

# K13

## サブミクロン液滴の荷電とナノ粒子合成への応用

(阪府大工) ○ (学) 足立菜摘\*, (正) 足立元明

### 1. 緒言

ドライプロセスにおいてナノ粒子の沈着配列を精度良く行うために多価帶電ナノ粒子の気相合成法の開発が求められている。我々は、ナノ粒子の原料となる金属塩を含んだ溶液を噴霧して発生したミストに多価荷電を持たせ、反応管内で蒸発反応させることで、多価帶電ナノ粒子を合成する手法（帶電ミスト熱分解法）を発案した。

本研究では、帶電ミスト熱分解法の主要技術であるミストの荷電装置を試作し、その評価を理論と実験の両面より行った。

### 2. 混合型ミスト荷電装置

開発した荷電装置はイオン発生器 HC ionizer<sup>1)</sup>とイオンとミストを混合する荷電容器よりなる。HC ionizer で発生された高濃度イオン ( $\sim 10^{16} \text{ m}^{-3}$ ) は気流により荷電容器に運ばれ、ミストを含む気流と混合されて、容器内で拡散荷電によりミスト粒子を荷電する。

### 3. 理論

混合容器内を完全混合と仮定し、イオンおよびミストの静電拡散を考慮して、ミストの帶電数およびイオン濃度の変化を計算した。基礎式を Eqs.(1)～(3)に示す<sup>2)</sup>。

#### 正または負イオン濃度変化

$$\frac{dN^\pm(t)}{dt} = -\sum_{|p|=0}^{+\infty} \eta_p^\pm n_p N^\pm(t) + [N_{in}^\pm - N^\pm]/t_R - \frac{Z_{ion} e}{\epsilon_0} N^\pm(t) \left[ N^\pm(t) + \sum_{|p|=0}^{+\infty} |p| n_p(t) \right] \quad (1)$$

#### 無帶電粒子濃度変化

$$\frac{dn_0(t)}{dt} = -\eta_0^\pm n_0(t) N^\pm(t) + [n_{0in} - n_0]/t_R \quad (2)$$

#### p 値帶電粒子濃度変化

$$\frac{dn_p(t)}{dt} = \eta_{p\mp 1}^\pm n_{p\mp 1}(t) N^\pm(t) - \eta_p^\pm n_p(t) N^\pm(t) - n_p/t_R - \frac{Z_p e}{\epsilon_0} n_p(t) \left[ N^\pm(t) + \sum_{|p|=0}^{+\infty} |p| n_p(t) \right] \quad (3)$$

ここで、 $\eta_p$  はイオンと粒子の結合係数、 $Z_{ion}$  と  $Z_p$  はイオンおよび  $p$  電荷を持つミストの電気移動度、 $t_R$  は荷電容器内でのミストの滞留時間である。

### 4. 実験方法

ミストは加圧式噴霧器 MODEL T-A01 (司測研) を用いて発生させた。またミストの帶電数およびイオン濃度は、荷電装置出口に配置した Ag メッシュで、ミストおよびイオンを捕集しその電流値  $I$  を測定した。

ミストの平均帶電数  $p$  は次式より算出した。

$$I = p \eta_p e Q + I_{Air} \quad (4)$$

ここで、 $e$  は電気素量、 $Q$  は流量、 $n_p$  はミスト個数濃度、 $I_{ion}$  はミストを入れないときのイオンだけの電流値。

また、ミスト個数濃度  $n_p$  は Observation cell を用いて、ミスト径は光散乱式自動粒子計数機 KC-22B (リオン株式会社) を用いて測定した。

### 5. 実験結果

測定されたミスト径は  $0.14 \mu\text{m}$  (個数平均径)、ミスト個数濃度は  $5.42 \times 10^{11}$  個/ $\text{m}^3$  であった。HC ionizer の放電電圧を  $6\sim 11 \text{ kV}$  と変えたときの電流値を Fig. 2 に示す。荷電装置にミストを導入したときの電流値 ( $\blacktriangle$ ) が、導入しなかったときのイオン電流値  $I_{ion}$  ( $\times$ ) に比べて、1.1~1.2 倍高くなっている。このことから、ミストが帶電したことがわかる。

Figure 3 に、Eq.(4) より求めたミストの平均帶電数 ( $\blacklozenge$ ) と Eq.(1)～(3) を数値的に解いて求めた理論結果 (実線) を示す。実験結果は、ミストの帶電数が 20~30 であることを示した。一方、理論で求めた帶電数は 7~10 程度であり、実験結果の  $1/3$  の値となつた。この原因の一つとして、ミスト濃度および電流値の測定精度が考えられる。

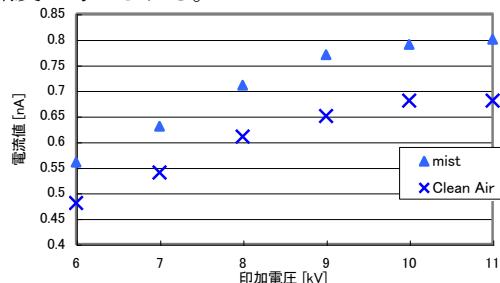


Fig. 2 電流値の測定結果

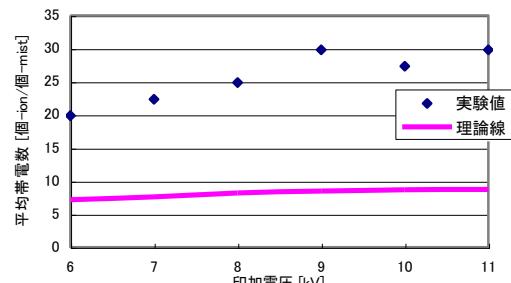


Fig. 3 ミストの帶電量

### 引用文献

- 1) S.Kimoto el.al , Abst.. AAC09,P.85(2009)
- 2) 溝田樹容子(2008). 大阪府立大学大学院 修士論文