TiO₂ナノ粒子生成中の ICTP トーチ内における Ti 励起温度二次元分布

The two-dimensional distribution of Ti excitation temperature

in the ICTP torch during TiO₂ nanopowder synthesis.

金沢大院自然¹,日清製粉グループ本社²

^o兒玉直人¹, 北健太郎¹, 石坂洋輔¹, 田中康規¹, 上杉喜彦¹, 石島達夫¹, 末安志織², 中村圭太郎² Kanazawa Univ.¹, Nisshin Seifun Group Inc.²

[°]N. Kodama¹, K. Kita¹, Y. Ishisaka¹, Y. Tanaka¹, Y. Uesugi¹, T. Ishijima¹, S. Sueyasu², K. Nakamura² E-mail: n_kodama@stu.kanazawa-u.ac.jp, tanaka@ec.t.kanazawa-u.ac.jp

誘導熱プラズマ(ICTP)を用いたナノ粒子(NPs) 生成の制御において、トーチ内における原料の蒸 発過程や粒子の生成・成長過程の理解は非常に重 要である.筆者らはこれまでに、ICTPを用いた TiO₂ NPs 生成時に画像分光器および高速度ビデ オカメラを用いて、原料蒸発蒸気 Ti および TiO₂ の前駆体分子 TiO の二次元放射強度分布が観測 可能であることを見出している[1].本報告では、 TiO₂ NPs 生成中における ICTP トーチ部の二次元 分光観測結果から、Ti 励起温度二次元分布とその 時間変化の検討結果を報告する.

ICTP の生成条件は、過去に報告した通りであ る[1].本実験におけるコイル電流の基本周波数 は 304 kHz である.トーチ上部に設置された電磁 バルブを周期的に開閉することで、トーチ内に Ti 粉体原料を間歇的に投入した.電磁バルブの開 閉信号の周期は 30 ms であり、開時間を 8 ms と した.バルブの開時間に対して閉時間を +分に長 くとることで、単発的な原料供給を実現した.こ のときの ICTP トーチからの放射光を、二次元分 光観測系を用いて画像分光観測した.観測領域を コイル終端下の領域とした.二本の Ti の原子ス ペクトルとして、波長 453.32 nm(4s-4p) および 521.04 nm(4s²-4s4p)を観測した.高速度ビデオカ メラの撮影速度を、3000 fps とした.

Fig. 1(a)および(b)は、それぞれ Ti I(453.32 nm) および Ti I(521.04 nm)の二次元放射強度分布で ある. 同図(a)および(b)から、同様の空間範囲で 放射強度分布が得られている. 一方で、両者の 放射強度の強さが明確に異なっている.(a)およ び(b)のスペクトルに対して二線強度比較法を用 いることで Ti 励起温度分布を計算した.Fig.1(c) は,Ti 励起温度分布の計算結果である.温度 2.5 kK 以下の領域は,Ti I 放射強度が低く計算が行 えないため,そこを黒で示した.径方向位置約0 mm が原料供給用プローブ直下(トーチ中心軸)で ある.同図から,トーチ中心軸上は温度が約3-4 kK であり,その周囲の領域は4-7 kK 程度である. これは,原料の蒸発が生じることと,温度が低 いキャリアガスが導入されておりトーチ中心軸 近傍の温度が著しく低下したためと考えられる. 参考文献

 [1] N. Kodama, et. al., ICRP-9/GEC-68/ SPP-33, FT4.00004 (2015)



Fig. 1 Two-dimensional distribution of radiation intensities of the observed Ti I spectral lines and the calculated Ti excitation temperature.