

液中レーザーアブレーションで作製した CoO ナノ粒子触媒による 電気化学的な水の酸化反応

Electrochemical water oxidation catalyzed by CoO nanoparticles

prepared by laser ablation in liquid

豊田中研¹, 東北大先端電子顕微鏡センター², 東北大多元研³,[○]西 哲平¹, 早坂 祐一郎²

鈴木 登美子¹, 佐藤 俊介¹, 中村 貴宏³, 佐藤 俊一³, 森川 健志¹

TOYOTA CRDL.¹, The electron Microscopy Center, Tohoku Univ.², IMRAM, Tohoku Univ.³,

[○]Teppei Nishi¹, Yuichiro Hayasaka², Tomiko M. Suzuki¹, Shunsuke Sato¹, Takahiro Nakamura³,

Shunichi Sato³, Takeshi Morikawa¹

E-mail: e1481@mosk.tytlabs.co.jp

【背景】

地球温暖化や化石燃料の枯渇に伴い、クリーンで持続可能なエネルギーに関する研究が盛んに行われている。その中でも、太陽光エネルギーを用いて CO₂ と水を原料に有機物を創製する人工光合成技術は、光エネルギーを化学エネルギーに変換する CO₂ の再資源化技術であり、研究が盛んに行われている。人工光合成では、水を電子源として利用するため、水の酸化触媒に関する研究も重要である。しかし、高活性な触媒は Ir や Ru の酸化物など貴金属を用いることが多い。本研究では、第一遷移金属元素である Co の酸化物に着目し、フェムト秒液中レーザーアブレーションによるナノ粒子化とその電気化学触媒活性評価を行った結果について報告する。

【実験】

CoO マイクロ粒子は Co₃O₄ 粒子(Aldrich)を Ar 中で焼成することにより作製した。得られた CoO マイクロ粒子と純水を混合し、マグネティックスターラーを用いて攪拌し、懸濁状態とした。パルス幅 100 fs の Ti:Sapphire レーザー (375 mW, 1 kHz) を焦点距離 200 mm の非球面レンズを用いて集光照射し、コロイド状のナノ粒子を得た。

得られたコロイド状ナノ粒子を、基板のカーボンペーパー(東レ)上に滴下し、乾燥させることで電極を作製した。Ar 雰囲気下の 0.4 M Na₂SO₄ 水溶液中にて Pt 対極、Ag/AgCl 参照電極を用いて電気化学測定を行った。

【結果】

レーザーアブレーションにより得られた粒子は、安定なコロイド状態であった。図 1 に液中レーザーアブレーションにより得られた粒子の電子顕微鏡像を示す。粒径約 5 nm の均一な粒子が得られたことが確認できた。

図 2 に電流-電位曲線を示す。ナノ粒子では約 1.7 V で約 1 mA・cm⁻² の電流が流れているが、アブレーション前のマイクロ粒子ではほぼ 0 であり、ナノサイズ化することにより立ち上がり電位がシフトすることを確認した。電流-時間測定では、ナノ粒子触媒では 1.97 V(vs RHE)で酸素生成を確認したが、マイクロ粒子では生成酸素量はほぼ 0 であった。講演では、アブレーションで生成したナノ粒子の詳細な分析結果と触媒活性の詳細を含めて報告する。

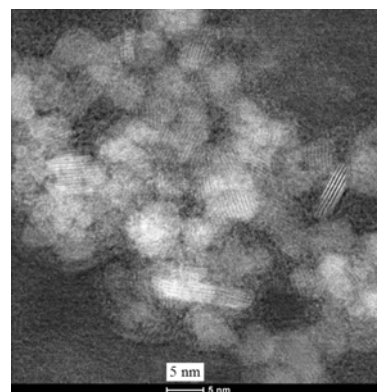


Figure 1. STEM image of CoO nanoparticles prepared by fs laser ablation in water.

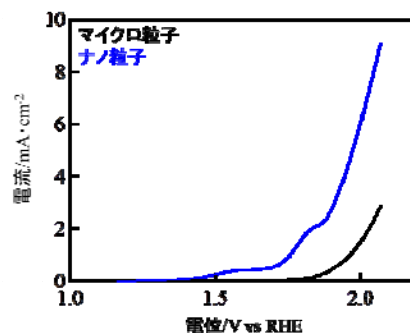


Figure 2. Linear sweep voltammograms of CoO microparticles and nanoparticles coated carbon paper electrodes.