

# 活動紹介

## 最近の話題

### 原子精度サブナノ粒子材料の開発

教授 山元 公寿

この度、日本化学会の映えある第75回日本化学会賞を受賞することができました。長年、研究を続けてまいりました「精密サブナノ粒子の創製に関する研究」が受賞対象となっています。

スタッフ並びに学生さん、またご支援をいただきました方々に深く感謝申し上げます。

幅広いナノテク素材のなかでサブナノスケールの粒子(サブナノ粒子)は未だ未開拓の材料です。サブナノ粒子の原子数、異種原子配合比が、未だに原子精度で精密に制御が出来ないためでした。

我々はこの未踏の「ナノサイエンス」に挑戦し、「ナノ粒子」の機能をはるかに凌駕する原子精度のサブナノサイズの粒子の開発に成功しました。その原動力となった独自のアトムハイブリッド法は殆どの実用元素に応用可能で汎用性の高い手法として、世界的にも高く評価されています。既に230種を超えるサブナノ粒子のライブラリー化を達成し、ポストナノ材料に向けた新しい物質化学を拓いています。これまで理論に留まっていた超原子を、材料としての応用の可能性を実証できました。これら成果は Nature の

Interactive Periodic Table に採用されています。また、他に類例のない6元素を含むサブナノ合金を含む数多くの新しい異種元素ハイブリッド合金粒子誕生させています。更に、サブナノ粒子に周期律があることを発見し、超周期表として発表、メンデレーエフの周期表の21世紀版として物質科学界にインパクトを与えています。

超周期表を基盤としたアトムハイブリッド法は、新しい物質群を拓くもので、元素の特性を自在にデザインし、創出できるという夢の次世代科学技術へつながると期待しています。

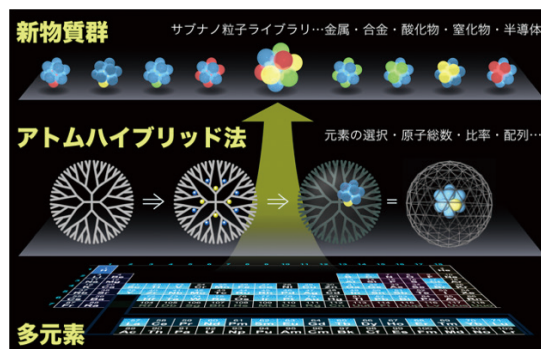


図1 アトムハイブリッドによる多元素集積とサブナノ物質群の創製

### 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞を受賞して

助教 田中 裕也

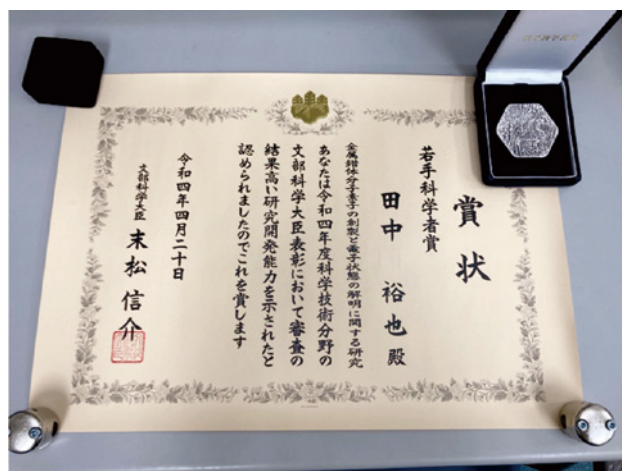
この度、令和四年度の科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞を頂戴致しました。受賞題目は「金属錯体分子素子の創製と電子状態の解明に関する研究」です。

分子エレクトロニクスは単一もしくは少数の分子を電極間に架橋し、電子素子機能を持たせることで極小の電子回路を構築することを目的としています。しかし有機分子では伝導性が非常に低いという問題がありました。我々はこれに対して適切な分子設計を行った有機金属錯体が、電極との高い親和性を示し、既存の有機分子ワイヤーを凌ぐ高い伝導度を示すということを報告しました。さらに、この高伝導性が分子と電極との強い電荷移動相互作用に起因することを計算科学的手法により明らかとしました。最近では分子長を伸ばしても伝導度が減衰しない分子ワイヤーをはじめとして、分子スイッチや熱電変換材料としての展開も進めております。

本研究は、私が助教に着任して以来、新たに始めた研究であり、皆様のご援助を受けて発展させたものです。本賞

を糧にして、更なる高次電子機能を有する分子素子の開発に精進してまいります。

研究を進めるにあたり、日々のご助言をいただいた亀田宗隆名誉教授・吉沢道人教授を始め、研究に熱心に取り組んでくれた学生の皆様、ご協力いただいた共同研究者の先生方に深く感謝申し上げます。



## 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞（研究部門）を受彰して

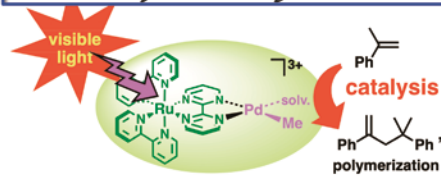
名誉教授 梶田 宗隆

昨年「可視光駆動環境調和型物質生産に関する研究」に基づいて令和4年度標記表彰を受彰しました。まず、熱心に研究に携わった元学生、スタッフのみなさん、ならびにご推薦いただいた山元所長、久堀研究院長（いずれも当時）はじめ大学関係者の皆様にご心より厚くお礼申し上げます。

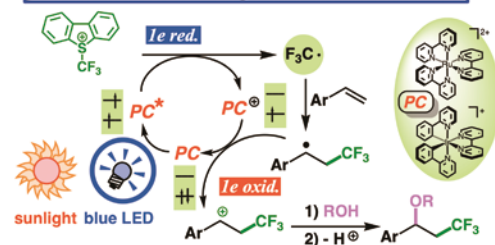
太陽光を含む可視光はクリーンなエネルギー源として注目されており、特に近未来の水素社会を支える水からの水素発生などを含めてその有効利用に関する研究が活発に進められているのはご存じの通りです。しかし有機化学者の目からは、これらの反応にはどこにも有機物が含まれていないためその観点からは物足りなく感じる一方で、筆者が教授に昇任して本研究に着手した20年前には可視光を使った有機反応開発は報告例も少なく、体系的な概念も未成熟であったので、研究の余地があると考え、元々の専門である有機金属化学の研究に加えて、C-C結合形成を実現できる可視光で駆動する触媒的有機反応の開発に取り組みました。当時、資源化学研究所内には光化学の専門家が多く、特に材料の高機能化に有効利用しているのを目にしていたこともこの研究テーマに乗り出す契機になりました。

着色した金属錯体の可視光照射によって生じる励起種が外部基質に対してエネルギー移動や酸化・還元などの作用を示すことはよく知られていましたが、これを有機反応に

### Bimetallic photocatalysis (2002-2012)



### Photoredox catalysis (2008-2022)



展開するべく、エネルギー移動を経る二核錯体触媒によるオレフィン類の二量化からはじまって、後に酸化還元機能に基づいて高反応性有機ラジカル種を発生する反応系に展開しました。

特に後者は、前後して発表された MacMillan 教授（2021年ノーベル化学賞受賞者）らの研究なども相まって注目を浴びることになり、さらに彼が提唱した「フォトレドックス触媒」というネーミングによって概念・分野形成が促進されて短期間で大きな潮流に成長したことを大変印象深く感じると同時に、自身を振り返って研究のダイバーシティの重要性を実感しました。

## 上田先生とタンパク質“機械”

准教授 北口 哲也

上田宏教授が2022年12月23日に永眠されました。生前のご功績を称え、ここに紹介させていただきたいと思えます。

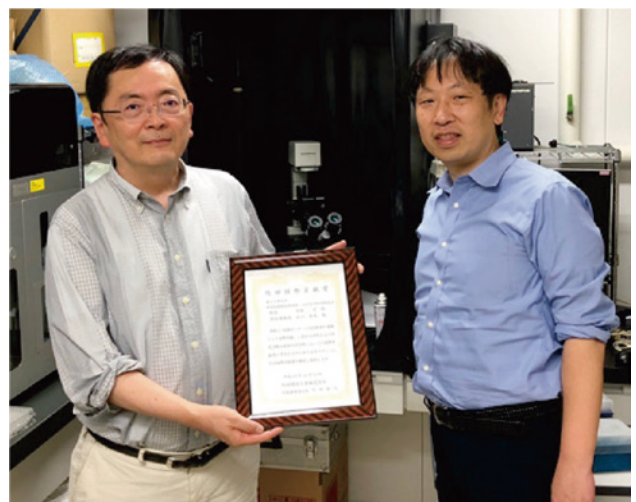
上田先生は1992年に抗体を分子認識ドメインとした人工の細胞膜受容体を創製するという内容で、東京大学で博士（工学）の学位を取得されています。任意の抗原で細胞生理機能を制御しようとするチャレンジングな研究で、現在注目されているがん治療法のCAR-T細胞療法にもつながる技術であり、上田先生の先見の明には今更ながら驚かされます。

そのあと、東京大学で助手、講師、助教授、准教授を歴任されます。1998年にラムゼー奨学生としてケンブリッジ大学に留学され、抗体をエンジニアリングする技術をさらに発展させられました。2018年にノーベル賞を受賞される Gregory P. Winter 博士と、オープンサンドイッチ法という当時から免疫測定法として日常的に使用されている ELISA 法を革新する手法を開発されたのです。抗体を軽鎖と重鎖に分割することで、それまで ELISA 法が苦手としていた低分子抗原の検出を克服する手法で、現在も企業と協業している有望な技術です。

そして、ライフワークとなる Q-body という免疫センサーの開発に成功され、2013年東工大に教授として着任され

ます。Q-body は、ELISA 法で必要であった洗浄ステップを回避できるため、数時間であった検出時間を数分に短縮できる先端技術です。この成果は起業された HikariQ というベンチャーにおいて実社会に役立つ形で実を結んでいます。

日頃、「機械屋さんが鉄やプラスチックで作っている機械をタンパク質で創りたい！」とおっしゃっておられ、若かりしころからの情熱をずっと持ち続けて研究されていました。私自身も上田先生の遺志を継ぎ、研究室のさらなる発展をお約束したいと思います。



竹田国際貢献賞を上田宏教授（左）と2017年に共同受賞



## 教員の受賞

受賞名	2021年度「異分野融合研究支援」採択
受賞者	本田雄士 助教
受賞題目	生体内で効率的なゲノム編集が可能な高分子複合体型CRISPR/Cas システムの構築
受賞名	科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞
受賞者	田中裕也 助教
受賞題目	酸化還元応答性有機金属単分子スイッチの開発
受賞名	科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞（研究部門）
受賞者	穂田宗隆 名誉教授
受賞題目	可視光駆動環境調和型物質生産に関する研究
受賞名	第9回 ATI 研究奨励賞
受賞者	塚本孝政 助教
受賞題目	異種元素配合サブナノ粒子の物性・機能に関わる組成効果の解明
受賞名	ナノ学会第20回大会 Nanoscale Horizon Award
受賞者	田中裕也 助教
受賞題目	金属錯体分子素子の創製と電子状態の解明に関する研究
受賞名	第16回日本分子イメージング学会総会・学術集会 優秀発表賞
受賞者	岡田智 准教授
受賞題目	アミロイドβ線維化を検出・阻害するクルクミン誘導体 MRIプローブの開発
受賞名	第46回有機電子移動化学討論会 有機電子移動化学奨励賞
受賞者	田中裕也 助教
受賞題目	高電子輸送能を持つ有機金属単分子素子の開拓
受賞名	第26回日本がん分子標的治療学会学術集会 ポスター賞
受賞者	三浦一輝 助教
受賞題目	リガンド連結型有機増感剤による標的タンパク質特異的不活性化と抗腫瘍効果
受賞名	2022年度 東工大挑戦的研究賞 末松特別賞
受賞者	神戸徹也 助教
受賞題目	人工元素合成のための無機ナノマテリアル精密合成の開拓
受賞名	15th Asian Congress on Biotechnology in conjunction with 7th International Symposium on Biomedical Engineering Best Presentater Award
受賞者	上田宏 教授
受賞題目	Development of "Patrol Yeasts" for the Detection of Multiple Toxic Substances in Foods

受賞名	2023年度 PCP Best Paper Award
受賞者	吉田啓亮 准教授・久堀徹 教授
受賞題目	Biochemical Basis for Redox Regulation of Chloroplast-Localized Phosphofructokinase from Arabidopsis thaliana
受賞名	日韓バイオマテリアル学会若手研究者交流 AWARD
受賞者	本田雄士 助教
受賞題目	Sequential Self-Assembly Bio-building blocks Based on Polyphenolmaterials for Efficient Biomolecules Delivery.
受賞名	2021年度先端錯体工学研究会賞
受賞者	中村浩之 教授
受賞題目	ルテニウム錯体を利用した標的タンパク質の化学操作
受賞名	公益社団法人日本化学会 第75回日本化学会賞
受賞者	山元公寿 教授
受賞題目	精密サブナノ粒子の創製に関する研究
受賞名	第72回進歩賞
受賞者	塚本孝政 助教
受賞題目	量子サイズ物質の新規合成技術の開発および新規設計理論の提唱
受賞名	KJF-ICOME2022 Best Poster Award
受賞者	相沢美帆 助教
受賞題目	Effect of Photo/thermal Responsive Molecular Layer Comprising Anthracene Moieties on Surface Properties
受賞名	令和4年度手島精一記念研究賞（博士論文賞）
受賞者	安田貴信 助教
受賞題目	高性能な蛍光・発光免疫センサー創出のための分子設計とその解析
受賞名	令和4年度手島精一記念研究賞 若手研究賞（藤野・中村賞）
受賞者	田中裕也 助教
受賞題目	金属錯体ナノ材料における単一分子機能の創出
受賞名	令和4年度手島精一記念研究賞（発明賞）
受賞者	上田宏 教授・大室有紀・三宅千紬・塚原知也
受賞題目	抗原検出又は測定用キット
叙位・叙勲	従四位・瑞宝小綬章
叙勲受章者	上田宏 教授

※受賞者の役職は受賞当時のものです。

## プレスリリース

公表日	2022.4.25
該当者	大室有紀・古田忠臣・松井勇人・叶井正樹・上田宏
研究成果	世界最小サイズの発光酵素 picALuc® の開発に成功
公表日	2022.6.15
該当者	稲津美紀・赤田雄治・今岡享稔・林洋子・高島千波・中井浩巳・山元公寿
研究成果	最小の三元素合金：金・銀・銅原子からなる三角分子の直接観測に成功
公表日	2022.9.5
該当者	滝澤舞・大須賀佑里・石田りか・三田真理恵・原田一貴・上田宏・北口哲也*・坪井貴司*
研究成果	赤色蛍光タンパク質型 cGMP センサーの開発と多色イメージングへの応用
公表日	2022.9.8
該当者	Yancen Dai・佐藤優子・朱博・北口哲也・木村宏・Farid J. Ghadessy・上田宏*
研究成果	生細胞内タンパク質の量と動態を蛍光抗体で観察することに成功
公表日	2022.11.1
該当者	吉田啓亮・横地佑一・田中寛・久堀徹
研究成果	光が当たると光合成酵素が活性化する分子メカニズム

公表日	2022.12.12
該当者	朱博・野坂直之・Haimei Li・金丸周司・岩崎博史・小池竜司・董金華・若林健二・北口哲也・上田宏
研究成果	臨床検体中のコロナウイルスタンパク質を蛍光抗体で迅速定量することに成功
公表日	2022.12.28
該当者	Sohyun Park・Jiung Jang・田中裕也・Hyo Jae Yoon
研究成果	熱電変換性能を左右する分子・電極界面構造を解明
公表日	2023.1.12
該当者	梅寺 倅平・吉森 篤史・Jürgen Bajorath・中村 浩之
研究成果	“構造活性相関転移”による低分子医薬品候補の設計
公表日	2023.2.10
該当者	秋山健太郎・小澤真一郎・高橋裕一郎・吉田啓亮・鈴木俊治・近藤久益子・若林憲一・久堀徹
研究成果	葉緑体 ATP 合成酵素の酸化還元制御のしくみを解明