

FCC 鈴木章先生記念未来創造ラボ 研究成果報告書

(ふりがな) 氏 名	(いとう はじめ) 伊藤 肇	所 属 工学研究院応用化学部門	職 名 教授
研 究 課 題 名	分野横断エレメント工学産学国際連携研究		
研 究 期 間	令和 4 年 4 月 1 日 ~ 令和 7 年 3 月 31 日		
研 究 財 源	科学研究費補助金 (基盤 B・A・S) JST CREST、JST FOREST		
使 用 ス ペ ース	A から D のうち、2 スペース		

研究組織

氏名 (年齢)	所属	現在の専門	役割分担
伊藤肇 (57)	応用化学部門	有機合成化学	研究統括・連携促進
長谷川靖哉 (57)	応用化学部門	錯体化学	発光材料・ナノ材料開発
大利徹 (64)	応用化学部門	応用生物化学	生体関連物質研究計画立案
小笠原泰志 (48)	応用化学部門	応用生物化学	生体関連物質の合成と利用
島田敏宏 (60)	応用化学部門	固体反応化学	有機・無機ハイブリッド材料設計
久保田浩司 (35)	応用化学部門	有機合成化学	有機合成・メカノケミカル合成の開発

活動計画の概要 (研究の背景、意義・価値・構想理由・問題の所在等)

本研究計画は、鈴木章先生が長年研究を重ねられた「ホウ素化学」をベースにすべての元素の特長を活かし、あたらしいイノベーションをもたらす「エレメント工学」を研究することを目的としている。化学合成による近代的な物質生産は、医薬品や食料、電子・情報産業に必要な半導体材料などの供給を担っている重要な技術であるが、21 世紀に入り顕在化した地球温暖化は、各産業における総エネルギー消費量を抑える必要性を生んでおり、かつ多くの資源が 21 世紀中には枯渇するために、少ない量の資源や再生可能資源によって必要物質の生産を行う必要がある。さらに環境汚染の抑制や浄化も解決しなければならない重要課題となっている。これらの課題を解決することは、21 世紀以降の人類の生存にとって非常に重要な要件となっている。この課題解決のためには、重厚長大型の旧世代の化学合成を改良し、「資源循環型の生産活動」へと大きく進化させることが必要である。このような背景のもと、本 FCC 鈴木章先生記念未来創造ラボでは、研究の考え方をさらに進歩させ、化学という技術の根本的アップデートを目指す。

有機合成化学と機能性材料を研究、およびメカノケミカル合成の開発を研究主題とする伊藤・久保田チーム、希土類錯体を用いた実用的な新規発光性材料の開発を主な研究主題とする長谷川チーム、および生合成工学を活用した新しい医薬品の開発や新規代謝経路の解明に関する原理解明研究を行う大利・小笠原チーム、そしてナノ構造を制御し、高度な機能を有する新材料を開発する島田チームの 4 つのサブグループが連携して分野融合研究を行うというものであった。この 3 年間の研究の結果、別紙論文リストに示すような多大な研究成果に加えて、新しい共同研究に基づく外部資金の獲得を通じて、FCC と工学研究院だけでなく、北海道大学全体に多大な貢献をもたらした。

研究活動成果の概要（研究の進捗・研究目的の達成度、問題点等について）

FCC鈴木章記念未来創造ラボにおいて、「分野横断エレメント工学産学国際連携研究」という研究課題名で、2014年11月より研究を開始し、多くの成果をあげてきた。こうした成果を背景に、2022年4月から2025年3月まで、同ラボでの研究を延長するに至った。我々は、この延長期間中も共同研究を活発に展開し、それぞれの専門領域の境界において、研究論文を108報報告した（研究業績欄を参照）。

本延長期間に得られた研究成果は学術的に非常に多彩であり、化学分野全体に影響を与える重要な結果も多数含まれている。なかでも伊藤・久保田らは、有機金属化合物を用いた反応開発において顕著な進展を遂げた。例えば、ボールミルの機械的な作用でカルシウム金属を活性化させ、有機カルシウム化合物を迅速かつ簡便に合成する方法の開発に成功した（Gao, P.; Jiang, J.; Maeda, S.; Kubota, K.; Ito, H. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2022**, *61*, e202207118）。通常の溶液条件では、カルシウム金属の反応性が低く、望みの反応は進行しなかったため、本メカノケミカル法の有用性が示された。また、アルカリ金属を還元剤として芳香環を還元するバッチ還元反応が、メカノケミカル法を用いることで大幅に加速することを見出した（Gao, Y.; Kubota, K.; Ito, H. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2023**, *62*, e202217723.）。これらの知見をもとに、有機リチウム化合物のメカノケミカル合成に世界で初めて成功した（*Nature Synth.* **2025**, Just Accepted. DOI: 10.1038/s44160-025-00753-3）。これらの成果が評価され、伊藤は第77回日本化学会賞を受賞、また久保田は第72回日本化学会進歩賞、科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞などを受賞した。さらに伊藤・久保田らは、このメカノケミカル合成の成果の社会実装を目的に、株式会社MECHANOCROSSを創業し、取締役兼技術顧問に就任した。大利・小笠原らは天然ペプチドの異性化に関与する新規酵素を見出し反応機構を解明した（Y. Nakashima et al., *Nat. Commun.* **2023**, *14*, 4752.）島田らは、CO₂や揮発性有機化合物に対して高い分離性能をもつ共有結合性有機構造体を50 nm 厚さの自立した超薄膜として得ることに成功した。長谷川らは結晶間で光エネルギーが伝達する発光体（P. P. Ferreira da Rosa Y. Hasegawa, *Nat. Commun.* **2022**, *13*, 3660）や世界最大の異方性因子を示す円偏光発光体（M. Tsurui, Y. Hasegawa, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2024**, e202405584）を開発した。得られた研究成果を契機に外部資金の獲得が活発に行われており、伊藤は2022年より科学研究費補助金基盤研究(A)「官能化および不斉シリルボランを利用した非対称有機ケイ素化合物の精密合成」に採択された。久保田は2023年より科学研究費補助金基盤研究(A)「均一系化学の限界を打破するイミシブル有機合成化学の開拓」に採択された。大利は2022年より科学研究費補助金基盤研究(S)「天然ペプチド系化合物に構造・機能多様性をもたらす新規酵素・生合成機構の解明と応用」に採択された。小笠原は2023年より科学研究費補助金基盤研究(B)「生理活性天然物の生合成に関わる三員環構築酵素の精密解析」に採択された。島田はJST A-STEP「デジタル蒸着重合による共有結合性有機構造体(COF)気体分離膜の合成と実装」に採択された。長谷川は2023年より科学研究費補助金基盤研究(B)「ミセル反応場で合成する希土類配位ナノ粒子の構造制御と光機能材料化」に採択された。

研究活動が当該研究センターに寄与・貢献した点など

延長期間においても、研究メンバーが本研究ラボの設備や環境を積極的に活用した効果は絶大で、それぞれの研究課題に関して飛躍的な進展が見られた。特に有機・材料・生物化学の各分野において、過去3年間の研究成果のインパクトは極めて大きく、本センターの知名度を、引き続き全国的、さらには国際的にも高めることができたといえる。本ラボの存在は、競争的外部資金の獲得にも大きく貢献しており、研究基盤の強化に不可欠な要素となっている。また、本ラボでの活動を通じて、学士・修士課程のみならず、引き続き多くの博士課程学生を輩出できたことも、教育面における顕著な成果であるといえる。

○本研究における研究業績

研究代表者・ 分担者氏名	論文、著書、工業所有権等、招待講演など
伊藤肇・久保田浩 司	1. Kondo, K.; Kubota, K.; Ito, H. Mechanochemical Activation of Metallic Lithium for the Generation and Application of Organolithium Compounds in Air, <i>Nature Synth.</i>, 2025, In press. DOI: 10.1038/s44160-025-00753-3 2. Kubota, K.; Nagao, A.; Ito, H. Solvent-free Zinc-mediated Béchamp Reduction using Mechanochemistry, <i>RSC Mechanochem.</i>, vol.2, pp389~393, 2025. 3. Kubota, K.; Makino, T.; Kondo, K.; Seo, T.; Jin, M.; Ito, H. Solid-State Aromatic Nucleophilic Fluorination: A Rapid, Practical, and Environmentally Friendly Route to N-Heteroaryl Fluorides, <i>Green Chem.</i>, vol.27, pp1771~1776, 2025. 4. Yamamoto, T.; Kubota, K.; Harabuchi, Y.; Ito, H. Scaling Theory for the Kinetics of Mechanochemical Reactions with Convective Flow, <i>RSC Mechanochem.</i>, vol.2, pp230~239, 2025. 5. Wang, X.; Fukuzawa, Y.; Gao, P.; Jiang, J.; Maeda, S.; Kubota, K.; Ito, H. Direct Arylation of gem-Difluorostyrenes Using in Situ Mechanochemically Generated Calcium-Based Heavy Grignard Reagents, <i>RSC Mechanochem.</i>, vol.2, pp256~262, 2025. 6. Gao, P.; Jiang, J.; Fukuzawa, Y.; Maeda, S.; Kubota, K.; Ito, H. Direct Arylation of Alkyl Fluorides Using in situ Mechanochemically Generated Calcium-based Heavy Grignard Reagents, <i>RSC Mechanochem.</i>, vol.1, pp486~491, 2024. 7. Kubota, K.; Hisazumi, R.; Seo, T.; Ito, H. Mechanochemistry Enabled Highly Efficient Solvent-Free Deoxygenation of Phosphine Oxides in Air, <i>RSC Mechanochem.</i> vol.1, pp250~254, 2024. 8. Jiang, P.; Mikherdov, A. S.; Ito, H.; Jin, M. Solid-state Dynamics of Binuclear N-Heterocyclic Carbene Au(I) Rotor with para-Phenylene Rotator, <i>Chem. Lett.</i> vol.53, ppae139, 2024. 9. Jiang, P.; Mikherdov, A. S.; Ito, H.; Jin, M. Crystallization-Induced Chirality Transfer in Conformationally Flexible Azahelicene Au(I) Complexes with Circularly Polarized Luminescence Activation, <i>J. Am. Chem. Soc.</i> vol.146, pp12463~12472, 2024. 10. Shiratori, Y.; Jiang, J.; Kubota, K.; Maeda, S.; Ito, H. Ring Expansion of Cyclic Boronates via Oxyboration of Arynes, <i>J. Am. Chem. Soc.</i> vol.146, pp1765~1770, 2024. 11. Yamamoto, T.; Kubota, K.; Ito, H. Dissolution-Limited Reactions in Solid-State Synthesis, <i>J. Soc. Rheol. Jpn.</i> Vol.52, pp161~170, 2024. 12. Kubota, K.; Kawamura, S.; Jiang, J.; Maeda, S.; Ito, H. Mechanochemical Generation of Aryl Barium Nucleophiles from Unactivated Barium Metal, <i>Chem. Sci.</i>, vol.15, pp17453~17459, 2024. 13. Jin, M.; Kitsu, R.; Hammyo, N.; Sato-Tomita, A.; Mizuno, M.; Mikherdov, A. S.; Tsitsvero, M.; Lyalin, A.; Taketsugu, T.; Ito, H. A Steric-Repulsion-Driven Clutch Stack of Triaryltriazines: Correlated Molecular Rotations and a Thermo-Responsive Gear-shift in the Crystalline Solid, <i>J. Am. Chem. Soc.</i>, vol.145, pp27512~27520, 2023. 14. Kurumada, S.; Yamanashi, R.; Sugita, K.; Kubota, K.; Ito, H.; Ikemoto, S.; Chen, C.;

- Moriyama, T.; Muratsugu, S.; Tada, M.; Koitaya, T.; Ozaki, T.; Yamashita, M. Mechanochemical Synthesis of Non-Solvated Dialkylaluminum Anion and XPS Characterization of Al(I) and Al(II) Species, *Chem. Eur. J.*, vol.30, e202303073, 2024.
15. Kubota, K.; Fukuzawa, Y.; Kondo, K.; Gao, Y.; Ito, H. Highly Efficient and Air-tolerant Calcium-based Birch Reduction Using Mechanochemistry, *Chem. Lett.*, vol.53, upae060, 2024.
16. Kondo, K.; Kubota, K.; Ito, H. Mechanochemistry Enabling Highly Efficient Birch Reduction Using Sodium Lumps and D-(+)-Glucose, *Chem. Sci.*, vol.15, pp4452~4457, 2024.
17. Kubota, K.; Endo, T.; Ito, H. Solid-State Mechanochemistry for the Rapid and Efficient Synthesis of Tris-Cyclometalated Iridium(III) Complexes, *Chem. Sci.*, vol.15, pp3365~3371, 2024.
18. Kubota, K.; Jiang, J.; Kamakura, Y.; Hisazumi, R.; Endo, T.; Miura, D.; Kubo, S.; Maeda, S.; Ito, H. Using Mechanochemistry to Activate Commodity Plastics as Initiators for Radical Chain Reactions of Small Organic Molecules, *J. Am. Chem. Soc.*, vol.146, pp1062~1070, 2024.
19. Wang, X.; Feng, C.; Jiang, J.; Maeda, S.; Kubota, K.; Ito, H. Stereospecific Synthesis of Silicon-Stereogenic Optically Active Silylboranes and General Synthesis of Chiral Silyl Anions, *Nature Commun.*, vol.14, 5561, 2023.
20. Ando, R.; Sato-Tomita, A.; Ito, H.; Jin, M. Giant Crystalline Molecular Rotors that Operate in the Solid State, *Angew. Chem. Int. Ed.*, vol.135, e202309694, 2023.
21. Ozawa, Y.; Shiratori, Y.; Koriyama, H.; Endo, K.; Iwamoto, H.; Ito, H. Synthesis of (Z)-Alkenyl Boronates via A Copper(I)-catalyzed Linear-selective Alkylboration of Terminal Allenes, *Org. Chem. Front.*, vol.10, pp4786~4793, 2023.
22. Kubota, K.; Kondo, K.; Seo, T.; Jin, M.; Ito, H. Solid-state Mechanochemical Cross-coupling of Insoluble Substrates into Insoluble Products by Removable Solubilizing Silyl Groups: Uniform Synthesis of Nonsubstituted Linear Oligothiophenes, *RSC Adv.*, vol.13, 28652~28657, 2023.
23. Kubota, K. Exploring Novel Synthetic Concepts and Strategies Using Mechanochemistry, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, vol.96, pp913~930, 2023.
24. Seo, T.; Kubota, K.; Ito, H. Dual Nickel(II)/Mechanoredox Catalysis: Mechanical-force-driven Aryl-amination Reactions Using Ball Milling and Piezoelectric Materials, *Angew. Chem. Int. Ed.*, vol.62, e202311531, 2023.
25. Gao, Y.; Kubota, K.; Ito, H. Mechanochemical Approach for Air-Tolerant and Extremely Fast Lithium-Based Birch Reductions in Minutes, *Angew. Chem. Int. Ed.*, vol.62, e202217723, 2023.
26. Oyama, N.; Ito, H. Synthesis of Fluoromethyl-substituted Cyclopropanes by Electrophilic Cyclization of Homoallylic Boronate Intermediates, *Adv. Synth. Catal.*, vol.365, pp3241~3246, 2023.
27. Takeuchi, T.; Roy, A.; Ito, H. Iterative Synthesis of Oligosilanes Using Methoxyphenyl- or Hydrogen-Substituted Silylboronates as Building Blocks: A General Synthetic Method for

- Complex Oligosilanes, *J. Am. Chem. Soc.*, vol.145, pp16249~16260, 2023.
28. Hammyo, N.; Jin, M.; Ito, H. Construction of a Helical Structure with a Parallel Alignment of Molecular Dipoles in Crystals by Utilizing a Halogen-3 Synthon and a Bulky Silyl Spacer, *Cryst. Growth Des.*, vol.23, pp4514~4521, 2023.
 29. Mikherdov, A. S.; Jin, M.; Ito, H. Exploring Au(I) Involving Halogen Bonding with N-Heterocyclic Carbene Au(I) Aryl Complexes in Crystalline Media, *Chem. Sci.*, vol.14, pp4485~4494, 2023.
 30. Seo, T.; Kubota, K.; Ito, H. Mechanochemistry-Directed Ligand Design: Development of a High-Performance Phosphine Ligand for Palladium-Catalyzed Mechanochemical Organoboron Cross-Coupling, *J. Am. Chem. Soc.*, vol.145, pp6823~6837, 2023.
 31. Kubota, K.; Seo, T.; Ito, H. Solid-state Cross-coupling Reactions of Insoluble Aryl Halides under Polymer-assisted Grinding Conditions, *Faraday Discuss.*, vol.241, pp104~113, 2023.
 32. Takahashi, R.; Gao, P.; Kubota, K.; Ito, H. Mechanochemical Protocol Facilitates the Generation of Arylmanganese Nucleophiles from Unactivated Manganese Metal, *Chem. Sci.*, vol.14, pp499~505, 2023.
 33. Kondo, K.; Kubota, K.; Ito, H. An Improved Catalytic System for Solid-state Iridium(I)-catalyzed C–H Borylation Using Mechanochemistry, *Chem. Lett.*, vol.52, pp333~336, 2023.
 34. Zheng, Y.; Jiang, J.; Jin, M.*; Miura, D.; Lu, F. X.; Kubota, K.; Nakajima, T.; Maeda, S.; Ito, H.; Gong, J. P. In Situ and Real-Time Visualization of Mechanochemical Damage in Double-Network Hydrogels by Prefluorescent Probe via Oxygen-Relayed Radical Trapping, *J. Am. Chem. Soc.*, vol.145, pp7376~7389, 2023.
 35. Jin, M.; Matsuura, S.; Yamamoto, H.; Mizuno, M.; Ito, H. Multidynamic Crystalline Molecular Rotors Comprising an N-Heterocyclic Carbene Binuclear Au(I) Complex Bearing Multiple Rotators, *Eur. J. Org. Chem.*, vol.26, e202201468, 2023.
 36. Isshiki, R.; Kubota, K.; Ito, H. Solid-state Silver-catalyzed Ring-opening Fluorination of Cyclobutanols Using Mechanochemistry, *Synlett*, vol.34, pp1419~1424, 2023.
 37. Ozawa, Y.; Koriyama, H.; Shiratori, Y.; Ito, H. Copper(I)-Catalyzed Regio- and Stereoselective Silaboration of Terminal Allenes, *ACS Org. Inorg. Au*, vol.3, pp104~108, 2023.
 38. Feng, C.; Seki, T.; Sakamoto, S.; Sasaki, T.; Takamizawa, S.; Ito, H. Mechanical Deformation and Multiple Thermal Restoration of Organic Crystals: Reversible Multi-stage Shape-changing Effect with Luminescence-color Changes, *Chem. Sci.*, vol.13, pp9544~9551, 2022.
 39. Oyama, N.; Akiyama, S.; Kubota, K.; Imamoto, T.; Ito, H. Cu(I)-Catalyzed Enantioselective γ -Boryl Substitution of Trifluoromethyl- and Silyl-substituted Alkenes, *Eur. J. Org. Chem.*, vol.2022, e202200664, 2022.
 40. Iwamoto, H.; Ozawa, Y.; Hayashi, Y.; Imamoto, T.; Ito, H. Conformationally Fixed Chiral Bisphosphine Ligands by Steric Modulators on the Ligand Backbone: Selective Synthesis of Strained 1,2-Disubstituted Chiral cis-Cyclopropanes, *J. Am. Chem. Soc.*, vol.144, pp10483~

10494, 2022.

41. Gao, P.; Jiang, J.; Maeda, S.; Kubota, K.; Ito, H. Mechanochemically Generated Calcium-Based Heavy Grignard Reagents and Their Application to Carbon–Carbon Bond-Forming Reactions, *Angew. Chem. Int. Ed.*, Vol.61, e202207118, 2022.

42. Kubota, K.; Baba, E.; Seo, T.; Ishiyama, T.; Ito, H. Palladium-catalyzed Solid-state Borylation of Aryl Halides Using Mechanochemistry, *Beilstein J. Org. Chem.*, vol.18, pp855 ~862, 2022.

1. J. Hayashi, M. Wang, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, The conformational arrangement effect of luminescent Eu(III) coordination polymers with phenylene diamide unit on structural and photophysical properties, *Bull. Chem. Soc. Jpn* in press, 2025.

2. Y. Kitagawa, T. Tomikawa, K. Aikawa, S. Miyazaki, T. Akama, M. Kobayashi, M. Wang, S. Shoji, K. Fushimi, K. Miyata, Y. Hirai, T. Nakanishi, K. Onda, T. Taketsugu, Y. Hasegawa Charge transfer emission between π - and 4f-orbitals in a trivalent europium complex, *Comms. Chem.* vol. 8, pp24, 2025.

3. R. Suzuki, Y. Chen, Y. Ogawa, M. Enokido, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, K. Konishi, Y. Shichibu, Theory-Directed Ligand-Shell Engineering of Ultrasmall Gold Clusters: Remarkable Effects of Ligand Arrangement on Optical Properties, *J. Phys. Chem. Lett.* vol.16, pp1432-1439, 2025.

4. K. Inage, M. Wang, Y. Hasegawa, Y. Kitagawa, Effective photosensitized emission of a Tb(III) complex using a β -diketonate photosensitizer and an oxygen barrier system in a thermally populated triplet state, *Dalton Trans.*, vol. 53, pp8555-8562, 2024.

5. S. Hosoya, S. Shoji, T. Nakanishi, M. Kobayashi, M. Wang, K. Fushimi, T. Taketsugu, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, Guest-Responsive Near-Infrared-Luminescent Metal–Organic Cage Organized by Porphyrin Dyes and Yb(III) Complexes, *Inorg. Chem.*, vol. 63, pp10108–10113, 2024.

6. M. Tsurui, R. Takizawa, Y. Kitagawa, M. Wang, M. Kobayashi, T. Taketsugu, Y. Hasegawa, Chiral Tetrakis Eu(III) Complexes with Ammonium Cations for Improved Circularly Polarized Luminescence, *Angew. Chem. Int. Ed.*, e202405584, 2024.

7. S. Hattori, M. Ogishima, T. Nakajima, S. Hosoya, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, S. Nonose, Tomomi Sato, K. Shinozaki, Photodynamic Effect of Amphiphilic NACAN-Coordinated Platinum(II) Complexes in Human Umbilical Vein Endothelial Cells, *Inorg. Chem.* vol.63, pp13972–13979, 2024.

8. Y. Mizushiri, S. Shoji, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, K. Fushimi, Quantitative evaluation of hydrogen absorption by detecting non-absorbed hydrogen in electrochemical hydrogen permeation test, *Inter. J. Hydrogen Energy* vol.67, pp1243–1247, 2024.

9. J. Hayashi, S. Iwamura, Y. Nakasaka, M. Wang, S. Shoji, Y. Kitagawa, K. Fushimi, S. R. Mukai, Y. Hasegawa, Luminescence changeable CO₂-storage cylinder: Triple-stranded helical Eu(III)/Tb(III) fluorinated MOFs with amide linkers, *Chem. Eur. J.* e202403224, 2024.

10. M. Wang, M. Kono, Y. Yamaguchi, J. Islam, S. Shoji, Y. Kitagawa, K. Fushimi, S.

- Watanabe, G. Matsuba, A. Yamamoto, M. Tanaka, M. Tsuda, S. Tanaka, Y. Hasegawa, Structure-changeable luminescent Eu(III) complex as a human cancer grade probing system for brain tumor diagnosis, *Scientific Reports* vol.14, pp778, 2024.
- 11 M. Wang, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, Current Development of Lanthanide Complexes for Biomedical Applications, *Chem. Asia J.* e202400038, 2024.
12. T. Tomikawa, Y. Kitagawa, K. Yoshioka, K. Murata, T. Miyatake, Y. Hasegawa, K. Ishii, A switchable system between magnetic and natural circularly polarised luminescence via J-aggregation using photosynthetic antenna model compounds, *J. Mater. Chem. C* vol.11, pp2831–2835, 2023.
13. H. Sakai, Y. Suzuki, M. Tsurui, Y. Kitagawa, T. Nakashima, T. Kawai, Y. Kondo, G. Matsuba, Y. Hasegawa T. Hasobe, Controlled molecular assemblies of chiral boron dipyrromethene derivatives for circularly polarized luminescence in the red and near-infrared region, *J. Mater. Chem. C* vol.11, pp2889–2896, 2023.
14. H. Takano, H. Katsuyama, H. Hayashi, M. Harukawa, M. Tsurui, S. Shoji, Y. Hasegawa, S. Maeda, T. Mita, Synthesis of BCP-Based Straight-Shaped Diphosphine Ligands, *Angew. Chem. Int. Ed.* e202303435, 2023.
15. K. Fushimi, H. Yanagimoto, S. Nakatsuji, S. Shoji, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa and K. Baba, Initiation of Sulfide Stress Cracking Using Potentiostatic Liquid-Phase Ion Gun, *J. Electrochem. Soc.* vol.170, pp041508, 2023.
16. T. Nakai, K. Shima, S. Shoji, K. Fushimi, Y. Hasegawa and Y. Kitagawa, Characteristic stacked structures and luminescent properties of dinuclear lanthanide complexes with pyrene units, *Front Chem.* 1154012, 2023.
17. Y. Hirai, S. V. Baaren, T. Ohmura, T. Nakanishi, T. Takeda, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, R. Métivier, C. Allain, Bright Lanthanide(III) Triboluminescence despite Low Photoluminescence, and Dual Triboluminescence and Mechano-Responsive Photoluminescence, *Adv. Optical Mater.* vol.11, pp2203139, 2023.
18. A. Kanbe, K. Yokoi, Y. Yamada, M. Tsurui, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, D. Ogata, J. Yuasa, and S. Aoki, Optical Resolution of Carboxylic Acid Derivatives of Homoleptic Cyclometalated Iridium(III) Complexes via Diastereomers Formed with Chiral Auxiliaries, *Inorg. Chem.* vol. 62, pp11325-11341, 2023.
19. S. Miyazaki, Ke. Goushi, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, C. Adachi, K. Miyata, K. Onda, Highly efficient light harvesting of a Eu(III) complex in a host–guest film by triplet sensitization, *Chem. Sci.*, vol.14, pp6867–6875, 2023.
20. Y. Kitagawa, T. Nakai, S. Hosoya, S. Shoji, Y. Hasegawa, Luminescent Lanthanide Complexes for Effective Oxygen-Sensing and Singlet Oxygen Generation, *ChemPlusChem*, e202200445, 2023.
21. Y. Kitagawa, K. Shima, T. Nakai, M. Kumagai, S. Omagari, p. P. Ferreira da Rosa, S. Shoji, K. Fushimi, Y. Hasegawa, Thermally-assisted photosensitized emission in a trivalent terbium complex, *Comm. Chem.*, vol.6, pp122, 2023.
- 22 M. Tsurui, Y. Kitagawa, S. Shoji, K. Fushimi, Y. Hasegawa, Enhanced circularly polarized luminescence of chiral Eu(III) coordination polymers with structural strain, *Dalton*

大利徹・小笠原泰志	<i>Trans.</i>, vol.52, pp796–805, 2023. 23. Y. Hasegawa, Y. Konishi, M. Enokido, S. Shoji, M. Wang, K. Fushimi, Y. Kitagawa, Sandglass-Typed Single Chameleon Luminophore for Water Mapping Measurements: Intramolecular Energy Migrations in the Hydrophilic Tb(III)/Sm(III) Cluster, <i>Inorg. Chem.</i>, vol.62, pp16794-16800, 2023. 24. M. Enokido, K. Sasaki, S. Shoji, Mengfei Wang, Koji Fushimi, Yuichi Kitagawa, Y. Hasegawa, Size-Control Synthesis and Luminescence Properties of Eu(III) Coordination Particles, <i>J. Phys. Chem. C</i> vol. 127, pp23785–23791, 2023. 25. M. Tsurui, Y. Kitagawa, S. Shoji, K. Fushimi, Y. Hasegawa, Enhanced circularly polarized luminescence of chiral Eu(III) coordination polymers with structural strain, <i>Dalton Trans.</i> vol.52, pp796-805, 2023. 26. Y. Kitagawa, T. Nakai, S. Hosoya, S. Shoji, Y. Hasegawa, Luminescent Lanthanide Complexes with Effective Oxygen-Sensing and Singlet Oxygen Generation, <i>ChemPlusChem</i>, e202200445, 2023. 27. Y. Kitagawa, R. Moriake, T. Akama, K. Saito, K. Aikawa, S. Shoji, K. Fushimi, M. Kobayashi, T. Taketsugu, Y. Hasegawa, Effective Photosensitization in Excited-State Equilibrium: Brilliant Luminescence of Tb(III) Coordination Polymers Through Ancillary Ligand Modifications, <i>ChemPlusChem</i>, e202200151, 2022. 28. P. P. Ferreira da Rosa, Y. Kitagawa, S. Shoji, H. Oyama, K. Imaeda, N. Nakayama, K. Fushimi, H. Uekusa, K. Ueno, H. Goto, Y. Hasegawa, Preparation of photonic molecular trains via softcrystal polymerization of lanthanide complexes, <i>Nat. Commun.</i> vol.13, pp3660, 2022. 29. S. Shoji, H. Saito, Y. Jitsuyama, K. Tomita, Q. Haoyang, Y. Sakurai, Y. Okazaki, K. Aikawa, Y. Konishi, K. Sasaki, K. Fushimi, Y. Kitagawa, T. Suzuki, Y. Hasegawa, Plant growth acceleration using a transparent Eu³⁺-painted UV-to-red conversion film, <i>Sci. Rep.</i>, vol.12, pp17155, 2022. 30. A. Fujimura, S. Shoji, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, T. Doi, K. Fushimi, Development of a quasi-on-time ICP-OES for analyzing electrode reaction products, <i>Electrochim. Acta</i>, vol.433 pp141246, 2022. 32. T. Fujii, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, H. Imoto, K. Naka, Emission Properties of Eu(III) Complexes Containing Arsine and Phosphine Ligands with Annulated Structures, <i>Inorg. Chem.</i> vol.61, pp17662-17672, 2022. 1. X. Li, R. Shimaya, T. Dai, W.-c. Chang, Y. Ogasawara. Identification of Cyclopropane Formation in the Biosyntheses of Hormamycin and Belactosins: Sequential Nitration and Cyclopropanation by Metalloenzymes. <i>Angew. Chem. Int. Ed.</i>, 61, e202113189 (2022). 2. W. Xiao, Y. Satoh, Y. Ogasawara, T. Dai. Biosynthetic Gene Cluster of linaridin Peptides Contains Epimerase Gene. <i>ChemBioChem</i>, 23, e202100705 (2022). 3. Y. Takeuchi, K. Ushimaru, K. Kaneda, C. Maruyama, T. Ito, K. Yamanaka, Y. Ogasawara, H. Katano, Y. Kato, T. Dai, Y. Hamano. First direct evidence for direct cell-membrane
------------------	--

- penetrations of polycationic homopoly(amino acid)s produced by bacteria. *Commun. Biol.*, 5, 1132 (2022).
4. T. Hirasawa, Y. Shimoyamada, Y. Tachikawa, Y. Satoh, Y. Kawano, T. Daiiri, I. Ohtsu. Ergothioneine production by *Corynebacterium glutamicum* harboring heterologous biosynthesis pathways. *J. Biosci. Bioeng.*, 135, 25 (2023).
 5. YL. Wang, CY. Chang, NS. Hsu, IW. Lo, KH. Lin, CL. Chen, CF. Chang, ZC. Wang, Y. Ogasawara, T. Daiiri, C. Maruyama, Y. Hamano, TL. Li. N-Formimidoylation/-iminoacetylation modification in aminoglycosides requires FAD-dependent and ligand-protein NOS bridge dual chemistry. *Nat. Commun.*, 14, 2528 (2023).
 6. T. Daiiri. Studies on biosynthetic enzymes leading to structural and functional diversity of microbial natural products. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 87, 797 (2023).
 7. W. Xiao, T. Tsunoda, C. Maruyama, Y. Hamano, Y. Ogasawara, T. Daiiri. Peptide epimerase-dehydratase complex responsible for biosynthesis of the linaridin class ribosomal peptides. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 87, 1316 (2023).
 8. Y. Nakashima, A. Kawakami, Y. Ogasawara, M. Maeki, M. Tokeshi, T. Daiiri, H. Morita. Structure of lasso peptide epimerase MslH reveals metal-dependent acid/base catalytic mechanism. *Nat. Commun.*, 14, 4752 (2023).
 9. H. Kato, M. Sakuta, T. Tsunoda, Y. Nakashima, H. Morita, Y. Ogasawara, T. Daiiri. Peptide Epimerase Responsible for D-Amino Acid Introduction in Poly- γ -glutamic Acid Biosynthesis. *Biomacromolecules*, 25, 349 (2024).
 10. N. Shen, Y. Satoh, D. Koma, H. Ohashi, Y. Ogasawara, T. Daiiri. Optimization of tyrosol-producing pathway with tyrosine decarboxylase and tyramine oxidase in high-tyrosine-producing *Escherichia coli*., *J. Biosci. Bioeng.*, 137, 115 (2024).
 11. S. Umetsu, T. Tsunoda, H. Kiyanagi, Y. Inahashi, K. Nonaka, T. Daiiri, Y. Ogasawara. Identification of a new oligomycin derivative as a specific inhibitor of the alternative peptidoglycan biosynthetic pathway. *J. Antibiot.*, 77, 182-184 (2024).
 12. T. Tsunoda, S. Furumura, H. Yamazaki, C. Maruyama, Y. Hamano, Y. Ogasawara, T. Daiiri. Biosynthesis of lactacystin as a proteasome inhibitor. *Commun. Chem.*, 8, 9 (2025).
 13. K. Ogata, R. Nakama, H. Kobayashi, T. Kawata, C. Maruyama, T. Tsunoda, T. Ujihara, Y. Hamano, Y. Ogasawara, T. Daiiri. Substrate specificities of two ketosynthases in eukaryotic microalgal and prokaryotic marine bacterial DHA synthases. *Proc Natl Acad Sci U S A.*, 112, e2424450122 (2025).

島田 敏宏

1. Tajima, K; Moribe, T; Matsuo, K; Yamada, H; Seki, S; Yokokura, S; Shimada, T; Fukui, N; Shinokubo H. Synthesis and electron-transporting properties of phenazine bisimides, *J. Mater. Chem. C* 13, 655-662 (2025).
2. Tadokoro, T; Sato, S; Yamane, I; Waizumi, H; Yokokura, S; Shimada, T. Synthesis of Electrocatalytic Tungsten Carbide Nanoparticles by High-Pressure and High-Temperature Treatment of Organotungsten Compounds, *Nanomaterials* 15, 170

(2025).

3. Numata, T; Ishikawa, N; Shimada, T; Gordon, K.C.; Yamaguchi M. Evaluation of spatial distribution of crystallinity induced by local heating using low-frequency Raman spectroscopy on Poly Ether Ether Ketone (PEEK). *Spectroscopy Journal* 2, 341-348 (2024).
4. Kato, M; Yanase, T; Waizumi, H; Yokokura, S; Shimada, T. Solvent-vapor assisted crystallization of covalent organic framework films for CO₂/CH₄ separation *Chem. Lett.* 53, upae191 (2024).
5. Kato, M; Ando, T; Kim, C; Yokokura, S; Waizumi, H; Shimada, T. Thermodynamic efficiency of membrane separation of dilute gas: Estimation for CO₂ direct air capture application *J. Membrane Science Letters* 4, 100085 (2024).
6. Numata, T; Ishikawa, N; Shimada, T; Gordon, K.C.; Yamaguchi M. Low Frequency Raman Spectroscopy on Amorphous Poly(Ether Ether Ketone) (PEEK) *Materials* 17, 3755 (2024).
7. Yuki, T; Yokokura, S; Jin, M; Waizumi, H; Nagahama, T; Shimada, T. Pitched π -stacking crystal structure and two-dimensional electronic structure of acenaphtho[1,2-k]fluoranthene analogues with various substituents *Crystal Growth and Design* 24 1849-1856 (2024).
8. Yanase, T; Ebashi, M; Takamure, K; Chikamatsu, A; Hirose, Y; Ise, W; Waizumi, H; Shimada, T. Unidirectional growth of epitaxial tantalum disulfide triangle crystals grown on sapphire by chemical vapour deposition with a separate-flow system *CrystEngComm* 26, 341-348 (2024).
9. Oka, R; Ohara, K; Tajima, T; Shimada, T; Naito, T. Nearly three-dimensional Dirac fermions in an organic crystal line material unveiled by electron spin resonance, *Materials Advances* 5, 1492-1501 (2023).
10. Tanoguchi, H.; Yuki, T.; Yokokura, S.; Yanase, T.; Jin, M.; Ito, H.; Nagahama, T.; Shimada, T. Single Crystal Growth of Cyclopenta-Fused Polycyclic Aromatic Hydrocarbon by the Naphthalene Flux Method: 2D Ambipolar Charge Transport Properties and NIR Absorption, *ACS Applied Electronic Materials*, 5 6266-6274 (2023).
11. Nodo, S.; Yamane, I.; Suzuki, M.; Okabayashi, J.; Yokokura, S.; Shimada, T.; Nagahama, T. Intrinsic Magnetic Proximity Effect at the Atomically Sharp Interface of Co_xFe_{3-x}O₄/Pt Grown by Molecular Beam Epitaxy, *ACS Omega* 8, 24875-24882 (2023).
12. Oka, R.; Ohara, K.; Konishi, K.; Yamane, I.; Shimada, T.; Naito, T. Band structure evolution during reversible interconversion between Dirac and standard fermions in organic charge-transfer salts, *Magnetochemistry* 9, 153 (2023).
13. Chen, S.; Zhu, J.; Liu, Y.; Fu, Y.; Shimada, T.; Liu, G. Materials 16, 4273 (2023). Integrated Computing Accelerates Design and Performance Control of New Maraging Steels
14. Shimada, T.; Nishimoto, H.; Hayakawa, H.; Ichikawa, H.; Nakacho, Y. Detection of Water Vapor by Chemiluminescence, *Chemosensors* 11, 284 (2023)

15. Hara, Y.; Yoshino, K.; Tsujie, A.; Shimada, T.; Nagahama, T., Inverse Tunnel Magnetoresistance of Magnetic Tunnel Junctions with a NiCo_2O_4 Electrode, *AIP advances* 13, 025162 (2023)
16. Zhang, M.; Grasset, F.; Masubuchi, Y.; Shimada, T.; Nguyen, T. K. N.; Dumait, N.; Renaud, A.; Cordier, S.; Berthebaud, D.; Halet, J.-F.; Uchikoshi, T. Enhanced NH_3 sensing performance of Mo cluster- MoS_2 nanocomposite thin films via the sulfurization of Mo_6 cluster iodide precursors *Nanomaterials* 13, 478 (2023)
17. Yang, X.; Yokokura, S.; Nagahama, T.; Yamaguchi, M.; Shimada, T., Molecular dynamics simulation of poly (ether ether ketone) (PEEK) polymer to analyze intermolecular ordering by low wavenumber Raman spectroscopy and x-ray diffraction, *Polymers* 14, 5406 (2022).
18. Yamane, I.; Sato, K.; Ando, T.; Tadokoro, T.; Yokokura, S.; Nagahama, T.; Kato, Y.; Takeguchi, T.; Shimada, T. Ultrahigh pressure-induced modification of morphology and performance of MOFs-derived $\text{Cu}@C$ electrocatalysts *Nanoscale Advances* 5, 493-502 (2022)
19. Goto, M.; Yamane, I.; Arasawa, S.; Yanase, T.; Yokokura, S.; Nagahama, T.; Chueh, Y.-L.; Shin, Y.; Kim, Y.; Shimada, ACS Omega, 7, 49462-39369 (2022), Synthesis of Epitaxial MoS_2 / MoO_2 Core-Shell Nanowires by Two-Step Chemical Vapor Deposition with Turbulent Flow and Their Physical Properties
20. Yang, X; Li, M; Maeno, A; Yanase, T; Yokokura, S; Nagahama, T; Shimada, T, ACS Omega, 7, 28618-28621 (2022), Growth of pentacene crystals by naphthalene flux method
21. Liu, W.; Xu, R.; Wang, Y.; Huang, N.; Shimada, T.; Ye, L. *International J. Hydrogen Energy* 47, 16005-16013 (2022), AQ-coupled few-layered g- C_3N_4 nanoplates obtained by one-step mechanochemical treatment for efficient visible-light photocatalytic H_2O_2 production