

錯体物性研究部門

正岡重行(准教授)(2011年2月1日着任)

A-1) 専門領域：錯体化学

A-2) 研究課題：

- a) 金属錯体を触媒とする水の四電子酸化反応
- b) 金属錯体を用いた電気化学的多電子酸化還元反応
- c) 金属錯体の規則配列による反応場構築

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 水の四電子酸化反応を促進する金属錯体触媒の開発に取り組んだ。具体的には、酸素発生触媒機能の向上を目的とし、プロトン共役電子移動・基質捕捉などの機能を付与した金属錯体の合成と機能評価を行った。その結果、プロトン共役電子移動部位の導入は酸素発生に伴う過電圧の低下に、基質捕捉サイトの導入は触媒反応速度の向上にそれぞれ有効であることを見出した。
- b) 種々の多電子酸化還元反応に対する金属錯体触媒の開発および機能評価を行った。具体的には、二酸化炭素の多電子還元、水の二電子還元(水素発生)、水の四電子酸化(酸素発生)を促進する金属錯体を合成、構造解析し、それらの触媒反応速度を電気化学的手法により算出した。その結果、いくつかの金属錯体が電極表面において極めて高い活性を有することが判明した。
- c) 自己集合作用を利用した金属錯体の規則配列と反応場構築を試みた。具体的には、高い対称性(D_{4h})を有するパドルフィール型二核錯体に、相補的な分子間アレーン-パーフルオロアレーン相互作用が可能な官能基を導入し、規則構造の構築を促した。その結果、パドルフィール錯体の軸位が細孔内に配置された多孔性フレームワーク構造を創り出すことに成功した。

B-1) 学術論文

T. ITOH, M. KONDO, M. KANAIKE and S. MASAOKA, "Arene-Perfluoroarene Interactions for Crystal Engineering of Metal Complexes: Controlled Self-Assembly of Paddle-Wheel Dimers," *CrystEngComm* **15**, 6122–6126 (2013).

S. MURATSUGU, M. H. LIM, T. ITOH, W. THUMRONGPATANARAKS, M. KONDO, S. MASAOKA, T. S. A. HOR and M. TADA, "Dispersed Ru Nanoclusters Transformed from a Grafted Trinuclear Ru Complex on SiO_2 for Selective Alcohol Oxidation," *Dalton Trans.* **42**, 12611–12619 (2013).

B-3) 総説, 著書

近藤美欧, 正岡重行, 「金属錯体を用いた水の酸化触媒の創製と人工光合成への挑戦」, 「人工光合成 実用化に向けた最新技術」情報機構, 84–94 (2013).

岡村将也, 正岡重行, 「プロトン共役電子移動を示す有機配位子を導入した多電子移動錯体触媒」, ペトロテック **36**, 1613–617 (2013).

M. YOSHIDA and S. MASAOKA, “Cerium(IV) in an Acidic Solution: A ‘Non-Innocent’ Oxidant,” in *Cerium: Molecular Structure, Technological Applications and Health Effects*, A. Izyumov and G. Plaksin, Eds., Nova Science Publishers, Inc., 177–185 (2013).

B-4) 招待講演

正岡重行, 「太陽系外惑星での光合成～錯体化学の視点から～」若手研究者による分野間連携研究ワークショップ, ICT文化ホール, 石垣島, 2013年11月.

正岡重行, 「人工光合成を志向した金属錯体化学」愛知教育大学理科共通コキウム, 愛知教育大学, 刈谷, 2013年11月.

S. MASAOKA, “Multi-electron transfer reactions catalyzed by transition metal complexes,” Biomimetic Material Conversion in Coordination Chemistry, 63rd JSCC Symposium, University of the Ryukyus, Okinawa (Japan), November 2013.

S. MASAOKA, “Water Oxidation Catalyzed by Artificial Transition Metal Complexes,” Molecular mechanism of light-driven water oxidation: Photosystem II and artificial photosynthesis, The 51st Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, Kyoto International Conference Center, Kyoto (Japan), October 2013.

S. MASAOKA, “Water Oxidation Catalyzed by Metal Complexes,” International Symposium for the 70th anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan, Tohoku University, Sendai (Japan), September 2013.

正岡重行, 「太陽系外惑星での光合成～錯体化学の視点から～」自然科学研究機構若手研究者による分野間連携研究プロジェクトワークショップ「低温度星まわりの生命居住可能惑星における植物特性の考察とその観測に向けて」テーマA(理論・実験)ワークショップ, 浜名湖ロイヤルホテル, 浜名湖, 2013年9月.

正岡重行, 「金属錯体を触媒とする小分子の多電子酸化還元反応」山形大学理学部・テニユアトラックシンポジウム「微小空間・機能の可視化技術」山形大学理学部, 山形, 2013年7月.

S. MASAOKA, “Water Oxidation by Mono- and Multinuclear Metal Complexes,” IMS Asian International Symposium: Japan-China Joint Coordination Chemistry Symposium for Young Scientists on Advanced Coordination Materials, Institute for Molecular Science, Okazaki (Japan), June 2013.

S. MASAOKA, “Water Oxidation by Mononuclear and Multinuclear Metal Complexes: Mechanisms and a New Catalyst Design,” The 1st International Symposium on Chemical Energy Conversion Processes (ISCECP-1), Kyushu University, Fukuoka (Japan), June 2013.

S. MASAOKA, “Water Oxidation Catalyzed by Mono- and Multinuclear Metal Complexes,” Asian International Symposium—Inorganic Chemistry/Coordination Chemistry, Organometallic Chemistry—, Ritsumeikan University, Kusatsu (Japan), March 2013.

S. MASAOKA, “Development of highly-active oxygen evolving catalysts toward visible-light-induced water splitting,” 人工光合成研究の最前線 挑戦する若手研究者, JSTさきがけ「光エネルギーと物質変換」研究領域研究成果報告会, 立命館大学, 草津, 2013年3月.

正岡重行, 「植物のデザインに学ぶ人工光合成～金属錯体による酸素発生反応～」第14回自然科学研究機構シンポジウム「分子が拓くグリーン未来」学術総合センター(一橋講堂)東京, 2013年3月.

正岡重行, 「人工光合成研究の立場から考える太陽系外惑星での光合成」自然科学研究機構若手研究者による分野間連携研究プロジェクトワークショップ「低温度星まわりの生命居住可能惑星における植物特性の考察とその観測に向けて」伊豆修善寺ホテル滝亭, 伊豆, 2013年3月.

S. MASAOKA, "Water Oxidation Catalyzed by Mono- and Multinuclear Metal Complexes," 2012 OCARINA Annual International Meeting, OCARINA, Osaka (Japan), March 2013.

正岡重行, 「金属錯体を触媒とする人工光合成～現状と将来像～」第一回自然科学研究機構コロキウム「自然科学の将来像」ザ・プリンス箱根, 箱根, 2013年2月.

正岡重行, 「金属錯体を触媒とする酸素発生反応」東北大学卓越大学院研究会「金属錯体の固体物性最前線」東北大学, 仙台, 2013年2月.

S. MASAOKA, "Water Oxidation Catalyzed by Mono- and Multinuclear Metal Complexes," The 6th Japan-China Joint Symposium on Functional Supramolecular Architectures, Okazaki (Japan), January 2013.

B-6) 受賞, 表彰

岡村将也, 錯体化学会第63回討論会学生講演賞 (2013).

中村 豪, 平成25年度(第4回)総合研究大学院大学学長賞 (2013).

吉田将己, 第2回CSJ 化学フェスタ2012優秀ポスター賞 (2012).

中村 豪, 第2回CSJ 化学フェスタ2012優秀ポスター賞 (2012).

岡村将也, 第2回CSJ 化学フェスタ2012優秀ポスター賞 (2012).

村瀬雅和, 第2回CSJ 化学フェスタ2012優秀ポスター賞 (2012).

近藤美欧, 第5回資生堂女性研究者サイエンスグラント (2012)

正岡重行, 若い世代の特別講演会講演賞 (2011).

正岡重行, 第53回錯体化学討論会ポスター賞 (2003).

正岡重行, 日本化学会第83回春季年会学生講演賞 (2003).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

錯体化学会ホームページ委員 (2013-).

錯体化学会若手部会九州支部世話人 (2006-2010).

錯体化学会若手部会事務局 (2006).

学会の組織委員等

総研大アジア冬の学校2013主催 (2013).

錯体化学若手の会夏の学校2008主催 (2008).

分子情報科学若手セミナー主催 (2006).

B-8) 大学での講義, 客員

名古屋大学大学院理学研究科, 客員准教授, 2013年4月-.

B-10) 競争的資金

科研費若手研究(A), 「配位不飽和な自己集合性多核錯体を触媒とする多電子酸化還元反応」正岡重行 (2013年-2015年).

科研費新学術領域(公募研究)「水の酸化の超高効率化を目指した超分子錯体触媒の創製」正岡重行 (2013年-2014年).

自然科学研究機構若手研究者による分野間連携研究プロジェクト,「酸素発生型光合成への挑戦:機構理解と新機能創出」
正岡重行 (2013年).

科学技術振興機構先導的物質変換領域,「超分子クラスター触媒による水を電子源としたCO₂還元反応系の構築」近藤美
欧 (2012年-2017年).

科研費挑戦的萌芽研究,「二次元反応場への金属錯体集積と水を基質とする革新的多電子物質変換」正岡重行 (2012年
-2013年).

科研費若手研究(B),「高効率触媒界面の構築を目指した錯体プラットフォームの開発」近藤美欧 (2012年-2013年).

第5回資生堂女性研究者サイエンスグラント,「界面電子移動プログラミングによる水の完全光分解系の構築」近藤美欧
(2012年-2013年).

学融合推進センター公募研究事業事業枠 女性研究者支援,「界面電子移動反応を利用した水の完全光分解システムの創
成」近藤美欧 (2012年).

科学技術振興機構さきがけ研究「光エネルギーと物質変換」領域,「水の可視光完全分解を可能にする高活性酸素発生触媒
の創製」正岡重行 (2009年-2012年).

科研費若手研究(B),「水の分解反応に対する非貴金属系高活性金属錯体触媒の創製」正岡重行 (2009年-2010年).

科学技術振興機構重点地域研究開発推進プログラム「シーズ発掘試験A(発掘型)」,「有機-無機複合型超高活性酸素発生
錯体触媒の創製」正岡重行 (2009年).

九州大学教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクト,「混合原子価2核錯体を用いた量子セルオートマトン材料の開発」
正岡重行 (2009年).

(財)鉄鋼業環境保全技術開発基金第29回環境助成研究,「鉄-硫黄系金属錯体を用いた安価高活性水素発生触媒の創
成」正岡重行 (2008年-2009年).

(財)日産科学振興財団環境研究助成,「水の完全光分解を実現可能とする高活性酸素発生触媒の創成」正岡重行 (2008年).

科研費若手研究(B),「高度に組織化された球状水素発生触媒の創製」正岡重行 (2006年-2007年).

C) 研究活動の課題と展望

エネルギー問題の解決は、人類が直面している最重要課題の一つである。本研究グループの目的は、太陽光エネルギーを
貯蔵可能な化学エネルギーに変換する次世代の科学技術「人工光合成」の達成に向けて、金属錯体化学の立場から貢献す
ることである。そのために、水を四電子酸化して電子を取り出す反応系の構築、可視光のエネルギーを用いて水などの
小分子を効率良く活性化する方法の開拓、水中プロトンの活性化と反応性制御、水中ラジカル形成と反応性制御、
水の光化学的活性化を促進するための特異反応場の構築、を主題として研究を進めていく。