



専任教員(教授)

石原 顕光

シハラ アキミツ



先端科学高等研究院  
水素エネルギー変換化学研究ユニット  
グリーン水素研究センター  
ishihara-akimitsu-nh@ynu.ac.jp  
http://www.cel.ynu.ac.jp/  
https://orcid.org/0000-0002-7515-7374

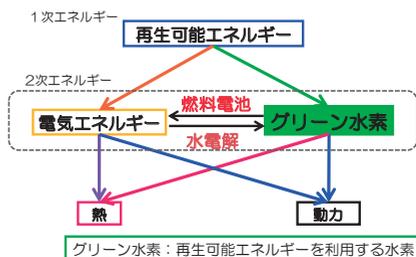
## 【研究概要】

電気エネルギーと化学エネルギーの直接的相互変換を特徴とする電気化学システムは、これからの再生可能エネルギーをベースとした社会を支えるエネルギーシステムの中核となりうる技術です。電気化学システムは古くから、電池・メッキ・腐食など、私たちの社会と深くかかわってきました。しかし、特にエネルギーシステムへの応用を考えた場合、まだまだその特徴が十分に発揮されているとは言えません。再生可能エネルギーから算出した水素を我々は「グリーン水素」と呼んでいますが、そのグリーン水素をベースとしたエネルギーシステムにおいては、燃料電池と水電解システムが本質的な役割を果たすことになります。ところが、燃料電池も水電解システムも、いずれも現状では、理論エネルギー変換効率よりもはるかに低い効率しか得られていません。その根本には電極触媒材料の問題があります。我々はまだ自然現象の本質を理解・解明し、それを制御できるレベルに達していないのです。私は、将来のエネルギーシステムを支える電気化学システムの構築のために、これまででない全く新しい発想に基づいた電極触媒材料の開発を行っています。

## 【アドバンテージ】

現在、固体高分子形燃料電池では、空気中の酸素を還元させるために、白金を電極触媒として利用しています。白金は高価であり、資源量が少ないことに加えて、白金を用いてもなお、効率が低いことが問題です。私は白金代替触媒として、世界に先駆けて酸化チタン・酸化ジルコニウムという安価で資源量豊富な材料に、白金と同様な触媒機能を持たせることに成功してきました。まさに、現代の錬金術と呼んでよいと思っています。

これらの材料は、白金よりも安定であるため、固体高分子形燃料電池の120℃付近での高温作動を可能にします。高温作動により、エネルギー変換効率を高効率ガスタービンと同程度まで向上させたいと考えています。それが実現すれば、燃料電池は分散型発電に本格的に応用できるようになり、我が国のエネルギーシステムを根本的に変えることができます。現在の化石燃料に依存するエネルギーシステムから脱却するには必ず実現しなければならない技術であると考えています。



グリーン水素をベースにした将来のエネルギーシステム

## ■ 相談に応じられるテーマ

電極触媒材料の評価・開発  
電気化学関連現象(腐食・電解など)の物理化学的解析  
社会人技術者の自己学習支援

## ■ 主な所属学会

電気化学会、米国電気化学会、触媒学会、日本化学会、電気学会、水素エネルギー協会

## ■ 主な論文

『Niobium-added titanium oxides powders as non-noble metal cathodes for polymer electrolyte fuel cells』[Int. J. Hydrogen Energy, 10, 1016/j. ij. hydene. 2019. 08. 217]  
『Emergence of Oxygen Reduction Activity in Zirconium Oxide-Based Compounds in Acidic Media: Creation of Active Sites for Oxygen Reduction Reaction』[J. Phys. Chem. C, 123, 18150 (2019)]  
『Templated Synthesis of Carbon-Free Mesoporous Magnéli-Phase Titanium Suboxide』[Electrocatalysis, 45, 1 (2019)]  
『Factors affecting oxygen reduction activity of Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-doped TiO<sub>2</sub> using carbon nanotubes as support in acidic solution』[Electrochim. Acta, 283, 1779 (2018)]  
『Non-crystalline Titanium Oxide Catalysts for Electrochemical Oxygen Reduction Reactions』[ACS Omega, 2, 5209 (2017)]  
『Zirconium Oxynitride-Catalyzed Oxygen Reduction Reaction at

Polymer Electrolyte Fuel Cell Cathodes』[ACS Omega, 2, 678 (2017)]  
『Titanium-niobium oxides mixed with Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as precious-metal- and carbon-free cathodes for polymer electrolyte fuel cells』[J. Electrochem. Soc., 163, F603 (2016)]

## ■ 主な特許

特開2019-75305 「電極用担体材料及びその製造方法、電極材料、電極、並びに固体高分子形燃料電池」  
特開2019-42659, 2019-42660 「酸素還元触媒およびその用途」  
特開2018-206700 「酸化チタン電極触媒、可逆型燃料電池、空気二次電池及び酸化チタン電極触媒の製造方法」  
WO2018/117254, WO2018/117255 「酸素還元触媒」

## ■ 主な著書

「しつかり学ぶ化学熱力学: エントロピーはなぜ増えるのか」裳華房 2019.  
「水素エネルギーの事典」朝倉書店 2019.  
「おもしろサイエンス熱と温度の科学」日刊工業新聞社 2019.  
「Nanocarbons for Energy Conversion: Supramolecular Approaches」Springer 2019.  
「Fuel Cells and Hydrogen From Fundamentals to Applied Research」Elsevier 2018.  
「トコトンやさしい元素の本」日刊工業新聞社 2017.  
「トコトンやさしい電気化学の本」日刊工業新聞社 2015.