

## 天然資源・循環資源を活用した水分解電極触媒の開発

坂井ありす\*・杉永 滝\*・恒川 舜\*・友宗真大\*・吉田真明\*†

\*山口大学大学院創成科学研究科 山口県宇部市常盤台2-16-1 (〒755-8611)

† Corresponding Author, E-mail: yoshida3@yamaguchi-u.ac.jp

(2023年12月18日受付, 2024年1月24日受理)

## 要 旨

産業の急速な発展にともない、大量の化石燃料が消費されることで排出される温室効果ガスが地球温暖化現象を引き起こしている。そのため、化石燃料の代替となるクリーンなエネルギーが必要とされている。そのなかでも、水の電気分解によって製造される水素の使用が注目されている。そこで筆者らは、新たな水分解触媒として、天然資源や循環資源を利用した水分解電極触媒の開発を行っている。本論文では、筆者らが開発したさまざまな水分解触媒についてご紹介する。

キーワード：水の電気分解, 酸素生成反応, 電極触媒, 遷移金属, X線吸収分光法

## 1. はじめに

近年、人口増加や経済成長にともない、世界のエネルギー需要は急速に拡大している。しかし、そのほとんどは化石燃料の燃焼によって賄われているため、大気汚染の発生や二酸化炭素などの温室効果ガスによる地球温暖化の進行が問題視されている。また、化石燃料自体の将来的な枯渇も懸念され、その持続可能性に疑問がもたれている。

このような背景から、化石燃料への依存から脱却し、再生可能エネルギーの有効活用に向けて議論が行われ、水素が注目されている。水素は燃焼によって水のみを生成し、カーボンフリーなエネルギー源となりえる。しかし、現在そのほとんどは天然ガス由来で製造されており、水素製造と同時に二酸化炭素を排出する。そのため、水素製造の工程において二酸化炭素をまったく排出しない「グリーン水素」の製造方法が求められる<sup>1)</sup>。

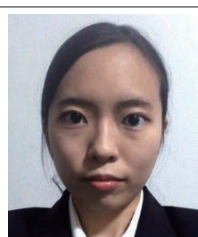
これまでに太陽光や水力、風力、地熱といったさまざまな再生可能エネルギーが開発され、そのエネルギーにより水素を製造する方法が大きな注目を集めている(図-1)。しかし、水の電気分解において、酸素生成反応(OER;  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ )に必要な過電圧が水素生成反応(HER;  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ )に必要な過電圧よりも大きいため、OERが反応全体の効率を制限してしまっている<sup>2)</sup>。そのため効率的に水を分解するには、

とくにOER側の活性を高める触媒を開発しなければならない。

元来、水分解触媒はPtやRu, Irのような、高活性ながらも高価な貴金属が用いられてきた<sup>3-5)</sup>。それに対して近年では、安価で豊富に存在する遷移金属を用いた水分解触媒の開発が進められている。われわれの研究室でもこれまでに、マンガンやニッケル、コバルトの酸化物を電析させることで電極触媒を調製してきた<sup>6-8)</sup>。

一方、高効率な触媒を開発するにあたって、キャラクターゼーションもまた重要である。中でもX線吸収微細構造(XAFS)法は、元素選択性に電子状態や局所構造を調べることができることから、分析手法の一つとして広く利用されている。とくに、触媒反応下で測定を行う「オペランド観測」を用いれば触媒の反応メカニズムを議論でき、より高活性な触媒の開発に繋げることが可能である。XAFS測定は、高エネルギーかつ高輝度なX線を使用できる放射光施設を利用することで測定を行うことができる。日本国内には多くの放射光施設が建設されており、われわれの研究室ではSPring-8(兵庫県)やKEK-PF(茨城県)、UVSOR(愛知県)のビームラインを使用している。

本稿ではわれわれが開発した新たな水分解触媒として、遷移



【氏名】 さかい ありす  
 【現職】 山口大学大学院創成科学研究科物質工学系専攻博士課程, 日本学術振興会特別研究員(DC1)  
 【趣味】 読書, 博物館巡り  
 【経歴】 2022年山口大学大学院創成科学研究科化学系専攻修士課程修了。同年同研究科物質工学系専攻博士課程に進学。2023年日本学術振興会特別研究員(DC1)。現在に至る。

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/

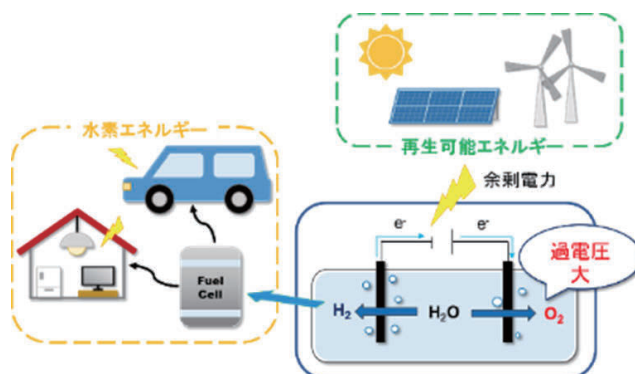


図-1 再生可能エネルギーによる水素製造システム