

# TiO<sub>2</sub> ナノ粒子生成中の誘導熱プラズマトーチ内における原料粉体蒸発および TiO 分子生成過程に対する考察

## Feedstock evaporation and TiO molecule generation process

### in the Induction Thermal Plasma torch during TiO<sub>2</sub> nanopowder synthesis

金沢大院自然<sup>1</sup>, 日清製粉グループ本社<sup>2</sup>

○児玉直人<sup>1</sup>, 北健太郎<sup>1</sup>, 田中康規<sup>1</sup>, 上杉喜彦<sup>1</sup>, 石島達夫<sup>1</sup>, 渡邊周<sup>2</sup>, 中村圭太郎<sup>2</sup>

Kanazawa Univ.<sup>1</sup>, Nisshin Seifun Group Inc.<sup>2</sup>

○N.Kodama<sup>1</sup>, K.Kita<sup>1</sup>, Y.Tanaka<sup>1</sup>, Y.Uesugi<sup>1</sup>, T.Ishijima<sup>1</sup>, S.Watanabe<sup>2</sup>, K.Nakamura<sup>2</sup>

E-mail: [n\\_kodama@ec.t.kanazawa-u.ac.jp](mailto:n_kodama@ec.t.kanazawa-u.ac.jp), [tanaka@ec.t.kanazawa-u.ac.jp](mailto:tanaka@ec.t.kanazawa-u.ac.jp)

現在, TiO<sub>2</sub> ナノ粒子は光触媒材料, 色素増感型太陽電池材料および顔料などに用いられている. また, 金属ドーパ TiO<sub>2</sub> ナノ粒子は, 可視光応答型光触媒材料や外用剤材料としての期待が高まっている [1]. 筆者らはこれまでに, パルス変調型誘導熱プラズマ (PMITP) に, 熱プラズマの変調に同期して大量の原料を間歇的に供給し, さらにクエンチングガスを導入する手法を考案した. これにより, 粒径が制御された Al-doped TiO<sub>2</sub> ナノ粒子を, 約 400 g/h という高い生成効率で生成可能であることを見出している [2]. 本報告では, 原料間歇導入の周期を意図的に長くすることで, トーチ内における Ti 原料の蒸発および TiO 分子の生成過程を, 二次元分光観測から検討した.

実験条件を以下のように設定した. 誘導熱プラズマの生成条件は過去に報告した通りである [2]. ただし, コイル電流の変調は行わず, クエンチングガスは未供給とした. Ti 原料の供給率は 4-7 g/min 程度とした. トーチ上部に設置した原料供給用電磁バルブを周期的に, 6 ms 開き, 続いて 24 ms 閉じた. バルブを 24 ms と長く閉じることで, 単発的な原料投入を実現した. このときの熱プラズマトーチからの発光を観測した. 熱プラズマからの発光を, ビームスプリッターで二つに分け, それぞれを画像分光器(分光系 A, B)および高速度ビデオカメラを用いて 2 波長の分光画像を同時に測定した. 分光系 A で Ti I (453.32 nm) を, 分光系 B で TiO (621 nm) に対する分光観測を行った. 高速度ビデオカメラの撮影速度は 3000 fps とした.

図 1 に, トーチ中心軸上コイル終端下 10 mm におけ

る Ti I および TiO の放射強度変化を示す. 同図における Ti I 放射強度変化から, 電磁バルブが開放信号を受けてから原料がトーチ内に供給され, 蒸発するまでに 7-8 ms 程度の時間を要していることがわかる. 同タイミングで TiO 分子も生成されている. さらに原料供給終了後 ( $t = 14$  ms -) においても強い Ti I 放射強度が検出されている. このことから, Ti 原子がトーチ内で 8 ms 程度滞留していることがわかる. このタイミングでトーチ内の温度を急激に低下させることで効率的に TiO 分子を生成させることが期待できる.

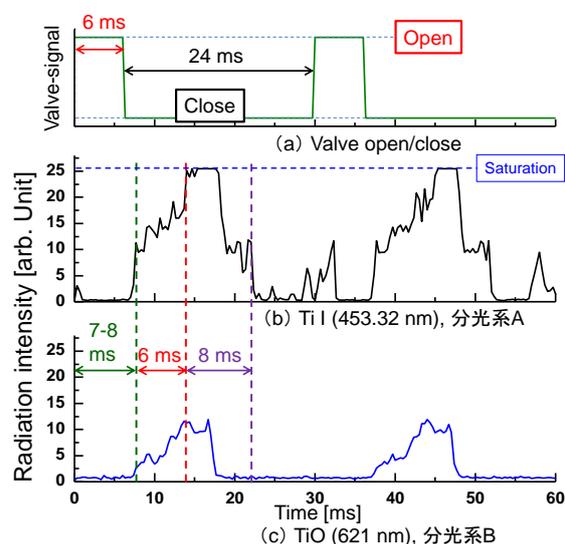


図 1. コイル下 10 mm における放射強度の時間変化

#### 参考文献

- [1] M. Mio, *et al.*, *Chemical Eng.*, **55**, 603 (2010)  
 [2] N. Kodama, *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **47**, 195304 (2014)