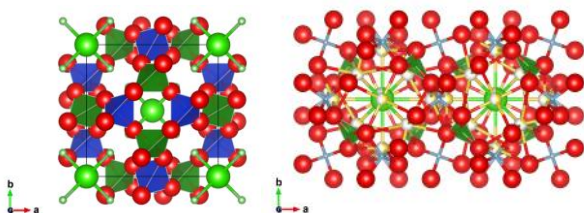


図 1 $\text{Li}_8\text{B}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$ (左)と $\text{Na}_4\text{B}_4\text{Al}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$ (右)の結晶構造

ケイ素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。本研究室で開発した無共溶媒法によって合成されたシクロヘキシル基を有するシルセスキオキサンが低融点ガラスとなることを見出した。これまで低融点ガラスとして知られていたポリ(フェニルシルセスキオキサン)と異なり、波長 300 nm 以下の深紫外光を吸収しないポリ(シクロヘキシルシルセスキオキサン)およびそれらのアルキルシルセスキオキサンとの共重合体は深紫外透明低融点ガラスであり、残留 SiOH 基のため親水的でガラスや金属等に強く密着する一方、かさ高いシクロヘキシル基のため残留 SiOH 基同士の重縮合が進みにくく 200°C での熱処理後も熱可塑性を失いにくいユニークな材料であることが見出された。

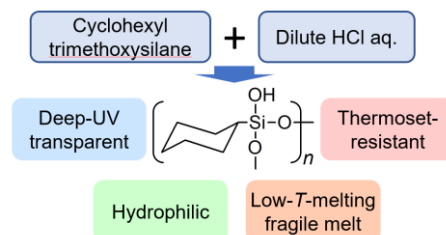


図 2 親水・熱硬化耐性深紫外透明ポリ(シルセスキオキサン)系低融点ガラスの無共溶媒合成

石島政直

銅パラジウム合金は 2 種類の結晶構造を有し、これまでに熱処理によるナノ粒子の結晶構造制御が報告されていた。アルコール還元法を用い、還元速度を調節することで異なる結晶構造を有する CuPd ナノ粒子の合成手法を開発し、CO₂ の電気化学還元触媒としての特性を調べた。(図 3)

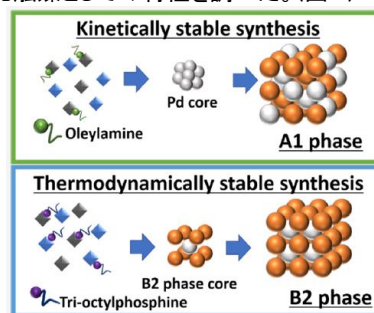


図 3 CuPd ナノ粒子の結晶構造制御

■ 特許

1. 特許出願 3 件

■ 著書・総説・解説、報告書

1. 梶原浩一, “ゾルゲル法によるシリカ-REPO₄ 透明結晶化ガラスの無濃度消光緑色・紫外発光,” *NEW GLASS* **38**, 15-19 (2023).
2. 梶原浩一(分担執筆), “光機能性シリカガラスの合成”, *ゾルゲル法の最新動向, 新材料・新素材シリーズ*, 中西和樹(編)(シーエムシー出版, 2023), 第 III.7 章, pp. 212-220.
3. 梶原浩一, “親水性シルセスキオキサン液体およびガラスの無共溶媒合成”, “ぬれ性”の制御と表面処理・改質技術(技術情報協会, 2023), 第 4.7 章, pp. 432-437.

■ 受賞

1. 新堀雄麻, 日本化学会電気化学ディビジョン 化学電池材料研究会 第 50 回講演会・夏の学校 2023 優秀ポスター賞
2. 吉田琢真, 日本セラミックス協会第 36 回秋季シンポジウム最優秀若手口頭発表賞
3. 有馬秀哉, 日本セラミックス協会 2023 JCS-Japan 学生優秀論文賞

■ 国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

1. 都市環境学部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
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. 都市環境学部金村研究室との電池材料に関する共同研究、論文共著・学会発表
4. 東北大学、物質・材料研究機構との電池材料に関する共同研究

石島 政直

1. 都市環境学部金村研究室との電池材料に関する共同研究、論文共著・学会発表
2. 東京工業大学フロンティア材料研究所との金属ナノ粒子に関する共同研究
3. 東北大学、物質・材料研究機構との電池材料に関する共同研究

■査読付き論文

1. H. Arima, N. Tezuka, M. Ishijima, K. Kanamura, K. Kajihara, "Lithium-ion-conducting glass-ceramics of a boron-containing alkali sodalite $\text{Li}_8\text{B}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$," J. Ceram. Soc. Jpn. 131, 291-297 (2023)
2. K. Kajihara, R. Suzuki, R. Seto, H. Itakura, M. Ishijima, "Poly(cyclohexylsilsesquioxane)-based hydrophilic thermoset-resistant deep-ultraviolet-transparent glasses with low melting temperatures," ACS Appl. Mater. Interfaces 15, 31880-31887 (2023).
3. Y. Shimbori, K. Nishikawa, K. Kajihara, K. Kanamura, "Application of 3DOM PI separator to Li metal battery with highly concentrated ionic liquid electrolyte," Electrochemistry 91, 127003 (2023).
4. N. Todoroki, M. Ishijima, J. L. Cuya Huaman, Y. Tanaka, J. Balachandran, Composition sensitive selectivity and activity of electrochemical carbon dioxide reduction on Pd-Cu solid-solution alloy nanoparticles, Catal. Sci. Technol., 13, 5025 (2023).
5. M. Ishijima, N. Todoroki, J. L. Cuya Huaman, Y. Tanaka, J. Balachandran, Kinetically Controlled Direct Synthesis of B2- and A1-Structured Cu-Pd Nanoparticles, Inorg. Chem., 62, 19270 (2023).
6. K. Kajihara, S. Nakagawa, R. Nakagawa, M. Suda, M. Ishijima, H. Kuriyama, I. Serizawa, "Temperature dependence of narrow-band uvb photoluminescence of silica-(Gd,Pr)PO₄ transparent glass-ceramic phosphors," J. Phys: Condens. Matter 36, 085301 (2024).
7. S. Yoshino, H. Arima, M. Ishijima, K. Kajihara, "Crystal structures of the alkali aluminoboracites $\text{A}_4\text{B}_4\text{Al}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$ (A = Li, Na)," Acta. Cryst. E 80, 169-173 (2024).
8. Y. Shimbori, S. Ooga, K. Kajihara, K. Kanamura, "Effect of Polybenzimidazole Addition to Three-Dimensionally Ordered Macroporous Polyimide Separators on Mechanical Properties and Electrochemical Performances", Electrochemistry, DOI: 10.5796/electrochemistry.23-00145.

■学会発表

【国際会議】

1. Koichi Kajihara, Shingo Nakagawa, Masanao Ishijima. Temperature dependence of narrow-band UVB photoluminescence of silica-(Gd,Pr)PO₄ transparent glass-ceramics. The 14th International Conference on SiO₂, Dielectrics and Related Devices, 2023 年 6 月, イタリア
2. Yuma Shimbori, Koichi Kajihara, Kiyoshi Kanamura. Improvement of Charge/Discharge Performance of Li Metal Battery Using Ionic Liquid Electrolyte with 3DOM PI Separator. 224th ECS Meeting, 2023 年 10 月, スウェーデン
3. Masanao Ishijima. Development of the Alcohol Reduction Method for the Designed Synthesis of Bimetallic Nanomaterials. Future Materials 2023. 2023 年 10 月, オンライン
4. Koichi Kajihar. Synthesis and characterization of lithium-ion-conducting boracite and sodalite glass-ceramics. ICG Annual Meeting 2023. 2023 年 11 月, 中国(招待)

【国内発表】

1. 菊島勇飛, 石島政直, 梶原浩一. アルコール還元法による Co-Pd ナノ粒子の形態制御技術の開発. ナノ学会第 21 回大会, 2023 年 5 月, 北海道
2. 板倉広昂, 石島政直, 梶原浩一. イミダゾリウムクロリド基含有ランダム型ポリ(アルキルシルセスキオキサン)の合成. 日本セラミックス協会第 36 回秋季シンポジウム 2023 年 9 月, 京都
3. 吉田琢真, 石島政直, 梶原浩一, 吉田智, 小池章夫. 無共溶媒法によるシルセスキオキサン系有機-無機ハイブリッド液体 および熱硬化性樹脂の開発. 日本セラミックス協会第 36 回秋季シンポジウム 2023 年 9 月, 京都
4. 新堀雄麻, 梶原浩一, 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二次電池への応用. 2023 電気化学秋季大会, 2023 年 9 月, 福岡
5. 梶原浩一, 有馬秀哉, 手塚直人, 石島政直, 金村聖志. 新規含ホウ素アルカリソーダライト $\text{Li}_8\text{B}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$ のリチウムイオン伝導性結晶化ガラス. 第 84 回応用物理学会秋季学術講演会, 2023 年 9 月, 熊本
6. 梶原浩一, 鈴木理央, 瀬戸涼介, 板倉広昂, 石島政直. ポリ(シクロヘキシルシルセスキオキサン)系親水・熱硬化耐性深紫外透明低融点ガラス. 第 64 回ガラスおよびフォトリソ材料討論会, 2023 年 11 月, 愛媛
7. 梶原浩一, シリカ-REPO₄ 透明結晶化ガラスの液相合成と無濃度消光発光, 第 2 回未来材料ワークショップ, 2024 年 3 月, 京都(依頼講演)
8. 小堀真輝, 小俣有沙, 石島政直, 金村聖志, 梶原浩一. 酸化還元反応を利用したマグネシウム二次電池用多孔質 MgMn_2O_4 正極の酸化鉄表面修飾と電気化学特性評価. 日本セラミックス協会 2024 年年会, 2024 年 3 月, 熊本
9. 下茂晃暉, 吉田琢真, 石島政直, 梶原浩一. Cl 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 2024 年年会, 2024 年 3 月, 熊本
10. 梶原浩一, 鈴木理央, 瀬戸涼介, 板倉広昂, 石島政直. 親水・熱硬化耐性深紫外透明低融点ガラスの無共溶媒合成と評価. 第 71 回応用物理学会春季学術講演会, 2024 年 3 月, 東京

エネルギーデバイス分野 柳下研究室

教授 柳下 崇 助教 棟方 裕一

■ 構成員

柳下 崇 (やなぎした たかし) 教授/博士(工学)
材料化学
9-147号室 TEL:042-677-2842 内線4935
yanagish@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
9-142号室 TEL:042-677-2826
munakata@tmu.ac.jp

博士後期課程 1 名
修士課程 5 名
学部 4 年 4 名

■ 研究概要

電気化学プロセスに基づくメンブレンフィルターの作製に関する研究

柳下 崇

AI 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。

AI の陽極酸化プロセスの機能化

柳下 崇

AI 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。

金属の陽極酸化による高規則性ナノホールアレイの形成と機能化

柳下 崇, 棟方裕一

ステンレス鋼をはじめとする各種金属の陽極酸化により高規則性ナノホールアレイが形成可能なことを見出した。また、得られた高規則性ナノホールアレイの電気学キャパシタへの応用について検討した。

新規燃料電池に関する研究

棟方裕一, 柳下 崇

燃料電池の作動温度を高めることは、燃料触媒の活性を向上させ、一酸化炭素による被毒の影響を低減する上で非常に重要である。我々はその実現に向けて、熱的安定性とイオン伝導性に優れる水酸化物イオン伝導性イオン液体を合成し、電解質としての応用を進めてきた。100 °C 以上の無加湿条件下で酸素還元反応の進行を確認したが、イオン密度の高いイオン液体中ではイオン種が白金触媒へ吸着し、過電圧が大きくなることが問題であった。そこで本研究では、白金触媒に及ぼす担体の効果を詳しく検証し、過電圧の低減に有効な触媒担体の設計指針を得ることを目的と

した。異種元素をドーピングしたグラフェン類を担体に用いた検討を進め、電子供与能に優れた材料を担体として用いることで過電圧を低減できることを見出した。

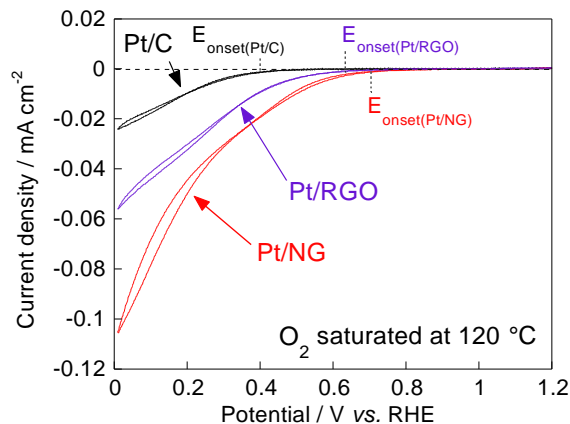


図 1 水酸化物イオン伝導性イオン液体中における各担体上に担持された白金触媒の酸素還元活性 (Pt/C: ケッチェンブラック, Pt/RGO: 還元型酸化グラフェン, 窒素ドーピンググラフェン: Pt/NG)



■査読付き論文

- Preparation of alumina membrane filters with framework structures by Al anodization
Y. Boushi and T. Yanagishita*, Langmuir, in press. **[Supplementary Cover Art]**
- Control of water droplet transport using anodic porous alumina with wettability gradient
Y. Boushi and T. Yanagishita*, Langmuir, in press. **[Supplementary Cover Art]**
- Anodic Porous Alumina Membranes with Chemical Stability Improved by Atomic Layer Deposition Coating of TiO₂
H. Itoh and T. Yanagishita*, ECS J. Solid State Sci. Technol., 13, 023002 (2024).
- Preparation of ordered nanostructures by anodization of Ag substrate with depression patterns
S. Teshima and T. Yanagishita*, J. Electrochem. Soc., 170, 123503 (2023).
- Flat and roll-type translucent anodic porous alumina molds anodized in oxalic acid for UV nanoimprint lithography
T. Yanagishita*, N. Kumagai, and H. Masuda, RSC Adv., 13, 33231 (2023).
- Anisotropic Plasmonic Property of Al Nanowires Obtained by AC Electrodeposition Using Anodic Porous Alumina Template
T. Kondo*, T. Sano, T. Yanagishita, and H. Masuda, J. Phys. Chem. C, 127, 21629 (2023). **[Supplementary Cover Art]**
- Fabrication of nanoparticle assemblies with a controlled number of constituent nanoparticles by membrane emulsification using anodic porous alumina
T. Yanagishita*, K. Yuda, T. Kondo, and H. Masuda, Mater. Adv., 4, 4369 (2023). **[Inside Front Cover]**
- Effects of anodization conditions of stainless steel on the formation of ordered nanoporous structures with high aspect ratios
Y. Osada and T. Yanagishita*, Nanotechnology, 34, 465601 (2023).
- Investigation of conditions for preparation of ordered nanohole arrays by anodization of iron substrates with depression patterns
Y. Osada and T. Yanagishita*, J. Electrochem. Soc., 170, 063510 (2023).
- Preparation of antireflection structures with heat resistance by nanoimprinting using anodic porous alumina molds
T. Yanagishita*, R. Ooe, Y. Ishibashi, and T. Mitsuru, Jpn. J. Appl. Phys., 62, 068002 (2023).
- Preparation of Size-controlled LiCoPO₄ Particles by Membrane Emulsification Using Anodic Porous Alumina and Their Application as Cathode Active Materials for Li-ion Secondary Batteries
T. Yanagishita*, R. Otomo, and H. Masuda, RSC Adv., 13, 16549 (2023).
- Fabrication of moth-eye structures with precisely controlled shapes by nanoimprinting using anodic porous alumina molds
T. Yanagishita*, M. Etani, and T. Kondo, J. Electrochem. Soc., 170, 063501 (2023).
- Preparation of polymer nanopillar arrays with controlled tip shapes and their application to hydrophobic and oleophobic surfaces

- T. Yanagishita*, M. Kurita, Langmuir, 39, 8540 (2023). **[Supplementary Cover Art]**
- Fabrication of Ideally Ordered Anodic Porous Alumina on Glass Substrates by Stamping Process Using Flexible Stamps
K. Kato and T. Yanagishita*, ECS Adv., 2, 022501 (2023).
 - J. Song, S.-H. Lim, K.-G. Kim, N. Umirov, H. Lee, C.B. Dzakpasu, J. Lim, J. Nam, J. Park, J.-N. Lee, H. Munakata, K. Kanamura, S.-S. Kim, Y.M. Lee, Adv. Energy Mater., 13 2004328 (2023).
 - M.U. Salma, Y. Maruyama, M. Nagao, S. Watauchi, H. Munakata, K. Kanamura, I. Tanaka, J. Ceram. Soc. Jpn., 131, 72 (2023).
 - M.R. Khandaker, Y. Maruyama, M. Nagao, S. Watauchi, H. Munakata, K. Kanamura, I. Tanaka, Cryst. Growth Des., 23, 5699 (2023).
 - Ji.S. Yun, O. Mukhan, W. Cho, J.-. Yu, H. Munakata, K. Kanamura, S.-S. Kim, Adv. Sustainable Syst. 2300297, (2023).
 - O. Mukhan, J.-S Yun, H. Munakata, K. Kanamura, S.-S. Kim, ACS Omega 2024, 9, 4004 (2024).

■学会発表

【国際学会での依頼講演】

- H. Munakata, R. Wakabayashi, K. Kanamura
Development of hydroxide ion conducting ionic liquids for non-humidified intermediate temperature alkaline-type fuel cells,
International Conference on Nanomaterials and Energy Storage Systems (INESS-2023), 2023年7月, Akyaka, Turkey
- T. Yanagishita and Y. Boushi
Fabrication of anodic porous alumina with wettability gradient
ICSE 2023, 2023年11月, 釜山

【国際学会での一般講演】

- H. Munakata, C. Tanaka, K. Kanamura
Phosphoric acid/ionic liquid mixed electrolytes for non-humidified intermediate temperature fuel cells
11th International Symposium on Inorganic Phosphate Materials & International Workshop on Forward-Looking Materials (ISIPM-11 & FLM2023), 2023年11月, Venice, Italy (Oral).

【国内学会での依頼講演】

- 棟方裕一
全固体リチウム二次電池の研究開発動向、実用化における課題と用途展開
長野県電子回路技術研究会 技術講演会, 2023年6月, オンライン (依頼講演).
- 棟方裕一
リチウムイオン電池の高度設計へ向けた微小計測技術の応用と展開
カーボンニュートラルを支援するCAE, 2023年9月, 神田, 東京
- 柳下 崇
高規則性ポーラスアルミナの作製と機能化
JTSS第3回合同支部講演会, 2023年9月, web
- 柳下 崇
Alの陽極酸化に基づく高透過性メンブレンフィルターの形成

表面技術協会第 149 回講演大会, 2024 年 3 月, 東京

【国内学会での一般講演】

1. 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マスクの作製とナノドット形成への応用
表面技術協会第 148 回講演大会, 2023 年 9 月, 山形
2. 柳下 崇, 恵谷真有
テーパ形状細孔を有するポーラスアルミナの形成条件に関する検討
表面技術協会第 148 回講演大会, 2023 年 9 月, 山形
3. 傍士陽太, 柳下 崇
フレームワークを有する極薄膜アルミナメンブレンの形成と気体透過特性
表面技術協会第 148 回講演大会, 2023 年 9 月, 山形
4. 福岡 功祐, 柳下 崇, 棟方 裕一
水酸化物イオン伝導性イオン液体中におけるグラフェン系触媒の酸素還元活性の評価
2023 年電気化学秋季大会, 2023 年 9 月, 福岡
5. 伊藤 榛華, 柳下 崇
TiO₂ 薄膜を有する高規則性ポーラスアルミナメンブレンの耐薬品性評価
2023 年電気化学秋季大会, 2023 年 9 月, 福岡
6. 長田悠雅, 柳下 崇
ステンレスの二段階陽極酸化による規則性ナノホールアレイ形成とキャパシタ特性評価
2023 年電気化学秋季大会, 2023 年 9 月, 福岡
7. 北原 琉那, 柳下 崇
陽極酸化ポーラスアルミナを鋳型にした濡れ性傾斜特性を有するナノピラーアレイの形成
2023 年電気化学秋季大会, 2023 年 9 月, 福岡
8. 豊嶋彩香, 増田啄哉, 柳下 崇
窪みパターンを形成した貴金属の陽極酸化による規則性ナノ構造体の形成
2023 年電気化学秋季大会, 2023 年 9 月, 福岡
9. 棟方裕一, 田中千裕, 金村聖志
種々の混合比のリン酸/イオン液体混合電解質中における白金触媒の酸素還元活性の評価
第 64 回電池討論会, 2023 年 11 月, 大阪府立国際会議場, 大阪
10. 福岡功祐, 柳下崇, 棟方裕一
水酸化物イオン伝導性混合イオン液体中の酸素還元活性の向上へ向けた白金触媒担体の設計
第 64 回電池討論会, 2023 年 11 月, 大阪府立国際会議場, 大阪
11. 堀口知華, 柳下 崇, 山崎雅史, 三好洋美
ナノピラー構造を用いた間葉系幹細胞の肝細胞性と分化の制御
機械学会第 34 回バイオフィロンティア講演会, 2023 年 12 月, 山口
12. 水木一成, 柳下 崇, 益田秀樹
200V 陽極酸化アルミナ皮膜の微小電流回復法による剥離
表面技術協会第 149 回講演大会, 2024 年 3 月, 東京
13. 福岡 功祐, 柳下 崇, 棟方裕一
水酸化物イオン伝導性混合イオン液体中における白金担持グラフェン系触媒の酸素還元活性・耐久性評価
電気化学会第 91 回大会, 2024 年 3 月, 名古屋
14. 梅木 皓太, 柳下 崇
鋳型法により窪みパターンを形成した金属薄膜の陽極酸化

電気化学会第 91 回大会, 2024 年 3 月, 名古屋

15. 吉永 みのり, 柳下 崇
チューブ状ポーラスアルミナスルーホールメンブレンの形成
電気化学会第 91 回大会, 2024 年 3 月, 名古屋
16. 豊嶋彩香, 長田悠雅, 柳下 崇
陽極酸化プロセスによる高規則性ナノホールアレイの形成
電気化学会第 91 回大会, 2024 年 3 月, 名古屋
17. 池田智哉, 濱上寿一, 棟方裕一
ゼオライト由来ゾル・ゲルの新規合成とその光触媒・電気特性
セラミックス協会 2024 年年会, 熊本大学黒髪キャンパス, 熊本, 2024 年 3 月

【国内学会でのポスター発表】

1. 傍士陽太, 柳下 崇
細孔径が連続的に変調した陽極酸化ポーラスアルミナの形成と濡れ性評価
軽金属学会第 144 回春季大会, 2023 年 5 月, 香川
2. 長田悠雅, 棟方 裕一, 柳下 崇
高規則性ステンレス陽極酸化皮膜の作製と電気化学特性評価
第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023, 2023 年 10 月, 船堀
3. 傍士陽太, 柳下 崇
超高透過性能を有する高規則性アルミナスルーホールメンブレンの作製と評価
第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023, 2023 年 10 月, 船堀
4. 伊藤 榛華, 柳下 崇
TiO₂ が成膜された理想配列アルミナメンブレンの光触媒特性評価
第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023, 2023 年 10 月, 船堀
5. 福岡 功祐, 柳下 崇, 棟方 裕一
水酸化物イオン伝導性イオン液体を用いた中温無加湿燃料電池のための酸素還元触媒の設計
第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023, 2023 年 10 月, 船堀
6. 梅木 皓太, 柳下 崇
電析法による窪みパターンが形成された金属基板の形成
第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023, 2023 年 10 月, 船堀
7. 北原 琉那, 柳下 崇
直径が連続的に変化したナノピラーアレイの形成と濡れ性評価
第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023, 2023 年 10 月, 船堀
8. 山田 彩妃, 柳下 崇
高濃度硫酸浴を用いたマルチステップ陽極酸化法によるアルミナマスクの作製
第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023, 2023 年 10 月, 船堀
9. 吉永 みのり, 柳下 崇
陽極酸化ポーラスアルミナのナノ細孔を介した AI 素地の溶解除去
第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023, 2023 年 10 月, 船堀
10. 豊嶋 彩香, 柳下 崇
窪みパターンを有する Ag の陽極酸化によるナノ規則表面の形成
第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023, 2023 年 10 月, 船堀
11. 傍士 陽太, 柳下 崇
高透過性能を有するアルミナメンブレンフィルターの形成と特性評価
軽金属学会関東支部 9 回若手研究者ポスター発表会, 2023 年 10 月, 群馬
12. 山田 彩妃, 柳下 崇
高濃度硫酸浴を用いた AI のマルチステップ陽極酸化による大面積アルミナマスクの作製と金属ナノドットアレイ形

成への応用

- 軽金属学会関東支部 9 回若手研究者ポスター発表会,
2023 年 10 月, 群馬
13. 山田 彩妃, 柳下 崇
マルチステップ陽極酸化プロセスを用いた基板上へのアルミナマスクの形成と機能化
軽金属学会第 145 回秋季大会, 2023 年 11 月, 東京
14. 伊藤 榛華, 柳下 崇
ALD により TiO₂ をコーティングした陽極酸化ポーラスアルミナの耐薬品性評価
軽金属学会第 145 回秋季大会, 2023 年 11 月, 東京
15. 長田悠雅, 棟方裕一, 柳下 崇
二段階陽極酸化による高規則性ナノホールアレー形成と電気化学キャパシタへの応用
第 38 回ARS姫路コンファレンス, 2023 年 11 月, 姫路
16. 豊嶋彩香, 柳下 崇
窪み配列を形成した貴金属の陽極酸化によるナノ構造体の形成
第 38 回ARS姫路コンファレンス, 2023 年 11 月, 姫路

室との細胞培養シートの開発に関する共同研究

2. 早稲田大学 馬渡研究室とのマイクロ流路に関する共同研究
3. NIMS マテリアル基盤研究センターとの電子顕微鏡用サンプルホルダーの開発に関する共同研究
- 棟方裕一
1. 関東学院大学理工学部理工学科 濱上研究室との新規イオン伝導材料に関する共同研究

■特許

1. 特許出願 3 件 柳下 崇

■著書・総説・解説・報告書

1. 柳下 崇
AI の陽極酸化による微細構造形成と機能化に関する最新動向(総説)
表面技術, 74, 170 (2023).
2. 柳下 崇
AI の陽極酸化によるメンブレンフィルターの作製
アルトピア, 4, 23 (2023).
3. 棟方裕一(単著),
—はじめて学ぶ—リチウムイオン電池設計の入門書
科学情報出版 (2023).
4. 棟方裕一(分担執筆)
第 1 章第 3 節 酸化物系固体電解質/ポリマーコンポジット電解質膜
ポストリチウムイオン二次電池開発(監修 櫻井庸司),
NTS (2023).
5. 棟方裕一
自動車の電動化を担うリチウムイオン電池
月刊車載テクノロジー 2023 年 10 月号, 技術情報協会 (2023).
6. 棟方裕一, 金村聖志
イオン液体を用いた新しいリン酸系中温無加湿燃料電池の開発
Phosphorus letter, 107, 31(2023).

■受賞

1. 傍土 陽太
軽金属学会第 144 回春期大会, 優秀ポスター発表賞
2. 長田 悠雅
2023 年電気化学会秋季大会, 優秀学生講演賞
3. 山田 彩妃
第 145 回軽金属学会秋季大会, 優秀ポスター発表賞

■先端的・学際的な研究の推進

- 柳下 崇
1. システムデザイン学部 機械システム工学科 三好研究

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 3名
博士課程 3名
修士課程 13名
学部 4年 6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、水素発生や二酸化炭素還元なども視野に入れ、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な系を見出した。

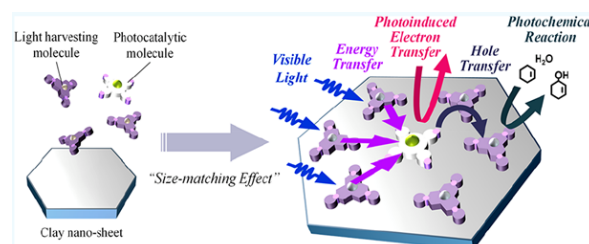


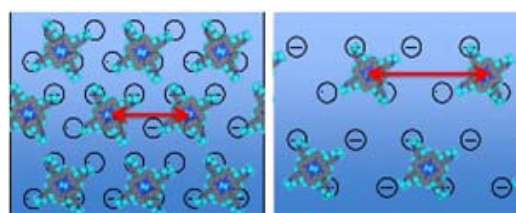
図1. ナノシート上で光捕集系と物質変換系を連結した人工光合成モデル

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、負電荷間距離の異なるナノシート材料を合成することにより、ゲスト色素であるポルフィリン分子の精密な分子間距離制御を試みた。特に、無機ナノシート骨格の異なる位置で電荷を発生させた際のゲスト吸着挙動への影響について明らかとした。特に、電荷密度の異なる粘土鉱物の新規な合成法を開発した。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。特に DNA プローブとなる色素群で、大きな発光増強(S-FIE)が発現することを見出した。



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。半導体ナノシートの電子輸送異方性を利用した、水素発生、二酸化炭素還元反応について検討した。

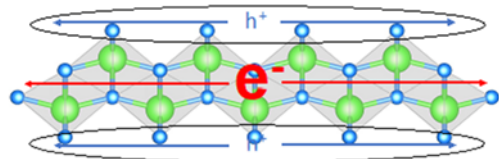


図 4. 半導体ナノシートの異方性を利用した可視光水素発生反応

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、水中であるにも関わらず、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、研究を展開した。

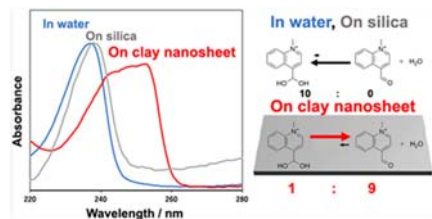


図 5a. 水中におけるナノシート上アルデヒド体の安定化

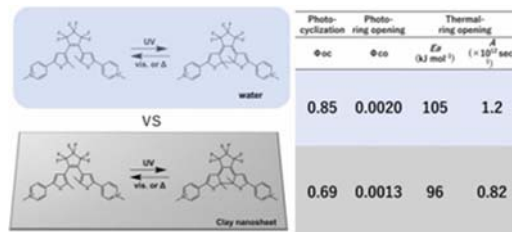


図 5b. ナノシート上におけるフォトクロミズム現象

金触媒に関する研究

石田 玉青

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。CO 酸化反応においては、Au と担体酸化物との界面が活性サイトとなり、分子状酸素は、界面近傍の酸化物担体の酸素欠陥サイトで活性化される。従って、高活性を示すためには、酸素欠陥サイトを豊富に有する酸化物に金粒子をできるだけ小さく担持することが重要となる。

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いる。微小な Ni-Ti LDH を MMO に変換すると、MMO 中の NiO ドメインは Ni 欠陥(Ni³⁺)、TiO₂ ドメインは酸素欠陥(Ti³⁺)が多く形成されることが報告されており、Ni-Ti LDH から誘導される MMO は最適な担体になることが期待される。

そこで本研究では、SiO₂ 上に微小な Ni-Ti LDH を形成後、種々の方法で金を直径 2 nm 以下のクラスターで固定化し(図 6a)、触媒活性を CO 酸化反応により評価した。その結果、触媒調製法によって Ni³⁺, Ti³⁺量が変化することが分かった。LDH を MMO に変換後金を析出沈殿法(DP)、尿素を用いた DP 法で担持した触媒(MMO-DP, MMO-DPU)、LDH に DP で金を担持後 MMO に変換した触媒よりも、LDH に DP で金を担持後 MMO に変換した触媒(LDH-DPU)の方が、高い活性を示すことが分かった(図 6b)。触媒調製法によって、Ti³⁺, Ni³⁺量が変化し、特に触媒活性は Ti³⁺量が寄与しており、酸素欠陥サイト(Ti³⁺)が多い触媒ほど、高い触媒活性を示すことを明らかにした。

金の触媒活性は担体酸化物の種類によっても大きく変化することが知られており、有機反応でも同様の傾向が見られる。CO₂ の有用化合物への変換反応は、カーボンニュートラルの観点から重要であり、盛んに研究されている。本研究では、CO₂ と H₂ を用いたアミンの *N*-ホルミル化反応について、種々の酸化物担持金触媒を用いて検討を行った。金触媒ではこれまでに、Au/TiO₂ が *N*-ホルミル化反応に高い触媒活性を示す一方で、その他の塩基性、両性、酸性酸化物担持金触媒では全く反応が進行しないと報告されている。

しかし、種々の金触媒で *N*-ホルミル化反応が進行することを本研究で明らかにした(表 1)。中でも高次構造を有する Nb₂O₅ に担持した金触媒(Au/Nb₂O₅-DO) (entry 8)は、既報の Au/TiO₂ (entry 5)よりも高い活性を示した。CO₂ の水素化反応を検討した結果、Au/ZnO のような塩基性酸化物担体ではメタノールが主生成物として得られた一方、両性酸化物である TiO₂ や酸性酸化物である Nb₂O₅ を担体として用いると、ギ酸メチルが主生成物で得られ、この高いギ酸メチル選択性が、高い *N*-ホルミル化活性に影響したことが分かった。高次構造を有する Nb₂O₅-DO は酸量・塩基量ともにアモルファス(A)や斜方晶(T)の Nb₂O₅ よりも同等かもしくはそれ以上であり、高い酸・塩基量が触媒活性に影響したと考えられる。

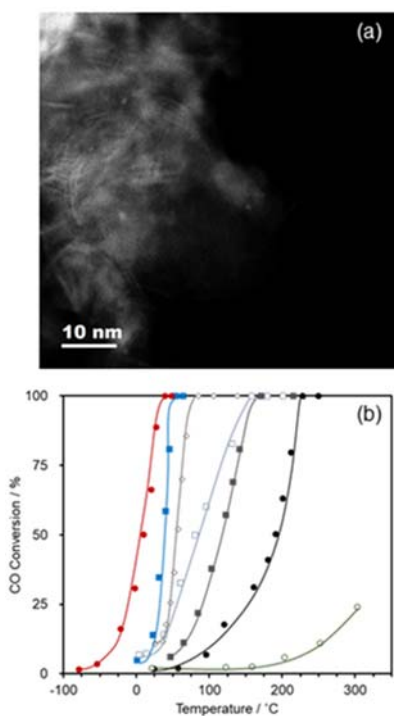
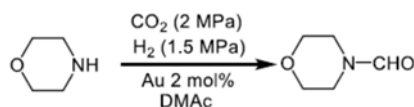


図 6. LDH-DPU (Au/Ni-Ti MMO/SiO₂)の電子顕微鏡(HAADF-STEM)像(a)と CO 酸化反応における転化率曲線(b). (b) ■: LDH-DP, ●: LDH-DPU, ■: MMO-DP, ●: MMO-DPU, ◇: Au/TiO₂, □: Au/NiO, ○: Au/SiO₂. Reaction conditions: 0.1 g of catalyst, 1 vol% CO in air (33.3 mL min⁻¹), and space velocity (SV) of 20,000 mL h⁻¹ g_{cat}⁻¹.

表 1. Au 触媒によるモルホリンの *N*-ホルミル化反応結果.^a



| Entry | Catalyst | Au size /nm ^b | Temp. /°C | Yield /% ^c | HCO ₂ Me Selec./% ^d |
|-------|---------------------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|---|
| 1 | Au/ZnO | 2.0±0.7 | 120 | 4 | 9 |
| 2 | Au/CeO ₂ | 4.5±2.7 | 120 | 8 | – |
| 3 | Au/ZrO ₂ | 3.3±1.8 | 120 | 11 | 11 |
| 4 | Au/Al ₂ O ₃ | 3.5±2.4 | 120 | 24 | 29 |
| 5 | Au/TiO ₂ | 4.1±2.2 | 120 | 59 | 66 |
| 6 | | | 100 | 55 | – |
| 7 | Au/Nb ₂ O ₅ -DO | 2.8±0.7 | 120 | 69 | – |
| 8 | | | 100 | 80 | 96 |
| 9 | Au/Nb ₂ O ₅ -T | 2.8±0.7 | 100 | 48 | – |
| 10 | Au/Nb ₂ O ₅ -A | 2.6±0.6 | 100 | 24 | – |

^a Reaction conditions: morpholine (0.5 mmol), *N,N*-dimethylacetamide (DMAc) (3.0 mL), 1 wt% Au catalyst (197 mg, Au 2 mol%), CO₂ (2.0 MPa), H₂ (1.5 MPa), 5 h. ^b Estimated by HAADF-STEM. ^c Yield was calculated by gas chromatography using 1,2-dimethoxyethane as an internal standard. ^d Reaction conditions for CO₂ hydrogenation: DMAc (3.0 mL), 1 wt% Au catalyst (197 mg), CO₂ (1.5 MPa), H₂ (2.0 MPa), 5 h. The selectivity to methyl formate was calculated by the amount of methyl formate produced divided by the total amount of methyl formate and methanol produced.

■ 査読付き論文

1. 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 (2023). DOI:10.1016/j.colsurfa.2022.130537
2. Enhanced Fluorescence Behavior of Safranin-O by Complexing with Inorganic Clay Nanosheets, M. R. Melechailil, K. Arakawa, Y. Hirade, F. Kuttassery, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, *J. Photoch. Photobio.* **15**, 100182-100188 (2023). DOI:10.1016/j.jpap.2023.100182
3. Anionic Clay Surface Facilitates Electron Transfer between an Excited Donor Encapsulated within a Cationic Capsule and a Cationic Electron Acceptor, N. Morita, A. Raj, T. Fujimura, T. Shimada, V. Ramamurthy, S. Takagi, *J. Photoch. Photobio.* **17**, 100204-100208 (2023). DOI:10.1016/j.jpap.2023.100204
4. 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). DOI:10.1016/j.cattod.2022.03.034
5. Selective Formation of Acetate Intermediate Prolongs Robust Ethylene Removal at 0°C for 15 Days, M. Lin, H. Wang, T. Takei, H. Miura, T. Shishido, Y. Li, J. Hu, Y. Inomata, T. Ishida, M. Haruta, G. Xiu, T. Murayama, *Nat. Commun* **14**, 2885-2892 (2023). DOI:10.1038/s41467-023-38686-0.
6. Gold/Substituted Hydroxyapatites for Oxidative Esterification: Control of Thin Apatite Layer on Gold Based on Strong Metal-Support Interaction (SMSI) Results in High Activity, A. Taketoshi, Y. Gangarajula, R. Sodenaga, A. Nakayama, M. Okumura, N. Sakaguchi, T. Murayama, T. Shimada, S. Takagi, M. Haruta, B. Qiao, J. Wang, T. Ishida, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **15**, 34290-34302 (2023). DOI:10.1021/acsami.3c05974.
7. Metal-Support Interaction in Gold Zeolitic Octahedral Metal Oxide and the Catalytic Activity for Low-Temperature Alcohol Oxidation, Y. Wang, G. Zheng, Q. Zhu, Q. Tong, B. Yu, T. Ishida, T. Murayama, Y. Li, W. Ueda, Z. Zhang, *Langmuir* **39**, 10162-10177 (2023). DOI:10.1021/acs.langmuir.3c01095.
8. In-situ Raman Unveiled Nb-O-Bond-Dependency Selectivity for Methanol Electro-Oxidation at High Current Density, X. Wang, C. Xiao, Y. Li, T. Murayama, T. Ishida, M. Lin, G. Xiu, *Appl. Catal. A: Gen.* **664**, 119341-119350 (2023). DOI:10.1016/j.apcata.2023.119341.
9. Au Clusters Supported on Defect-Rich Ni-Ti Oxides Derived from Ultrafine Layered Double Hydroxides (LDHs) for CO Oxidation at Ambient Temperature, A. Takahashi, A. Nakayama, T. Murayama, N. Sakaguchi, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, *catalysts* **13**, 1155-1169 (2023). DOI:10.3390/catal13081155.
10. Supported Gold Nanoparticles Prepared from NHC-Au Complex Precursors as Reusable Heterogeneous

- Catalysts, Q.-A. Huang, M. Takaki, H. Murayama, A. Yoshizawa, E. Yamamoto, L. X. Dien, T. Ishida, T. Honma, N. V. Tzouras, T. Scattolin, S. P. Nolan, M. Tokunaga, *Mol. Catal.* **549**, 113460-113468 (2023). DOI:10.1016/j.mcta.2023.113460.
11. Au/Nb₂O₅-Catalyzed *N*-Formylation of Amines Utilizing High Selectivity to Formate Intermediate in CO₂ Hydrogenation, M. Hidaka, M. Lin, H. Yamakawa, A. Nakayama, T. Murayama, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, *Chem. Lett.* **52**, 874-877 (2023). DOI:10.1246/cl.230365.
 12. Low-Temperature Hydrogenation of CO₂ to Methanol in Water on ZnO-Supported CuAu Nanoalloys, J. Mosrati, T. Ishida, H. Mac, M. Al-Yusufi, T. Honma, M. Parliniska-Wojtan, Y. Kobayashi, A. Klyushin, T. Murayama, A. M. Abdel-Mageed, *Angew. Chem. Int. Ed.* **62**, e202311340-e202311350 (2023). DOI:10.1002/anie.202311340.
 13. Decoration of Gold and Platinum Nanoparticle Catalysts by 1-nm-thick Metal Oxide Overlayer and its Effect on CO Oxidation, K. Okayama, A. Nakayama, T. Murayama, N. Sakaguchi, F. Hong, B. Qiao, J. Wang, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **16**, 4570-4580 (2024). DOI:10.1021/acsmi.3c14935.
 14. Emission Enhancement of Anthracene Derivative Caused by a Dramatic Molecular Orbital Change on the Nanosheet Surface, K. Arakawa, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, W. Han, *J. Phys. Chem. C* **128**, 1995-2002 (2024). DOI:10.1021/acs.jpcc.3c06631.
 15. Structural Transformation of Azonia[5]helicene Photoproduct via Reaction Field Function of Layered Inorganic Material, K. Arakawa, T. Shimada, T. Ishida, K. Sato, S. Takagi, *Langmuir*, *in press*. DOI:10.1021/acs.langmuir.3c03589.
 16. Monolayer Modification of Spherical Amorphous Silica by Clay Nanosheets, N. Nishida, K. Arakawa, T. Shimada, S. Takagi, *Langmuir*, *in press*. DOI:10.1021/acs.langmuir.3c03494.

■学会発表

【招待講演・依頼講演】

1. Surface-Fixation Induced Emission (S-FIE) of Organic Dyes on the Inorganic Flat Surface, S. Takagi, The 31st International Conference on Photochemistry, July, 2023, Sapporo, Japan.
2. Modification of Noble Metal Nanoparticle Surface by Thin Metal Oxide Layer Improves Catalytic Activity and Stability, T. Ishida, East China University of Science and Technology, November, 2023, Shanghai, China.
3. Modification of Gold Nanoparticle Surface by Thin Metal Oxides Aiming at Improvement of Catalytic Activity and Stability, T. Ishida, Dalian Institute of Chemical Physics, November, 2023, Dalian, China.
4. Enhanced Activity of Au Nanoparticles Covered by Hydroxyapatites, T. Ishida, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals (C&FC2023), December 2023, Tokyo, Japan.
5. 脱炭素社会に向けて ～人工光合成を用いて持続可能な社会へ～, 高木慎介, 日本遮水工協会秋季大会, 2023

年 11 月, 東京.

【国際会議】

1. Effect of Pt Co-Catalyst Loading Site on Photoreduction Efficiency in Titania Nanosheet, Y. Hirade, K. Fukushima, T. Shimada, S. Takagi, The 31st International Conference on Photochemistry, September, 2023, Sapporo, Japan.
2. Enhanced Fluorescence Behavior of Safranin-O by Complexing with Inorganic Clay Nanosheets, M. R. Melechailil, K. Arakawa, Y. Hirade, F. Kuttassery, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, The 31st International Conference on Photochemistry, September, 2023, Sapporo, Japan.
3. Monolayer Modification of Spherical Amorphous Silica by Clay Nanosheets, N. Nishida, K. Arakawa, T. Shimada, S. Takagi, The 12th Asian Photochemistry Conference (APC) 2023, November, 2023, Melbourne, Australia.
4. Remarkable Luminescence Enhancement of Alkaloid Dyes in Aqueous Solution by Using Clay Nanosheets, H. Mori, H. Tachibana, T. Shimada, T. Ishida, S. Takagi, The 12th Asian Photochemistry Conference (APC) 2023, November, 2023, Melbourne, Australia.
5. Unique Photochemical Behavior of Dyes on The Inorganic Flat Surface, H. Mori, K. Arakawa, T. Ishida, T. Shimada, E. Hasegawa, S. Takagi, The 12th Asian Photochemistry Conference (APC) 2023, November, 2023, Melbourne, Australia.
6. Development of Supported Gold Cluster Catalysts Utilizing Layered Double Hydroxide (LDH) Nanoparticles, A. Nakayama, A. Yoshida, T. Honma, N. Sakaguchi, A. Taketoshi, T. Murayama, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, EuropaCat2023, August, 2023, Prague, Czech Republic.
7. Decoration of Au/SiO₂ by Thin Metal Oxide Layer Derived from Layered Double Hydroxides (LDHs), K. Okayama, A. Nakayama, T. Murayama, N. Sakaguchi, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, EuropaCat2023, August, 2023, Prague, Czech Republic.
8. Continuous transfer hydrogenolysis of THFA to 1,5-pentanediol over stable Ni-La(OH)₃: Towards selective synthesis of biobased α,ω-diols, M. Al-Yusufi, D. Michalik, N. Steinfeldt, M. Sebek, H. Atia, R. Eckelt, C. Kubis, T. Ishida, T. Murayama, A. AbdelMaged, A. Köckritz, EuropaCat2023, August, 2023, Prague, Czech Republic.
9. Cluster-sized alloys on zeolite for robust ethylene removal at 0 °C, M. Lin, H. Wang, T. Ishida, G. Xiu, T. Murayama, EuropaCat2023, August, 2023, Prague, Czech Republic.
10. Oxidative Coupling Reaction of Dimethyl Phthalate over Supported Gold Catalysts, K. Arata, A. Nakayama, T. Murayama, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, 9th Asia-Pacific Congress on Catalysis (APCAT-9), October, 2023, Hangzhou, China.
11. Catalytic Properties of Supported Gold Catalysts Utilizing Layered Double Hydroxide (LDH) Nanoparticles, A. Nakayama, A. Yoshida, T. Honma, N. Sakaguchi, T. Murayama, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, 9th Asia-Pacific Congress on Catalysis

- (APCAT-9), October, 2023, Hangzhou, China.
- Thin Metal Oxide Layer-Coated Au/SiO₂ Using Layered Double Hydroxide Nanosheets, K. Okayama, A. Nakayama, N. Sakaguchi, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, 9th Asia-Pacific Congress on Catalysis (APCAT-9), October, 2023, Hangzhou, China.
 - Oxidative Homocoupling Reaction of Dimethyl Phthalate over Metal Oxide Supported Au Catalysts, K. Arata, A. Nakayama, T. Murayama, T. Shimada, S. Takagi, T. Ishida, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals (C&FC2023), December, 2023, Tokyo, Japan.

【国内発表】

- チタニアナノシートにおける金属助触媒の担持サイトがCO₂光還元効率に及ぼす影響の解明, 福島康生・平出有吾・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 2023 光化学討論会, 広島, 2023 年 9 月.
- 粘土ナノシート上におけるアルカロイド色素の発光増強, 森巴完・立花宏・嶋田哲也・石田玉青・平川和貴・高木慎介, 2023 光化学討論会, 広島, 2023 年 9 月.
- 粘土ナノシート上におけるジアリールエテン誘導体の三重項増感異性化反応, 荒川民杜・荒川京介・石田玉青・嶋田哲也・高木慎介, 2023 光化学討論会, 広島, 2023 年 9 月.
- Elucidation of Dynamic Quenching Behavior of Pyridinium Porphyrin Derivatives on Titania Nanosheet, 李乙銘・平出有吾・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 2023 光化学討論会, 広島, 2023 年 9 月.
- 負電荷間距離の異なる粘土ナノシートの合成とテトラカチオン性ポルフィリンの吸着挙動の評価, 澤崎太一・平出有吾・嶋田哲也・高木慎介, 第 66 回粘土科学討論会, 宮城, 2023 年 9 月.
- 球状シリカ表面への粒径の異なる粘土ナノシートの吸着挙動, 西田奈那子・荒川京介・嶋田哲也・高木慎介, 第 74 回コロイドおよび界面化学討論会, 長野, 2023 年 9 月.
- 微小な層状複水酸化物(LDH)を利用した担持金クラスター触媒による CO-PROX 反応, 中山晶皓・吉田彩乃・本間徹生・坂口紀史・村山徹・嶋田哲也・高木慎介・石田玉青, 第 132 回触媒討論会, 北海道, 2023 年 9 月.
- 層状複水酸化物を変換した Ni-Ti 複合金属酸化物担持金触媒を用いた CO-PROX 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 132 回触媒討論会, 北海道, 2023 年 9 月.
- Au/ZrO₂ 触媒によるフタル酸ジメチルの酸化的 C-H カップリング反応, 荒田晃生・中山晶皓・村山徹・嶋田哲也・高木慎介・石田玉青, 第 132 回触媒討論会, 北海道, 2023 年 9 月.
- 遷移金属置換型チタニアナノシートに対するカチオン性ポルフィリンの吸着挙動, 盧嘉浩・平出有吾・佐野奎斗・田中志乙・嶋田哲也・高木慎介, 第 42 回固体・表面光化学討論会, 長野, 2023 年 11 月.
- 粘土ナノシート上におけるカチオン性ポルフィリンの光安定性, 田原諒紀・平出有吾・嶋田哲也・石田玉青・立花宏・高木慎介, 第 42 回固体・表面光化学討論会, 長野, 2023 年 11 月.
- 粘土ナノシートによるシリカ球被覆と粘土被膜シリカへの色素の吸着, 西田奈那子・荒川京介・嶋田哲也・高木慎介, 第 3 回分子光機能研究会, 東京, 2023 年 12 月.

- 発光性ペロブスカイト型ナノシート Bi_xSr_{1-x}Ta₂O₇ の合成と色素複合体における新奇光反応系の構築, 原子薫平・佐野奎斗・嶋田哲也・高木慎介, 第 3 回分子光機能研究会, 東京, 2023 年 12 月.
- S-FIE 活性色素/アニオン性粘土ナノシートにおける発光原理の探索, 森巴完・嶋田哲也・高木慎介, 第 3 回分子光機能研究会, 東京, 2023 年 12 月.
- ナノ構造制御に基づくカチオン性ポルフィリンの長寿命化, 田原諒紀・平出有吾・嶋田哲也・石田玉青・立花宏・高木慎介, 第 3 回分子光機能研究会, 東京, 2023 年 12 月.
- 中性化合物の粘土ナノシートへの吸着, 深澤優希・西田奈那子・嶋田哲也・石田玉青・高木慎介, 日本化学会第 104 春季年会, 千葉, 2024 年 3 月.

■著書・総説・解説・報告書

- Supported Noble Metal Catalysts and Adsorbents with Soft Lewis Acid Functions, H. Murayama, Q-A. Huang, E. Yamamoto, M. Tokunaga, T. Ishida, M. Okumura, T. Honma, T. Fujitani, A. Isogai, *Chem. Rec.*, **23**, e202300148-e202300163(2023). DOI:10.1002/tcr.202300148. (総説)

■受賞

- The 31st International Conference on Photochemistry ACS Applied Materials & Interfaces, Poster Award, 平出有吾 (D3), 2023 年 7 月.
- 第 42 回固体・表面光化学討論会学生優秀講演賞, 盧嘉浩 (M1), 2023 年 11 月.
- 第 3 回分子光機能研究会優秀賞, 西田奈那子(M2), 2023 年 12 月.
- 第 3 回分子光機能研究会優秀賞, 原子薫平(M2), 2023 年 12 月.
- 第 3 回分子光機能研究会優秀賞, 田原諒紀(M2), 2023 年 12 月.

■国内外の大学・行政機関との連携を行った教育

- 高木慎介、東京理科大学非常勤講師
- 高木慎介、大阪公立大学客員教授
- 高木慎介、文部科学省卓越大学院プログラム教員
- 石田玉青、東京工科大学非常勤講師
- 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
- 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

- 韓国ソウル女子大学 Won-Sik Han 教授のグループとの「機能性色素材料開発」に関する共同研究
- 米国マイアミ大学 V. Ramamurthy 教授のグループとの「機能性色素材料開発」に関する共同研究
- インド University of Calicut Fazalurahman Kuttassery 准教授のグループとの「機能性色素材料開発」に関する共同研究
- 新潟大学 長谷川英悦教授のグループとの「機能性色素材料開発」に関する共同研究
- 静岡大学 平川 和貴教授のグループとの「機能性色素材料開発」に関する共同研究
- 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
7. 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
 8. 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
 9. 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
 10. 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

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

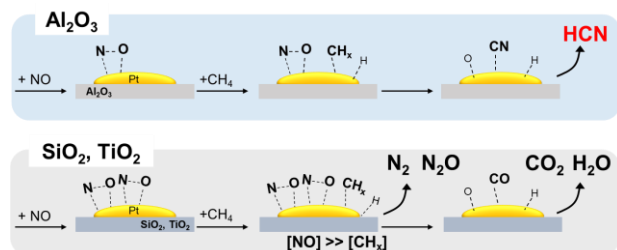
三浦 大樹(みうら ひろき)准教授/博士(工学)
触媒化学、固体酸塩基、有機合成化学、有機金属化学
9-550 号室 TEL:042-677-2851 内線4962
miura-hiroki@tmu.ac.jp

博士後期課程 5名
修士課程 8名
学部 4年 5名

■研究概要

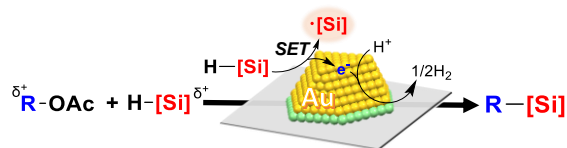
メタンとNOの反応によるHCN, NH₃生成に関する研究

メタンを有用化成品に変換する反応は重要である。本研究では、酸化剤として一酸化窒素(NO)を用いるとPt/Al₂O₃触媒によって工業的なHCN製造法であるDegussa(BMA)法とAndrossow法(反応温度1000℃以上)と比較して300~425℃の比較的低温でメタン(CH₄)をシアン化水素(HCN)ならびにアンモニア(NH₃)に変換できることを見出した。HCNの収率は、400℃で100時間後でも約1%を維持した。反応条件下におけるX線吸収微細構造(XAFS)とフーリエ変換赤外分光(FTIR)スペクトルの変化から、Pt-CN種が生成すること、Pt-CN種は重要な反応中間体としてだけでなく、反応の阻害剤としても機能することが明らかになった。HCNを連続的に生成するためには、白金表面上のPt-CN種と水素種の適切なバランスが必要であることが示された。この複数の吸着種バランスは、担体によって大きく変化した。



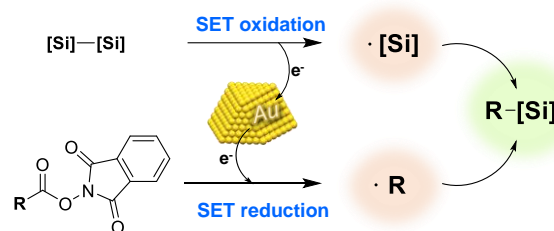
安定なC-O結合の触媒の変換反応に関する研究

炭素資源循環の観点からバイオマス由来化合物の有効活用に注目が集まっている。バイオマス化合物には多くのC-O結合が存在し、これらを変換することで効率的に有用化合物を合成する手法の開発が求められている。本研究では金と酸性酸化物で構成された触媒を用いることにより、ヒドロ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。



金ナノ粒子のラジカル反応特性に関する研究

1電子移動触媒を用いるラジカル反応は、旧知の2電子酸化還元プロセスとは異なる分子合成を可能にする。本研究では、金ナノ粒子が有機分子に対する1電子酸化還元触媒として機能し、ラジカルカップリングを効率的に進行させることを見出した。1電子受容が可能なレドックス活性エステルとジシランを反応させることで対応するアルキルシランが高収率で合成できることを明らかにした。



■査読付き論文

1. Acidic property and gas-phase glycerol-dehydration activity of WO₃/Al₂O₃ catalysts, Kanai, Ryuichi; Yagi, Fuyuki; Omata, Kaori; Miura, Hiroki; Shishido, Tetsuya, *Molecular Catalysis*, **2023**, 113588.
2. Insights into Pt-CN Species on an Alumina-supported Platinum Catalyst as Active Intermediates or Inhibitors for Low-temperature Hydrogen Cyanide Synthesis from Methane and Nitric Oxide, Takagaki, Atsushi; Bando, Kyoko; Yamasaki, Tatsuya; Murakami, Junichi; Sukanuma, Nobuya; Ghampson, Isaac Tyrone; Kodaira, Tetsuya; Ishihara, Tatsumi; Shishido, Tetsuya, *Catalysis Science & Technology*, **2023**, 13, 5017–5024.
3. Harnessing Supported Gold Nanoparticle as a Single-Electron Transfer Catalyst for Decarboxylative Cross-Coupling, Miura, Hiroki; Kaede, Ameyama; Shishido, Tetsuya, *Advanced Synthesis & Catalysis*, **2023**, 365, 62–69.
4. High-density formation of Ir/MoOx interface through hybrid clustering for chemoselective nitrostyrene hydrogenation, Hayashi, Shun; Shishido, Tetsuya, *ACS Organic & Inorganic Au*, **2023**, 3, 283–290.
5. Methane activation with nitric oxide at low temperatures on supported Pt catalysts: effects of the support, Sukanuma, Nobuya; Ghampson, Isaac Tyrone; Miura, Hiroki; Murakami, Junichi; Bando, Kyoko; Kodaira, Tetsuya; Yamasaki, Tatsuya; Takagaki, Atsushi; Ishihara, Tatsumi; Shishido, Tetsuya, *Catalysis Science & Technology*, **2023**, 13, 3927–3939.
6. Selective formation of acetate intermediate prolongs robust ethylene removal at 0 °C for 15 days, Mingyue

- Lin, Haifeng Wang, Takashi Takei, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, Yuhang Li, Jinneng Hu, Yusuke Inomata, Tamao Ishida, Masatake Haruta, Guangli Xiu, Toru Murayama, *Nature Commun.*, **2023**, *14*, 2885.
- Highly Active and Durable Rh–Mo-Based Catalyst for the NO–CO–C₃H₆–O₂ Reaction Prepared by Using Hybrid Clustering, Hayashi, Shun; Endo, Shinji; Miura, Hiroki; Shishido, Tetsuya, *ACS Materials Au*, **2023**, *3*, 456–463.
 - Deoxygenative Silylation of C(sp³)–O Bonds with Hydrosilane by Cooperative Catalysis of Gold Nanoparticles and Solid Acids, Miura, Hiroki; Yasui, Yuki; Masaki, Yosuke; Doi, Masafumi; Shishido, Tetsuya, *ACS Catalysis*, **2023**, *13*, 6787–6794.
 - Experimental Evidence for Alloying Effects in Au–Pt-catalyzed Low-temperature CH₄ Activation with NO, Ghampson, I. Tyrone; Miura, Hiroki; Murakami, Junichi; Bando, Kyoko; Kodaira, Tetsuya; Takagaki, Atsushi; Ishihara, Tatsumi; Shishido, Tetsuya, *ACS Catalysis*, **2023**, *13*, 6574–6589.
 - 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
 - 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.
 - 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.
 13. Catalytic aqueous CO₂ reduction to formaldehyde at Ru surface on hydroxyl-groups-rich LDH under mild conditions, Deng, L., Wang, Z., Jiang, X., Xu, J., Zhou, Z., Li, X., You, Z., Ding, M., Shishido, T.; Liu, X.; Xu, M., *Appl. Catal. B Environ.* **2023**, *322*, 122134.
- 学会発表
【国内発表】
- RhAu 触媒を用いるアルキンのヒドロシリル化
黄嘉名・三浦大樹・宍戸哲也, 石油学会第 65 回年会 2023 年 5 月 29 日(月)~30 日(金) タワーホール船堀
 - 液相フローリアクターを用いたグルコースから 5-HMF への高効率変換
甘利有理沙・三浦大樹・宍戸哲也, 石油学会第 65 回年会 2023 年 5 月 29 日(月)~30 日(金) タワーホール船堀
 - 酸化チタン光触媒を用いるレドックス活性エステルの脱炭酸型変換反応
千田実優・三浦大樹・宍戸哲也, 石油学会第 65 回年会 2023 年 5 月 29 日(木)~30 日(金) タワーホール船堀
 - 金属リン化合物による CO₂ 水素化 -選択的 CO 生成の機構-
宍戸哲也・福田一真・Li Mingjie・三浦大樹, 石油学会第 71 回研究発表会 2023 年 5 月 30 日(火)タワーホール船堀
 - 担持 Au 触媒を用いたポリエステル分解重合的シリル化
土井雅文・岡本紗椰香・安井祐希・三浦大樹・宍戸哲也, 第 12 回 JACI/GSC シンポジウム 2023 年 6 月 13 日(火)~14 日(水) 一橋講堂
 - 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 12 回 JACI/GSC シンポジウム 2023 年 6 月 13 日(火)~14 日(水) 一橋講堂
 - 担持 Au 触媒による不活性な C–N および C–O 結合のポリル化
西尾英倫・三浦大樹・宍戸哲也, 触媒学会若手会「第 43 回夏の研修会」2023 年 8 月 3 日(木)~5 日(土) ホテルリステル浜名湖
 - 不純物を含有するメタノールの酸化的改質反応に対して高い耐久性を有する高機能触媒の開発
野本賢俊・三浦大樹・宍戸哲也, 触媒学会若手会 第 43 回夏の研修会 2024 年 8 月 3 日(木)~5 日(土) ホテルリステル浜名湖
 - 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, 触媒学会若手会「第 43 回夏の研修会」2023 年 8 月 3 日(木)~5 日(土) ホテルリステル浜名湖
 - Borylation of C(sp³)–O Bonds of Alkyl Esters by Supported Au Catalysts
土井雅文・三浦大樹・宍戸哲也, 第 69 回有機金属化学討論会 2023 年 9 月 13 日(水)~15 日(金) 大阪大学 吹田キャンパス
 - Reductive Cross-Coupling of C(sp³)–O Electrophiles and Carbonyl Compounds by Supported Au Catalysts
安井祐希, 三浦大樹, 宍戸哲也, 第 69 回有機金属化学討論会 2023 年 9 月 13 日(水)~15 日(金) 大阪大学 吹田キャンパス
 - 金属リン化合物による逆水性ガスシフト反応の反応機構
宍戸哲也・福田一真・Li Mingjie・三浦大樹, 第 132 回触媒討論会 2023 年 9 月 13 日(水)~15 日(金) 北海道大学 札幌キャンパス
 - Understanding the geometric and electronic effect of Ru–P catalysts for CO₂ hydrogenation
Li Mingjie・福田一真・三浦大樹・宍戸哲也, 第 132 回触媒討論会 2023 年 9 月 13 日(水)~15 日(金) 北海道大学 札幌キャンパス
 - 担持 Au 触媒によるアレンのカルボシリル化
飴山楓・三浦大樹・宍戸哲也, 第 132 回触媒討論会 2023 年 9 月 13 日(水)~15 日(金) 北海道大学 札幌キャンパス
 - 担持 PdAu 合金触媒による α, β -不飽和ケトンのヒドロシリル化に対する担体の影響
井元郁・三浦大樹・宍戸哲也, 第 132 回触媒討論会 2023 年 9 月 13 日(水)~15 日(金) 北海道大学 札幌キャンパス
 - 担持 Au 触媒を用いた CO₂ 水素化によるメタノール合成:中間体の水素化に対する Au 粒子のサイズ効果

- 中川拓海・三浦大樹・宍戸哲也, 第 132 回触媒討論会 2023 年 9 月 13 日(水)~15 日(金) 北海道大学 札幌キャンパス
17. Rh/CeO₂ 触媒を用いるアルキンのヒドロシリル化
黄嘉名・三浦大樹・宍戸哲也, 第 132 回触媒討論会 2023 年 9 月 13 日(水)~15 日(金) 北海道大学 札幌キャンパス
 18. 固体酸触媒によるグルコースからの HMF 液相フロー連続合成
甘利有理沙・三浦大樹・宍戸哲也, 第 132 回触媒討論会 2023 年 9 月 13 日(水)~15 日(金) 北海道大学 札幌キャンパス
 19. 担持金触媒を用いたジシランによる複素環化合物の位置選択的シリル化
千田実優・三浦大樹・宍戸哲也, 第 132 回触媒討論会 2023 年 9 月 13 日(水)~15 日(金) 北海道大学 札幌キャンパス
 20. 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・三浦大樹・宍戸哲也, 第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023 2023 年 10 月 17 日(火)~19 日(木) タワーホール船堀
 21. 担持 Au 触媒によるアレンのカルボシリル化
飴山楓・三浦大樹・宍戸哲也, 第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023 2023 年 10 月 17 日(火)~19 日(木) タワーホール船堀
 22. 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 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023 2023 年 10 月 17 日(火)~19 日(木) タワーホール船堀
 23. Borylation of unactivated C-N and C-O bonds by supported Au catalyst
西尾英倫・三浦大樹・宍戸哲也, 第 53 回石油・石油化学討論会 大阪大会 2023 年 10 月 26 日(木)~27 日(金) 大阪科学技術センター
 24. ポリエステルのアップサイクルにも貢献！有機ケイ素化合物の新しい製造方法
土井雅文・三浦大樹・宍戸哲也, nano tech 2024 2024 年 1 月 31 日(水)~2 月 2 日(金) 東京ビッグサイト 東展示棟 3~8 ホール
 25. 尿素を用いた析出沈殿法による担持 Au 触媒の調製のメカニズム解明
西尾英倫・三浦大樹・宍戸哲也, 第 133 回触媒討論会 2024 年 3 月 18 日(月)~19 日(火) 横浜国立大学 常盤台キャンパス
 26. 二酸化炭素水素化によるメタノール合成における金属添加担持金触媒
野本賢俊・中川拓海・三浦大樹・宍戸哲也, 日本化学会第 104 回春季年会(2024) 2024 年 3 月 18 日(月)~21 日(木) 日本大学 船橋キャンパス
 27. 担持 AuPd 合金触媒を利用した二酸化炭素水素化による連続ギ酸合成
桐野凌汰・三浦大樹・宍戸哲也, 日本化学会 第 104 回春季年会(2024) 2024 年 3 月 18 日(月)~21 日(木) 日本大学理工学部 船橋キャンパス
 28. 酸化セリウム触媒による 1,2-ジオールの酸化的 C-C 結合開裂
中村雪乃・三浦大樹・宍戸哲也, 日本化学会 第 104 回春季年会(2024) 2024 年 3 月 18 日(月)~21 日(木) 日本大学 船橋キャンパス
 29. 担持 Au 触媒による H₂-D₂ 交換反応
奥住雄一郎・中川拓海・三浦大樹・宍戸哲也, 日本化学会 第 104 回春季年会(2024) 2024 年 3 月 18 日(月)~21 日(木) 日本大学 船橋キャンパス
- 【国際会議】
1. High durability of metal-doped copper catalysts in autothermal reforming of model bio-methanol
K. Nomoto, H. Miura, T. Shishido, 19th Korea-Japan Symposium on Catalysis (KJSC), May 15-17, 2023 Seoul, Korea
 2. Diverse Alkyl-Silyl Cross-Coupling via Homolysis of Unactivated C(sp³)-O Bonds by Supported Au Catalysts
Masafumi Doi, Yuki Yasui, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, The 19th Korea-Japan Symposium on Catalysis, May 15-17, 2023, Seoul, Korea
 3. Low-temperature Hydrogenation of CO₂ to Methanol over Supported Gold Catalysts
Takumi Nakagawa, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, The 19th Korea-Japan Symposium on Catalysis, May 15-17, 2023, Seoul, Korea
 4. Switching the selectivity of CO₂ hydrogenation over supported Rh catalysts by phosphorous-loading
Tetsuya Shishido, Kazuma Fukuda, Mingjie Li, Hiroki Miura, 15th European Congress on Catalysis Prague (EUROPA CAT 2023), August 27-September 1, 2023, Prague, Czech Republic
 5. Supported Gold Nanoparticles as Single-Electron Transfer Catalysts for Cross-Coupling Reactions
H. Miura M. Doi, Y. Yasui, K. Ameyama, and T. Shishido, 15th European Congress on Catalysis Prague (EUROPA CAT 2023), August 27-September 1, 2023, Prague, Czech Republic
 6. High durability of metal-doped Cu/ZnO/Al₂O₃ catalysts in autothermal reforming of model bio-methanol
K. Nomoto, H. Miura, T. Shishido, 15th European Congress on Catalysis (EuropaCat2023), August 27-September 1, 2023, Prague, Czech Republic
 7. Diverse Alkyl-Silyl Cross-Coupling via Homolysis of Unactivated C(sp³)-O Bonds by Supported Au Catalysts
Masafumi Doi, Yuki Yasui, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, EuropaCat 2023, August 27-September 1, 2023, Prague, Czech Republic
 8. Cooperative Catalysis between Au Nanoparticles and Metal Oxides for Rapid C-B Bond Formation
Kaoru Imoto, Hiroki Miura, Anchalee Junkaew, Masahiro Ehara, Tetsuya Shishido, EuropaCat 2023, August 27-September 1, 2023, Prague, Czech Republic
 9. Deoxygenative Silylation of C(sp³)-O Bonds with Hydrosilane by Supported-Gold Nanoparticles catalyst
Yuki Yasui, Masafumi Doi, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, EuropaCat 2023, August 27-September 1, 2023, Prague, Czech Republic
 10. Low-temperature hydrogenation of CO₂ to methanol over supported gold catalysts

- Takumi Nakagawa, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, EuropaCat 2023, August 27-September 1, 2023, Prague, Czech Republic
11. Tuning the selectivity of CO₂ hydrogenation using Ru phosphide catalysts
Minjie Li, Kazuma Fukuda, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, 9th Asia/Pacific Congress on Catalysis (APCAT-9) October 30- Nov. 2, Hangzhou, China
 12. Deposition of highly dispersed gold nanoparticles onto metal phosphates by deposition precipitation with aqueous ammonia
H. Nishio, H. Miura, K. Kamata, T. Shishido, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals (C&FC2023), December 3-7, 2023, Tokyo, Japan
 13. Decarboxylative silylation of redox-active esters by supported Au catalyst
K. Ameyama, H. Miura, T. Shishido, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2023 (C&FC 2023) December 3-7, 2023, Tokyo, Japan
 14. Cooperative Catalysis between Au Nanoparticles and Metal Oxides for Rapid C–B Bond Formation
Kaoru Imoto, Hiroki Miura, Anchalee Junkaew, Masahiro Ehara, Tetsuya Shishido, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2023 (C&FC 2023), December 3-7, 2023, Tokyo, Japan
 15. Reductive Cross-Coupling of C(sp³)-O Electrophiles and Carbonyl Compounds by Supported Au Catalysts
Yuki Yasui, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2023 (C&FC 2023), December 3-7, 2023, Tokyo, Japan

【依頼講演】

1. 不均一系触媒によるグルコースからの乳酸一段合成
畑 大地・相原健司・三浦大樹・宍戸哲也, 石油学会第 71 回研究発表会 2023 年 5 月 30 日(火)タワーホール船堀
2. 固体触媒で有機合成をすること
三浦大樹, 触媒学会若手会「第 34 回フレッシュマンゼミナール」2023 年 6 月 3 日 東京大学 本郷キャンパス
3. 高効率有機分子変換を可能とする金-他元素協働作用型固体触媒の開発
三浦大樹, 2023 年度フロンティア材料研究所 学術賞受賞記念講演会 2023 年 7 月 19 日 東京工業大学 すすかけ台キャンパス
4. 異種元素協働で拓く不均一系有機合成の新展開
三浦大樹, 第 19 回触媒化学ワークショップ 静岡 2023 年 8 月 3 日 静岡市産学交流センター
5. 異分子間結合形成を促進する金ナノ粒子-他元素協働触媒作用
三浦大樹, 第 132 回触媒討論会 2023 年 9 月 14 日 北海道大学
6. Supported Gold Nanoparticles as Single-Electron Transfer Catalysts for Cross-Coupling Reactions
H. Miura, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2023 (C&FC2023), 5, December, 2023, Tokyo, Japan,

7. Silylation of Stable C–O bonds by Supported Gold Catalysts and the Application for Depolymerization of Polyesters
H. Miura, Asian Polyolefin Workshop 2023 (APO2023), 13, December, 2023, Nara, Japan,
8. Toward CO₂ utilization
Tetsuya Shishido, Tokyo Metropolitan University – Universiti Malaya Webinar on Sustainability Journey of City Campuses 2023, December 18, 2023, Keynote lecture
9. 金属リン化合物による CO₂水素化 CO₂水素化の選択性の制御因子について
宍戸哲也 石油学会第 23 回北海道支部講演会 2023 年 12 月 21 日 室蘭工業大学
10. 固体酸触媒による脱水反応を基盤とするバイオマス変換
宍戸哲也 新化学技術推進協会 先端化学・材料技術部会 高選択性反応分科会 講演会、2024 年 2 月 21 日 新化学技術推進協会
11. 炭素資源循環に資する不均一系有機合成反応
三浦大樹, 日本化学会 第 104 春季年会(2024) 2024 年 3 月 21 日 日本大学船橋キャンパス
12. 水素スピルオーバーが固体酸性質に与える影響
宍戸哲也 学術変革領域(B) 表面水素工学 第 6 回領域会議、2024 年 3 月 26 日-27 日 新横浜国際ホテル

■受賞

1. 東京工業大学 学術創成研究院 フロンティア材料研究所
2023 年度フロンティア材料研究所学術賞(研究奨励部門)(2023 年 7 月 19 日)
“高効率有機分子変換を可能とする金-他元素協働作用型固体触媒の開発”
三浦大樹
2. ポスター賞 “Borylation of C(sp³)-O Bonds of Alkyl Esters by Supported Au Catalysts”
土井雅文・三浦大樹・宍戸哲也, 第 69 回有機金属化学討論会
3. ポスター賞 “Reductive Cross-Coupling of C(sp³)-O Electrophiles and Carbonyl Compounds by Supported Au Catalysts”
安井祐希, 三浦大樹, 宍戸哲也, 第 69 回有機金属化学討論会
4. Outstanding poster prize “Cooperative Catalysis between Au Nanoparticles and Metal Oxides for Rapid C–B Bond Formation”
Kaoru Imoto, Hiroki Miura, Anchalee Junkaew, Masahiro Ehara, Tetsuya Shishido, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2023 (C&FC 2023)
5. Outstanding poster prize “Reductive Cross-Coupling of C(sp³)-O Electrophiles and Carbonyl Compounds by Supported Au Catalysts”
Yuki Yasui, Hiroki Miura, Tetsuya Shishido, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2023 (C&FC 2023)
6. 公益社団法人 石油学会 論文賞“アルミナ担持白金触媒を用いたメタンと一酸化窒素によるシアン化水素合成における粒子径効果”

山崎達也, 高垣敦, 宍戸哲也, 阪東恭子, 小平哲也,
村上純一, Jun Tae SONG, 丹羽栄貴, 渡邊源規, 石
原達己

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@jtm.tmu.ac.jp

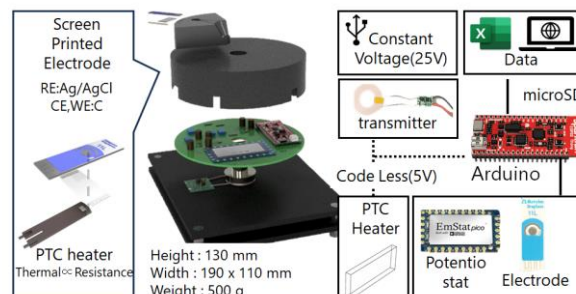
宮本 治子(みやもと はるこ) 学生実験担当
 9-291 室 TEL:042-677-1111 内線 4873
 miyamoto-haruko@jtm.tmu.ac.jp

博士後期課程: 3 名
 博士前期課程: 20 名
 学部 4 年: 7 名

■ 研究概要

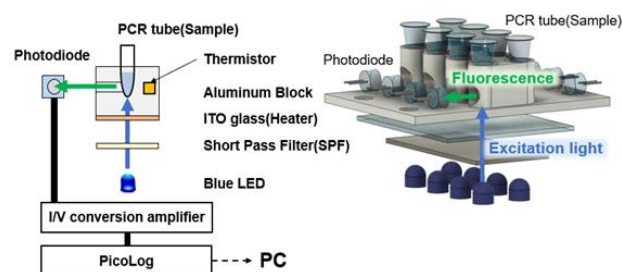
(1) コンパクトディスク型マイクロチップを用いる電気化学分析システムの開発 中嶋 秀, 山本 将史

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。そこで本研究では, 安価, 簡便に作成できる流路チップを搭載した可能なコンパクトディスク (CD) 型マイクロチップを用いる電気化学分析システムを開発し, 回転時に生じる力を使って液体を操作することで, 高額な周辺機器, 操作技術に頼らないピロリン酸イオンの定量分析及び等温遺伝子増幅検査 (LAMP 法) の全自動測定を行い, 陽性/陰性判別に成功した。



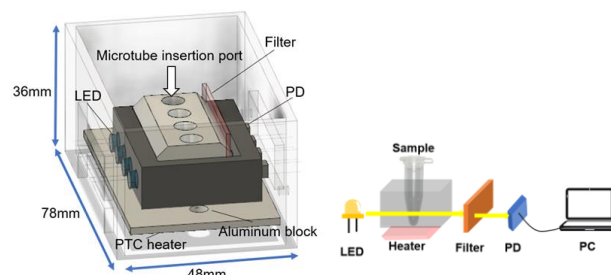
(2) LAMP 法に基づく蛍光検出遺伝子検査システムの開発 中嶋 秀, 山本 将史

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のため, 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。本研究では, ITO 透明ガラスヒーターを用いた新たな 8 検体の同時測定が可能な蛍光検出に基づく LAMP 装置を開発し, 最大 8 つの試料の蛍光強度をリアルタイムで同時測定できることを確認した。さらに, 異なる濃度のヒトゲノム DNA の PCR のリアルタイム蛍光強度測定の結果から, 本装置を用いて初期濃度 $2.11 \times 10^2 \sim 2.11 \times 10^4$ ng / μ L の範囲でヒトゲノム DNA の定量分析が可能であることを示した。



(3) LAMP 法に基づく吸光検出遺伝子検査システムの開発 中嶋 秀, 山本 将史

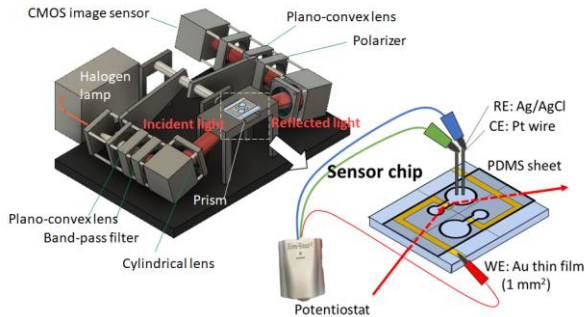
上記 (2) では, 蛍光検出による遺伝子検査システムを開発したが, 吸光検出を用いた遺伝子検査システムの構築にも取り組んだ。その結果, 4 つの試料の吸光強度のリアルタイム同時測定および陽性/陰性判別に成功した。さらに, 初期濃度 $2.11 \times 10^2 \sim 2.11 \times 10^4$ ng / μ L の範囲でヒトゲノム DNA の定量分析が可能であることを示した。



(4) SPR センサーを用いるエクソソーム膜タンパク質の計測法の開発

中嶋 秀, 山本 将史

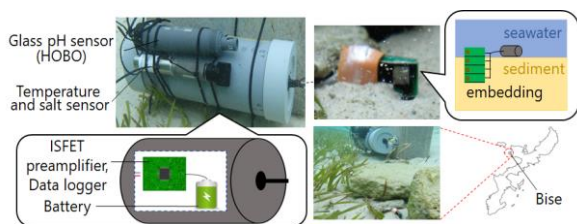
約 100nm の細胞外小胞であるエクソソームの膜には多様なタンパク質が含まれ、がん診断のための有用なツールであると期待されている。本研究では、表面プラズモン共鳴 (SPR) センサーを用いて、センサーチップの金表面に形成された人工生体膜に融合したエクソソームに様々な抗体を加えることで、SPR 信号の変化を測定した。その結果、エクソソームの人工生体膜への融合と、その後の膜タンパク質への抗体の吸着をリアルタイムで観察することに成功した。



(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

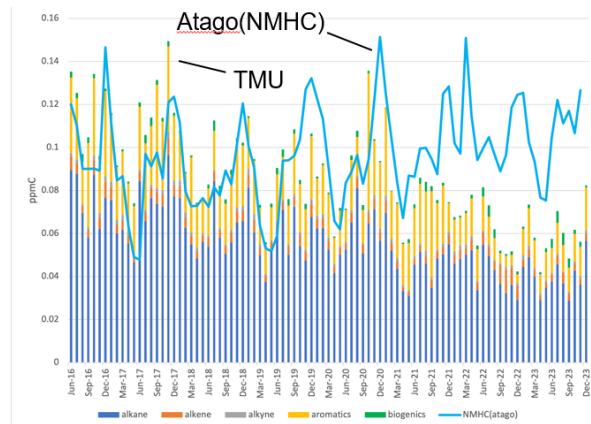
大気中に排出される二酸化炭素の増加に伴い、海洋の酸性化が進行している。海洋の酸性化は、サンゴや貝類などの炭酸カルシウムを骨格とする海洋生物の骨格生成を妨害するだけでなく、サンゴ礁の砂地の溶解も引き起こす可能性があるため、そこに棲息する海洋生物への影響が懸念されている。そのため、海底堆積物中の間隙水の pH 分布を測定することは、海洋の酸性化の進行度を評価するだけでなく、海洋生態系への影響調査のためにも極めて重要である。本研究では、酸化タンタルをイオン感応膜とするマルチチャンネル型 EG-ISFET センサーを開発し、沖縄県備瀬海岸において、海洋堆積物中の pH 分布観測及び pH の日内変動観測に世界で初めて成功した。



(6) 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) および都市域 (江東区) において揮発性有機化合物の個別濃度測定を GC-FID にて継続的に行い、都市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。非メタン炭化水素計との比較から、近年アルデヒドやアルコールなどの含酸素揮発性有機化合物の寄与が大きくなる傾向があることを見出した。



(7) 質量分析法での揮発性有機化合物の高速測定に関する研究

加藤 俊吾

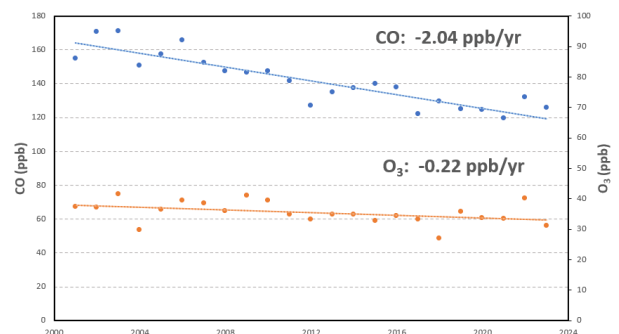
高時間分解で各揮発性有機化合物を検出できる選択イオンフローチューブ質量分析器 (SIFT-MS) も用いて江東区において春季 (5 月)、夏季 (7 月)、冬季 (12 月) に集中観測を行い、実大気の連続測定結果を取得した。SIFT-MS と GC-FID で検出した VOC の結果を比較し、SIFT-MS での揮発性有機化合物の濃度測定誤差について検討をおこなった。



(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。辺戸岬での長期観測結果から、一酸化炭素は特に冬春に有意な減少傾向がみられたが、オゾンはごくわずかな濃度減少がみられただけであった。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 2023 年 4 月、および 9 月-10 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。

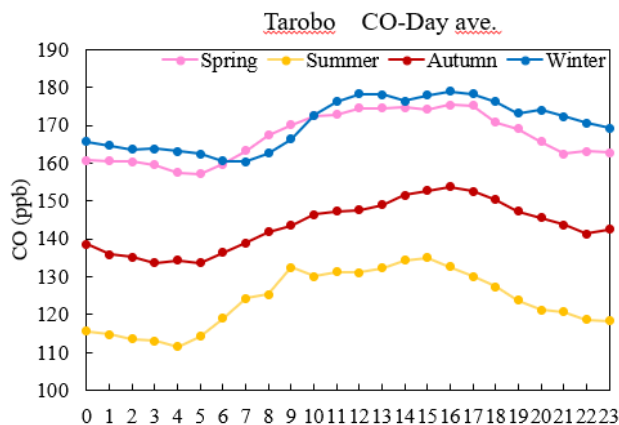


(9) 富士山山頂および山腹での大気汚染物質濃度変動に関する研究

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。汚染大気の大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、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。

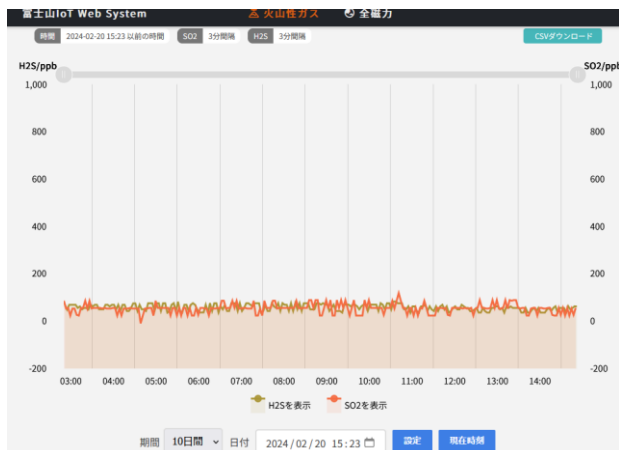
また、富士山腹に位置する太郎坊観測サイトにおいて、一酸化炭素、オゾンおよび二酸化硫黄の濃度測定を通年で行った。明確な日内変動が観測され、昼間は近傍の都市の影響を受けるが、夜間は清浄な自由対流圏の空気を測定できることがわかった。夜間みのデータを用いて長距離越境汚染の影響を検討できることがわかった。二酸化硫黄だけが高濃度になる事例が頻繁に観測され、火山性ガスが検出されると予想された。



(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

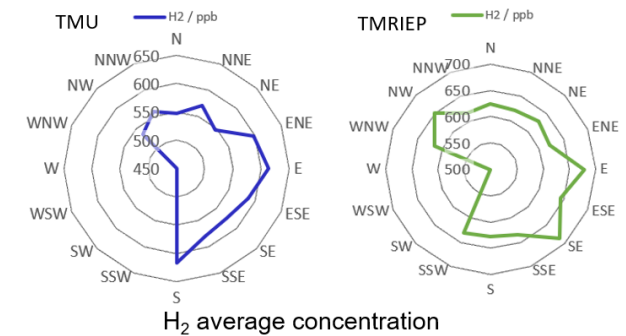
富士山噴火に備えるため、火山性ガス(SO₂,H₂S)をモニタリングするシステムの開発を行い、越冬観測をおこなった。富士山頂は商用電源が利用できないが、火山性ガスを小電力のガスセンサーおよび小電力通信技術のELTRES(SONY)を寒冷地用バッテリーで駆動し、観測したデータをリアルタイムでインターネット上に公開して閲覧できるようにした。また、富士山山腹の太郎坊サイトにおいても簡易型の越冬観測システムでの観測をおこなった。さらに、富士山の登山ルートおよび箱根大涌谷において、乾電池で小型センサーを駆動する小型システムを携帯しながら火山性ガスを測定し、濃度マップの作製をおこなった。これらにより、防災の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



(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。都市および郊外域での観測で水素が高濃度になる場合に、東京湾沿岸の工業地域あるいは都心から大気が輸送されている事例が多くみられ水素の発生源地域があることが予想された。



(12) ナノ/マイクロケミカルペンの開発と応用

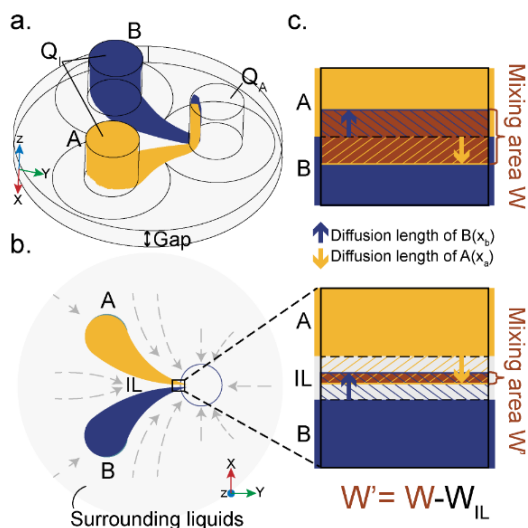
毛 思鋒

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

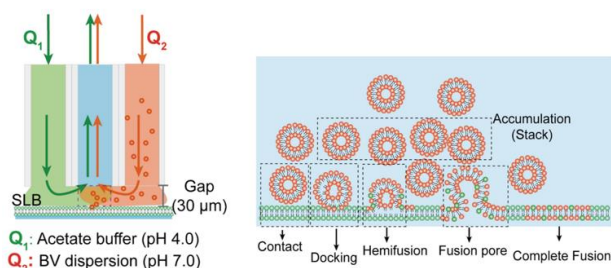
毛 思鋒

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。マイクロ流体メカニズムを解明した。



(14)リポソーム融合のための層流を用いた局所的な 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。リポソーム融合の制御に成功した。



■査読付き論文

- Hiroya Murakami, Keisuke Iida, Yuki Oda, Tomonari Umemura, Hizuru Nakajima, Yukihiko Esaka, Yoshinori Inoue, Norio Teshima
Hydrophilic interaction chromatography-type sorbent prepared by the modification of methacrylate-base resin with polyethyleneimine for solid-phase extraction of polar compounds
Analytical Sciences, 2023, 39_3 375-381
- Kuizhi Qu, Kazuhiro Morioka, Konoka Nakamura, Shoji Yamamoto, Akihiko Hemmi, Atsushi Shoji, Hizuru Nakajima
Development of a C-reactive protein quantification method based on flow rate measurement of an ink solution pushed out by oxygen gas generated by catalase reaction
Microchimica Acta, 2023, 191 24-24
- Ryo Ishii, Sota Hirose, Shoji Yamamoto, Kazuhiro Morioka, Akihiko Hemmi, Hizuru Nakajima
Development of Portable Multi-fluorescence Detection System Using Indium Tin Oxide Heater for Loop-mediated Isothermal Amplification
Sensors and Materials, 2024,

- S. Itahashia, N.K. Kim, Y.P. Kim, M.J. Song, C.H. Kim, K.S. Jang, K.Y. Lee, H.J. Shin, J.Y. Ahn, J.Y. Jung, Z. Wu, J.Y. Lee, Y. Sadanaga, S. Kato, N. Tang, A. Matsuki
Distinctive features of inorganic PM1.0 components during winter pollution events over the upwind and downwind regions in Northeast Asia
Atmospheric Environment, 309, 119943, 2023
- K. Shimda, Y. Geka, S. Kato, C. K. Chan, Y. P. Kim, C.-F. Ou-Yang, N.-H. Lin, S. Hatakeyama
Possibility of condensation of nitric acid for cloud condensation nucleus in the summer at Mt. Fuji
Atmospheric Pollution Research, 15, 101940, 2024
- Jianmin Yang, Yuxiang He, Zhendong Li, Xudong Yang, Yueming Gao, Mingmao Chen, Yunquan Zheng, Sifeng Mao, Xianai Shi
Intelligent wound dressing for simultaneous in situ detection and elimination of pathogenic bacteria
Acta Biomaterialia, 174, 177-190, 2024.
- Anchen Fu, Sifeng Mao, Nahoko Kasai, Haiyan Zhu, Huijie Zeng
Dynamic tissue model in vitro and its application for assessment of microplastics-induced toxicity to air-blood barrier (ABB)
Biosensors and Bioelectronics, 246, 115858, 2024.
- Sifeng Mao
Recent advances in nanowire sensor assembly using laminar flow in open space
TrAC Trends in Analytical Chemistry, 159, 116918, 2023.

■学会発表

- Shungo Kato
Long-term measurements of trace gases at the summit of Mt. Fuji during summer
ACID RAIN 2020, 2023/4/19 朱鷺メッセ・新潟コンベンションセンター, S3A-3
- Mao Sifeng, Hu Xiaohon, Kasai Nahoko, Kato Shungo, Nakajima Hizuru, Uchiyama Katsumi
Inclined push-pull device for single cell stimulation
第 83 回分析化学討論会, 2023/5/21 富山大学五福キャンパス, B2007
- Chenhan Peng, Nahoko Kasai, Hizuru Nakajima, Shungo Kato, Katsumi Uchiyama, Sifeng Mao
Development of chip-type Au nanowire sensor based on micro-chemical pen technology
第 83 回分析化学討論会, 2023/5/21 富山大学五福キャンパス
- 羅敏, 河西奈保子, 中嶋秀, 加藤俊吾, 内山一美, 毛思鋒
Local pH control by using hydrodynamically confined flow
第 83 回分析化学討論会, 2023/5/21 富山大学五福キャンパス, B2008
- 加藤俊吾, 児橋いづみ, 猪俣敏
都市郊外域での GC-FID および SIFT-MS と NMHC 計での測定比較
日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023/5/22, 幕張メッセ, 千葉 AAS07-P22
- 小山大輝, 東海敦, 森岡和夫, 山本将史, 中嶋秀
SPR センサーによるエクソソームと人工生体膜の膜融合の観測
令和 5 年度東日本分析化学若手交流会, 2022/6/23 東北大学環境科学研究科棟, P26
- Sifeng Mao

- Microchemical Pen: Microfluidic approach for single cell analysis
Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis 2023, 2023/9/8, Beijing, China
8. Mao Sifeng, Zhou Lin, Kasai Nahoko, Nakajima Hizuru, Kato Shungo, Uchiyama Katsumi
Development of microchemical pen technology for single cell analysis
日本分析化学会第 72 年会, 2023/9/15 熊本城ホール, 3A4-006
9. 羅敏, 河西奈保子, 中嶋秀, 加藤俊吾, 毛思峰, 内山一美
Localized lipid membrane fusion controlled by a chemical pen system
日本分析化学会第 72 年会, 2023/9/15 熊本城ホール, 3A4-007
10. Peng Chenhan, Kasai Nahoko, Nakajima Hizuru, Kato Shungo, Mao Sifeng, Katsumi Uchiyama
Gold nanowires fabrication with a sandwiched laminar flow system for bio-sensing
日本分析化学会第 72 年会, 2023/9/14 熊本城ホール, 2Y-299
11. 小川良太, 山本将史, 鈴木拳太, 森岡和大, 辺見彰秀, 武田智子, 茅根創, 中嶋秀
マルチチャンネル型 ISFET-pH センサーを用いる海底堆積物中の間隙水の pH 測定
日本分析化学会第 72 年会, 2023/9/14 熊本城ホール, 2Y-086
12. 廣瀬颯太, 石井領, 森岡和大, 山本将史, 辺見彰秀, 中嶋秀
LAMP 法を用いる携帯型遺伝子検査装置の開発
日本分析化学会第 72 年会, 2023/9/14 熊本城ホール, 2Y-224
13. 村野唯人, 森岡和大, 山本将史, 辺見彰秀, 中嶋秀
CD 型電気化学分析システムの開発とピロリン酸検出への応用
日本分析化学会第 72 年会, 2023/9/14 熊本城ホール, 2Y-250
14. 猪俣敏, 谷本浩志, 松本淳, 定永靖宗, 塩路貴大, 加藤俊吾, 佐々木威, 児橋いづみ
2.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
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/13 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂
15. 定永靖宗, 黎珈汝, 坂本陽介, 佐藤圭, 森野悠, 井上和也, 河野七瀬, 高見昭憲, 吉野彩子, 中嶋吉弘, 加藤俊吾, 梶井克純
2.オゾン光化学生成速度の実測によるオゾン生成レジェームの直接評価
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/15 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂
16. 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(5)
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/13 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂, 1A1145#
17. 塩路貴大, 松本淳, 加藤俊吾, 猪俣敏, 谷本浩志, 椎木弘, 定永靖宗
堺市における有機硝酸の連続観測
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/13 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂, P-01#
18. 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, 高見昭憲, 吉野彩子, 椎木弘, 梶井克純
2022 年夏季つくば市内におけるオゾン生成レジェームの実測による評価
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/13 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂, P-05#
19. 佐藤颯人, 和田龍一, 定永靖宗, 加藤俊吾, 大河内博, 三浦和彦, 小林拓, 皆巳幸也, 鴨川仁, 松見豊, 梶野瑞王, 松本淳, 米村正一郎, 速水洋, 畠山史郎
富士山太郎坊における越境汚染の通年観測手法の開発
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/13 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂, P-22#
20. 本間旭陽, 大河内博, 矢田崇将, 速水洋, 勝見尚也, 皆巳幸也, 小林拓, 三浦和彦, 加藤俊吾, 和田龍一, 竹内政樹, 戸田敬, 米持真一, 土器屋由紀子, 畠山史郎
富士山体を利用した大気境界層上層および自由対流圏における酸性ガスおよびエアロゾルの長期観測(7)
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/13 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂, P-23#
21. 押見基央, 大河内博, 王一澤, 速水洋, 勝見尚也, 皆巳幸也, 米持真一, 三浦和彦, 加藤俊吾, 和田龍一, 竹内政樹, 土器屋由紀子, 畠山史郎, 山田佳裕
富士山体を利用した自由対流圏および大気境界層における雲水化学観測(9)
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/13 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂, P-29#
22. 近藤優名, 大河内博, 米戸鈴美香, 藤原博伸, 速水洋, 加藤俊吾, 和田龍一, 三浦和彦, 山田佳裕, 鴨川仁
山間部局地豪雨の化学組成と大気汚染物質の影響評価(4)
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/13 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂, P-30#
23. 佐々木威, 加藤俊吾, 松本淳, 定永靖宗, 谷本浩志, 猪俣敏
東京都の郊外地域における大気中 PANs の通年観測
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/13 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂, P-60
24. 松本淳, 定永靖宗, 加藤俊吾, 谷本浩志, 猪俣敏
埼玉県所沢市における都市郊外大気の大気中 PANs 全量の常時監視の試み
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/14 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂, 2A1015
25. 加藤俊吾, 小平紗英, 宮恵斗, 鶴丸央, 齊藤伸治, 小谷野真司
東京都市域の江東区における大気中揮発性有機化合物および水素の測定
第 64 回大気環境学会年会, 2023/9/15 国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央共用講堂, 3B1200
26. 加藤俊吾
東京郊外及び都心での SIFT-MS および GC-FID による揮発性有機化合物の比較測定
第 28 回大気化学討論会, 2023/11/20 チトセピアホール(長崎県長崎市), P-45
27. Sifeng Mao

Real-time electrochemical detection of lactate response from single cell

Advances in Pharmaceutical Analysis 2023/11/10-12, Beijing, China

28. Kazuhiro Morioka, Toshimasa Miyawaki, Kenta Suzuki, Nori Fujita, Shoji Yamamoto, Hizuru Nakajima, Akihide Hemmi, Hajime Kayanne

Microfluidic-Based ISFET Sensor Using Carbon Fiber Tape for Monitoring of Seawater pH

PITTCON2024, 2024/2/26 San Diego Convention Center USA, PS-E266

29. Sota Hirose, Ryo Ishii, Shoji Yamamoto, Kazuhiro Morioka, Akihide Hemmi, Hizuru Nakajima

Development of a portable genetic testing device based on fluorescence detection using the LAMP method

PITTCON2024, 2024/2/27 San Diego Convention Center USA, PS-I111

■特許

■著書・総説・解説、報告書

■受賞

- 1 大阿蘇若手ポスター賞 LAMP法を用いる携帯型遺伝子検査装置の開発, 日本分析化学会第72年会, 発表者: 廣瀬颯太, 石井領, 森岡和夫, 山本将史, 辺見彰秀, 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 Northeast Asia by international intensive measurements)
3. 加藤俊吾
Pandra Global Network, Japan Pandra Network に参加し 二酸化窒素等の全球カラム量測定サイトの運用を行っている (2022年から継続中)
4. 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」
5. 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」
6. 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」
7. 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集液中エクソソーム分析法の開発」
8. 毛 思鋒
中国復旦大学との共同研究, 「Dynamic tissue model in vitro and its application for assessment of microplastics-induced toxicity to air-blood barrier」
9. 毛 思鋒
中国福州大学との共同研究, 「Intelligent wound dressing for simultaneous in situ detection and elimination of pathogenic bacteria」

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

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。

博士後期課程 2名

修士課程 4名

学部4年 1名

■研究概要

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。エンジン排熱を利用した燃料改質による自己着火性制御についても研究。

クローズドサイクル水素エンジンに関する研究

アルゴン循環式クローズドサイクル水素エンジンは作動流体の高い比熱比により高い理論熱効率が期待できる。本研究では過去に報告例の無い予混合圧縮着火燃焼を用いたアルゴン循環式クローズドサイクル水素エンジンの成立性について素反応数値計算を用いた解析を実施。

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。

■論文

1. K. Toshinaga, N. Izumi, T. Shudo, A study on fuel reforming waste heat recovery engine system fueled with methane, Applied Thermal Engineering, Vol.235, No.121325, pp.1-11.

■学会発表

1. 首藤登志夫, アルゴン循環クローズ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, 自動車技術会燃料潤滑油部門委員会, 2023年11月.

■学際的な研究の推進

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)
エネルギー化学, 光電気化学, 光触媒化学
フロンティア研究棟201号室 TEL:042-677-2852 内線5561
f.amano@tmu.ac.jp

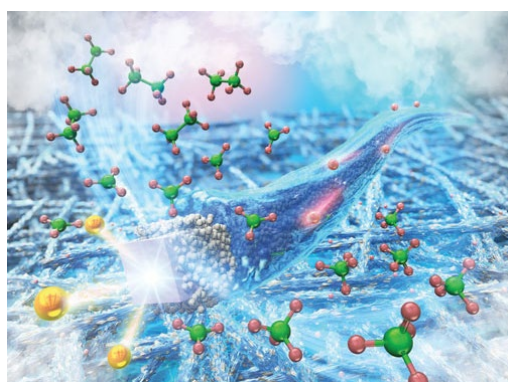
別府 孝介(べっふ こうすけ)助教/博士(工学)
無機材料化学, 固体触媒化学, 電極触媒
フロンティア研究棟201号室 TEL:042-677-2852 内線5561
beppu@tmu.ac.jp

特任准教授 1名
特別研究員 1名
博士後期課程 2名
修士課程 4名
学部4年 3名
研究生 1名

■ 研究概要

光電気化学的なメタン転換反応

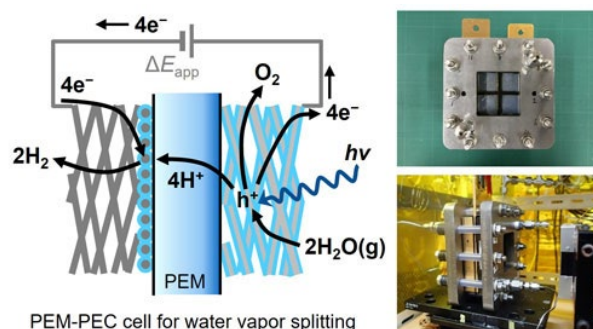
プロトン交換膜を備えたガス供給式の光電気化学システムを開発し、常圧かつ室温でのメタンの活性化反応を実現しました。酸化チタン(TiO_2)や酸化タングステン(WO_3)といった酸化物光アノードでは、紫外光照射下において、水蒸気分解による酸素生成、及びメタン水蒸気改質による二酸化炭素生成が進行します。 WO_3 光アノードに、可視光を照射するとメタンのカップリング反応が進行し、エタンが生成することが確認されました。メタン濃度の増加に伴い、酸素発生が抑制され、メタン転換によるエタンおよび二酸化炭素の生成速度が増加しました。最適条件では、可視光照射下でのエタン選択率は炭素基準で57%に達しました。光電気化学プロセス中でのメタンからのエタン生成は、メチルラジカル中間体の形成を示唆しています。エタンを反応原料とした場合にはn-ブタンが生成物として得られ、外部からの電圧印加なしで可視光を使ってメタンの酸化反応を誘起できることも実証されました。



プロトン交換膜形光電解セルによる水蒸気分解反応

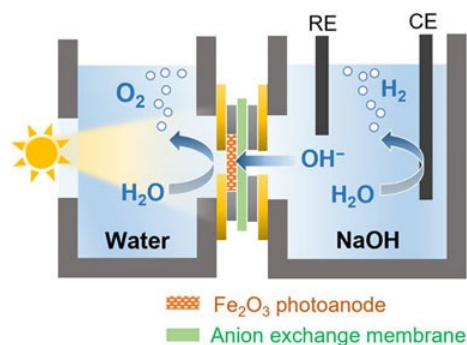
水蒸気を水素資源として活用するために、蒸気供給式の光電気化学システムを開発しました。この光電解セルは、プロトン交換膜を固体高分子電解質として使用し、繊維状の導電性基材で構成されるガス拡散電極を利用しています。マクロ多孔質構造を有する光電極はn型酸化物から構成され、光アノードとして酸素発生反応を促進します。カソードではPt触媒を使用して水素発生反応を進行させます。この蒸気供給式光電解反応の基本概念は、光電気化学的な三相界面構造

の戦略的な設計に基づいています。 TiO_2 、 WO_3 、チタン酸ストロンチウム(SrTiO_3)、バナジウム酸ビスマス(BiVO_4)などの多孔質光陽極を開発し、これらの光電極にプロトン伝導性イオンマー薄膜を適用することによって光電気化学反応効率が大幅に向上しました。プロトン交換膜を用いた光電解セルの合理的な設計は、再生可能エネルギーからの水素製造において、空気中の大気湿度を有効に活用する役割を果たします。



陰イオン交換膜形光電解セルによる水分解反応

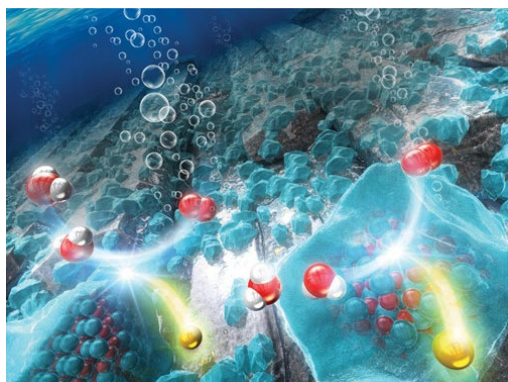
液体を用いた光電気化学反応では、イオン伝導性を保つために電解質を添加する必要があり、これが応用の障害となっています。そこで固体電解質の利用が検討されていますが、プロトン交換膜と比べて陰イオン交換膜の利用はまだ一般的ではありません。本研究では、アルカリ性でのみ安定に駆動する $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (ヘマタイト)光アノードを陰イオン交換膜と組み合わせ、膜電極接合体を作製しました。これにより、電解質を添加せずに可視光照射下で駆動する陰イオン交換膜形光電解セルを開発しました。ヘマタイト光アノードは、低導電率および中性に近い条件(約1 mS/mおよびpH 9)の溶液中で、水の酸化分解による酸素発生反応を促進しました。作用スペクトル解析により、波長600 nmまでの可視光応答性が確認されました。これは、従来報告された中で最も長波長の光を利用する固体電解質膜形光電解セルです。



水電解用の電極触媒の開発

酸性水電解システムの過酷な酸素発生反応(OER)条件において、高活性かつ高耐久性を有する電極触媒の開発が期待されています。資源的に希少で高価な酸化イリジウム(IrO_2)触媒は実用化が難しいため、本研究では IrO_2 に代わり、10倍以上も安価な酸化ルテニウム(RuO_2)に焦点をあて、0.1 M H_2SO_4 中でのOER活性および耐久性を調査しました。チタン繊維フェルト基材上にコーティングされた低結晶性の非晶質 RuO_2 粒子は、大きな電気化学活性表面積を有し、高いOER活性を示しましたが、OER中で容易に溶解してしまいました。

一方、RuCl₃前駆体溶液を完全に熱分解してRuO₂粒子の結晶性を向上させると、酸性OER条件下での溶解耐久性が大きく向上することがわかりました。最適な焼成温度(350 °C)では、電気化学活性表面積と結晶性のバランスのとれたRuO₂ナノ粒子がチタン繊維表面上に生成し、高いOER活性と耐久性が同時に達成されました。このチタン繊維上のナノ結晶RuO₂触媒は、pH 1.0の酸性電解液中でのOERにおいて、電流密度50 mA cm⁻²で48時間以上の耐久性を示し、この際の安定性指数(溶解Ruに対する発生酸素のモル比)はIrO₂触媒に匹敵する1×10⁵を超える値でした。



■査読付き論文

1. F. Amano*, S. Nomura, C. Tateishi, S. Nakayama, Clarification of Photoelectrochemical Oxygen Evolution Sites in TiO₂ Nanotube Array Electrodes by PbO₂ Deposition Method, *Journal of The Electrochemical Society*, 170, Article 026501, 2023
2. D.O.B. Apriandanu, S. Nakayama, K. Shibata, F. Amano*, "Ti-doped Fe₂O₃ Photoanodes on Three-Dimensional Titanium Microfiber Felt Substrate for Photoelectrochemical Oxygen Evolution Reaction", *Electrochimica Acta*, 456, Article 142434, 2023
3. J.J.M. Vequizo, K. Kato, F. Amano, and A. Yamakata*, "Unfolding the Impact of H₂-Reduction Treatment in Enhancing the Photocatalytic Activity of Rutile TiO₂ Based on Photocarriers Dynamics", *The Journal of Physical Chemistry C*, 127(22), pp 10411-10418, 2023
4. F. Amano*, A. Shintani, T. Sakakura, Y. Takatsujii, T. Haruyama, "Photoelectrochemical C-H Activation of Methane to Methyl Radical at Room Temperature", *Catalysis Science & Technology*, 13(16), pp 4640-4645, 2023
5. D.O.B. Apriandanu, R.M. Surya, K. Beppu, F. Amano*, "Anion Exchange Membrane Photoelectrochemical Water Splitting Using Porous Hematite Photoanodes", *ACS Applied Energy Materials*, 6(21), pp 10736-10741, 2023
6. K. Beppu, K. Obigane, F. Amano*, "Amorphous versus Nanocrystalline RuO₂ Electrocatalysts: Activity and Stability for Oxygen Evolution Reaction in Sulfuric Acid", *Catalysis Science & Technology*, 13, pp 6653-6661, 2023
7. F. Amano*, A. Ishikawa, H. Sato, C. Akamoto, S.P. Singh, S. Yamazoe, T. Sugimoto, "Facilitating Methane Conversion and Hydrogen Evolution on Platinized Gallium Oxide Photocatalyst through Liquid-like Water Nanofilm Formation", *Catalysis Today*, 426(15), Article 114375, 2024
8. F. Amano*, K. Tsushiro, "Proton Exchange Membrane Photoelectrochemical Cell for Water Splitting under Vapor Feeding", *Energy Materials*, 4, Article 400006, 2024, Mini Review, *Special Issue in Interface Engineering in (Photo)electrochemical Systems*

9. T. Yamamoto*, S. Kawaguchi, T. Kosuge, A. Sugai, N. Tsunoda, Y. Kumagai, K. Beppu, T. Ohmi, T. Nagase, K. Higashi, K. Kato, K. Nitta, T. Uruga, S. Yamazoe, F. Oba, T. Tanaka, M. Azuma, S. Hosokawa, "Emergence of Dynamically-Disordered Phases During Fast Oxygen Deintercalation Reaction of Layered Perovskite", *Advanced Science*, 10(19), Article 2301876, 2023

■学会発表

【招待講演・依頼講演】

1. F. Amano, Proton Exchange Membrane Photoelectrochemical Cell and Gas-Diffusion Photoanodes for Vapor-Fed Water Splitting, *The Annual Nanotechnology Conference 2023*, August 27-30, 2023, Warsaw, Poland, Invited Talks
2. 天野史章, 光触媒を活用する電気化学的なメタン高度変換技術, 日本エネルギー学会 天然ガス部会 科学・反応システム分科会講演会～様々な反応システムを活用するメタンの高度変換技術～, 2023年8月23日 日本大学、依頼講演
3. 天野史章, 光と水分子が介在したプロトン・電子移動によるメタンのエタンと水素への変換, さきがけ「革新的触媒の科学と創製」第1回領域研究会, 2023年9月28日 京都大学、依頼講演

【国内発表】

1. 津代啓佑, 赤本智, 天野史章, リンタングステン酸を表面電解質とした多孔質光電極による気相光電解反応, 第42回光がかかわる触媒化学シンポジウム 2023年7月7日 岡山大学 ポスター発表
2. 鈴木颯太, 天野史章, フロー型電子スピン共鳴法を用いた酸化タングステン光電極によるヒドロキシラジカル生成の評価, 第42回光がかかわる触媒化学シンポジウム 2023年7月7日 岡山大学 ポスター発表
3. D.O.B. Apriandanu, F. Amano*, Porous Hematite Photoanodes for Anion Exchange Membrane Photoelectrochemical Water Splitting System, 第19回触媒化学ワークショップ 2023年8月3日 静岡市産学交流センター 口頭発表
4. S.P. Singh, K. Beppu, F. Amano*, Photocatalytic methane conversion to ethane with water vapor over Pd₃Bi intermetallic nanoparticles-loaded gallium oxide, 第19回触媒化学ワークショップ 2023年8月4日 静岡市産学交流センター 口頭発表
5. 鈴木颯太, 天野史章, 電子スピン共鳴法を用いた種々の光触媒によるヒドロキシラジカル生成の評価, 2023電気化学秋季大会 2023年9月11日 九州大学 口頭発表
6. 天野史章, T.X.M. Chau, 酸化タングステンと Moドーブ BiVO₄のヘテロ接合型光電極による水蒸気光電解および耐久性の評価, 2023電気化学秋季大会 2023年9月11日 九州大学 口頭発表
7. 帯金一貴, 別府孝介, 天野史章, 水電解酸素発生反応における酸化ルテニウム触媒の表面構造および劣化機構, 2023電気化学秋季大会 2023年9月11日 九州大学 口頭発表
8. 津代啓佑, 佐藤博紀, 天野史章, 水蒸気供給プロトン交換膜型光電極触媒反応における相対湿度の影響, 第132回触媒討論会 2023年9月14日 北海道大学 口頭発表
9. S.P. Singh, K. Beppu, F. Amano, Intermetallic Pd-Bi nanoparticles loaded on gallium oxide photocatalyst for selective ethane formation from methane with water vapor, 第132回触媒討論会 2023年9月15日 北海道大学 口頭発表

10. 別府孝介, 天野史章, Amorphous Versus Nanocrystalline RuO₂ Electrocatalysts: Activity and Stability for Oxygen Evolution Reaction in Sulfuric Acid, 触媒学会ナノ構造触媒研究会2023年度講演会 2023年10月3日 犬山市民交流センター 口頭発表
11. 鈴木颯太, 天野史章, 光触媒電極によるヒドロキシルラジカル生成のフロー型電子スピン共鳴法を用いた定量分析, 第42回固体・表面光化学討論会 2023年11月16日 信州大学 口頭発表(学生優秀講演賞)
12. 津代啓佑, 天野史章, 気相反応のための酸化タングステン光電極のリンタングステン酸による表面機能化, 第42回固体・表面光化学討論会 2023年11月16日 信州大学 口頭発表
13. 天野史章, D.O.B. Apriandanu, R.M. Surya, 光電気化学的水分解のための多孔質ヘマタイト電極の開発, 電気化学会第91回大会 2024年3月14~16日 名古屋大学 口頭発表
14. 津代啓佑, 佐藤博紀, 天野史章, アイオノマー被覆 SrTiO₃光電極を用いたプロトン交換膜型水蒸気光電解における相対湿度および反応温度の影響, 電気化学会第91回大会 2024年3月14~16日 名古屋大学 口頭発表
15. 榎本和真, 岡崎琢也, 天野史章, ガス透過性プロトン交換膜を用いた過酸化水素の電解製造のためのフロー型反応器の開発, 電気化学会第91回大会 2024年3月14~16日 名古屋大学 口頭発表
16. 野本晃汰, 岡崎琢也, 天野史章, ビスマス電極触媒を用いた重炭酸由来CO₂電解による選択的ギ酸合成, 電気化学会第91回大会 2024年3月14~16日 名古屋大学 口頭発表
17. 天野史章, 津代啓佑, 鈴木颯太, 酸化タングステン光触媒電極によるヒドロキシルラジカル生成とメタン変換, 第133回触媒討論会 2024年3月18~19日 横浜国立大学 口頭発表
18. 別府孝介, 天野史章, 和田隆博, 低温XAFSを用いた Ag(In,Ga)Se₂中の化学結合の評価, 第133回触媒討論会 2024年3月18~19日 横浜国立大学 ポスター発表
19. 平山史門, 別府孝介, 岡崎琢也, 天野史章, CO₂電解還元反応によるギ酸生成におけるCu-Bi触媒の構造評価, 日本化学会第104春季年会 2024年3月18~21日 日本大学理工学部 口頭発表
20. 帯金一貴, 別府孝介, 天野史章, 酸素発生反応における酸化ルテニウム触媒の劣化機構, 日本化学会第104春季年会 2024年3月18~21日 日本大学理工学部 ポスター発表
21. R.M. Surya, S.P. Singh, T. Okazaki, K. Beppu, F. Amano, Enhanced Stability of Cu₂O Photocathode in Nitrate Solution, 日本化学会第104春季年会 2024年3月18~21日 日本大学理工学部 口頭発表
22. S.P. Singh, K. Beppu, F. Amano, Pelletized Photoelectrodes for Photoelectrochemical Water Splitting, 日本化学会第104春季年会 2024年3月18~21日 日本大学理工学部 ポスター発表

【国際会議】

1. F. Amano, S. Nakayama, and K. Beppu, Activation of Methane Mediated by Water Molecules on the Surface of Semiconductor Photocatalysts, *The 19th Korea-Japan Symposium on Catalysis*, May 15-17, 2023, Seoul, Korea, Oral presentation
2. D.O.B. Apriandanu, R.M. Surya, and F. Amano, Anion Exchange Membrane Photoelectrochemical Water Splitting Using Porous Hematite Photoanodes, *The 19th Korea-Japan Symposium on Catalysis*, May 15-17, 2023, Seoul, Korea, Oral presentation (Oral Presentation Award)
3. R.M. Surya, D.O.B. Apriandanu, K. Beppu, and Fumiaki Amano, Surface Modification of Macroporous Cu₂O

- Photocathode for Hydrogen Evolution Reaction, *The 19th Korea-Japan Symposium on Catalysis*, May 15-17, 2023, Seoul, Korea, Poster presentation
4. F. Amano, S. Nakayama, and K. Beppu, Photocatalytic Dehydrogenative Coupling of Methane Mediated by Water Molecules on Semiconductor Photocatalysts, *The Annual Nanotechnology Conference 2023*, August 27-30, 2023, Warsaw, Poland, Poster presentation

■著書・総説・解説, 報告書

1. 天野史章, 「気相中の水蒸気からの水素製造のための光電気化学システム」, 第一編[4-2-e], 触媒年鑑 触媒技術の動向と展望2023, 一般社団法人触媒学会

■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)1名
2. 北九州市立大学大学院(国費外国人留学生受入)1名

特定学術研究

■川上研

産学共同研究費による研究 10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 3件

1) 基盤研究(B)(研究代表者 川上 浩良)「マイトファジー誘導ナノキャリアによるデザイナー幹細胞の創成」
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」

3) 基盤研究(C)(研究代表者 吉岡 正浩)「細胞の老化抑制および若返りを引き起こす新規ナノキャリアによる加齢性疾患制御」

提案公募型研究費による研究 4件

1) 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」

2) 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」

3) 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」

4) 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 3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戦」

■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) 徳山科学技術振興財団スタートアップ助成(研究代表者 伊藤正人)「励起構造制御に基づく新規シングレットフィッシュン分子の開発と高効率化」

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 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」

2) 若手研究(研究代表者 伊藤正人)「螺旋形発光性有機πラジカルの開発と機能追求」

■瀬高研

文部科学省科学研究費による研究 1件

1) 基盤研究(B)(研究代表者 瀬高 渉、研究分担者 稲垣 佑亮、新規)「大規模柔軟多環化合物の創製とトポロジー構造化学」

■梶原研

学術相談による研究 1件

産学共同研究費による研究 1件

提案公募型研究費による研究 1件

1) JST 革新的GX技術創出事業(GteX)蓄電池領域(研究代表者 梶原浩一)「正極界面コーティングの開発」

文部科学省科学研究費による研究 1件

1) 基盤研究(B)(研究代表者 梶原浩一)「自由な励起移動を伴う無濃度消光発光材料の開発」

■柳下研

学術相談による研究 6件

産学共同研究費による研究 2件

寄付金による研究 2件

提案公募型研究費による研究 6件

1) 柳下 崇, JKA 補助金研究補助

2) 柳下 崇, 電気化学会関東支部研究助成

3) 柳下 崇, JFE21 世紀財団研究助成

4) 柳下 崇, 軽金属奨学会課題研究

5) 柳下 崇, 泉科学技術振興財団研究助成

6) 柳下 崇, 金型技術振興財団研究助成

文部科学省科学研究費による研究 1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」

■高木研

産学共同研究費による研究 1件

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 7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) JST 革新的GX技術創出事業(GteX)「資源制約フリーを目指したマグネシウム蓄電池の研究開発」(主たる共同研究者 石田 玉青)

4) JST 先端的カーボンニュートラル技術開発(ALCA-Next)「CO₂のみを炭素源とするカルボン酸合成用触媒の開発」(分担研究者 石田 玉青)

5) 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(2023年度第I期 提案型)(研究代表者 石田玉青)「層状複水酸化物ナノシートを利用した担持金属触媒の開発」

6) 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(2023年度第II期 提案型)(研究代表者 石田玉青)「担持金属単原子触媒および被覆金属ナノ粒子触媒の開発」

7) SPring-8 大学院生提案型課題(産業利用分野)(2023A期)(研究代表者 中山晶皓)「層状複水酸化物ナノ粒子を利用した担持金クラスター触媒のCO選択的酸化(PROX)反応中のin-situ XAFS状態解析」

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 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」

2) 科学研究費補助金 基盤研究B(研究代表者 石田玉青)「単層無機ナノシート被覆金属触媒の開発とグリーン化学プロセスへの応用」

■ 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 4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」
 - 4) 先端的カーボンニュートラル技術開発 (JST ALCA-Next)(研究代表者, 宍戸哲也)「CO₂のみを炭素源とするカルボン酸合成用触媒の開発」
- 文部科学省科学研究費による研究 3件
- 1) 基盤研究B(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」

■ 分析化学研究室

- 提案公募型研究費による研究 1件
- ・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」
- 文部科学省科学研究費による研究 6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」
 - ・開拓(研究代表者 中嶋秀)
「深層海洋循環の湧昇域特定のための次世代半導体pHセンサー開発」
 - ・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)
「汎用型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 cultur」

■ 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 2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」

- 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 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」
- 2) 若手研究(研究代表者 別府孝介)「バッファ層の導入による高耐久OER触媒の開発」

■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. NEDO『GI 基金 CO₂ 分離回収 技術検討ワークショップ』委員会委員長
12. NEDO『分科会 1(課題 1: カーボンリサイクル,課題 2: 水素利用)』委員会委員長
13. NEDO『カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO₂ 分離回収技術の研究開発』委員会委員
14. NEDO『二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発』委員会委員
15. 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
16. 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
17. 公立大学協会 第 2 委員会 WG 委員
18. 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
19. 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シップ創設事業」主任メンター
20. 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
21. 大学入試センター 大学入学共通テスト企画委員会委員
22. 日本学術振興会 科学研究費委員会専門委員
23. 新化学技術推進協会 委員

■山登正文

1. 高分子学会 代議員
2. 高分子学会 武蔵野地区懇話会運営委員
3. 日本磁気科学会 副会長
4. 日本膜学会 評議員
5. 応用物理学会 磁気科学研究会 幹事

■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. 高分子学会 水素・燃料電池材料研究会 運営委員
2. 電気化学会 関東支部幹事
3. 日本膜学会 ICOM2023 実行委員
4. 繊維学会 年次大会実行委員
5. 東京都産業労働局助成事業 審査委員
6. 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. 学術論文審査
4. 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(各賞審査員)
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. 東京都立南多摩中等教育学校専門的指導助言教員
7. 第 72 回高分子学会年次大会ポスター賞二次審査委員
8. 日本薬学会第 144 年会ポスター発表学生優秀賞審査委員
9. 学術論文審査・学会座長
10. 日本学術振興会科学研究費 2 段階書面審査委員(基盤研究(B): 生体材料学関連)(2020 年度~2021 年度: 2023 年公開)

■久保由治

1. 東京大学生産技術研究所リサーチフェロー
2. 企業との共同研究
3. 国際学術誌「Supramolecular Chemistry」Editorial Board Member
4. 第 20 回ホスト-ゲスト・超分子シンポジウム実行委員長
5. ホスト-ゲスト・超分子化学研究会幹事
6. 東京薬科大学後援会副会長
7. センサ&IoT コンソーシアム学術会員
8. CASE2024 Local Organized Committee
9. 学術論文審査
10. 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・ポスター賞の審査委員
2. 企業との共同研究
3. 第 20 回ホスト-ゲスト・超分子シンポジウム実行委員
4. CASE2024 Local Organized Committee

■瀬高 渉

1. 日本化学会第 104 春季年会プログラム委員(11.構造有機化学)
2. 公的機関の研究費審査
3. 法隆事務所 相談役
4. 学術論文審査
5. 各種学会における座長、講演賞審査
6. 2023 年ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム実行委員

■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
3. 日本化学会第 104 春季年会プログラム 構造有機化学編成会 委員
4. 学術論文審査
5. 1 日体験化学教室(高校生向けイベント)

■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. ニューガラスフォーラム ガラス科学技術研究会 主査
5. 企業との共同研究
6. 学術論文審査、学会での座長・講演賞審査等

■石島政直

1. 東京都立大学 1 日体験化学教室 運営委員

■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(～2024 年 2 月)
3. 電気化学会関東支部副支部長(2024 年 3 月～)
4. 電気化学会評議員
5. 表面技術協会会計理事
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. 表面技術協会第 149 回講演大会実行委員
10. 軽金属学会運営委員
11. 軽金属学会関東支部庶務幹事
12. 軽金属学会第 145 回秋季大会実行委員

■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

■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. Clay Science 誌 Editor
5. 日本化学会 低次元系光機能材料研究会 運営委員
6. 大阪府立大学客員教授
7. 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
8. 固体表面光化学討論会 共同代表
9. 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
10. 東京理科大学非常勤講師
11. J. Photochem. Photobiol. 誌 Editorial Board
12. ICP2023 プログラム委員(リーダー)
13. 分子光機能研究会 運営
14. 企業との共同研究(2 件)
15. Photochemical & Photobiological Sciences (Springer Nature): Editor-in-chief (Special issue, 2023)
16. 東京都立大学オープンユニバーシティ講師
17. 日本遮水工協会 秋季大会 講師

■石田玉青

1. 第 13 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. International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals (C&FC2023) 現地実行委員
5. 東京工科大学非常勤講師
6. 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
7. 学術論文審査
8. 学会での座長や講演賞審査員

■穴戸哲也

- 1) Royal Society of Chemistry フェロー
- 2) C&FC2023 International Advisory Board, 組織委員長
- 3) 水素エネルギー協会第32回大会 実行委員長
- 4) 触媒学会 理事
- 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) 内閣府「エビデンスに基づく重要科学技術領域の調査分析」WG 委員
- 13) 【東京都港湾局】研修 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 ジュニアソサイエティ委員
- 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

■中嶋秀

1. 日本分析化学会論文誌「分析化学」編集アドバイザー 2022.04～現在
2. 学術論文審査
3. 学会での座長
4. 東京都立大学 1 日体験化学教室

■加藤俊吾

1. 認定 NPO「富士山測候所を活用する会」理事 2016.7.1～現在
2. 学術論文審査
3. 学会での座長

■毛思鋒

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

■山本将史

1. 日本サンゴ礁学会広報委員

■首藤登志夫

1. 東京都 ゼロエミッション東京の実現等に向けたイノベーション促進事業 審査委員
2. 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
3. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO 技術委員
 4. 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
 5. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO 未利用熱エネルギー革新的活用技術研究開発 終了時評価委員
 6. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO ディープテック・スタートアップ支援事業 書面審査員
 7. 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
 8. 自動車技術会 フェロー
 9. 自動車技術会 伝熱技術部門委員会 委員
 10. 自動車技術会 燃料潤滑油部門委員会 委員
 11. 自動車技術会 燃料電池部門委員会 委員
 12. 自動車技術会 ガス燃料エンジン部門委員会 委員
 13. 日本機械学会 年次大会 実行委員
 14. 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
 15. 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
 16. 日本機械学会 ゼロ CO2 エンジン研究会 委員
 17. 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
 18. 日本機械学会 先進内燃機関セミナー研究会 委員
 19. 本田財団 本田賞推薦人
 20. Editorial Board Member, "Energies"
 21. 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

■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) 触媒学会 東日本支部 キャタリシススクール運営委員会 委員
- 5) 日本化学会 第 104 春季年会 プログラム小委員会 編成委員
- 6) 日本 XAFS 研究会 「XAFS 夏の学校 2023」実習講師
- 7) 高輝度光科学研究センター SPring-8 講習会 「産業利用に役立つ XAFS による先端材料の局所状態解析 2024」実習講師

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： 4 名

大学院生： 3 名

学位論文リスト

修士論文

| | |
|--------|---|
| 寺側 菜々 | 各種ナノファイバーが環状カーボネートを有する高分子電解質膜のリチウムイオン伝導特性へ与える影響 |
| 赤塚 美月 | 表面修飾ナノ粒子含有高分子複合膜の高温作動下での気体透過特性に関する研究 |
| 飴山 楓 | 担持Au触媒によるアレンのカルボシリル化 |
| 板倉 広昂 | 新規イオン性ポリシルセスキオキサンの開発とプロトン伝導体への応用 |
| 伊藤 榛華 | TiO ₂ 薄膜を形成した陽極酸化ポラスアルミナメンブレンの光触媒特性評価 |
| 稲原 遼太 | 非フッ素材料からなる高分子ナノファイバー複合電解質膜の作製とその燃料電池特性評価 |
| 井元 郁 | 逆水素スピルオーバーが発現する担持金系触媒上での分子変換効率化 |
| 岩崎 皓太 | 高温低湿燃料電池作動を志向した異種酸ポリマーブレンドナノファイバー複合膜の作製とその評価 |
| 兎洞 海斗 | DACを志向した表面修飾ナノ粒子含有高分子複合膜の気体透過特性に及ぼす温度変動の効果 |
| 江川 公太 | トリプチシル基を固定子とする分子ローターの合成と構造 |
| 大久保 瑛冬 | ジピレニルジシラビシクロアルカンの合成と蛍光特性 |
| 大沼 廉 | オキシジフルオロフェニレンを回転子とするかご型分子極性ローターの合成と固体誘電特性 |
| 小川 良太 | マルチチャンネル型ISFET-pHセンサーを用いる海洋堆積物中の間隙水のpH測定 |
| 長田 悠雅 | 鉄系金属の陽極酸化による高規則性ナノホールアレー形成とキャパシタ特性評価 |
| 小俣 有沙 | マグネシウム二次電池用多孔質MgMn ₂ O ₄ の金属種による表面修飾と電気化学特性評価 |
| 小林 小月 | 次世代型 ISFET-pH センサーの高性能化を目指したゲート電位検出膜の開発 |
| 金野 峻平 | シリル基で修飾されたフェニレン架橋ジアザマクロサイクルの合成と構造 |
| 佐々木 威 | 東京都における熱分解/キャビティ減衰位相シフト法を用いた反応性窒素化合物の観測 |
| 眞田 理子 | 無共溶媒ゾル-ゲル法によるシリカ-EuPO ₄ 透明結晶化ガラスの合成と発光特性 |
| 山同 健太 | 異なるリチウム塩濃度から作製したナノファイバー複合固体高分子電解質膜の二次電池評価 |
| 品田 雄生 | 磁気プロセスを用いた層状複水酸化物(LDH)の配向制御に関する研究 |
| 洪沢 貢平 | 老化細胞選択性を高めた新規エクソソーム模倣ナノキャリアの開発 |
| 清水 莉乃 | 糖鎖とコレステロール結合体ベシクルによる肝実質細胞特異的Zn ²⁺ デリバリーシステムの構築 |
| 高橋 あゆ | 層状複水酸化物を用いた担持金属ナノ粒子触媒の開発とその選択的CO酸化反応活性 |
| 竹川 慧 | 室温燐光性ポリマーマトリックスを利用した残光センシング材料 |
| 田原 諠紀 | 粘土ナノシートと複合化したカチオン性ポルフィリンの光安定性 |
| 対馬 悠介 | 能登半島珠洲における大気微量成分の長期観測 |
| 中川 拓海 | 担持Au触媒を用いたCO ₂ 水素化による低温メタノール合成 |

学位論文

- 永野 光太 低圧条件下での気体透過特性に焦点を当てた表面修飾ナノ粒子含有高分子複合膜の研究
- 中山 恵美子 粘土上におけるメチルビオロゲンの吸着分布とその支配因子の解明
- 西田 奈那子 粘土ナノシートによる球状シリカ表面の均一被膜
- 原子 薫平 発光性ペロブスカイト型ナノシート $\text{Bi}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Ta}_2\text{O}_7$ の合成と色素複合体における新奇光反応系の構築
- 樋川 岳真 七員環含有N-ヘテロアセン類の合成、構造および物性の酸化的制御
- 廣瀬 颯太 蛍光検出に基づくポータブル等温遺伝子増幅検査装置の開発
- 福島 康生 チタニアナノシートにおける 金属助触媒の担持サイトが CO_2 光還元効率に及ぼす影響の解明
- 福水 友哉 酸素含有ヘテロアセン類の光物性とその開殻性に及ぼすPush-Pull構造の効果
- 傍士 陽太 フレームワークを有する高透過性アルミナメンブレンフィルターの作製
- 松本 謙 フェニレン架橋ジアザマクロサイクルおよびそのプロトン付加体の合成と分子ローター特性
- 美細津 蓮 *In situ*筋再生治療を志向した双性イオン型キャリア合成と組織内拡散性遺伝子デリバリー
- 三留 悠香 エピジェネティックな細胞改変により細胞老化誘導したがん細胞から分泌される細胞外小胞の性質
- 村野 唯人 CD型マイクロチップを用いる等温遺伝子増幅検査システムの開発
- 森 巴完 1価カチオン性色素/粘土ナノシート複合体における水系での発光増強の観測
- 安井 祐希 担持Au触媒を用いたアルキルエーテルとカルボニル化合物の還元的クロスカップリング
- 山田 彩妃 Alのマルチステップ陽極酸化によるアルミナマスクの作製とSERS基板形成への応用
- 吉田 琢真 シルセスキオキサン-シロキサン共重合体の無共溶媒合成と評価および紫外透明熱硬化樹脂への応用
- 吉野 翔 新規ボラサイトの探索および構造解析と強誘電体特性評価
- 黄 卓 吸光度検出に基づくポータブル等温遺伝子増幅検査装置の開発
- 董 雨冰 架橋ネットワーク高分子型イオン液体ゲル電解質膜の作製とリチウム電池応用
- 野田 奈々美 糖鎖修飾ポリビニルイミダゾール/メタロポルフィリン複合体のDDSおよび抗酸化機能評価

博士論文

新堀 雄麻

「Study on Electrolytes and Separators for High Energy Density Rechargeable Batteries with Lithium Metal Anode

(リチウム金属負極を用いた高エネルギー密度二次電池用電解液およびセパレータに関する研究)」

長谷川 椋平

「ボロンジピロメテン型三重項増感剤を用いた光機能分子系の創製」

平出 有吾

「アニオン性ナノシートが有する負電荷に基づいたカチオン性分子の吸着挙動制御と光機能性に関する研究」

金井 隆一

「Development of supported tungsten oxide-based catalysts for dehydration of polyols
(ポリオール類脱水反応に有効な担持タングステン酸化物触媒の開発)」

応化コロキウム

- 第 400 回 2023/9/8
菊池 明彦 (東京理科大学 先進工学部 マテリアル創成工学科)
「感温性高分子とそのバイオマテリアルへの応用」
- 第 401 回 2023/9/22
徳永 信 (九州大学 大学院理学研究院 化学部門)
「硫黄化学の新しいトピックスー吸着および分解脱硫、硫化水素の代わりに水素を用いるスルファン類の合成」
- 第 402 回 2024/1/23
山口 茂弘 (名古屋大学)
「典型元素 π 電子系: 元素の活用により生み出す分子機能」
- 第 403 回 2023/11/10
柳 博 (山梨大学 大学院総合研究部 工学域 物質科学系)
「酸化物系半導体材料の材料設計指針と実際」
- 第 404 回 2023/12/21
中瀬 生彦 (大阪公立大学大学院理学研究科生物化学専攻)
「中分子創薬における細胞内導入技術の重要性」
- 第 405 回 2024/01/22
Ali M. Abdel-Mageed (Surface Chemistry in Applied Catalysis, Leibniz
Institute for Catalysis, Germany)
「Catalysis on Heterogeneous Single-Atom Catalysts Supported by
Metal-Organic Frameworks—Opportunities and Challenges」

大学院入試説明会（外部対象）

2023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13日（土）13:30～ 対面実施（参加者:3名）
- ・6月10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に至るまでの環境応用化学域の沿革を説明した。

☆大学院の構成:

東京都立大学大学院および都市環境科学研究科の構成について説明した。

☆研究の特色:

環境応用化学域が対象としている研究分野と研究の特色について説明した。

☆研究室紹介:

各研究室の教員が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:

募集要項と過去問題の入手方法、日程、試験科目、配点、外部英語試験のスコアの提出方法などについて説明した。

☆個別説明会:

志望研究室の教員による研究内容の説明と研究室見学を実施した。

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(2023年度)

<pre 第1回: 対面>

大学が所有する大型装置(核磁気共鳴分光計・走査型電子顕微鏡)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。さらに、大学の e-learning システムである KIBACO の利用法を指導した。

<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、応用化学研究への関心を持っていただいた。その後、茶話会にて、入学予定者同士の親睦を深めた。さらに、大学の e-learning システムである KIBACO の利用法を指導した。

<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、受講生各自に工夫した点を発表してもらい、教員の講評を行うとともに、優れた作成例を紹介し、自主学習意欲向上を促した。

<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 の自主勉強の案内をし、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： 24 名(環境応用化学域)
博士前期課程： 105 名(環境応用化学域)
学部4年生 : 63 名(分子応用化学コース 1 名、環境応用化学科 59 名)
学部3年生 : 66 名(環境応用化学科)
学部2年生 : 65 名(環境応用化学科)
学部1年生 : 60 名(環境応用化学科)

(2024.1.1 現在)



2023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

2024年4月1日発行