



可視光吸収型光電極の半導体特性と水分解速度の関係

宮崎大学 東 智弘

この度は執筆の機会を賜り厚く御礼申し上げます。私は 2021 年 8 月 20 日発行の CanApple ニュースレター (第 198 回) に寄稿して以来となります。私は 2021 年 10 月まで、東京大学大学院工学系研究科の高鍋和広教授のもとで特任助教として光触媒・光電極の研究開発をおこなっていました。2021 年 11 月より宮崎大学研究・産学地域連携推進機構テニユアトラック推進室のテニユアトラック助教として所属し、大学から独立した研究スペースをいただいて研究活動を進めております。舞台を宮崎に移してからも、光電気化学 (photoelectrochemical: PEC) 水分解をメインテーマに研究を進めています。

宮崎大学に着任した当初は、超純水製造装置と実験機、そして薬品類の購入と登録から全てが始まりました。全て自らの手で行いましたので、研究室の立ち上げはこうも大変なのかと、とても貴重な経験をしました。その後、堂免一成先生 (東京大学特別教授・信州大学特別特任教授)、高鍋和広先生、嶺岸耕先生 (東京大学准教授) から、研究に必要な装置類をいくつか譲っていただけました。また、吉野賢二先生 (宮崎大学教授) からは、研究に必要な分析装置類を共同利用という形で自由に使わせていただいております。おかげ様で、材料の作製から光応答解析までの一通りの実験を実施できるようになりました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

最近の研究成果として、窒化タンタル (Ta_3N_5) 光電極の半導体特性と PEC 水分解速度の関係を明らかにしました^[1,2]。 Ta_3N_5 薄膜を石英絶縁基板上に成膜することで、 Ta_3N_5 薄膜自身の本質的な半導体特性を評価できます。 Ta_3N_5 と裏面金属との接合が生み出す特殊な電子構造の寄与を限

りなく無視することができるためです。石英基板上に作製した Ta_3N_5 薄膜 ($\text{Ta}_3\text{N}_5/\text{quartz}$) の電気特性と疑似太陽光 (AM 1.5G) 照射下で生成する光電流値の関係を図 1 に示します^[2]。 $\text{Ta}_3\text{N}_5/\text{quartz}$ を作製する際の窒化温度によって、 Ta_3N_5 薄膜のバルク抵抗率 (ρ) は大きく変化しました。 Ta_3N_5 薄膜のバルク抵抗率が低下するにつれて、疑似太陽光照射下の 1.23 V vs. 可逆水素電極 (V_{RHE}) で生成される光電流値が増加しました。Hall 効果測定の結果から、バルク抵抗率の減少に伴う光電流値の増加は、 Ta_3N_5 薄膜のキャリア濃度の減少と易動度の増加に由来すると結論付けることができました^[2]。

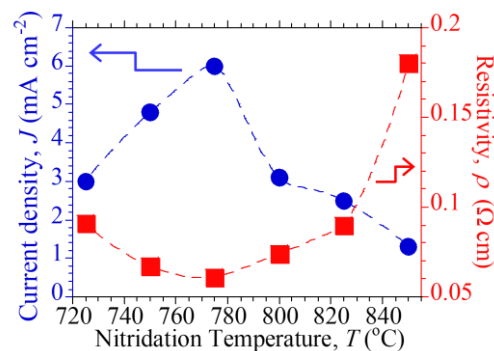


図 1. 窒化温度に対する $\text{Ta}_3\text{N}_5/\text{quartz}$ の光電流値 ($J @ 1.23 V_{\text{RHE}}$) と抵抗率の関係。

目下の課題として、薄膜のみならず、光触媒微粒子の半導体特性と PEC 水分解速度の相関の解明に取り組んでおり、微粒子型光電極を用いた PEC 交流インピーダンス法による解析を進めています^[3]。今後、半導体特性と固液界面での電気化学特性の相関を明らかにし、より高効率な PEC 水分解システムの確立を目指します。

[1] T. Higashi et al., *Energy Environ. Sci.* **2022**, *15*, 4761-4775.

[2] T. Higashi et al., *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2023**, *25*, 20737-20748.

[3] T. Higashi et al., *ChemPhotoChem* **2023**, *7*, e202300153 (9 pages).