

## 原料同期間歇供給および変調誘導熱プラズマを用いた Al-doped TiO<sub>2</sub> ナノ粒子大量合成時における粒子の評価

### Evaluation for Particles in a Large Amount Synthesis of Al-doped TiO<sub>2</sub> Nanopowder using Pulse-Modulated Induction Thermal Plasma with Synchronized Intermittent Powder Feeding

金沢大院電子情報<sup>1</sup>, 日清製粉グループ本社<sup>2</sup>

○児玉直人<sup>1</sup>, 郭章萱<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>, W.Guo<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: [me131027@ec.t.kanazawa-u.ac.jp](mailto:me131027@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. これに金属をドープした Metal-doped TiO<sub>2</sub> ナノ粒子は TiO<sub>2</sub> ナノ粒子と比較してエネルギーバンドギャップが狭くなることから可視光領域下での光触媒材料として期待されている. さらに Al-doped TiO<sub>2</sub> ナノ粒子は軟膏材料として混成することで, アトピー性皮膚炎などの皮膚炎治療薬として有効なことが報告されている[1]. 筆者らはこれまでにパルス変調誘導熱プラズマ(PMITP)を用いたナノ粒子生成に関する研究を行っている[2]. PMITP を用いたナノ粒子生成において, 変調に同期して Ti, Al 原料を間歇的に大量投入することで大量の Ti, Al 蒸気を発生させ, さらにそれにクエンチングガス(QG)を導入する手法で, Al-doped TiO<sub>2</sub> ナノ粒子を大量生成可能なことを見出している. 本報告では, FE-SEM, TEM/EDX, XRD および XPS を用い, この手法により生成した Al-doped TiO<sub>2</sub> ナノ粒子の元素組成や結晶構造を評価した.

実験条件として以下の様に設定した. プラズマへの平均入力電力を 20 kW 一定とした. シースガスには Ar+O<sub>2</sub> を用い, 総流量 100 slpm, 流量組成 90%Ar+10%O<sub>2</sub> とした. 原料のキャリアガスとして Ar を 4 slpm 供給し, QG には Ar を 50 slpm 供給した. 原料は, Ti と Al を 95wt.%Ti+5wt.%Al の割合で混合した粉体である. 原料の供給量を 12 g/min とし, 変調信号に同期して間歇的に熱プラズマに供給した. 変調時におけるコイル電流の変調周期を 15 ms, 変調条件を 80%SCL-80%DF とした.

生成粒子の FE-SEM 画像から粒子を 200 個ランダムに測長することで平均粒径を計算した. その結果平均粒径は約 70 nm, 標準偏差は約 30 nm であった. XRD 結果において Rutile 型および Anatase 型 TiO<sub>2</sub> のピークが見られ, 一方で Al および Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のピークは見られなかった. 図 1 に, TEM/EDX による生成粒子の元素マッピング結果を示す. 同図(b), (c)および(d)を比較すると, Ti(および O)とほぼ同位置に Al が検出されていることがわかる. また, XPS 結果において Al2p および Al2s の強度が検出された. 以上のことから粒子表面および内部において Al がドープした TiO<sub>2</sub> が生成されていると考えられる.

[1] M. Mio, *et al.*, *Chemical Eng.*, **55**, 603 (2010)

[2] Y. Tanaka, *et al.*, *J. Phys. Conf. Ser.*, **406**, 012001 (2012)

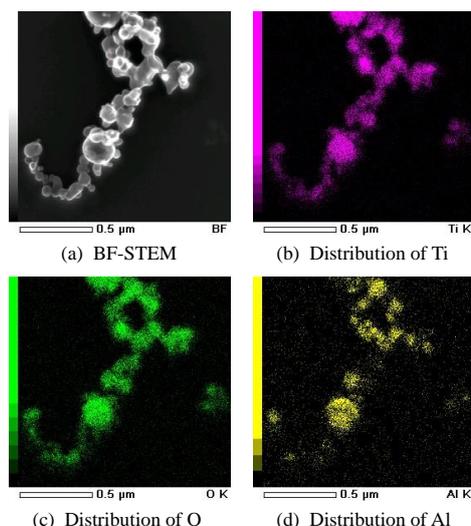


Fig1. TEM/EDX mapping image of Ti, O and Al respectively.