

マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

ARIM User's Report

[Release : 2026.02.26] [Update : 2026.02.26]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	23UT0202
利用課題名 Title	Li電池正極材料を触媒に用いた水電解における酸素生成反応の定量評価
利用した実施機関 Support Institute	東京大学 / Tokyo Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	内部利用 (ARIM事業参画者以外) / Internal Use (by non ARIM members)
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	計測・分析/Advanced Characterization
重要技術領域 Important Technology Area	革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル/Materials enabling innovative energy conversion
キーワード Keywords	電極材料/ Electrode material,エネルギー貯蔵/ Energy storage,電子分光/ Electron spectroscopy

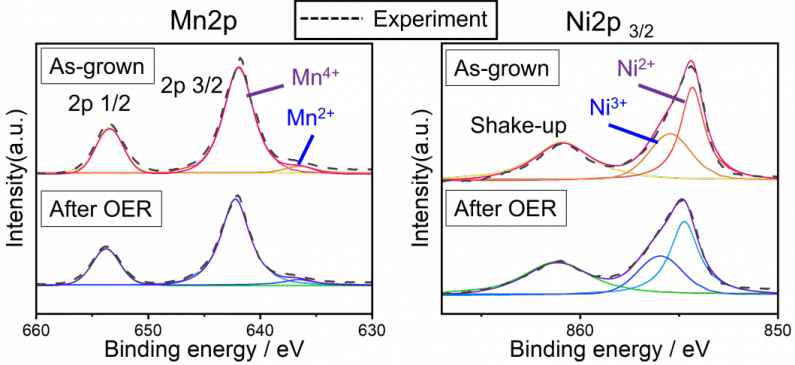
利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	畑上 絢太郎
所属名 Affiliation	東京大学 大学院理学系研究科
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	沖津康平
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	UT-308 : 多機能走査型X線光電子分光分析装置(XPS)with AES
---------------------------------	---

報告書データ / Report

<p>概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>水の電気分解において、酸素発生反応における過電圧が低く、安価で貴金属を用いない触媒材料の開発は重要な課題である。安価な遷移金属で構成される触媒材料の候補として、$\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$(LNMO)がある。これまでに、粉末を利用したLNMOの酸素発生反応の触媒活性の評価がなされてきたが、薄膜を利用した酸素発生反応における触媒活性の定量研究の報告はない。そこで本研究では、結晶方位や反応面積を規定できるLNMOエピタキシャル薄膜を活用し、酸素発生反応の触媒活性の定量評価を行っている。酸素生成反応を通して表面の遷移金属元素と酸素原子に起こる変化を捉えることを目的として、X線光電子分光(XPS)測定を実施する。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>Al_2O_3(0001)基板上に接着層としてTi、集電体としてAu薄膜を直流スパッタリング法で作製し、その上にLNMOを高周波マグネトロンスパッタリング法で厚さ120 nmとなるよう製膜した。作製したLNMO/Au/Ti/Al_2O_3(0001)電極を作用極、白金コイルを対極、銀/塩化銀電極を参照極とする三電極系電気化学セルでLNMOの酸素生成活性を評価した。酸素生成前後のLNMO薄膜について、XPS測定を行い、Ni及びMnの化学状態変化を観察した。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>Figure 1に酸素生成前後のXPS測定結果を示す。左側の図がMn2p、右側の図がNi2p 3/2のスペクトルである。 Mn 2pのスペクトルには653.5 eV、641.8 eVの2つのピークと、636.4 eVを中心とする裾状の広がりが見られた。2つのピークはそれぞれMn 2p1/2、Mn 2p3/2に該当する[1]。また~636 eVで見られる低結合エネルギー側の裾の広がり、低価数のMn^{2+}と思われる[2]。OER前後において、これらのピークと裾構造は、ピーク位置及び相対的なピーク面積の両者ともに変化せず、安定に存在していた。 Ni 2p3/2のスペクトルは、861.2 eV、856.0 eV、854.8 eVの3つのピークから構成される。それぞれシェイクアップ過程のサテライト、Ni^{3+} [3]、Ni^{2+}由来のピークにアサインされる。LNMOにおいてNiは形式電荷が2+であるにもかかわらず、高価数であるNi^{3+}の存在が確認された。また、NiにおいてもMn同様に、OER前後においてピーク位置及び相対的なピーク面積に変化はなかった。このことから、LNMO表面におけるNi^{3+}の存在が良好なOER活性に寄与したと推察される</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	 <p>Figure 1. XPS spectra of Mn 2p and Ni 2p 3/2 in $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ thin-film before and after the oxygen evolution reaction.</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	<p>[1] T. Qiu <i>et al.</i>, <i>Electrochimica Acta</i> 2014, <i>147</i>, 626. [2] Y. Chen <i>et al.</i>, <i>J. Alloy. Comp.</i> 2020, <i>832</i>, 154936. [3] Y. Sun <i>et al.</i>, <i>Adv. Energy Mater.</i> 2021, <i>11</i>, 2003755.</p>

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

<p>DOI (論文・プロシーディング) [1] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Kentaro Hatagami, Quantitative study of oxygen evolution reaction using $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ thin-film electrodes, <i>Journal of Applied Physics</i>, 135, (2024). DOI: https://doi.org/10.1063/5.0203381</p>
--	--

口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	"Quantitative study of oxygen evolution reaction using $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ thin-film electrodes" Kentaro Hatagami, Kazunori Nishio, Ryota Shimizu, Taro Hitosugi. In preparation
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.	"Recovering the oxygen evolution reaction activity in $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (111) thin-film electrocatalyst for water splitting" Kentaro Hatagami, Kazunori Nishio, Ryota Shimizu, Taro Hitosugi MRM2023 Dec.11-16, 2023, Kyoto, Japan (Oral).
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[3] Oral Presentations etc.	"Low-potential-application-induced activity recovery observed in $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4(111)$ thin film catalysts for oxygen evolution reaction" Kentaro Hatagami, Kazunori Nishio, Ryota Shimizu, Taro Hitosugi 2023年日本表面真空学会学術講演会 2023年10月31日-11月2日、名古屋国際会議場
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件