

液中プラズマ処理酸化チタンの電気化学特性評価と 二酸化炭素電解還元における触媒担持体への利用

Evaluation of electrochemical properties of in-liquid plasma treated titanium dioxide and its use as a catalyst support in the electrolytic reduction of carbon dioxide

○高木海 (K. Takagi)^{1), 2)}、鈴木孝宗³⁾、Y. M. Hunge³⁾、栗山晴男²⁾、早川 壮則²⁾

芹澤和泉²⁾、寺島 千晶^{1), 3)}、藤嶋 昭³⁾

東理大院理工¹⁾、オーク製作所²⁾、東理大総研³⁾

連絡先: 高木海 (e-mail: 7222704@ed.tud.ac.jp, k-takagi@orc.co.jp)

【緒言】 昨今、電解還元を用いた二酸化炭素 (CO₂) の有用資源化が研究されている。導電性カーボンには、金や鉛等の触媒を担持することで CO₂ を選択的に還元できる。CO₂ 電解還元は、アルカリ電解液中で行われ、CO₂ の還元時に OH⁻ を放出するため、電極材料は過酷な環境にさらされる。そこで、導電性カーボンの代替材料として、安価で高耐久な酸型チタン (TiO₂) の利用を検討した。TiO₂ は半導体であるため、電気化学特性に乏しい。そのため、TiO₂ に液中プラズマを施し¹⁾、電気化学特性の向上を図った。最終的に、液中プラズマ処理 TiO₂ が CO₂ 電解還元における触媒担持体として利用可能か検証を行った。

【実験方法】 Fig. 1 に液中プラズマ装置の模式図を示す。5 % -NH₄OH 溶液に TiO₂ 粒子 (P25) を 2.0 g 分散させた。プラズマは、W 電極を用いてピーク電圧 4 kV、周波数 100 kHz、パルス幅 0.5 μs の条件で 4 時間発生させた。作製した試料は P-P25 とし、比較対象として酸素欠損 TiO₂ (B-P25) を合成した²⁾。各粉末の電気化学特性を三電極式セルで評価した。CO₂ 電解還元特性は、40 wt% の Ag ナノ粒子を担持させた後、ガス拡散電極を用いて評価した。

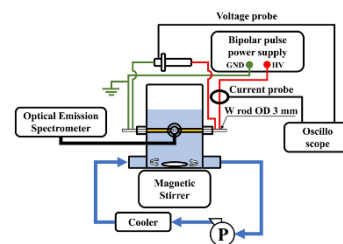


Fig. 1 液中プラズマ装置概略図

【結果・考察】 Fig. 2 (A) に P25, P-P25 および B-P25 のサイクリックボルタモグラムを示す。P-P25 は、TiO₂ 由来の Ti⁴⁺ と Ti³⁺ に由来する酸化還元ピークが消失し、水素過電圧の低下が観測された。金属 W および Ti を評価したところ、P-P25 の水素過電圧は、それぞれの間位置していた。各粉末に Ag ナノ粒子を担持させた場合の CO₂ 電解還元特性を Fig. 2 (B) に示す。P-P25 は、液中プラズマ処理

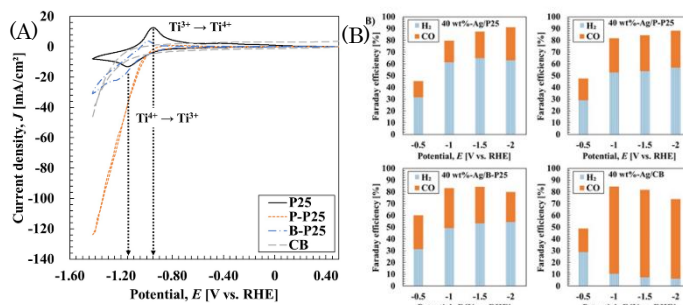


Fig. 2 各粉末のボルタモグラム (A) と CO₂ 電解還元におけるファラデー効率 (B)

により CO₂ の選択性が 10 % 向上した。液中プラズマ電極由来の W が TiO₂ 表面に付着したことで導電性が向上し、Ag ナノ粒子に電子が流れたためあると考えられる。

【結論】 液中プラズマ処理により W が TiO₂ 表面に付着し、水素過電圧の低減が確認された。結果、電気化学特性が向上し CO₂ の選択性が 10 % 向上した。

【謝辞】 本研究は、JST-OPERA (助成番号 JPMJOP1843) の助成を頂いて行われたものです。

【参考文献】

- (1) S. Pitchaimuthu, *et al.*, *Acs Omega* 3, 1 (2018), 898.
- (2) J. L. Xu *et al.*, *Nanotechnology*, 28, 42 (2017).