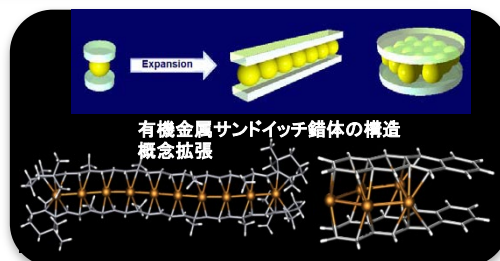
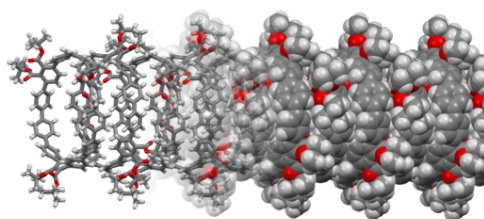
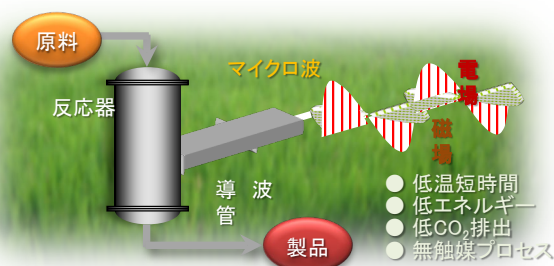
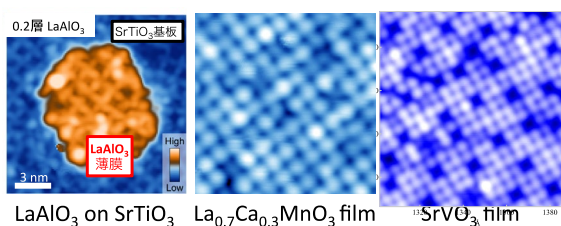
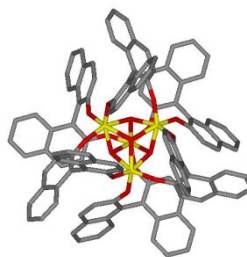
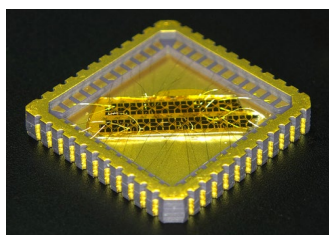
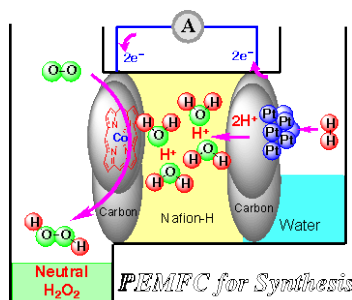


東京工業大学 物質理工学院

応用化学系（応用化学）

Department of Materials Science & Engineering
Tokyo Institute of Technology



物質理工学院・応用化学系のヴィジョン

物質理工学院・応用化学系では、化学の知識や最新技術を応用して「人類の夢を実現する化学」を探究し、無限の未来を創造します。

化学は物質変換の原理を解き明かし、未知の化合物を合成するとともに、物性発現の仕組みを解明する学問です。応用化学系では、物質の基礎的性質や反応性を原子・分子レベルで深く理解しつつ、最高度の化学技術システムの修得を目指します。応用化学系では、学習・教育の目標を、豊かな人間社会の持続的発展に必要な「革新的化学技術」を自ら開拓できる人材の育成と定め、未来の社会と環境の構築に積極的に関与する科学技術者及び研究者の育成を行うとともに、技術革新に果敢に挑戦して新たな産業と文明を拓く高度職業人の養成を目指しています。

系主任からのメッセージ

私たちの生活は、衣類やプラスチック、パソコン、医薬品からガソリンや灯油などの燃料まで、様々な化学物質や化学製品に囲まれています。豊かな社会を維持し、さらに発展させるためには、これらの機能性材料や有用化学物質を、地球環境に配慮しつつ合理的に生産する必要があります。応用化学系では、原子・分子レベルから化学工業プロセス、さらには地球環境まで、様々なスケールで進行する化学現象を広く深く理解することが研究と教育の目標です。私たち教員は、それぞれの最先端の研究と教育を通して、より良い社会の実現に資する化学者・技術者の育成を目指します。

このパンフレットについて

このパンフレットは、物質理工学院・応用化学系の教員と研究内容等を4つの分冊に分けて紹介しているうちの1分冊で、応用化学分野で主な研究室活動を行う教員の紹介を行っています。

物質理工学院応用化学系 応用化学分野 教員一覧 (1)

役職	氏名	専門分野	主担当	副担当	居室	電話番号 03-5734-	頁
教授	大友 明	無機固体化学、材料化学、結晶工学、固体物性、デバイス工学、酸化物エレクトロニクス	応用化学系 応用化学コース	材料系 材料コース	南1号館 605号室	2145	3
教授	田中 克典	有機合成化学、生体内合成化学、ケミカルバイオロジー	応用化学系 ライフエンジニアリングコース	応用化学系 応用化学コース	本館 323号室	3224	4
教授	田中 健	有機合成化学、有機金属化学、不斉合成化学	応用化学系 応用化学コース		南1号館 511号室	2120	5
教授	中村 龍平	生命起源, 地球生命科学, 電極触媒	応用化学系 応用化学コース		地球生命研究所-1 317号室	2182	6
教授	一杉 太郎	固体化学、固体電気化学、固体物理、表面・界面科学、固体イオニクス、機械学習やロボットを活用した化学・材料研究	応用化学系 応用化学コース		東2号館 502号室	2636	7
教授	村橋 哲郎	有機金属化学、錯体化学、均一系触媒化学、無機化学	応用化学系 応用化学コース		南1号館 610号室	2148	8
教授	山中 一郎	触媒化学、電極触媒化学、部分酸化、エネルギー変換化学、メタン転換、二酸化炭素転換	応用化学系 応用化学コース	応用化学系 エネルギーコース	南1号館 405号室	2144	9
准教授	伊藤 繁和	物理有機化学、有機合成化学、典型元素化学、ミュオン科学	応用化学系 応用化学コース		本館 307A号室	2143	10
准教授	桑田 繁樹	錯体化学、有機金属化学、触媒化学、生物無機化学	応用化学系 応用化学コース	応用化学系 エネルギーコース	東2号館 603号室	2150	11
准教授	清水 亮太	固体物理化学、固体電気化学、マテリアルズインフォマティクス・走査プローブ顕微鏡	応用化学系 エネルギーコース	応用化学系 応用化学コース	東2号館 508号室	2128	12
准教授	高尾 俊郎	有機金属化学、錯体化学、触媒化学	応用化学系 応用化学コース		南1号館 622号室	2580	13
准教授	田中 浩士	有機合成化学、天然物化学、糖質化学、コンビナトリアル化学、化学生物学、放射性核化学	応用化学系 応用化学コース		本館 301A号室	2471	14

物質理工学院応用化学系 応用化学分野 教員一覧 (2)

役職	氏名	専門分野	主担当	副担当	居室	電話番号 03-5734-	頁
准教授	鷹尾 康一郎	錯体化学、溶液化学、アクチノイド化学、原子力工学、結晶学	応用化学系 原子核工学コース	応用化学系 応用化学コー	北1号館 205号室	2968	15
准教授	塚原 剛彦	分析化学、核・放射化学、マイクロ・ナノ化学、環境科学	応用化学系 原子核工学コース	応用化学系 応用化学コース	北1号館 203号室	3067	16
助教	プラディプタ アンバラ	生体関連化学、有機合成化学、生物有機化学、天然物有機化学、有機分析化学	応用化学系 ライフエンジニアリ ングコース		本館 325B号室	3594	17
助教	井口 翔之	触媒化学、電極触媒化学、固体表面の光化学	応用化学系 応用化学コース		南1号館 604号室	2624	17
助教	大石 理貴	錯体化学、有機金属化学	応用化学系 応用化学コース		南1号館 623号室	3932	18
助教	榎木 啓人	有機金属化学、分子触媒化学	応用化学系 応用化学コース		東2号館 604号室	2881	18
助教	相馬 拓人	材料科学、無機固体化学、物性物理学、電気化学	応用化学系 応用化学コース		南1号館 606号室	2153	19
助教	永島 佑貴	有機合成化学、典型元素化学、有機光化学、計算化学	応用化学系 応用化学コース		南1号館 512号室	3631	19
助教	山本 浩二	有機金属化学、錯体化学	応用化学系 応用化学コース		南1号館 611号室	2139	20



物質理工学院応用化学系

教授

大友 明

e-mail: ohtomo.a.aa@m.titech.ac.jp
http://www.ohtomo.apc.titech.ac.jp/

専門分野

無機固体化学、材料化学、結晶工学
固体物性、デバイス工学、酸化物エレクトロニクス

キーワード

薄膜成長、電子デバイス、超伝導材料、光電極材料
磁性材料、酸化物半導体、界面物性、ナノ加工技術

1. 研究概要と目指すもの

様々な無機化合物の薄膜新物質を合成し、結晶成長機構の解明や新機能の探索に取り組んでいる。情報化社会や創・省エネルギー技術に役立つ革新デバイスの創製に向けて、「デバイスを化学」する新学理の構築を目指している。

2. 最近の研究テーマ

パルスレーザー光を用いた薄膜新物質の合成

金属酸化物、窒化物、水素化物の薄膜新物質を、パルスレーザー光を用いた真空プロセスで合成している。高エネルギーのレーザーパルスを照射すると融点が高い無機化合物でも瞬時に昇華させることができる。昇華させた原料の供給量をコンピューターで制御することによって、基板上に堆積した薄膜の組成や構造を原子スケールで制御することができる。

ナノスケール微細加工技術の開発

クリーンルーム内に設置された各種装置を用いて、回路パターンを光で転写したレジストによって薄膜の一部を削ったり、金属を上に蒸着したりする工程を重ねながらデバイスを作製している。また、低コストの薄膜合成法や革新的ナノデバイスの創製につながる微細構造作製技術を開発している。

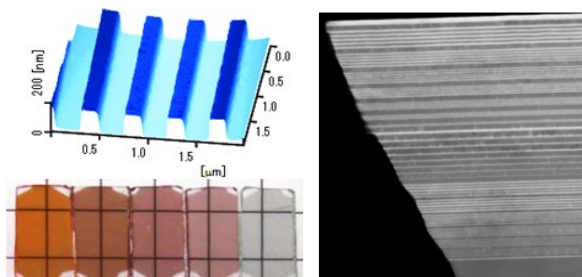
特異な電気的・磁気的性質の解明

非平衡条件下で薄膜を合成するとこれまで知られていない物質ができたり、積層された薄膜の界面で誰も予想しなかった電気的・磁気的性質が発現したりすることがある。高エネルギー加速器施設の研究者とも連携して、このような未知の物質の構造や物理的性質の起源を明らかにしている。

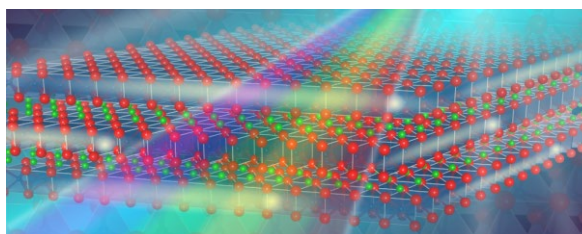
創・省エネルギー材料・デバイスの開発

薄膜新物質の合成や物性・新機種の探索を通じて創・省エネルギーデバイスを開発し、地球温暖化対策や持続的社会的構築に貢献している。例えば、遷移金属化合物の相転移を利用したスイッチングデバイス、透明酸化物半導体を用いたパワー半導体材料・デバイス、電気化学ドーピングで駆動する超伝導スイッチングデバイス。この他に、金属水素化物中のイオン伝導に基づく新しいデバイス原理の開発に取り組んでいる。

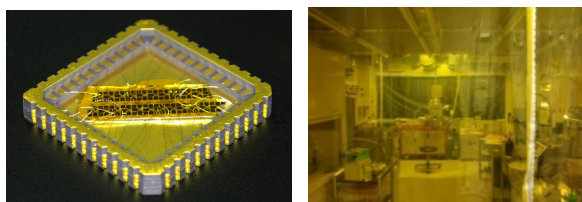
■ 原子スケールで制御された薄膜合成技術： 無機化合物のナノ構造・薄膜新物質・人工超格子構造



■ 新物性・新機能の探索： 半導体・超伝導体・強磁性体・イオン伝導体



■ 機能性デバイスの開発： 電界効果トランジスタ・超伝導スイッチ・磁気デバイス



3. 業績

論文

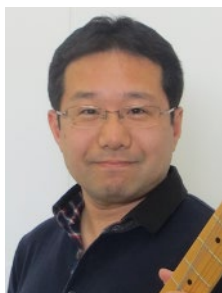
T. Soma, K. Yoshimatsu, A. Ohtomo, *Sci Adv.* **6**, eabb8570 (2020).
K. Yoshimatsu, O. Sakata, A. Ohtomo, *Sci. Rep.* **7**, 12544 (2017).
K. Yoshimatsu, M. Niwa, H. Mashiko, T. Oshima, A. Ohtomo, *Sci. Rep.* **5**, 16325 (2015).
A. Ohtomo et al., *Nature Mater.* **9**, 889 (2010); *Nature Mater.* **7**, 855 (2008); *Science* **315**, 1388 (2007);
Nature Mater. **4**, 42 (2005); *Nature* **430**, 657 (2004); *Nature* **427**, 423 (2004); *Nature* **419**, 378 (2002).

プロジェクト

科研費基盤研究、東工大元素戦略拠点プロジェクト、JST-ALCA、JSTさきがけ

受賞

日本学士院学術奨励賞、日本学術振興会賞（2013）、ゴットフリード・ワグネル賞（2011）、文部科学大臣表彰若手科学者賞（2009）、サー・マーティン・ウッド（2007）、手島精一記念研究賞（2001）



物質理工学院応用化学系

教授

田中 克典

e-mail: tanaka.k.dg@m.titech.ac.jp
http://www.riken.jp/nori-tanaka-lab/

専門分野

有機合成化学、生体内合成化学、ケミカルバイオロジー

キーワード

生体内合成化学治療、術中合成診断、糖鎖、ドラッグデリバリーシステム、分子イメージング、人工金属酵素、抗がん活性物質、生理活性天然物

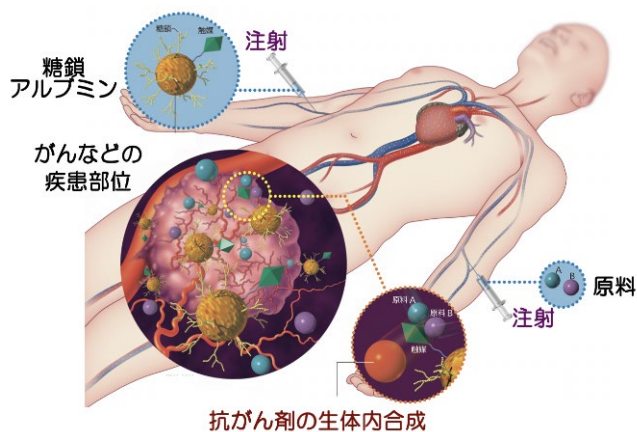
1. 研究概要と目指すもの

体内の疾患部位で有機合成化学を実施して、診断や治療に役立つ分子をその場で合成する。「生体内合成化学治療」と名付けたこの次世代の有機合成化学で医療診断分野を改革する。

2. 最近の研究テーマ

体内での金属触媒反応による治療

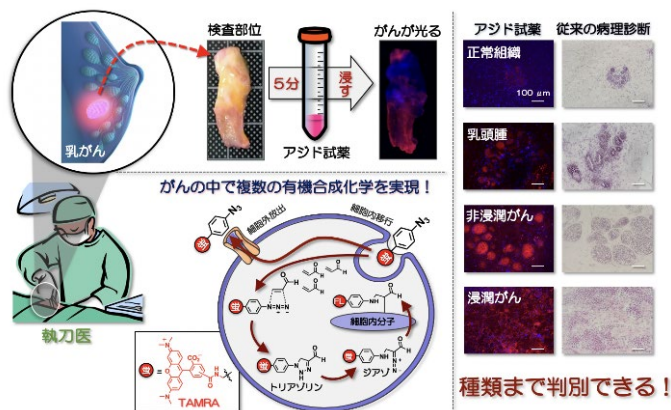
我々は、糖鎖クラスターの「パターン認識」という技術を使って、まるで携帯が同じような顔の中から特定の人物だけを識別するように、体内のたくさんの細胞の中から特定の細胞を高度に認識することに成功している。さらに、この糖鎖クラスターを金属触媒の「運び屋」として用いることで、体内の特定の細胞やがん細胞に触媒を迅速・安全に運搬し、その場で金属触媒反応を起こして治療することに成功した。世界で唯一、体内で実施できる金属触媒反応の技術を用いて、体内で様々な生理活性天然物や薬剤を合成する。



がんでの選択的な金属触媒反応と治療

がんで生産される毒性物質を体内での有機合成化学によりそのまま診断薬や治療に変える

がんで大量に生産される毒性の代謝物質を有機合成化学により体内で直接、診断薬や治療薬剤に変換する。例えば、乳がんの手術中に患者さんから取り出したがん組織の中で、複数の有機合成反応を迅速に実施することで、5分でがんの種類まで判別することに成功した。この方法は臨床研究にも成功し、乳がんの患者さんを救う方法として世界中で使用される。がんで発生する様々な有機合成化学の原料として用いて、体内で診断や治療に有用な分子を創り出す。



ヒト乳がんでの有機合成化学による迅速・簡便な術中診断法

3. 業績

- 論文等 Eda, S.; Vong, K.; Tanaka, K. *Nature Catal.* **2019**, 2, 780.
Eda, S.; Nasibullin, I.; Vong, K.; Tanaka, K. *Nature Commun.* **2019**, 10, 5746.
Pradipta, A.; Tanai, T.; Noguchi, S.; Tanaka, K. *Adv. Sci.* **2019**, 6, 1801479.
Pradipta, A.; Tanai, T.; Noguchi, S.; Tanaka, K. *Adv. Sci.* **2020**, 7, 1901519.
“Handbook of in vivo chemistry in mice -From lab to living system”, Tanaka, K. ed., **2020**, Wiley-VCH.
- プロジェクト 科研費基盤研究、科研費新学術領域研究、JSTさきがけ、AMED 他
- 受賞 天然物化学談話会奨励賞 2002、有機合成化学奨励賞 2011、糖質学会奨励賞 2011、アメリカ化学会ホーレスイズベル賞 2015、日本学術振興会賞 2019、日本化学会学術賞 2020 他



物質理工学院応用化学系

教授

田中 健

e-mail: ktanaka@apc.titech.ac.jp

http://www.apc.titech.ac.jp/~ktanaka/www/Home.html

専門分野

有機合成、有機金属、光反応、構造有機、計算化学

キーワード

遷移金属錯体触媒反応、不活性結合活性化反応、光化学反応、不斉触媒反応、機能性分子合成、構造有機化学、典型元素化学、量子化学計算

1. 研究概要と目指すもの

複雑な有機化合物の合成に適用できるような高い一般性を有し、かつ原子利用効率の高い環境調和型の不斉触媒反応プロセスを開発する。

2. 最近の研究テーマ

A. 新規（不斉）触媒反応の開発研究

高機能遷移金属錯体触媒を用いて「芳香環を自在に組み立てる」という芳香環構築反応を研究している。そして、キラル芳香族化合物の触媒的不斉合成において、世界をリードする成果を挙げている。

芳香環構築反応以外でも、(1) **ロジウム(III)触媒**を利用した不活性な結合(C-H)を直接官能基化する反応や、(2) **金や白金触媒**を用いた複雑骨格の合成法の開発に取り組んでいる。

さらに、(3) **光エネルギー**を利用できる錯体を設計し、典型元素を導入する光反応の開発にも取り組んでいる。

B. 機能性分子合成への応用研究

～（キラル）有機発光材料の創製～

Aで開発した様々な新しい「触媒的（不斉）結合生成反応」を、これまでに合成例のない新しい「**光学活性試薬**」「**機能性材料**」「**生理活性分子**」「**構造的に興味ある分子**」の合成へと応用している。

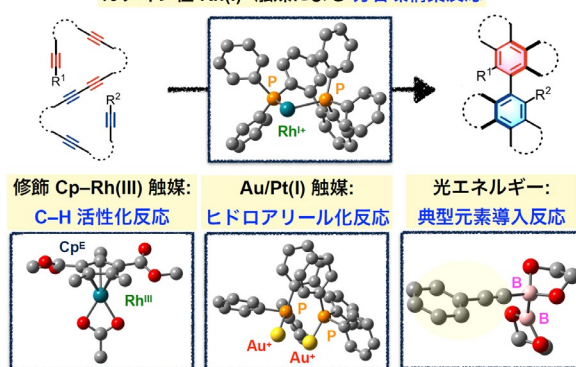
例えば、有機3Dディスプレイの発光材料として期待されているらせん不斉分子の合成では、著しく高い活性を有する高機能遷移金属錯体触媒を開発することで、**世界最高の円偏光発光特性**を示すらせん分子の開発に成功している。

また、官能基化された**シクロパラフェニレン**合成にも成功し、チューブ状の集合体形成能を見出している。さらに、世界初のメビウス帯分子の不斉合成にも成功している。

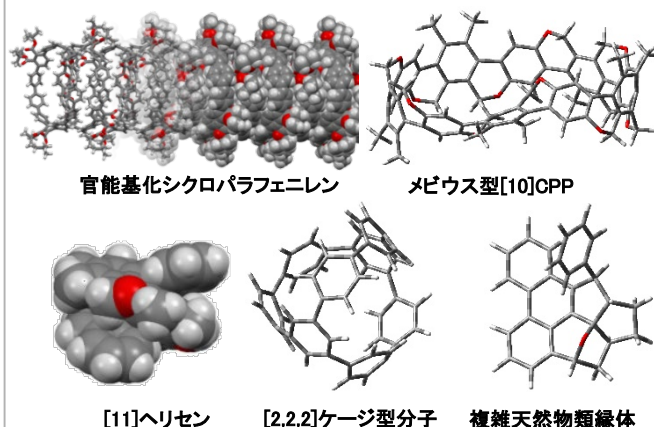
C. 計算化学による反応／触媒／分子の設計

本学の**スーパーコンピュータ TSUBAME**を利用した**量子化学計算**を用いることで、遷移金属触媒の特性やその反応機構、機能性分子の光学特性の起源などを解明し、新しい反応／触媒／分子の設計につなげている。

カチオン性 Rh(I)⁺ 触媒による 芳香環構築反応



A. 開発した新規触媒／錯体／反応



B. 合成した新規機能性分子

3. 業績

論文等

J. Nogami, Y. Tanaka, H. Sugiyama, H. Uekusa, A. Muranaka, M. Uchiyama, K. Tanaka, J. Am. Chem. Soc. 2020, 142, 9834.
S. Nishigaki, Y. Shibata, A. Nakajima, H. Okajima, Y. Masumoto, T. Osawa, A. Muranaka, H. Sugiyama, A. Horikawa, H. Uekusa, H. Koshino, M. Uchiyama, A. Sakamoto, K. Tanaka. J. Am. Chem. Soc. 2019, 141, 14955.
N. Hayase, J. Nogami, Y. Shibata, K. Tanaka. Angew. Chem. Int. Ed. 2019, 58, 9439.
"Rhodium Catalysis in Organic Synthesis: Methods and Reactions", K. Tanaka Ed., 2019, Wiley-VCH.
"Transition-Metal-Mediated Aromatic Ring Construction", K. Tanaka Ed., 2016, Wiley: Hoboken.

プロジェクト 科研費基盤研究A 2019～

受賞 Negishi Award, Big Prize (JST, ACT-C) 2018、日本化学会学術賞 2017、Mukaiyama Award 2012、Solvias Award (Switzerland) 2006、有機合成化学協会賞 2001 他



物質理工学院応用化学系

教授

中村 龍平

e-mail: ryuhei.nakamura@elsi.jp

http://www.elsi.jp/

http://rnakamura-lab.riken.jp/index_j.html

専門分野

生命起源, 地球生命科学, 電極触媒

キーワード

エネルギー変換材料, 化学進化, 生物代謝, 深海熱水噴出孔, オペランド分光, システムケミストリー

1. 研究概要と目指すもの

光の届かない深海底。そこでは現代のテクノロジーをはるかに凌駕する仕組みで化学・熱・電気エネルギー変換が行われている。化学・生物・地球科学の融合を介して「地球のテクノロジー」を理解することで、次世代のエネルギー変換システムを創出し、地球をエネルギーとした化学合成である原始生命誕生の謎に挑む。

2. 最近の研究テーマ

1. 熱水噴出孔における電流生成と電気合成 深海熱水噴出孔（チムニー）は、地球内部に蓄えられた還元力と酸化的な海水が作り出す化学ポテンシャル勾配により発電する「天然の燃料電池」である。本課題では、実験室において深海発電現象を再現し、原始生命誕生に向けた第一歩であるCO₂を基質とした電気合成反応の開拓に取り組んでいる（図1）。オペランド分子分光法を駆使した反応機構の理解を踏まえ、触媒ならびに反応経路を開拓する。

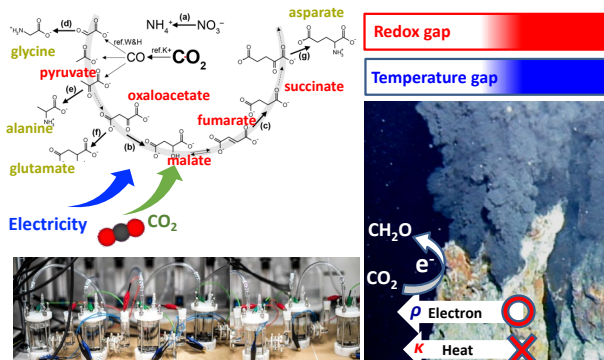


図1 熱水噴出孔における電気化学と化学合成

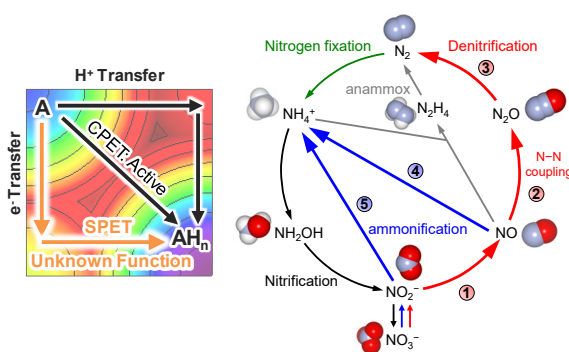


図2 電子-プロトン輸送の制御に基づく窒素代謝の人工的再現

2. 生物代謝システムの人工的な再現 非生命から生命がどのようにして誕生したのか？ その謎に迫る方法論の一つに反応の繋がりが機能を生み出すシステムケミストリーがある。本課題では、生体内化学反応ネットワーク（生物代謝）の人工的な再現を目的とし、反応選択性を制御するための新たな方法論ならびに触媒材料の開拓に取り組んでいる（図2）。これにより、自己修復や環境適応などの生命固有の機能を発現する人工の化学反応ネットワークシステムを実現する。

3. 化学・生物・地球科学の融合による生命起源の探究

当研究室がある地球生命研究所(ELSI)では、化学・生物・地球惑星科学を専門とする研究者が、地球と生命誕生の謎に取り組んでいる。実験室での研究や野外調査を通して自然の美しさを学び、環境調和型の将来のテクノロジーを考える（図3）。そして、専門や言語、考え方の異なる国際色豊かな研究者と議論することで、時間と空間を俯瞰する新たな研究領域を創出する。

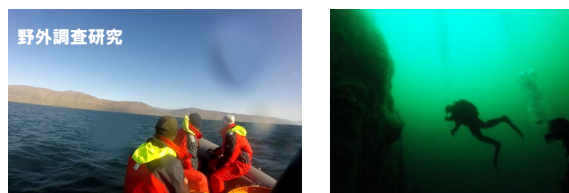


図3 分野融合による新たな研究領域の創出

3. 業績

論文

“Atomic-scale evidence for highly selective electrocatalytic N-N coupling on metallic MoS₂” *PNAS* (2020).

“CO₂ reduction driven by a pH gradient” *PNAS* (2020).

“Enzyme mimetic active intermediates for nitrate reduction in neutral aqueous media” *Angew. Chem.* (2020).

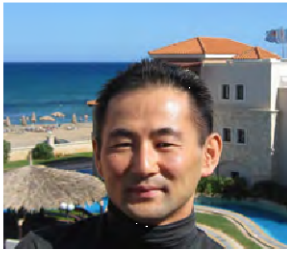
“Stable potential windows for long-term electrocatalysis by manganese oxides under acidic conditions” *Angew. Chem.*, (2019).

プロジェクト

科研費基盤研究, ムーンショット型研究開発事業

受賞

Honda-Fujishima prize (2005), 第一回永瀬賞特別賞(2011), 文部科学大臣表彰若手科学者賞(2017)



物質理工学院応用化学系

教授

一杉 太郎

e-mail: hitosugi.ta@titech.ac.jp

http://www.apc.titech.ac.jp/

~thitosugi/index.html

専門分野

固体化学、固体電気化学、固体物理、表面・界面科学、
固体イオニクス、走査トンネル顕微鏡・走査プローブ顕微鏡

キーワード

薄膜物性(金属酸化物、金属水素化物、ナノグラフェン)、
全固体電池、Liイオン電池、電気化学デバイス、
人工知能、機械学習、ロボット、脳型デバイス

1. 研究概要と目指すもの

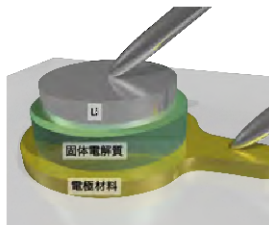
- ・ 固体を対象とする無機材料化学(固体化学、固体物理)と電気化学の交差点に立ち(図1)、
表面/界面(図2)を活用して、環境・エネルギー材料科学やナノ科学を軸に研究を展開している。
- ・ 究極的な目標は、「実験室の産業革命」を起こして研究効率を最大化し、
「室温超伝導」を実現することである。

2. 最近の研究テーマ

1. 全固体リチウム電池・新電子デバイスの研究

固体内におけるイオンの移動を制御する研究。その研究の発展は、**全固体リチウム電池の実用化**、さらには、**新概念の電子デバイス創製(脳型デバイス)**につながり、社会へ貢献することができる。

電池反応は界面が鍵を握っており、当研究室は、**薄膜技術**を用いた界面研究に特に強みを持つ(右図)。



2. 金属酸化物や分子性結晶等の物性研究

金属酸化物は多彩な機能が発現する「機能の宝庫」であり、エネルギー・環境材料として極めて重要である。その電子機能、光学機能、磁気機能、触媒機能等に注目した**新材料開発**を行っている。

さらに、酸化物研究で培った知見を、分子性結晶へも展開する。その電子機能・磁性・イオン伝導性などを明らかにし、**分子性結晶エレクトロニクスの構築**を目指す。

3. 実験室の産業革命

数理論科学・統計・機械学習など、情報科学的手法を材料化学に適用して新たな地平を切り拓くとともに、**研究効率の向上**を目指す。

具体的には人工知能とロボット技術を活用した「**ロボット科学者**」の開発を進めている(右の写真)。数多くの企業と共同研究を進めており、日本の産業競争力の向上に貢献する。



★目指すところ★

新規超伝導体の開発

上記すべての研究項目は室温超伝導を実現するための手法、知見の蓄積を目指したものである。

「**すべての研究は室温超伝導に通ず**」



図1 ビジョン1

無機材料化学、特に固体化学や固体物理、応用物理の考え方を電気化学に注入し、新たな研究領域を開拓する。

表面/界面が物質合成の舞台

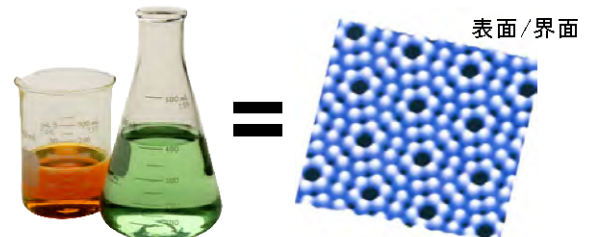


図2 ビジョン2

従来の化学では、液体中で 10^{23} 個程度の分子を一気に合成していた。当研究室では表面/界面における原子移動を制御し、新物質合成を行っている。表面/界面では多数の新物性が発見されており、その原子移動制御と物質合成過程は**精緻な触媒研究**と言える。

3. 業績

"Scanning tunneling spectroscopy of superconductivity on surfaces of $\text{LiTi}_2\text{O}_4(111)$ thin films" Nature Commun. (2017).

"Chemical and Entropic Control on the Molecular Self-Assembly Process" Nature Commun. (2017).

"Quasiparticle interference on cubic perovskite oxide surfaces" Phys. Rev. Lett. (2017).

"Atomically Well-Ordered Structure at Solid Electrolyte and Electrode Interface Reduces the Interfacial Resistance" ACS Appl. Mater. Interfaces (2018).

"Low Energy Consumption Three-Valued Memory Device Inspired by Solid-State Batteries" ACS Appl. Mater. Interfaces (2019).

"Low interface resistance in solid-state lithium batteries using spinel $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4(111)$ epitaxial thin films" ACS Appl. Energy Lett. (2020).

プロジェクト: JST-CREST、JST-MIRAI、JST-さきがけ、科研費 基盤A、科研費 新学術領域研究など

受賞: 平成22年度 文部科学大臣表彰 若手科学者賞、2013年ゴットフリード・ワグネル賞 秀賞 など



物質理工学院応用化学系

教授

村橋 哲郎

e-mail: mura@apc.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~tmurahashi/index.html

専門分野

有機金属化学、錯体化学、均一系触媒化学、無機化学

キーワード

金属クラスター、有機金属錯体、錯体反応機構、触媒設計、触媒化学、合成化学、錯体機能、超分子錯体

1. 研究概要と目指すもの

遷移金属錯体の創製と機能開発を基軸とする研究をおこなっている。有機化合物の特性を生かして遷移金属原子・イオンを望む形状に集合させ、有機-金属ハイブリッド分子構造を構築する手法を開発している。一次元金属ワイヤーや二次元金属シート、三次元最密充填サブナノクラスター等の構造をもつ新しい有機金属クラスター群を創製し、その機能を開発している。金属触媒反応の原理の解明をおこない、エネルギーの高効率利用に向けた化学変換の研究を進めている。

2. 最近の研究テーマ

我々の研究室では、「錯体化学・有機金属化学」を機軸として、「持続可能な環境に調和した化学の発展」、および「ナノサイエンスの進化」を目指して研究を行っている。

持続可能な環境に調和した触媒の実現

金属錯体は、「触媒」の反応活性中心として機能するため、環境に調和した反応を進行させる際に重要な役割を果たす。金属錯体の結合構造を精密に制御することで、その反応性を制御して望む変換反応を実現することが可能になる。我々の研究室では、優れた触媒機能を示す後周期遷移金属に焦点を当て、その錯体反応性について解明を進めている。我々は、高い反応性を持つパラジウム-パラジウム結合錯体を開発し、新しい錯体反応の開発と反応機構の解明を進めている(図1)。このような反応研究により、エネルギーの高効率利用に関わる物質変換反応が可能になると期待される。

有機金属サンドイッチクラスターの創製

金属原子が集合することによって生じる「金属クラスター」はナノサイエンスの鍵となる物質として注目されている。我々は、金属原子・イオンを金属-金属結合で連結させながら一次元ワイヤー状、二次元シート状、三次元最密充填構造に自在配列する手法の開発し、ナノ金属クラスターを精密に分子設計して機能開発をおこなう研究を進めている。拡張π-共役系不飽和炭化水素類が金属集合を誘導する性質を持つことを発見し、サンドイッチ型の有機-金属ハイブリッドクラスター分子を創製している(図2)。これらの成果により、従来の有機金属サンドイッチ錯体の構造概念をゼロ次元から一次元、二次元へと構造拡張した。新しく創製した有機-金属ハイブリッドクラスター分子の結合構造の解明、反応性の解明、および物性の解明を進めており、光やレドックスに応答するスイッチング機能等を開発している。

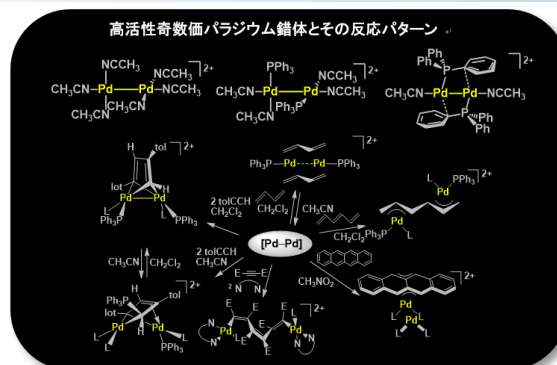


図1. 高反応性奇数価Pd錯体の開発と反応パターンの解明。

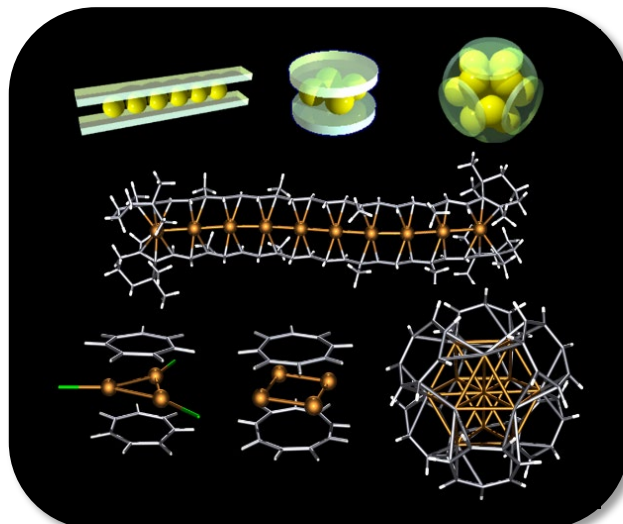


図2. 有機金属サンドイッチクラスターの創製。

3. 業績

論文

T. Murahashi et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* **58**, 15318 (2019).

T. Murahashi et al. *J. Am. Chem. Soc.* **140**, 12682 (2018).

T. Murahashi et al. *Nature Commun.* **6**, 6742 (2015).

T. Murahashi et al. *Nature Chem.* **4**, 52 (2012).

T. Murahashi et al. *J. Am. Chem. Soc.* **131**, 9888 (2009).

T. Murahashi et al. *Science* **313**, 1104 (2006). など

プロジェクト

科研費基盤研究、科研費新学術領域研究、JSTさきがけ など

受賞

Dalton Asian Lectureship Award (英国化学会) (2010)、若手科学者賞(文部科学大臣表彰) (2008)、進歩賞(日本化学会) (2007)、研究奨励賞(錯体化学会) (2007) など



物質理工学院応用化学系

教授

山中一郎

e-mail: yamanaka.aa@m.titech.ac.jp

http://www.cms.titech.ac.jp/~yamanaka/Yama
naka-Jpn.html

専門分野

電極触媒化学、触媒化学、部分酸化触媒、電解合成、エネルギー変換化学、メタン転換、二酸化炭素転換

キーワード

触媒作用、酸化還元、燃料電池、過酸化水素、二酸化炭素還元、メタン、ベンゼン、フェノール、炭酸ジフェニルO

1. 研究概要と目指すもの

電気化学を基盤に触媒化学を融合させた電解触媒化学を創成し、実現が困難とされる化学プロセスを開拓し、大幅なエネルギー消費の削減、二酸化炭素排出の抑制に貢献できる革新的化学変換法の実現とその機構の解明を目指す。

2. 最近の研究テーマ

燃料電池反応法による過酸化水素の直接合成法の開発

過酸化水素はエネルギー多量消費型のアントラキノン法で製造されており、直接合成法の誕生が切望されている。燃料電池を利用すれば、水素と酸素から安全に H_2O_2 の直接合成が可能であると考え、これを実現した。図1に示した燃料電池反応器の開発、かつ新規Co-N-C化合物触媒を開発し、高速・高選択的に20 wt%の純 H_2O_2 水の合成に成功し、世界を震撼させている。

メタンの液体炭化水素への直接変換法の開発

メタンは天然ガスやシェールガスとして莫大な埋蔵量を誇る化石資源であるが、常温で気体であるため輸送・備蓄が困難である。この致命的弱点を解消するため、メタンの液体炭化水素への直接変換が可能となる新触媒の開発を行っている。インジウム金属液体触媒を用いるとメタンをガソリン成分に直接変換できることを発見し、その特異な触媒作用の解明を目指し、研究している。

二酸化炭素と水からの有用化合物への変換法の研究

二酸化炭素の排出を劇的に抑制することを目的に、再生可能エネルギー由来の電力を用いて二酸化炭素を電気化学的に還元し、運搬貯蔵が容易な化学品に変換可能な電解合成系を開発している。新規コバルト系電極触媒を開発し、一酸化炭素への選択還元成功している。水の電気分解と組み合わせることにより、人工光合成システムを構築できる。

この他に、有機ハイドライド合成用非白金電極触媒の開発、プロピレンオキシド直接合成用のアノード触媒の開発、水素合成用アノード触媒の開発、これら新触媒の作用機構解明について研究しています。

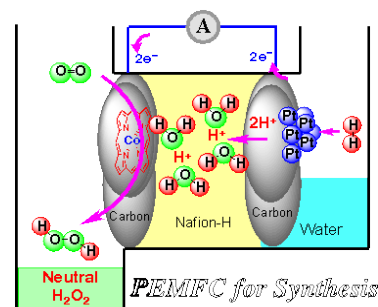


図1. 水素と酸素から高濃度中性過酸化水素水が直接合成できる燃料電池型反応器。化学品と電力のコジェネレーションが可能。

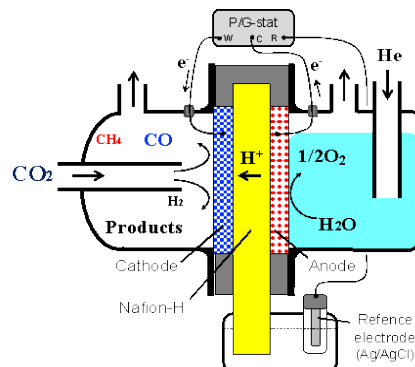


図2. 二酸化炭素と水の電解により、COやメタンなど還元生成物と酸素の合成が可能。再生可能エネルギー由来の電力の利用により人工光合成系を達成可能。

3. 業績

論文

Y. Inami, . Ogihara, I. Yamanaka, *Electrocatalysis*, **2018**, 9, 204 .

Y. Nishikawa, H. Ogihara, I. Yamanaka, *ChemistrySelect*, **2017**, 2, 4572.

特許

K. Otsuka, I. Yamanaka, K. Suzuki, PCT/JP2002/006199

プロジェクト

CREST「革新的触媒」H27-H32, CREST「革新的反応」H30-H35

受賞

触媒学会奨励賞(触媒学会)(1997)、石油学会奨励賞(石油学会)(2000)



物質理工学院応用化学系

准教授

伊藤 繁和

e-mail: ito.s.ao@m.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~sito/

専門分野

物理有機化学、有機合成化学、典型元素化学、
ミュオン科学

キーワード

開殻系分子、複素環、有機半導体、酸化還元、触媒反応、素粒子

1. 研究概要と目指すもの

様々な典型元素 (B, F, Si, P, S etc.) の特性を反映した特徴ある有機化合物の合成化学を基盤として、分子エレクトロニクス材料、分子触媒、生物活性物質などに資する機能性有機化合物の開発研究を行っている。

2. 最近の研究テーマ

安定な有機ラジカル集積体の合成と機能検証

ラジカルは元々不安定であるが、適切な電子効果や立体効果を付与することで安定となり、ラジカル電子のスピンの基づく物性を活用できるようになる。これまでに、リン原子を含む複素環骨格とポリアルキルベンゼン置換基を巧妙に組み合わせ、大気安定なラジカル集積体を合成し、その極めて高い電子供与性と開殻性が組み合うことで低電圧駆動p型半導体としての機能が現れることを見出している。また、F⁻イオンを容易に取り込む性質を活用し、視認性の高いフッ化水素の検出機能を創出している。

素粒子ミュオンによる有機分子の機能解析

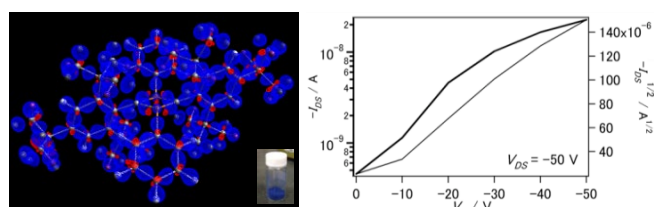
ミュオンは軽いプロトンに相当する素粒子で、加速器を使うと、物性解析に便利な、ほぼ完全にスピン偏極した状態で作り出すことができる。上記の安定な有機ラジカル集積体にミュオンを照射すると、ミュオンと電子が結合したミュオニウムが独特の形式で結合する。この性質は、半導体特性と相関している可能性がある。現在、高周期カルボニル化合物などのラジカル付加体の観測同定に取り組んでいるが、得られた知見は有機合成の高効率化等に資するものと期待されている。

低配位ホスフィンによる高性能触媒の開発

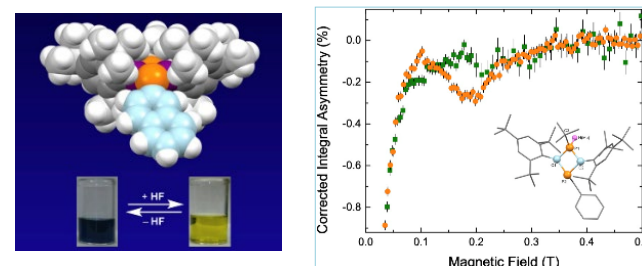
P=C二重結合をもつメチレンホスフィン（ホスファルケン）は、低いLUMO準位に由来する強いπ受容性を示す。我々は、DPCB配位子を有する二核塩化金錯体が比較的高い活性を示し、また回収可能な均一系触媒として機能することを見出している。ごく最近では、P=C構造とsp³リン原子を組み合わせた配位子を有する単核金錯体を合成して構造特性明らかにし、独特な触媒活性を見出している。

この他、「量子重ね合わせ状態」を情報単位とする量子コンピューターに有用な有機分子の開発研究や、フッ素とホウ素を組み合わせて新たな機能性物質を創出する試みも進めている。

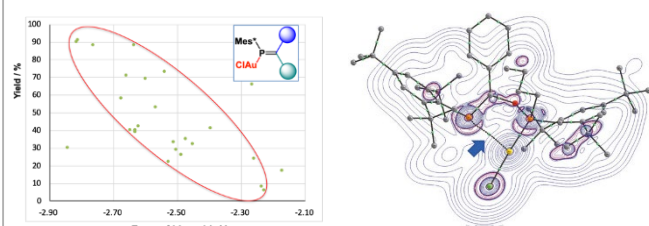
国際的コラボレーションを積極的に行っている点も特徴である。



ラジカル集積体の電子密度分布(左)とトランジスタ特性(右)



HFセンシング(左)とミュオニウム付加体を示すスペクトル(右)



ホスファルケン-金錯体の触媒活性と配位子のLUMO準位の相関を示すグラフ(左)と単核金触媒のAIM解析(右)

3. 業績

論文

S. Ito, I. McKenzie et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* **57**, 8608–8613 (2018).

S. Ito, *Tetrahedron Lett.* **59**, 1–13 (2018).

伊藤繁和、*有機合成化学協会誌* **77**, 800–812 (2019).

S. Ito, D. P. Gates et al., *Chem. Commun.* **56**, 774–777 (2020).

M. Kato, Y. Ueta, S. Ito, *Chem. Eur. J.* **27**, 2469–2475 (2021). など

プロジェクト

新学術領域研究(2013–2017)、J-PARC MLF一般利用課題(2014, 2018, 2020)、TRIUMF-CMMS 一般利用課題(2015–)など

受賞

有機合成化学協会研究企画賞(住友化学)(2011)、日本中間子科学会奨励賞(2019)



物質理工学院応用化学系

准教授

桑田 繁樹

e-mail: skuwata@apc.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~skuwata/

専門分野

錯体化学、有機金属化学、触媒化学、生物無機化学

キーワード

金属錯体、均一系錯体触媒、有機合成、小分子活性化、配位子

1. 研究概要と目指すもの

当研究室では新しい構造、機能をもつ金属錯体の合成とその機能開発に取り組んでいる。温和な条件下で高選択的な物質変換、エネルギー変換をおこなう生体内金属酵素の構造などに学び、生物を凌駕する機能の発現を目指す。

2. 最近の研究テーマ

金属と配位子の協働作用に基づく高効率・高選択的な有機合成触媒の開発

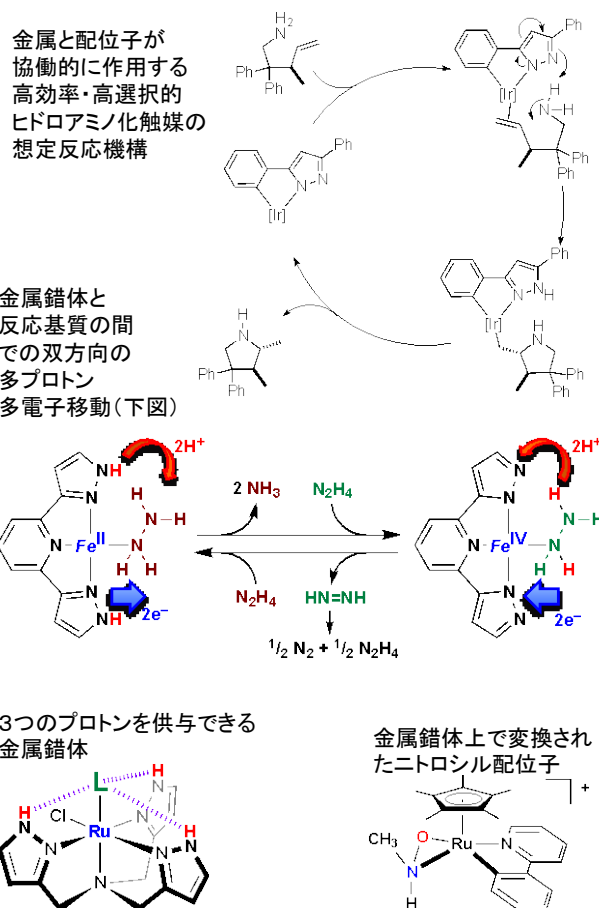
現代の有機合成化学において、金属錯体を用いる反応は欠かすことができないツールとなっている。従来の反応では、金属を取り巻く配位子は、金属上での反応に対して立体的、電子的な修飾を施す脇役にとどまっているが、われわれは、配位子も反応に直接関与するような新しいタイプの均一系金属錯体触媒の開発に取り組んでいる。このような触媒には、従来型の金属錯体触媒には見られないような高い反応効率、選択性の発現が期待される。

多プロトン応答型配位子の設計と小分子変換への応用

二酸化炭素や窒素の還元、水の酸化など、地球上に豊富に存在する小分子を元素源、エネルギー源として活用する反応の多くは、複数のプロトンの移動と連動した電子移動を伴う。そのような反応を円滑に進行させるために、配位子上に複数のプロトン応答部位をもつ金属錯体を設計した。これらの錯体と小分子との間で、多プロトン-多電子の移動が実際に起こることを明らかにしつつある。

ニトロシル配位子の還元的変換

ニトロシル(NO)配位子は、直線型、屈曲型と、性質が大きく異なる2通りの配位形式をとるユニークな配位子である。さらに、その還元反応は、自然界における窒素原子の循環とも関連して重要である。金属錯体上でのニトロシル配位子の挙動とその還元的変換反応について研究している。



3. 業績

論文

- S. Suzuki, T. Toda, S. Kuwata, *Dalton Trans.*, 印刷中 (2021).
T. Takamura, T. Harada, T. Furuta, T. Ikariya, S. Kuwata, *Chem. Asian J.*, **15**, pp. 72–78 (2020).
T. Toda, S. Suzuki, S. Kuwata, *Chem. Commun.*, **55**, pp. 1028–1031 (2019).
JSTさがけ「分子技術と新機能創出」研究者(2014–2018)、科研費基盤研究B
錯体化学会研究奨励賞(2002)、日本化学会第24回若い世代の特別講演会 特別講演証(2010)など

プロジェクト

受賞



物質理工学院応用化学系

准教授

清水 亮太

e-mail: shimizu.r.af@m.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~thitosugi/member_s_shimizu.html

専門分野

固体物理化学、固体電気化学、
マテリアルズインフォマティクス、走査プローブ顕微鏡

キーワード

薄膜物性(酸化物、水素化物、窒化物、フッ化物など)、
ロボティクス、人工知能、ベイズ最適化

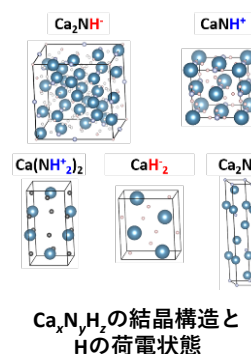
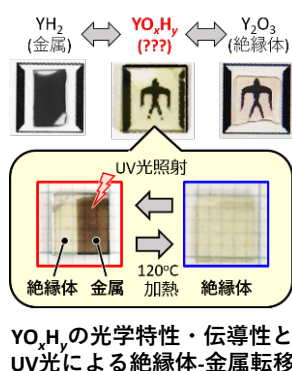
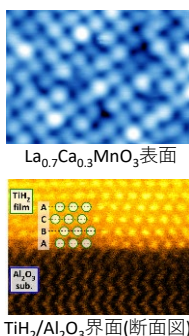
1. 研究概要と目指すもの

- ・無機固体薄膜(酸化物・水素化物・窒化物・フッ化物など)におけるナノ化学・物理を展開し、新奇電子材料・エネルギーデバイスの構築を目指す。
- ・人間のアイデア・発想を具現化するための「ロボットと人工知能(AI)を融合した新しい無機材料合成」を確立し、無機固体の新材料創製から応用展開までの研究開発分野におけるパラダイムシフトを目指す。

2. 最近の研究テーマ

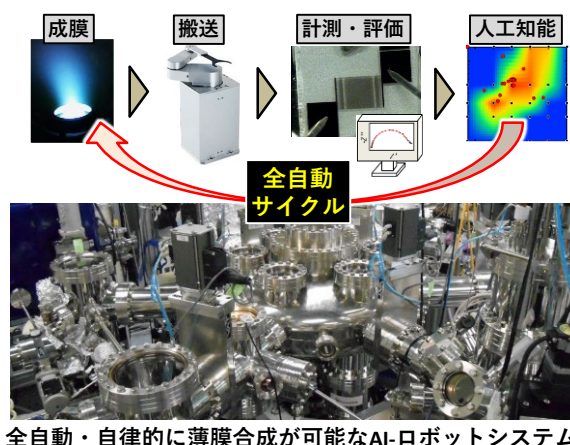
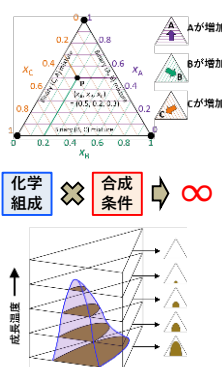
金属酸化物・水素化物薄膜における新機能開拓

固体の表面や界面は、化学反応や電子デバイスの機能に直結している。この界面を薄膜技術によって原子レベルで制御し、新奇物性開拓を行う。最近では特に「固体内水素」のサイズ・荷電状態の柔軟性に着目し、水素を外場制御して新奇物性・機能発現に取り組んでいる。また、金属カチオンだけでなくアニオン(O, H, N, Fなど)の複合化と組成制御を通じて、単独の酸化物や窒化物では見られない機能創製を目指している。



ロボットと人工知能(ベイズ最適化)を融合した新奇無機材料創製

無機合成では、組成や合成条件(温度・分圧・成長速度等)の組合せが膨大に存在し、人類はまだその一部を探索しているに過ぎない。この組合せ爆発的状况を、ロボットと人工知能(ベイズ最適化)を駆使して打破する。ロボットによる全自動合成・評価と、AIによる最適条件探索を繰り返して、いち早く材料合成を達成する。人間の経験・勘と、先入観に捉われないAIの発想を融合して材料探索空間を拡張し、全く新しい新奇物性・機能をもつ無機材料の創製を目指している。



3. 業績

- 論文 R. Shimizu *et al.*, APL Mater. **8**, 111110 (2020), Inorg. Chem. **58**, 15354 (2019), APL Mater. **5**, 046105 (2017), Phys. Rev. Lett. **114**, 146103 (2015), J. Am. Chem. Soc. **136**, 17201 (2014), ACS Nano **5**, 7967 (2011), etc.
- プロジェクト JST-さがりけ(2017-2021)、科研費 基盤B(2019-2022)、科研費 新学術領域公募研究(2017-2019, 2019-2021) など
- 受賞 令和2年度文部科学大臣表彰 若手研究者賞
第1回エヌエフ基金研究開発奨励賞選考委員会特別賞(2012年)
平成30年度東工大挑戦的研究賞、令和元年度東京工業大学末松賞「デジタル技術の基礎と展開」支援 採択



物質理工学院応用化学系

准教授

高尾 俊郎

e-mail: takao.t.aa@m.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~takao/index.html

専門分野

有機金属化学、錯体化学、触媒化学

キーワード

多核錯体、ポリヒドリドクラスター、異種金属クラスター、混合配位子クラスター、Cluster-Surface Analogy、クラスター触媒反応

1. 研究概要と目指すもの

複数の遷移金属原子が水素原子によって架橋されたポリヒドリドクラスターと呼ばれる一連の多核錯体を設計・合成してきた。ポリヒドリドクラスターを用いて、隣接した金属中心と基質との多点的な相互作用を活かした新規反応開発を目指す。

2. 最近の研究テーマ

新規ポリヒドリドクラスターの合成

クラスター錯体は分子内に複数の金属原子を含む化合物であり、そのため基質との間での多電子移動反応が可能となる。また金属間をヒドリド配位子で架橋することで多核骨格は強固に保たれ、反応を通じて隣接する金属原子の協同的な効果を発現することも可能となる。研究室ではルテニウムを中心に2核から6核の新しいタイプのポリヒドリドクラスターを合成し、金属の種類や核数、酸化数、および配位子の種類に応じて変化するクラスターの物理的・化学的な性質を明らかにすることを目的に研究を行っている。

ポリヒドリドクラスター触媒反応の開発

隣接する複数の遷移金属による協同的な相互作用によってクラスター上では単核錯体とは異なる様式で基質を活性化することができる。とくにC-HやC-C結合などの安定な結合であってもクラスター上では速やかに切断されることを明らかにしてきた。研究室では、クラスターのこうした特異な機能を活かした新規触媒反応の開発に取り組んでいる。

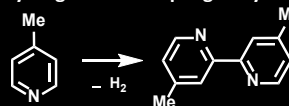
表面化学種の性質の解明

クラスター上に配位した基質は表面吸着化学種のモデルと見なせ、直接観察することが困難な表面化学種の性質を明らかにする上で重要な情報を得ることができる。しかし、表面化学種の反応性まで再現できた例は非常に限られている。研究室では面配位ピリジン錯体や三重架橋シラン錯体など新しい結合様式をもつクラスターを合成し、その構造だけでなく反応性を明らかにすることを目的に研究を行っている。

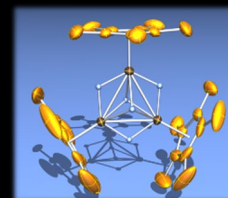
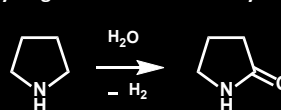
この他、クラスターを用いたアルカンや二酸化炭素、窒素の分子変換反応の開発などについて研究している。

Development of novel reactions by using polyhydrido clusters

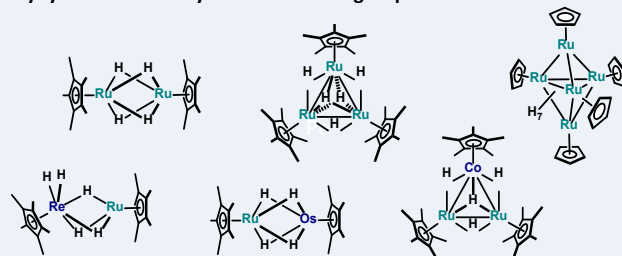
Dehydrogenative Coupling of Pyridine



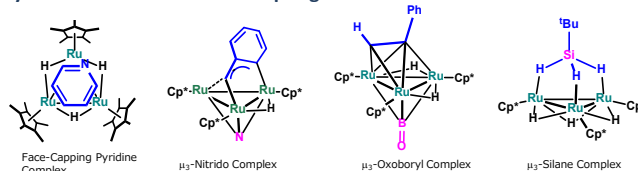
Dehydrogenative Oxidation of Cyclic amines



Polyhydrido Clusters Synthesized in Our group



Synthesis of novel clusters adopting a new-coordination mode



Revealing structures and reactivities of active species formed on a metal surface
Discovering novel chemical properties of elements

3. 業績

論文

T. Takao, K. Seki, Organometallics, **40**, 467-471 (2021)

Y. Takahashi, A. Tahara, T. Takao, Organometallics, **39**, 2888-2899 (2020)

T. Takao, T. Kawashima, R. Nagae, H. Kanda, W. Watanabe, Faraday Discuss., **220**, 249-268 (2019)

特許

特許公開 2008-74825, 「2, 2'-ピリジン類の製造方法」

プロジェクト

文部科学省「三重架橋ポリレン配位子の光感応性を用いた新規多核反応場の構築」2013-2014 など

受賞

手島精一記念研究賞(2008)



物質理工学院応用化学系

准教授

田中 浩士

e-mail: thiroshi@apc.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~htanaka/

専門分野

有機合成化学、天然物化学、糖質化学、化学生物学、セラノスティクス、放射性医薬品化学

キーワード

多様性指向型合成戦略、天然物合成、グリコシル化食品機能性分子、分子イメージング、自動合成

1. 研究概要と目指すもの

当研究室では、生命現象の理解と制御のための化学と工学の創出を目指して研究している。そのために、生物活性天然物およびその誘導体の合成とその機能評価、それを基盤とするラジオセラノスティクス技術の開発を目指している。また、環状ホウ素化合物が段階的かつ連続的に反応する特性を利用した多様性志向型の合成戦略の開発を行っている。さらに、これらの研究を通じて、深い専門力と幅広い応用力を有する学生の育成を目指している。

2. 最近の研究テーマ

天然物をリードとする機能性分子の創製

ポリフェノール誘導体の合成とその機能評価

エピガロカテキンガレートに代表されるお茶や様々な食品に含まれるポリフェノール類は、様々な生物機能を有する。本研究では、これらポリフェノール類および誘導体を化学合成し、その機能を評価することにより、新たな機能性分子の創製を目指している。

細胞表面生物機能性糖質の合成とその機能評価

細胞表面の糖鎖は細胞の様々な機能制御に関わっている。本研究では、それら糖鎖およびその類縁体を化学合成することにより、免疫機構を制御した新しい制ガンシステムの開発や、感染予防技術の開発を行っております。

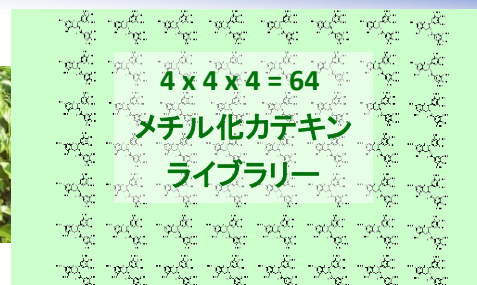
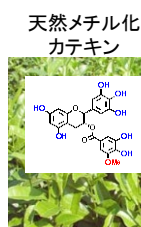
環状ホウ素化合物を利用する多様性志向型合成戦略の開発

細胞表面の糖鎖は細胞の様々な機能制御に関わっている。本研究では、それら糖鎖およびその類縁体を化学合成することにより、免疫機構を制御した新しい制ガンシステムの開発や、感染予防技術の開発を行っております。

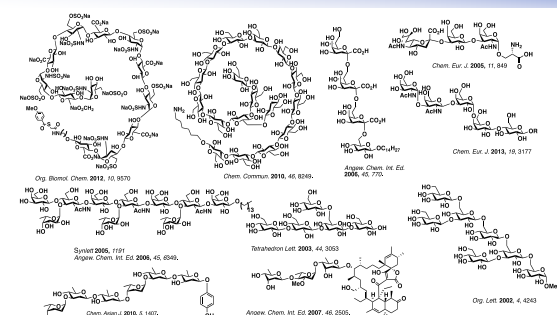
ラジオセラノスティクス技術の創出

セラノスティクス (Theranostics) とは、治療 (Therapeutics) と診断 (Diagnosis) の融合を表す言葉である。当研究室では、放射性ハロゲン族五元素有機合成化学を基盤としたPET診断核種¹⁸Fとα線治療核種²¹¹Atを活用するラジオセラノスティクス技術の開発を目指しています。また、これらの放射性標識化合物を安全かつ効率的に供給するための自動合成装置の開発を進めている。

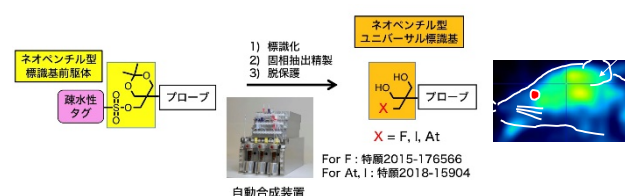
カテキンをリードとしたコンビナトリアルライブラリー



化学合成した生物学上重要な糖鎖群



ラジオセラノスティクス技術の創出



3. 業績

論文

H. Tanaka, T. Kawai, Y. Adachi, N. Ohno, T. Takahashi. *Chem. Commun.*, **2010**, 46, 8249

H. Tanaka, R. Takeuchi, N. Kuniya, M. Jimbo, T. Takahashi. *Chem. Eur. J.*, **2013**, 9, 3177

プロジェクト

H29-H31 JST-先計計測 機器開発プロジェクト

H30-H32 AMED 次世代治療・診断実現のための創薬基盤技術開発事業

特許

WO2011-09948, 特願2010-029295, PCT/JP2011/052630

高橋孝志、田中浩士、中田力・¹⁸F標識化合物の製造方法及びその方法に用いる高分子化合物

受賞

第10回糖質学会奨励賞(日本糖質学会)(2007)



物質理工学院応用化学系

准教授

鷹尾 康一郎

e-mail: ktakao@lane.iir.titech.ac.jp

http://www.lane.iir.titech.ac.jp/~ktakao/

専門分野

錯体化学、溶液化学、アクチノイド化学

原子力工学、結晶学

キーワード

核燃料サイクル、再処理、放射性廃棄物処理・処分、イオン液体、錯体触媒、核種分離、都市鉱山

1. 研究概要と目指すもの

ウランをはじめとしたアクチノイド元素および様々な関連元素の錯体化学および溶液化学に基づき、いわゆる【核のゴミ】である使用済み核燃料や高レベル放射性廃棄物などの適切な処理・処分ならびに資源化を目指している。

2. 最近の研究テーマ

核燃料物質資源確保および原子力に限らないウラン有効活用法の開拓

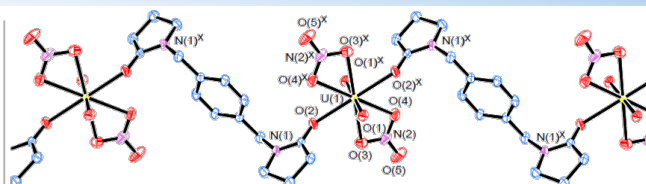
今後ますます増加する世界のエネルギー需要を満たす上で、使用済み核燃料の再処理による核燃料リサイクルの実現が重要である。我々が見出したN-アルキル-2-ピロリドン(NRP)等の環状アミド化合物との錯形成により硝酸水溶液からアクチノイド6価および4価が選択的に沈殿する現象に基づき、次世代型高汎用性簡易再処理プロセス基盤技術として核燃料物質選択的沈殿法(NUMAP法)を提案し、その基盤構築および強化を進めている。

海水中に含まれるウランは濃度としてはごく微量(3.3 $\mu\text{g/kg}$)ながら、総量は地上ウラン資源の約1000倍に上る。ウランは枯渇性資源であるため、海水ウラン回収技術の開発がウラン資源の将来的なリソースオプションとして有望である。我々は溶液中での錯体化学に基づいたウランに対して特異的に配位し得るリガンドのデザインにより、新規海水ウラン吸着材の開発を行っている。

採掘または回収されたウランのすべてが核燃料になるわけではなく、その大部分は同位体組成から「核燃料にならないウラン」であり、現状では廃棄物となっている。我々は酸化還元挙動や錯体化学的反応性など実用上同位体効果のほとんど見られないウランの化学的特性を応用することで、原子力以外の用途へのウラン資源有効活用法を開拓している。

放射性廃棄物の処理・処分および資源化学への発展

原子力発電に伴って多種多様な核種からなる高レベル放射性廃棄物が発生する。廃棄物固化や寿命(〜数万年)の観点から、いわゆる「ゴミの分別」が求められており、我々は難抽出性白金族の迅速溶媒抽出技術や将来的な核変換プロセスのためのガラス湿式処理技術の開発を進めている。これらの研究は原子力分野に限らず都市鉱山など資源化学への発展も期待される。



架橋ピロリドン誘導体を含む硝酸ウラニル1次元鎖配位高分子
【NUMAP法による使用済み核燃料簡易再処理技術開発】



可視光応答型酸素化触媒としてのウラン錯体機能開拓
【余剰ウラン資源化・有効活用法の探索】

Retrieval from Nuclear Waste Glass



将来的核変換をも見越した放射性廃棄物ガラス固化体溶出・変性挙動
【核変換による放射性廃棄物有害度低減】

3. 業績

論文

K. Takao, H. Kazama, Y. Ikeda, S. Tsushima, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, 58, 240-243.

Takao, K.; Ikeda, Y. *Eur. J. Inorg. Chem.* **2020**, 3443-3459, 【Minireview】

プロジェクト

文科省 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業(共通基盤型原子力研究プログラム), 「ウラニル錯体化学に基づくテラーメイド型新規海水ウラン吸着材開発」(2019年10月〜2022年3月).

科学研究費補助金, 基盤研究B, 「原子力化学基盤強化のための新たなウラン酸化還元挙動に対する電子構造論的アプローチ」, (2020年4月〜2024年3月).

受賞

Bulletin of Chemical Society of Japan誌Selected Paper, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2014**, 87, 974-981.



物質理工学院応用化学系

准教授

塚原 剛彦

e-mail: ptsuka@nr.titech.ac.jp
http://www.nr.titech.ac.jp/~ptsuka/index.html

専門分野

分析化学、核・放射化学、マイクロ・ナノ化学、環境科学

キーワード

分離分析、放射性廃棄物処理処分、核燃料サイクル、マイクロ・ナノ化学チップ、機能性ナノ材料、金属イオンセンサー

1. 研究概要と目指すもの

原子力関連施設からは多種多様で大量の放射性廃棄物が発生しており、これらの減容化、資源化、環境負荷低減が世界的にも喫緊の課題です。我々は、マイクロ・ナノテクノロジーを駆使して、廃棄物に含まれる様々な放射性物質を迅速・簡便に分離計測し、リサイクルできる“シンプルで環境負荷の無い新しい化学分析システムの創成”を目指しています。

2. 最近の研究テーマ

マイクロ・ナノ化学チップによる高度分離分析

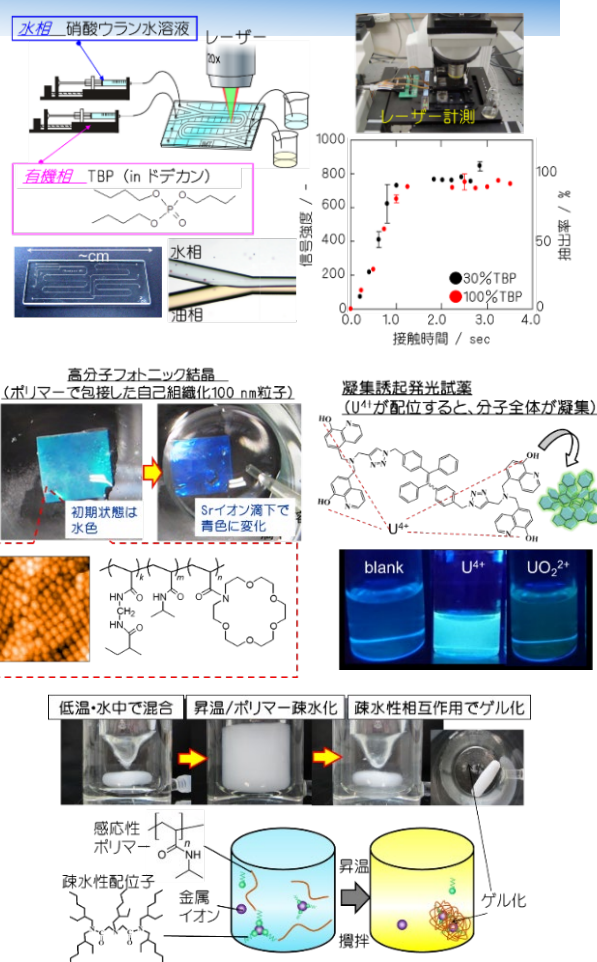
半導体加工技術を駆使し、一枚の基板上にマイクロ・ナノスケール(10 nm ~ 100 μm)の微小空間を創り込み、そこに、溶液混合・反応・分離・検出等の様々な化学分析操作を集積化する「マイクロ・ナノ化学システム」の研究開発を進めている。マイクロ・ナノ化学チップに、レーザー分光計測法や同位体質量分析法などを組み合わせることで、僅か1滴の溶液中に存在する金属イオン(レアメタルやアクチノイド)を、数秒で分離・分析することに成功している。また、このシステムの福島原発事故の現場分析への適用を進めている。

機能性ナノ材料の創製と応用

標的とする金属イオンを選択的にキャッチ&リリースしたり、金属イオンの有無を色の変化として視覚的に検出することが可能な、機能性ナノ材料(高分子フォトニック結晶、発光試薬、粘土鉱物など)を創製する研究を進めている。これらナノ材料は、福島原発事故で発生した放射性廃棄物の処理やセンシング、希少金属(レアメタル・レアアース)の回収、ドラッグデリバリー(DDS)用放射性薬剤調製などへ展開している。併せて、これらナノ界面領域で起こる分子レベルの現象の解明・制御に取り組んでいる。

廃棄物フリー水系溶媒抽出法の構築

刺激応答性ポリマーPoly(N-isopropylacrylamide)は、温度、pH、光などに応答して親水・疎水性のような物理化学特性を急激に相転移させるユニークな材料である。我々は、このポリマーと標的の金属イオンに選択的に配位する抽出剤とを廃液中で混合・攪拌し、昇温させるだけで、金属錯体内包のポリマーゲルとして分離回収できることを見出した。有機溶媒や固体吸着材を一切使用せず、水中から直接、放射性核種を分離回収できる“無廃棄物型の新しい溶媒抽出法”である。様々なタイプのポリマーや抽出剤を合成・評価し、新しい放射性物質の分離材を開発する研究を進めている。



3. 業績

論文

S. Yoneoka, K.C. Park, Y. Nakagawa, M.Ebara, and T. Tsukahara, *Polymers*, **2018**, 11, 42.

K.C. Park, H. Tateno, T. Tsukahara, *React. Chem. Eng.*, **2018**, 3, 48.

特許

塚原剛彦「金属元素の分離方法」特願2015-014508

プロジェクト

JST未来社会創造事業「相転移型水系溶媒抽出によるレアメタル分離分析システムの開発」(2018年～2020年).

文科省英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業廃炉加速化プログラム日英原子力共同研究「実験と数値科学の融合による高度マイクロ核種分析システムの創製」(2017年～2020年).

受賞

平成25年度東工大挑戦的研究賞、日本化学会第86回及び第90回優秀講演賞、Best Poster Award in 4th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM2004)).



物質理工学院応用化学系

助教

プラディプタ アンバラ

e-mail: pradipta.a.aa@m.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~noritanaka/

専門分野

生体関連化学、有機合成化学、生物有機化学、天然物有機化学、有機分析化学

キーワード

生体直交型反応、分子標的治療、放射性医薬品、がん診断薬、生理活性天然物

1. 研究概要と目指すもの

生体の代謝産物を有機合成化学により体内で、診断・治療薬に変換する。有機合成化学を武器に、新しい診断・治療法の開発を目指す。

2. 最近の研究テーマ

分子標的治療

がんの分子標的治療は従来の治療薬に比べ副作用が少ないことが期待される。がんが普遍的に過剰生産するアクリロイン代謝物を利用した選択的治療の開発は重要な課題である。我々が見いだした有機反応を利用して、次世代療法の開発を目的としている。

放射性医薬品

がん細胞を選択的に攻撃可能な α 線を用いた標的核医学治療は新しいがん治療方法として注目を集めている。アスタチン-211 (^{211}At) は α 線を出す代表的な放出性核種です。我々が有機反応を用いて、 ^{211}At を薬剤化して、医薬品の開発を目的としている。

3. 業績

- 論文 A. R. Pradipta, T. Tanei, K. Tanaka, et al., *Adv. Sci.*, **7**, 1901519 (2020).
D. R. Chulakova, A. R. Pradipta, K. Tanaka, et al., *Chem. Asian J.*, **14**, 4048 (2019).
A. R. Pradipta, M. Fujii, K. Tanaka, et al., *Bioorg. Med. Chem.*, **27**, 2228 (2019).
T. Tanei, A. R. Pradipta, K. Tanaka, et al., *Adv. Sci.*, **6**, 1801479 (2019). など
受賞 日本化学会第96春季年会優秀講演賞(学術)(2016年4月), 理化学研究所2015年度研究奨励賞. など



物質理工学院応用化学系

助教

井口 翔之

e-mail: iguchi.s.ab@m.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~iyamanaka/index.html

専門分野

触媒化学、電極触媒化学、固体表面の光化学

キーワード

触媒作用、 CO_2 電解還元(人工光合成)、過酸化水素、電解酸化、メタン、オペランドXAFS

1. 研究概要と目指すもの

「不要なもの」を「必要なもの」へ変換する化学反応を、なるべく少ないエネルギーで達成するための触媒開発に取り組んでいる。

2. 最近の研究テーマ

固体高分子型電解セルを用いた「ものづくり」

燃料電池に用いられている固体高分子型電解セルを化学反応の反応器として使用し、 CO_2 還元、 H_2O_2 合成、炭化水素の部分酸化、メチルシクロヘキサン(H_2 キャリア)合成といった、有用化学品の合成を可能とする電極触媒を開発している。

種々の分光法による触媒材料のキャラクタリゼーション

複数の手法を組み合わせ、触媒活性発現の要因と作用機構を探っている。特に、大型放射光施設(SPring-8やKEK)において、触媒反応駆動中の活性種の状態をX線を使った分光法により解析する、オペランドXAFSに取り組んでいる。

3. 業績

- 論文 Y. Inami, S. Iguchi, S. Nagamatsu, K. Asakura, I. Yamanaka, *ACS Omega*, **5**, 1221 (2020).
H. Tateno, S. Iguchi, Y. Miseki, and K. Sayama, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **57**, 11238 (2018).
S. Iguchi, Y. Miseki, and K. Sayama, *Sustainable Energy & Fuels*, **2**, 155 (2018).
K. Teramura, S. Iguchi, Y. Mizuno, T. Shishido, and T. Tanaka, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **51**, 8008 (2012). など
受賞 第117回触媒討論会若手優秀講演賞(2016年3月), 東京工業大学2019年度物質理工学院研究奨励賞. など



物質理工学院応用化学系

助教

大石 理貴

e-mail: oishi.m.ac@m.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~ttakao/index.html

専門分野

錯体化学、有機金属化学

キーワード

多核錯体、遷移金属、不活性分子活性化

1. 研究概要と目指すもの

遷移金属や典型金属からなる多核錯体を分子設計し、これらを反応化学に応用する。

2. 最近の研究テーマ

異種遷移金属間の多重結合の生成

周期表の左右に位置する遷移金属は酸、塩基の性質を持ち、これらの金属間にも直接的で強い結合性相互作用が存在することを見出している。例えば、Zr-Ir結合は常温でのメタンのC-H結合を切断することができる。

多核金属中心を利用する分子変換反応の開発

酸素や窒素配位子を持つハードな前周期金属種の自己集合によって生成する多核錯体の設計と新しい機能の発現を試みている。単核金属錯体では観察することができない触媒的変換や精密重合の開発に取り組んでいる。

3. 業績

論文

M. Oishi, M. Oshima, H. Suzuki *Inorg. Chem.* **2014**, 53, 6634-6654.

M. Oishi, Y. Nakanishi, H. Suzuki *Inorg. Chem.* **2017**, 56, 9802-9813.

M. Oishi, R. Yoshimura, N. Nomura *Inorg. Chem.* **2019**, 58, 13755-13760.



物質理工学院応用化学系

助教

榎木 啓人

e-mail: ykayaki@apc.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~skuwata/ykayaki.html

専門分野

有機金属化学、分子触媒化学

キーワード

遷移金属錯体、触媒的不斉合成、二酸化炭素固定化
グリーンケミストリー、超臨界流体

1. 研究概要と目指すもの

環境調和合成に資する新規分子触媒設計と二酸化炭素固定化反応の開発を目指す。

2. 最近の研究テーマ

遷移金属/アミン配位子間の協働効果に基づく酸化還元触媒系の構築

プロテックなアミン配位子をもつ遷移金属錯体による可逆的な水素授受を基軸とする新規触媒系として、ギ酸からの高速水素製造や難還元性化合物の水素移動還元反応、光学活性アミン錯体による不斉酸化・還元反応を開発している。

二酸化炭素をC1源とする触媒的還元法やウレタン・カーボネート合成法の開発

二酸化炭素とアミン類から生じるカルバミン酸の化学変換を系統的に研究し、11族金属錯体触媒を用いる高効率な環状ウレタン合成法を見いだしている。また、二酸化炭素と付加体を形成するN-複素環カルベンを有機触媒として利用するウレタン・カーボネート合成に取り組んでいる。

3. 業績

論文:

Y. Sato, *et al.*, "Transfer Hydrogenation of Carbon Dioxide via Bicarbonate Promoted by Bifunctional C-N Chelating Cp*Ir(III) Complexes", *Chem. Commun.* **2020**, 56, 10762.

T. Touge, *et al.*, "Multiple Absolute Stereocontrol in Cascade Lactone Formation via Dynamic Kinetic Resolution Driven by the Asymmetric Transfer Hydrogenation of Keto Acids with Oxo-tethered Ruthenium Catalysts", *J. Am. Chem. Soc.* **2019**, 141, 16354.

解説記事:

Y. Kayaki, R. Watari, "Harmonious Hydrogenation Catalysts", *Nat. Catal.* **2018**, 1, 739.



物質理工学院応用化学系

助教

相馬 拓人

e-mail: soma.t.ab@m.titech.ac.jp
http://www.ohmoto.apc.titech.ac.jp/

専門分野

材料科学、無機固体化学、物性物理学、電気化学

キーワード

遷移金属化合物、強相関電子系、超伝導、電子デバイス、エピタキシャル薄膜成長、Liインターカレーション

1. 研究概要と目指すもの

遷移金属化合物が創る複雑な電子状態に着目し、固体薄膜成長と化学的アプローチの活用により新たな物理と電子材料を生み出す。

2. 最近の研究テーマ

エピタキシャル薄膜成長による従来の熱力学的安定領域を超えたものづくり

物質を薄膜という形態で基板上に成長させることにより、物質そのものの熱力学的安定相を超えた化学合成が可能になる。そのような“エピタキシャル薄膜”合成技術を駆使し、複雑な遷移金属化合物を高品質な単結晶薄膜として合成し新しい機能を創出する。

化学的アプローチの駆使による新しい電子物性の創出と制御

電気化学的Liインターカレーションなど化学的な反応は材料の物性を変調することにも応用ができる。そのような化学的なアプローチを物性物理研究に用いることにより、これまで未開であった領域を切り開き新奇な電子材料を開拓・制御する。

3. 業績

論文

T. Soma et al., “p-type transparent superconductivity in a layered oxide”, *Sci. Adv.* 6, eabb8570 (2020).

T. Soma et al., “Electronic properties across metal-insulator transition in β -pyrochlore-type CsW_2O_6 epitaxial films”, *Phys. Rev. Mater.* 2, 115003 (2018). など

受賞

応用物理学会 第42回 講演奨励賞 など



物質理工学院応用化学系

助教

永島 佑貴

e-mail: nagashima.y.ae@m.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~ktanaka/www/Home.html

専門分野

有機合成化学、典型元素化学、有機光化学、計算化学

キーワード

典型元素、光反応、アート錯体、量子化学計算、遷移金属触媒

1. 研究概要と目指すもの

光エネルギーを活用する錯体を設計することで、典型元素導入反応の開発と機能性分子の創製に取り組んでいる。

2. 最近の研究テーマ

光エネルギーを利用した典型元素導入反応の開発

光を吸収するホウ素アート錯体を適切に設計することで、通常では困難な反応が光励起状態において促進されることを見出した。これを利用して、医薬・農業・ファインケミカルに利用できる典型元素化合物の合成・反応の開発に取り組んでいる。

計算化学的手法を利用した遷移金属触媒反応の設計・解明

量子化学計算を用いることで、遷移金属触媒の特性やその反応機構、機能性分子の光学特性の起源などを解明し、新しい反応／触媒／分子の設計につなげている。

3. 業績

論文

T. Koshikawa, Y. Nagashima, and K. Tanaka *ACS Catal.* **2021**, 11, 1932.

M. Kondo, J. Kanazawa, T. Ichikawa, T. Shimokawa, Y. Nagashima, K. Miyamoto, and M. Uchiyama *Angew. Chem. Int. Ed.* **2020**, 59, 1970.

D. Yukimori, Y. Nagashima, C. Wang, A. Muranaka, and M. Uchiyama *J. Am. Chem. Soc.* **2019**, 141, 9819.

Y. Nagashima, D. Yukimori, C. Wang, and M. Uchiyama *Angew. Chem. Int. Ed.* **2018**, 57, 8053. など



助教

山本 浩二

e-mail: kyama@apc.titech.ac.jp
http://www.apc.titech.ac.jp/~tmurahashi/index.html

専門分野

有機金属化学、錯体化学

キーワード

有機金属錯体、金属錯体、金属クラスター、錯体反応機構解明、エネルギー関連触媒開発、触媒設計・開発、合成化学

1. 研究概要と目指すもの

新しい結合構造を持つ有機金属化合物の創成とその構造に基づく新しい分子変換反応や機能材料の開発を行っている。エネルギーの効率的利用の実現を目指した触媒反応のメカニズム解明に取り組んでいる。

2. 最近の研究テーマ

有機金属クラスターの創成と性状解明

芳香族化合物などの π 配位を用いた遷移金属クラスターの合成および性状解明に取り組んでいる。新たな結合様式を有する遷移金属クラスターを用いた触媒反応開発や機能開発への展開を目指している。

エネルギーの効率的利用を目指した触媒反応開発・機構解明

エネルギーの効率的利用を目的として、触媒反応の機構解明に取り組んでいる。最近、これまでほとんど理解されてこなかったヘテロアレーン—遷移金属結合において、従来考えられてきた結合様式のみならず連続的な結合様式の変化が存在することを実験的に初めて明らかにした。新しい結合様式を明らかにすることにより、反応機構解明や触媒反応の効率化への展開が可能になると考えている。

3. 業績

論文

K. Yamamoto, J. Sawada, T. Murahashi, "Thiophene- and Selenophene Binding at a Pd₃ Cluster Site" Chem. Eur. J. 26, 8388 (2020).

K. Yamamoto, S. Kimura, T. Murahashi, "s-p-Continuum in Indole-PdII Complexes" Angew. Chem. Int. Ed. 55, 5322 (2016). など

受賞

日本学術振興会第2回育志賞(2012)、Dalton Transactions Poster Prize (錯体化学会)(2011) など

物質理工学院応用化学系 応用化学分野 キャンパスマップ

南1号館

教授	大友 明	605 号室
教授	田中 健	511 号室
教授	村橋 哲郎	610 号室
教授	山中 一郎	405 号室
准教授	高尾 俊郎	622 号室
助教	井口 翔之	604 号室
助教	大石 理貴	623 号室
助教	相馬 拓人	606 号室
助教	永島 佑貴	512 号室
助教	山本 浩二	611 号室

北1号館

准教授	鷹尾 康一郎	205 号室
准教授	塚原 剛彦	203 号室

地球生命研究所 (ELSI-1)

教授	中村 龍平	317 号室
----	-------	--------

本館

教授	田中 克典	323 号室
准教授	伊藤 繁和	307A 号室
准教授	田中 浩士	301A 号室
助教	プラディプタ アンバラ	325B 号室

東2号館

教授	一杉 太郎	502 号室
准教授	桑田 繁樹	603 号室
准教授	清水 亮太	508 号室
助教	榎木 啓人	604 号室
助教	椿 俊太郎	507 号室



