

錯体触媒研究部門

魚住 泰広（教授）（2000 年 4 月 1 日着任）

塚本 兼司（特任助教）

田澤 文（研究員（派遣））

ZHANG, Kaili（大学院生）

服部 修佑（大学院生）

谷分 麻由子（事務支援員）

A-1) 専門領域：有機合成化学，有機金属化学

A-2) 研究課題：

- a) 不均一反応メディア中での触媒反応システムの構築
- b) 光触媒を利用した分子変換反応の開発
- c) 新しい遷移金属錯体触媒・ナノ構造触媒の創製

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) パラジウム，ロジウム，銅錯体触媒などを両親媒性高分子に固定化するとともに機能修飾することで，これら遷移金属錯体触媒有機変換工程の多くを完全水系メディア中で実施することに成功した。水中不均一での高立体選択的触媒反応の開発を世界にさがけて成功した。
- b) 新しいピンサー錯体の合成方法論を確立し，それらピンサー錯体分子が自発的に集積することで形成する分子集合体の三次元高次構造に立脚した新しい触媒機能システムの開拓に注力しつつある。
- c) 水中での反応加速，連続フローシステムに依る効率化，ピンサー錯体触媒化学における新しい反応形式などに立脚して各種反応の ppm-ppb 触媒化を進めつつある。
- d) 超高触媒活性を示す単原子触媒種の発生・発現を見出し，その構造評価および有機分子変換触媒としての適用一般性を確立しつつある。
- e) 遷移金属錯体を用いた光触媒反応による新しいカルボニル化合物の活性化と，それに立脚した分子変換反応の開発を遂行しつつある。特に光触媒によるカルボニル基の極性転換に成果を上げつつある。
- f) 新しい有機光触媒を創製し有機分子変換上の未踏反応を開拓しつつある。特にジアザベンツアゼナフテン骨格を有する新触媒を設計合成し，それによるエステル類の可視光による光触媒還元成功した。

B-1) 学術論文

T. SAKAGUCHI, K. FUKUOKA, T. MATSUKI, M. KAWASE, A. TAZAWA, Y. UOZUMI, Y. MATSUMURA, O. SHIMOMURA and A. OHTAKA, “Silver-Mediated Homocoupling of Arylboronic Acids,” *Synlett* **36(2)**, 161–165 (2025).
DOI: 10.1055/a-2315-8369

K. ZHANG, S. OKUMURA and Y. UOZUMI, “Transfer Hydrogenolysis of O- and N-Benzyl Groups in Water with Tetrahydroxydiboron by Using an Amphiphilic Polymer-Supported Nano-Palladium Catalyst,” *Eur. J. Org. Chem.* **27(26)**, e202400322 (2024). DOI: 10.1002/ejoc.202400322

S. OKUMURA, S. HATTORI, L. FANG and Y. UOZUMI, “Multielectron Reduction of Esters by a Diazabenzacenaphthenium Photoredox Catalyst,” *J. Am. Chem. Soc.* **146(25)**, 16990–16995 (2024). DOI: 10.1021/jacs.4c05272

K. ZHANG, S. OKUMURA and Y. UOZUMI, “Transfer Hydrogenation of Aldehydes and Ketones with Tetrahydroxydiboran in Water by an Amphiphilic Resin-Supported Nano-Palladium Catalyst,” *Chem. Lett.* **53(5)**, upae082 (2024). DOI: 10.1093/chemle/upae082

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

有機合成化学協会支部幹事 (1998–).

学会の組織委員等

名古屋メダル実行委員 (2000–).

有機金属討論会組織委員 (2012–).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

京都大学エネルギー理工学研究所共同利用運営委員会委員 (2023–2025).

学会誌編集委員

SYNLETT 誌アジア地区編集主幹 (2002–).

SYNFACTS 誌編集委員 (2005–).

B-9) 学位授与

ZHANG, Kaili, “Development of Tetrahydroxydiboron-Mediated Reductive Molecular Transformations in Water by Use of an Amphiphilic Resin-Supported Palladium Nanocatalyst,” 2024 年 9 月, 博士 (理学).

服部修佑, 「Multielectron Reduction of Esters and Amides Using a Diazabenzacenaphthenium Photoredox Catalyst」, 2025 年 3 月, 博士 (理学).

C) 研究活動の課題と展望

2000 年にゼロからのスタートを切った精密有機分子変換反応の aqueous-switching, heterogeneous-switching の試みも十分な成果と蓄積を得てきた。理想の有機分子変換を標榜した当研究室の歩みの中で多くの水中機能性固定化錯体触媒, 水中機能性固定化ナノ金属触媒を開発し, その幾つかは汎用性ある触媒として市販されるに至っている。これらの研究は科学研究費補助金 (基盤研究, 新学術研究など) にくわえ, 多くの競争的外部研究費を得て推進してきた。即ちこれまでに水中機能性固定化触媒に関する「グリーンナノ触媒」CREST 研究 (2002 年 10 月–2008 年 3 月), 続いてその成果を実践的に発展させる METI-NEDO プロジェクト (2008 年 9 月–2012 年 2 月), 稀少元素の元素循環・元素減量・元素代替に焦点を当てた「元素戦略」CREST 研究 (2011 年 10 月–2017 年 3 月) を展開してきた。さらに 2014 年 12 月から ACCEL 研究 (2014 年–2020 年) に採択され「超活性固定化触媒開発に立脚した基幹化学プロセスの徹底効率化」研究を進めつつある。また自己集積錯体触媒研究は 2007 年以降, 理化学研究所フロンティア研究に指名

され、同研究所・環境資源科学研究センターにて展開した(2007年－2019年)。現在、魚住の本拠地である分子科学研究所に於いては、次の研究の萌芽を見いだし育てる研究にも大いに注力しており、幾つかの新機軸候補課題の中から大きな発展に繋がる新課題を見いだしつつある。なかでも最近は未開拓元素群の触媒反応性(とくにCu, Fe, Ag)の探索と確立、さらには分子の自己集積化に立脚した触媒機能の自発的獲得など目指した研究開発を推進しつつある。また分子研内外の研究者とチームで取り組み遷移金属触媒カップリング反応の極端紫外光分光を利用したオペランド観察による反応機構解析、企業との産学連携による基幹的有機化合物の工業生産プロセスへの展開研究などの共同研究に取り組みつつある。さらに、基礎研究として、これまでの高活性触媒の設計概念と駆動原理を駆使し、従来パーセント量の利用が常識であった化学変換触媒をppm-ppb量のレベルへと転換すべく研究に取り組んでいる。これは触媒活性の 10^4 – 10^7 向上を意味し「改善」を凌駕する「飛躍」が要求される圧倒的な高活性化であり、学術的にも大きなチャレンジである。また特にグループ内での奥村博士(2024年3月転出：現京都大学)との協働により新規な光触媒の開発を推進し、従来にないカルビノール基の極性転換反応を開発・展開し、更にはエステル基の光触媒還元を世界に先駆けて実現した。本課題は現在も京都大学との共同研究として継続され大きな成果を上げつつある。