

電気で光る有機物



キーワード 有機発光材料、有機 EL、励起状態、レーザー分光、量子化学計算、機械学習

相澤 直矢 AIZAWA Naoya

附属フューチャーイノベーションセンター/応用化学専攻 助教
物質機能化学講座 有機電子材料科学領域 中山研究室



ここがポイント!【研究内容】

次世代ディスプレイや照明として期待されている有機 EL (Organic Light-Emitting Diode) の研究に取り組んでいます。電気エネルギーによって有機物を光らせる一見単純な目的のために、有機合成からデバイス応用までの多分野を横断した研究を行い、ときには高速レーザー分光や量子化学計算、機械学習を活用することで、デバイス性能の飛躍的な向上に繋がる学理の樹立を目指しています。最近の成果として、「従来の 100 倍速い逆項間交差を示す熱活性化遅延蛍光材料」や「励起一重項と三重項のエネルギーが逆転した新しい発光材料」の開発に成功しました。

- Organic synthesis
- Device application
- Laser spectroscopy
- Theoretical calculation
- Machine learning



応用分野	オプトエレクトロニクス、エネルギー、有機材料
論文・解説等	[1] N. Aizawa et al., <i>Nature</i> , 609, 502-506 (2022). [2] N. Aizawa et al., <i>Sci. Adv.</i> 7, 5769 (2021). [3] N. Aizawa et al., <i>Nat. Commun.</i> 11, 3909 (2020).
連絡先 URL	https://www.n-aizawa.com



ナノ材料のヘテロ構造化による機能設計



キーワード 低次元ナノ材料、化学気相成長法、カーボンナノチューブ、グラフェン、窒化ホウ素

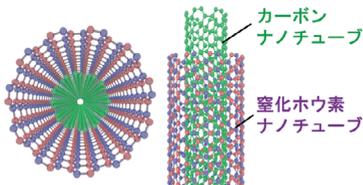
井ノ上 泰輝 INOUE Taiki

物理学系専攻 助教
応用物理学講座 ナノマテリアル領域 小林研究室



ここがポイント!【研究内容】

- 単層カーボンナノチューブをテンプレートとして、その表面に窒化ホウ素ナノチューブなどの異種物質を化学気相成長することで、新たなヘテロ構造化ナノ材料を開発。
- 電気・熱・機械特性などの異なる種々の原子層物質を組み合わせ、直径数 nm の同心チューブ構造として一体化することが可能。
- 今後、構造制御合成技術の高度化と物性計測を行うことで、所望の特性を持つナノ材料を自在に得る手法を確立し、多様な用途への応用展開を目指す。



応用分野	電子デバイス、エネルギー変換、構造材料
論文・解説等	[1] R. Xiang#, T. Inoue#, Y. Zheng#, et al., <i>Science</i> , 367, 537 (2020). [2] H. Arai, T. Inoue*, et al., <i>Nanoscale</i> , 12, 10399 (2020). [3] M. Kato, T. Inoue*, et al., <i>Appl. Phys. Express</i> , 16, 035001, (2023).
連絡先 URL	http://www.ap.eng.osaka-u.ac.jp/nanomaterial/~inoue/index.html



溶媒中での構造解析を基盤とする 均一系触媒化学の高度化



キーワード 有機合成化学、金属触媒化学、ナノ粒子触媒、反応機構解析

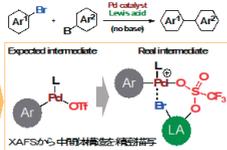
植竹 裕太 UETAKE Yuta

応用化学専攻 助教

物質機能化学講座 物理有機化学領域 櫻井研究室



ここがポイント！【研究内容】



これまで見られてきたものと異なる中間体を実験的に決定

- 有機金属触媒化学、放射光を用いる先端構造解析、理論計算化学を駆逐することで、これまでブラックボックスになっていた触媒の溶液中での構造・挙動を明らかにし、“高活性”な触媒の起源を探るとともにさらなる高度化を実施。
- 均一系金属触媒を主とした XAFS 研究において大学内外で共同研究を実施しており、今後、実験機器の整備、装置開発を進めることで多様な反応条件で実施可能に。
- セルロースやキトサンといった生体高分子や、水酸化フラレーンといった一風変わった保護分子を用いたナノ粒子触媒を開発。今後その応用展開を進める。

応用分野 ファインケミカル合成化学、触媒化学分野、材料化学

[1] *J. Am. Chem. Soc.*, 2022, 144, 8818-8826.

[2] *Naure Catal.*, 2021, 4, 1080-1088.

[3] *J. Am. Chem. Soc.*, 2023, 145, 16938-16947.

連絡先 URL <https://www-chem.eng.osaka-u.ac.jp/~sakurai-lab/>



指向性進化法を駆使した 人工金属酵素の創製



キーワード 人工金属酵素、進化分子工学、指向性進化法、有機合成化学

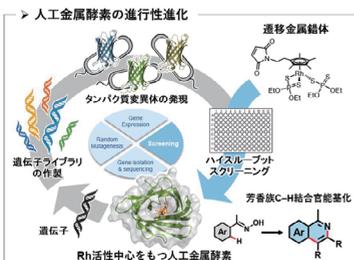
加藤 俊介 KATO Shunsuke

応用化学専攻 助教

物質機能化学講座 構造有機化学領域 林研究室



ここがポイント！【研究内容】



生物は進化の過程、すなわち「突然変異による多様性発現」と「自然選択」を繰り返すことで、高度な触媒機能をもつ酵素を創出してきました。指向性進化法とは、このような生物進化のサイクルを模倣し、人為的に酵素の改良を行う遺伝子工学的手法です。本研究では、この指向性進化法を応用し、非天然の遷移金属錯体を補因子とする人工金属酵素を創製することをめざしています。持続可能な社会の実現にむけ、酵素を利用した化学合成プロセスに注目が集まる中、本研究は酵素の反応適用範囲を拡張する革新的な技術となることが期待されます。

応用分野 有機合成化学分野、バイオプロダクション分野

[1] S. Kato et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 2023, 145, 8285-8290.

[2] S. Kato et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2023, 62, e20230376.

[3] 特願：2020-126563「微小粒子の製造方法」

連絡先 URL https://researchmap.jp/s_kato_chem



揮発性元素を用いた 太陽系形成の解明

キーワード 同位体、地球化学、揮発性元素、隕石、太陽系

加藤 千図 KATO Chizu

環境エネルギー工学専攻 助教

量子エネルギー工学講座 量子システム化学工学領域 藤井研究室



ここがポイント!【研究内容】

同位体地球化学・宇宙化学とは、化学的な手法、特に同位体を用いて地球や宇宙の研究を行うものです。太陽系内にある地球や月、隕石はおおよそ46億年前に形成したと考えられています。太陽系内天体はさまざまな現象によって形成時より変化していますが、隕石は長い間、宇宙空間を漂っていたので隕石が作られた当時の情報を持っています。そのため、隕石を調べることで太陽系が形成された当時の環境を知ることができます。



応用分野

微量分析、装置開発

論文・解説等

- [1] Chizu Kato et al., *Chemical Geology*, 448 164-172 (2017).
- [2] Chizu Kato et al., *Earth and Planetary Science Letters*, 479 330-339 (2017).
- [3] Chizu Kato et al., *Science Advances*, 3, e1700571 (2017).

連絡先 URL

<http://www.see.eng.osaka-u.ac.jp/seeqc/seeqc/index.html>



π 電子系配位子を活用した 典型元素化合物の創製と機能開拓

キーワード 典型元素、 π 電子、結合活性化、錯形成

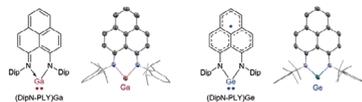
兒玉 拓也 KODAMA Takuya

応用化学専攻 助教

分子創成化学講座 機能有機化学領域 鷲巢研究室

ここがポイント!【研究内容】

低原子価状態の典型元素化合物は、特異な電子配置に由来したユニークな性質や反応性を示しますが、一般に不安定でその利用は限られてきました。われわれは、独自にデザインした有機配位子を用いることで、低原子価ガリウムおよびゲルマニウム化合物を結晶として単離し、その性質や反応性を明らかにしてきました。本研究を広く典型元素全般へ一般化することで、未来に資する機能性材料や触媒の設計指針確立に貢献します。



応用分野

医薬品、機能性化学品、創薬関連

論文・解説等

- [1] T. Kodama et al., *Inorg. Chem.* 2023, 62, 6554-6559.
- [2] T. Kodama et al., *Inorg. Chem.* 2023, 62, 7861-7867.

連絡先 URL

<https://www-chem.eng.osaka-u.ac.jp/~tobisu-lab/index.html>



新しい非交互π共役系がもたらす革新的有機機能性材料の創出

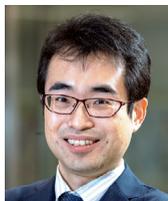


キーワード π共役系化合物、ラジカル、(反)芳香族性、有機色素

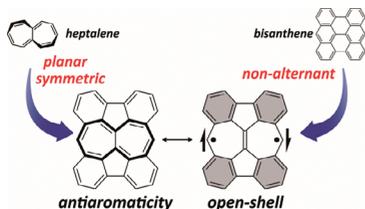
小西 彬仁 KONISHI Akihito

応用化学専攻 助教

分子創成化学講座 精密資源化学領域 安田研究室



ここがポイント！【研究内容】



- π共役系分子を用いた電子素材の開発は、素子の軽量化や柔軟化にとって重要。
- ベンゼン環に代表される6員環構造にかわる新たな構造として5員環・7員環を構成単位として利用。
- 設計・合成した新奇なπ共役系分子は、従来の分子系よりもはるかに特異な性質を発現。
- 有機分子にもかかわらず磁性を発現。近赤外領域まで及ぶ長波長吸収の実現。
- 新しい骨格を基盤とした高性能有機電子材料の開発へ貢献できると強く期待。

応用分野 有機デバイス、有機磁性体、有機伝導体

論文・解説等

- [1] Akihito Konishi *et al.*, *Chem. Lett.* 2021, 50, 195-212.
 [2] Akihito Konishi *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* 2019, 141, 10165-10170.
 [3] Akihito Konishi *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* 2019, 141, 560-571.

連絡先 URL

<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~yasuda-lab/>



脱炭素社会における有機分子合成を革新する光/電気駆動協奏触媒系の創製



キーワード CO₂、光触媒、電気触媒、金属錯体、低反応性有機分子

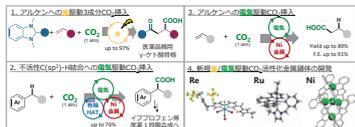
嵯峨 裕 SAGA Yutaka

応用化学専攻 助教

分子創成化学講座 触媒合成化学領域 正岡研究室



ここがポイント！【研究内容】



深刻なエネルギー・環境問題に直面する現代において、①原料が入手容易な資源、②廃棄物を最小化、③再生可能エネルギーの利用、の3項目を充足する有機合成技術へ変革させることは、持続可能な「脱炭素社会」に向けて極めて重要です。我々は、容易に入手可能な「水素分子（アルカン・アルケン）」と、排ガスから回収可能な「CO₂ガス」や空気中の「N₂ガス」を原料とし、再生可能エネルギー（太陽光・風力）から得られる「光/電気」を駆動力とした、高付加価値分子（医薬品等）群の迅速な自在合成を目指します。

応用分野 創薬分野、エネルギー関連分野、二酸化炭素削減

論文・解説等

- [1] Y. Saga *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* 2017, 139, 2204.
 [2] Y. Saga *et al.*, *Org. Lett.* 2023, 25, 1136.
 [3] Y. Saga *et al.*, *ChemElectroChem.* 2024, in press.

連絡先 URL

http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/masaoka_lab/index.html



分子スイッチを利用した 応力応答性材料の開発

12 分子スイッチ
つくりかた

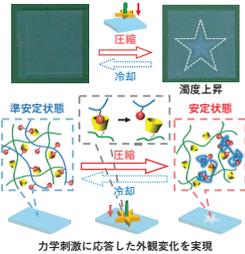


キーワード 機能性高分子、分子認識、ハイドロゲル

菅原 章秀 SUGAWARA Akihide

応用化学専攻 助教

物質機能化学講座 高分子材料化学領域 宇山研究室



ここがポイント！【研究内容】

ホスト-ゲスト包接錯体を分子スイッチとして利用することにより、材料に力学刺激を印加することで外觀が変化する応力応答性ハイドロゲルを開発しています。こうした技術はストレス検出や材料破壊の予測を可能とします。また、天然多糖であるセルロース繊維を補強材として複合化することで高強度・高韌性化したコンポジット材料も開発しています。このように、材料の高機能化・長寿命化により利用時の安全性を向上する技術の開発に取り組んでいます。

応用分野 プラスチック材料、医療材料

論文・解説等

- [1] A. Sugawara et al., *ACS Macro Lett.* 2021, 10, 7, 971.
- [2] A. Sugawara et al., *Polym. Degrad. Stab.* 2020, 177, 109157
- [3] A. Sugawara et al., *Chem. Lett.* 2022, 51, 145.

連絡先 URL

<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~uyamaken/index.html>



異種2次元物質を積層させた ヘテロ構造における新物性の開拓

9 異種2次元物質の
積層による新物性

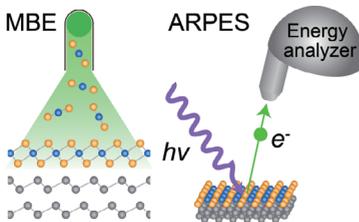


キーワード 2次元物質、ファンデルワールスヘテロ構造、光電子分光、表面科学

寺川 成海 TERAOKAWA Shigemi

附属フューチャーイノベーションセンター/物理学系専攻 助教

応用物理学講座 表面ナノ物性領域 坂本研究室



ここがポイント！【研究内容】

原子数層分の厚さしかない2次元物質、および異なる2次元物質どうしを積層させたヘテロ構造は、3次元固体とは異なる特異な物性を示すことがある。私は、分子線エビタキシー法を用いて、様々な2次元物質を原子1層単位で制御して積み重ねることで、自然界には存在しない物質を製作し、その物質がもつ性質を特に電子とスピンに着目して解明している。新奇物質を開拓するとともに、そこで得られた知見をもとにして次世代デバイスの設計指針を得ることも目指している。

応用分野 新規物質開発、次世代デバイス開発

論文・解説等

- [1] S. Terakawa et al., *J. Phys. Chem. C* 127, 14898 (2023).
- [2] S. Terakawa et al., *Phys. Rev. B* 105, 125402 (2022).
- [3] S. Terakawa et al., *Phys. Rev. B* 100, 115428 (2019).

連絡先 URL

<http://snp.ap.eng.osaka-u.ac.jp/JPN/Welcme.html>



パーフルオロアルキル化合物の触媒的分解



キーワード フッ素化合物、パーフルオロアルキル化合物、ニッケル触媒、脱フッ素化



土井 良平 DOI Ryohei

応用化学専攻 助教

分子創成化学講座 有機金属化学領域 生越研究室

ここがポイント！【研究内容】

図1. 研究背景

パーフルオロアルキル化合物PFASの例

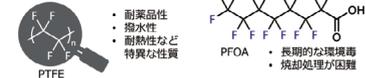
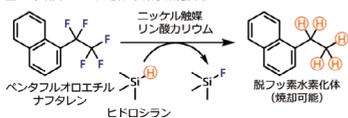


図2. 本研究：PFASの脱フッ素水素化反応



パーフルオロアルキル化合物 (PFAS) とは、CF₂ 骨格を複数有する有機フッ素化合物である (図1)。その高い熱的・化学的安定性に起因して、環境汚染物質として近年認識されている。例えば、PFOS、PFOAなどはニュースでも連日取り沙汰されている。本研究では、PFASの脱フッ素水素化反応の開発に成功した (図2)。具体的にはパーフルオロアルキルアレーンに対して、ニッケル触媒存在下、ヒドロシランを作用させることで、炭素-フッ素結合がすべて炭素-水素結合に変換されることを見出した。

応用分野 環境、廃棄物処理、高分子合成

論文・解説等

- [1] R. Doi et al., *Journal of the American Chemical Society*, 2023, 145, 11449.
- [2] R. Doi, S. Ogoshi, *European Journal of Organic Chemistry*, 2024, e202301229.
- [3] R. Doi et al., *Organic Letters*, 2023, 25, 5542.

連絡先 URL

<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~ogoshi-lab/index.html>



新奇縮環芳香族化合物の創出と機能性の開拓



キーワード 有機合成化学、有機機能性材料、刺激応答性材料

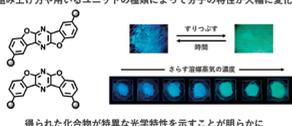


中村 彰太郎 NAKAMURA Shotaro

応用化学専攻 助教

物質機能化学講座 構造物理化学領域 藤内研究室

ここがポイント！【研究内容】



有機材料の開発は、新たな付加価値の創出という点において非常に重要な研究分野です。なかでも芳香環が組み合わさった縮環芳香族化合物は、その構成元素や分子構造に特有の性質を示します。私たちのグループでは様々な合成手法を操り、新奇縮環芳香族化合物の合成研究と、得られた分子が潜在的にもつ物性を引き出す研究を行っています。これまでに、得られた化合物が特異な刺激応答性発光を示すことを明らかにしてきました。このような骨格合成技術をもとに、新しい有機材料の開発に貢献します。

応用分野 有機半導体材料、セキュリティ材料、センシング材料

論文・解説等

- [1] S. Nakamura et al., *Chem. Lett.* 2020, 49, 921.
- [2] S. Nakamura et al., *Chem. Eur. J.* 2023, e202302605.
- [3] S. Nakamura et al., *J. Mater. Chem. C* 2024, 12, 2370.

連絡先 URL

<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~tohnaiken/>



高効率な新規固体触媒の開発



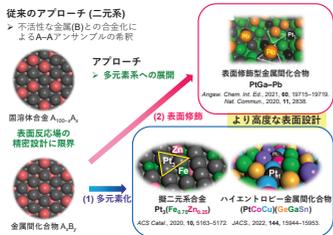
キーワード 不均一系触媒、合金、酸化物、ナノ粒子、クラスター、シングルアトム

中谷 勇希 NAKAYA Yuki

附属フューチャーイノベーションセンター/応用化学専攻 助教
物質機能化学講座 固体物理化学領域 古川研究室

ここがポイント！【研究内容】

ユニークな表面構造を有する合金ナノ粒子や合金クラスターを触媒材料として用いることで、従来の触媒構造とは全く異なる幾何学・電子構造を有する表面反応場の構築に成功した。開発した触媒は従来触媒を凌駕する触媒性能を達成した。特に触媒劣化が著しいアルカン脱水素に対しては触媒劣化の原因となる炭素析出を誘引する、活性金属 Pt が複数並んだアンサンブルサイトが存在せず、一方で孤立した Pt のみが活性点となる新規触媒の開発に成功し、高温条件下でも長時間安定に機能することを見出した。本研究は表面反応場の精密設計を可能とする、世界をリードする技術である。



応用分野	表面精密設計、未利用資源の有効活用
論文・解説等	[1] Y. Nakaya, S. Furukawa, <i>Chem. Rev.</i> , 2023, 123, 5859-5947. [2] Y. Nakaya, E. Hayashida, <i>et al.</i> , <i>J. Am. Chem. Soc.</i> , 2022, 144, 15944-15953. [3] Y. Nakaya, J. Hirayama, S. Yamazoe, K. Shimizu, S. Furukawa, <i>Nat. Commun.</i> , 2020, 11, 2838.
連絡先 URL	https://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/furukawa/index.htm



新たな有機・無機ハイブリッド光電変換材料の創成と計測技術の開発



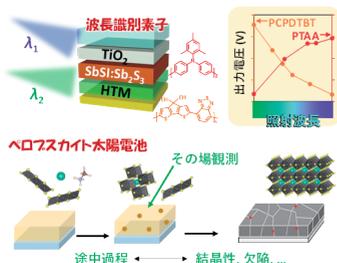
キーワード 光電変換材料、デバイス、ペロブスカイト太陽電池、in-situ 計測

西久保 綾佑 NISHIKUBO Ryosuke

応用化学専攻/ICS-OTRI 助教
物質機能化学講座 物性化学領域 佐伯研究室

ここがポイント！【研究内容】

- 太陽電池やセンサ、発光素子等の光エレクトロニクス応用に向けた無機材料・有機無機ハイブリッド材料の研究を行っています。
- 低毒な Bi, Sb 系材料を探索。独自開発の Sb カルコハライド光電変換素子を用い、前例のない波長識別機能を有する素子を開発。
- 薄膜材料の塗布プロセスにおける隠れ性能支配因子を見出す新たな計測分析技術を開発中。



応用分野	エレクトロニクス分野、エネルギー変換分野
論文・解説等	[1] R. Nishikubo <i>et al.</i> <i>Adv. Funct. Mater.</i> 2023, 33, 2311794. [2] R. Nishikubo <i>et al.</i> <i>Adv. Funct. Mater.</i> 2022, 32, 2201577. [3] R. Nishikubo <i>et al.</i> <i>Adv. Mater.</i> 2017, 29, 1700047.
連絡先 URL	http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~saeki/cmcp/



元素戦略・分子デザイン工学

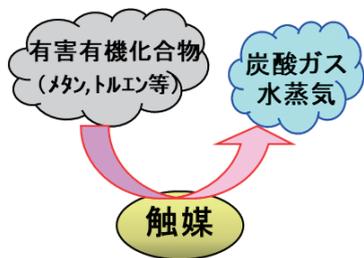
有害有機化合物を温和な条件で完全分解する新規環境触媒



キーワード 触媒、メタン、揮発性有機化合物、トルエン

布谷 直義 NUNOTANI Naoyoshi

応用化学専攻 助教
物質機能化学講座 無機材料化学領域



ここがポイント!【研究内容】

- 温室効果ガスであるメタンや、大気汚染の原因となる揮発性有機化合物 (トルエン等) を、無害な炭酸ガスと水蒸気まで、低温で完全燃焼できる触媒を創成しています。
- 液相中の有害有機化合物 (フェノール等) を、温和な条件 (常圧・100°C以下) で酸分解できる触媒を創成しています。
- 近年供給過剰となっているグリセリンを高付加価値の化合物へと変換できる触媒の創成も行っています。
- 窒素酸化物 (NOx) を窒素と酸素まで直接分解できる触媒も創成しています。

応用分野	環境触媒分野、環境保全関連
論文・解説等	[1] N. Nunotani et al., <i>Chem. Lett.</i> , 52, 771 (2023). [2] N. Nunotani et al., <i>Chem. Commun.</i> , 59, 9533 (2023). [3] 布谷直義, 今中信人, <i>触媒</i> , 65(4), 228 (2023).
連絡先 URL	https://www-chem.eng.osaka-u.ac.jp/~imaken/



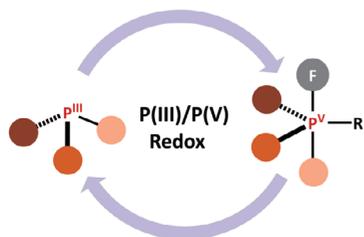
遷移金属触媒を模倣したホスフィンレドックス触媒の開発



キーワード 有機合成化学、有機金属化学、典型元素化学

藤本 隼斗 FUJIMOTO Hayato

応用化学専攻 助教
分子創成化学講座 機能有機化学領域 葦巢研究室



ここがポイント!【研究内容】

遷移金属を用いた触媒反応は現代の有機化学において必要不可欠な手法として認識されています。しかしながら、希少な遷移金属が必須である点は依然問題となっており、持続可能な社会への貢献を鑑みると、天然に豊富に存在する典型元素で触媒を代替することが望まれています。私は、リンという典型元素の触媒が遷移金属と類似の価数変化をとるレドックス触媒機構を媒介することを明らかにし、貴金属でさえ為し得ない変換反応を達成しています。

応用分野	有機合成化学分野、創薬関連
論文・解説等	[1] Fujimoto et al., <i>J. Am. Chem. Soc.</i> 2020, 142, 17323. [2] Fujimoto et al., <i>J. Am. Chem. Soc.</i> 2021, 143, 18394.
連絡先 URL	https://www-chem.eng.osaka-u.ac.jp/~tobisu-lab/



機能をもつ官能基の 新規変換手法の開拓



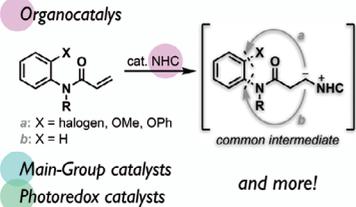
キーワード 有機合成化学、触媒化学、生理活性分子、有機機能性材料

安井 孝介 YASUI Kousuke

附属フューチャーイノベーションセンター／応用化学専攻／ICS-OTRI 助教
分子創成化学講座 分子触媒化学領域 平野研究室



ここがポイント！【研究内容】



医薬品や光・電子機能性有機物をはじめ、有機化合物は我々の生活を豊かにしてくれます。これら分子の新しい合成法を開発することにより、既存の有用分子をより手軽に合成できるようにすること、ならびにまだ見ぬ機能性分子を合成可能にします。特に「複数の役割をもつ官能基の新しい変換法を探究」することで高効率化とケミカルスペースの拡張を目指しています。

応用分野	創薬関連、スマートデバイス
論文・解説等	[1] Yasui et al., <i>Science</i> , 2023, 379, 484. [2] Yasui et al., <i>Org. Lett.</i> , 2021, 23, 1572. [3] Yasui et al., <i>Angew. Chem. Int. Ed.</i> , 2019, 58, 14157.
連絡先 URL	https://www-chem.eng.osaka-u.ac.jp/hirano-lab/member.html



時空間並列計算と機械学習を用いた 高性能マルチスケール解析手法の開発と応用



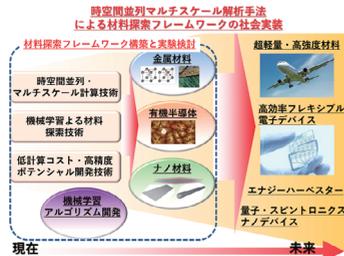
キーワード 時空間並列計算、分子動力学計算、第一原理計算、機械学習、大規模計算

劉 麗君 LIJUN LIU

機械工学専攻 助教
機能構造学講座 固体力学領域



ここがポイント！【研究内容】



- スーパーコンピューティング技術を駆使した時間並列計算手法と機械学習を用いて、第一原理計算の精度を保持しつつ、時空間スケールを克服する高性能マルチスケール計算を実現。
- マルチスケール解析手法を開発し、新規半導体材料等の不純物拡散、炭素鋼内部構造の発展解析と新規材料性能予測などに適用。
- 日米中の著名・新進気鋭の研究者・日本の企業と強力に連携し、国際的研究チームによる汎用性の高い材料開発シミュレータとしての優位性獲得を目指す。

応用分野	金属材料、半導体材料、ナノ材料
論文・解説等	[1] Lijun Liu, Yoji Shibutani, 14th WCCM & ECCOMAS Congress 2020 (Virtual congress), 2021. [2] Lijun Liu, et al., <i>Electrical Engineering in Japan</i> , pp. 1-11, 2021. [3] Lijun Liu, et al., <i>COMPUMAG 2019</i> , 2019.
連絡先 URL	http://www-comec.mech.eng.osaka-u.ac.jp/liu.html

