

## 研究論文

# アルカリ水電解アノードにおける Fe 系スピネル型酸化物触媒の 活性メカニズム解析および高活性触媒開発

八木隆斗\*, †高橋伊久磨\*

## Analysis of the Activity Mechanism and Development of Highly Active Fe-Based Spinel Oxide Catalysts for Alkaline Water Electrolysis Anodes

by

Ryuto YAGI\*, †Ikuma TAKAHASHI\*

(Received Feb. 17, 2025; Accepted Mar. 27, 2025)

### Abstract

Spinel oxides are promising catalysts for the oxygen evolution reaction (OER), and Fe-based spinel oxides are particularly advantageous in cost and environmental friendliness. However, the detailed activation mechanism of Fe in spinel oxides remains unclear. In this study, we analyzed the OER activation mechanism when Fe becomes an active site in spinel oxides, and developed catalysts based on Fe-based spinel oxides. It was found that there is a difference in the energy required for the first step of the OER ( $M^{n+}-OH \rightarrow M^{(n+1)+}-OO$ ) between when  $Fe^{2+}$  in octahedral site becomes the active site and when  $Fe^{3+}$  in octahedral site becomes the active site. In the case of  $Fe^{2+}$ , the reaction is  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ , whereas, in the case of  $Fe^{3+}$ , the reaction is  $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{4+}$ , which suggests that a large overpotential is required for this reaction and that the activity is low. Furthermore, by utilizing the high activity of  $Fe^{2+}$  in octahedral site for OER by controlling the shape, we developed a catalyst for OER that is more active than  $Fe_3O_4$ .

**Keywords:** Carbon neutrality, water electrolysis, Oxygen evolution reaction, Spinel ferrite

### 1. 緒言

カーボンニュートラルを目指す取り組みの一環として、再生可能エネルギーの導入が世界各地で推進されている。しかし、太陽光や風力などは発電量が天候や時間帯に左右され、供給の安定性が課題となっている<sup>1)</sup>。その解決策として、水素エネルギーの活用が近年注目されている。水素は高いエネルギー密度を有し、大量かつ長期的な貯蔵を実現しやすい特徴がある<sup>2)</sup>。再生可能エネルギーを水素へ変換する最も一般的な手法としてアルカリ水電解が挙げられる。しかし、アノード反応である酸素発生反応 (OER: Oxygen

Evolution Reaction) は多電子反応を伴う複雑な反応であり、水素発生反応と比較して過電圧が大きいという課題がある<sup>3)</sup>。このため、高活性な OER 触媒の開発が不可欠である。

OER 触媒として、 $IrO_2$  や  $RuO_2$  は高い触媒活性を示すことが知られているが、希少性からコストが高く、大規模な水電解システムへの使用には適さない。そのため、近年では安価な遷移金属ベースの触媒の研究が進められており、中でも高い化学的安定性を持つスピネル型酸化物が注目されている<sup>4),5)</sup>。

スピネル型酸化物は、 $AB_2O_4$  の組成式で表され、金属イオンが酸素と四面体配位する四面体サイト (*Td* サイト) と八面体配位する八面体サイト (*Oh* サイト) が組み合わさった構造をとる。このスピネル型酸化物に関して、Co や Ni をベースとした触媒の研究が多く報告されている<sup>6),7)</sup>。

令和 7 年 2 月 17 日受付

\* 千葉工業大学大学院工学研究科：習志野市津田沼 2-17-1  
ikuma.takahashi@p.chibakoudai.jp  
Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology:  
2-17-1 Tsudanuma Narashino, Chiba, 275-0016, Japan

†:連絡先/Corresponding author