



オペランド全元素観測

-水分解触媒の機能解明-

山口大学 吉田 真明

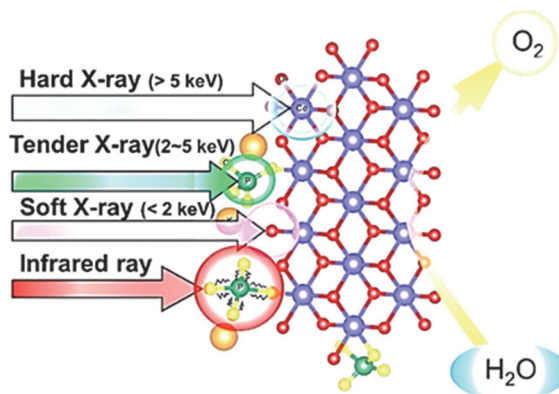
この度は寄稿の機会を与えてくださり、心より感謝申し上げます。私自身は人工光合成からやや離れてしまったのですが、今後はまた少しずつ関わっていければと考えています。自己紹介とともに、最近の研究について簡単にご紹介いたします。

私は、東京工業大学の石谷治先生の研究室で人工光合成を学び、東京大学の堂免一成先生の研究室で博士の学位を取りました。博士課程在籍時には久保田純先生(現：福岡大学)に大変お世話になり、水分解光触媒のメカニズム研究を行っておりました。その後、慶應義塾大学の近藤寛先生の研究室に助教として着任し、触媒の X 線分光測定に携わりました。現在は、山口大学工学部応用化学科のテニュアトラック准教授という立場で新しい研究室を運営しています。

私が主宰する研究室は、2018 年 3 月に JST「未来を拓く地方協奏プラットフォーム」の「若手研究者の自立・流動促進プログラム」の支援によって作られました。スタッフは筆者 1 人で、大学院生 5 人・学部生 5 人と研究を行っています(2021 年 4 月時点)。研究活動としては、再生可能エネルギーを利用した水素製造を目指し、水分解電極触媒の開発を行っています。触媒が動作している状態を分析する「オペランド観測」に着目し、オペランド X 線吸収分光(XAS)測定により触媒の機能を調べ、より高機能な触媒の開発を進めています。

このような経歴で、これまで多くの触媒の分析を行ってきたのですが、最近では Mn・Fe・Co・Ni 水分解触媒に注目しています。これらの遷移金属酸化物は優れた酸素生成触媒として機能することが知られており、より高効率な触媒を開発するべく、世界中で研究が進められています。そこで私たちは、高エネルギーの硬 X 線(>5 keV)

を用いて金属元素を、低エネルギーの軟 X 線(<2 keV)・テンドー X 線(2~5 keV)を用いて軽元素を捉え、触媒内の全元素を反応下で分析する「オペランド全元素観測」に力を入れています(下図)。例えば、K 含有の Mn 触媒の場合、硬エネルギー X 線によって触媒骨格の Mn 元素を、テンドー X 線で触媒内に含まれる K 元素を、軟 X 線で触媒内の O 元素を調べることができます。これらの測定をオペランド条件下で行うことで、触媒活性時に Mn や O の局所構造が変化する様子や、水和 K⁺イオンが触媒の活性構造を安定化している様子が観測され、触媒の機能解明に役立ちます[1]。他にも、Co 触媒[2]や Ni 触媒[3]、Fe 触媒[4]に対して、電解質溶液や有機分子添加が与える影響について調べ、その活性構造を解明しています。今後は本手法を発展させ、人工光合成の機能解明にもぜひ挑戦したく思っています。



研究を行うにあたり、これまで多くの先生方に大変お世話になりました。特に、石谷治先生、堂免一成先生、久保田純先生、近藤寛先生、酒多喜久先生には多大なご指導・ご支援を賜りました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

[1] M. Yoshida*, et al., *J. Phys. Chem. C* **124**, 23611 (2020).

[2] M. Yoshida*, et al., *Anal. sci.* **36**, 35 (2020).

[3] K. H. Wang, M. Yoshida, T. Kawai*, et al., *ACS Appl. Nano Mater.* **3**, 9528 (2020).

[4] K. H. Wang, M. Yoshida, T. Kawai*, et al., *Anal. sci.* **36**, 27 (2020).