



センター新設研究部門のご紹介 — 化学反応場研究部門 —

新設の経緯

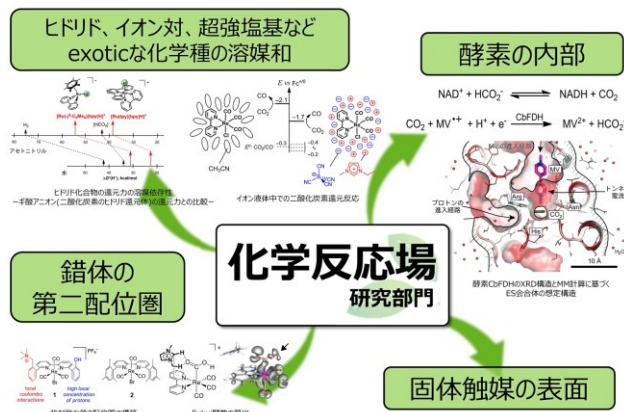
2023 年度より、田村正純 准教授が本学大学院工学研究科に異動されたことに伴い、当センターの新部門として「化学反応場研究部門」が新設され、松原康郎 准教授が部門長として着任しました。松原准教授は、錯体化合物の光化学や溶液化学、電気化学反応を専門とし、基礎化学的な観点から研究を推進しています。2020 年度半ばからは、当センターの「水素エネルギー製造研究部門」で、特任准教授として人工光合成デバイスの社会実装に向けた研究開発に携わってきていて、今回、この部門も併任する形で、新部門を主宰することになりました。



松原康郎准教授

研究内容

化学反応場研究部門では、物質と物質(もしくは光子)が近接した時に生じる化学反応が起こりそうなポテンシャル面のことを「化学反応場」と定義し、その様な場の成り立ちとエネルギー論が研究されています。松原准教授によると『場の成り立ちにおいては、物質を取り囲む環境(これもまた物質)との相互作用が重要です。ある反応が気相で起こるのか、それとも溶液中や固体表面、また酵素内部なのかによっても反応性が全く異なることが普通だからです』とのこと。現在、部門では、



光合成明反応で起こっている反応(酸素発生、ヒドリド還元、電子移動)に焦点が絞られ、4 つの化学反応場が研究されています: (1) exotic な化学種の溶媒和、(2) 錯体化合物の第二配位圏、(3) 酵素の内部、(4) 固体触媒の表面(左下図)。松原准教授によると『これらの反応について、フラスコや計算機の中でしかできない人工的な反応場を実験(計算)で試験し、比較検討することによって、その反応場特有の反応性と、逆に反応場に依らない化学種固有の反応性を抽出することを目的としています』とのこと。部門化によって、『これらの相互作用の研究を体系化し、特に有用なものについては、光エネルギーから化学エネルギーへの変換装置の動作原理として活用できないか、実際のデバイス製作も含め日々研究開発を進めたい』とのことでした。今後の部門の発展にご期待下さい。



拠点構成員が注目している論文等

1. [J. CO₂ Util. 2020, 42, 101349.](#)

純水と CO₂ より、濃度 6–14 wt%、純度>98 %のギ酸水溶液を製造する電解セルについて。このセルでは、陰極室でギ酸アニオンを、陽極室でプロトンを製造し、中間室でギ酸とする。CO₂ 還元の分子論において分子内 PCET (proton-coupled electron transfer) が重要視されるのと同様に、このセルにおいては、「セル内」PCET によって電気化学反応が完結している点が鍵となっている。

(松原/無機化学)

2. [Science 2022, 377, 851.](#)

天然の光合成では、光照射による光合成膜内外の pH 差を「強光」の指標として検出し、光防御(NPQ)が発動する。NPQ 関連タンパク質を高発現する遺伝子改変大豆は、NPQ の応答速度が上がり、それが収穫量の 33% 向上に結びついた。まだ議論もあるが、この成果は、太陽光を使った光化学反応の効率向上の考え方に指針を与える。

(藤井/生物物理化学)



このニュースレターは、拠点活動の一環として発行しています。拠点では[共同研究を募集](#)していますので、ご興味をお持ちの方は、まずは人工光合成研究センターの教員までご相談ください。お問い合わせお待ちしております。



Introduction of New Research Division of Chemical Reaction Field

Background

With the transfer of Associate Professor Masazumi Tamura to the Graduate School of Engineering at this university in 2023, a new division, “Chemical Reaction Field Research Division,” was established at the Center, and Associate Professor

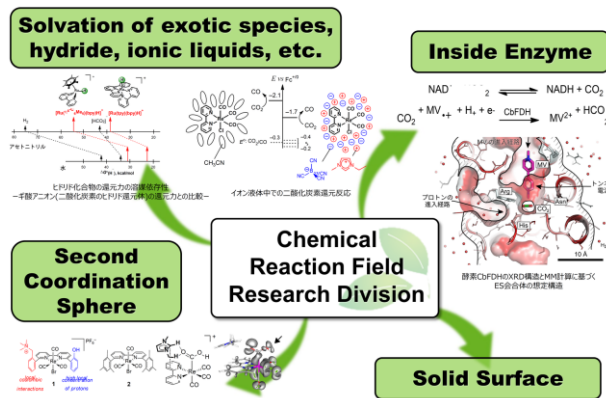


Yasuo Matsubara

Yasuo Matsubara has been appointed as the head of the division. Associate Professor Matsubara specializes in the photochemistry of complex compounds, solution chemistry, and electrochemical reactions and has been involved in the research and development of artificial photosynthetic devices for social application as a specially-appointed associate professor in the “Hydrogen Energy Production Research Division” of the Center since mid-FY2020. This time, He presides over the new division as a concurrent appointment to this division as well.

Research Contents

The Chemical Reaction Field Division defines a “chemical reaction field” as a potential surface where a chemical reaction is likely to take place when matter and matter (or photons) are in close proximity and studies the formation and energetics of such fields. Currently, the division focuses on the reactions



occurring in photochemical reactions that are involved in photosynthesis (oxygen evolution, hydride reduction, and electron transfer). According to Associate Professor Matsubara, “We aim to extract the reactivity specific to the reaction field and that specific to the chemical species independent of the reaction field by experimentally (and computationally) testing and comparing these reactions in artificial reaction fields that can only be done in a flask or on a computer. We want to systematize the research on these interactions in the division. If the interactions are beneficial, we would like to promote daily research and development, including actual device fabrication, to see if they can be used as operating principles for devices that convert light energy to chemical energy.”



Literature and People That Are of Interest to the ReCAP Members

1. *J. CO₂ Util.* **2020**, *42*, 101349.

An electrolytic cell for producing aqueous formic acid solutions of 6-14 wt% concentration and >98 % purity from pure water and CO₂. In this cell, the formate anion is produced in the cathode chamber, the proton in the anode chamber, and the formic acid in the intermediate chamber, just as intramolecular PCET (proton-coupled electron transfer) is important in the molecular theory of CO₂ reduction. The key point is that the electrochemical reaction is completed by electrochemical “intracellular” PCET. (Yasuo Matsubara / Inorganic chemistry)

2. *Science* **2022**, *377*, 851.

Photosynthetic organisms detect light intensity as the magnitude of the pH difference across the photosynthetic membrane and accordingly activate energy dissipation reactions, so-called non-photochemical quenching (NPQ). Genetically modified soybeans highly expressing NPQ-related proteins increased NPQ response and increased yield by 33%. Although there is still room for debate, these results provide guidelines for the practical application of photochemical reactions using sunlight. (Fujii/Bioenergetics)



The newsletter is published four times a year as a part of ReCAP's activities. Our center [calls for the joint-research project](#) several times a year. If you are interested, please first consult with a ReCAP faculty member. We look forward to your active participation!

名前name	職位Position	研究キーワードResearch Interests	連絡先Contact information	外部リンクExternal link
天尾 豊 Yutaka AMAO	教授 Professor	生体触媒/biocatalyst 二酸化炭素利用/CO2 utilization/ 光触媒/Photocatalyst 複合触媒/Hybrid catalyst	amao@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/orp/biocatalyst/
吉田 朋子 Tomoko YOSHIDA	教授 Professor	光触媒/Photocatalyst 構造・化学状態解析/Structural and chemical stateanalyses	tyoshida@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/orp.yoshidalab/
山田 裕介 Yusuke YAMADA	教授 Professor	触媒化学/Catalytic Chemistry 錯体化学/Coordination chemistry ナノ粒子化学/Nanoparticles chemistry	ymd@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/eng/yamada_lab/
藤井 律子 Ritsuko FUJII	准教授 Associate Professor	光合成色素-タンパク質複合体 /Photosyntheticpigment-protein complex エネルギー移動/Energy transfer	ritsuko@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/orp/fujii-group/
松原 康郎 Yasuo MATSUBARA	准教授 Associate Professor	ヒドリド移動/hydride transfer ionic liquid/イオン液体 電気化学/electrochemistry 熱力学/thermodynamics	yasuo@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/orp/chem-rxn-field/
田村 正純 Masazumi TAMURA	准教授 Associate Professor	不均一系触媒/Heterogeneous catalyst バイオマス変換/Biomass conversion 二酸化炭素変換/CO2 transformation プラスチック変換/Plastic conversion 反応機構/Reaction mechanism	mtamura@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/eng/tamura-lab/
東 正信 Masanobu HIGASHI	特任准教授 Specially Appointed Associate Professor	人工光合成/Artificial photosynthesis 光触媒/Photocatalyst 光電極/Photoelectrode 生体触媒/Biocatalyst	east@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/orp/biocatalyst/
中蘭 孝志 Takashi NAKAZONO	特任講師 Specially Appointed Lecturer	分子触媒/Molecular catalyst 光化学反応/Photochemical reaction	nakazono@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/eng/yamada_lab/
喜多祐介 Yusuke KITA	特任講師 Specially Appointed Lecturer	不均一系触媒/Heterogeneous catalyst バイオマス変換/biomass conversion CO2利用/CO2 utilization	ykita@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/eng/tamura-lab/
山本 宗昭 Muneaki YAMAMOTO	特任助教 Specially Appointed Assistant Professor	固体触媒/Solid catalyst 二酸化炭素還元/CO2 reduction 分光/Spectroscopy	m-yamamoto@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/orp/yoshidalab/
赤柄 誠人 Masato AKATSUKA	特任助教 Specially Appointed Assistant Professor	二酸化炭素還元/CO2 reduction 空気からのCO2分離回収/Direct air capture	m-akatsuka@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/eng/tamura-lab/
シム ジュヨン Jooyoung SHIM	特任助教 Specially Appointed Assistant Professor	ジオール類/diols 二酸化炭素/CO2 不均一触媒/heterogeneous catalyst ポリカーボネート/polycarbonates	shim.jooyoung@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/eng/tamura-lab/
陳 鵬茹 Pengru CHEN	特任助教 Specially Appointed Assistant Professor	バイオマス変換/Biomass conversion 不均一系触媒/Heterogeneous catalyst 水素化/Hydrogenation	chenpr@omu.ac.jp	https://www.omu.ac.jp/eng/tamura-lab/