

エレクトロスプレー応用技術： ナノ材料合成技術への展開

Electrospray Technology : Development of Nano-material Synthesis

脇坂 昭弘

キーワード：エレクトロスプレー、反応場、ナノ材料、高分子合成、フェムトリアクター

Keywords : Electrospray, Reaction field, Nano-material, Polymer synthesis, Femto reactor

1. はじめに

エレクトロスプレー法は、強電場中に液体を導入することによって液体を帯電した極微小液滴に断片化し、電場の方向に沿って極微小液滴を移動させる技術である。この極微小液滴を反応場として利用することができれば、二液混合速度や温度制御速度を極限まで高めることができるため選択性の高い反応場を形成することができる。正一負帯電液滴を静電場中で衝突混合する技術、エレクトロスプレーを液中で制御する技術を開発したことにより、様々な化学反応を極微小液滴で制御することが可能になった。本稿では、極微小液滴反応場の制御法とそのナノ材料合成等への応用例について紹介する。

2. 極微小液滴反応場（フェムトリアクター[®]）の制御法

エレクトロスプレー法で生成する極微小液滴の体積はフェムトリットル (10^{-15} L) レベル（直径は数 μm ）となることから、この極微小液滴を反応場とする技術をフェムトリアクターと呼んでいる。ここではフェムトリアクターの基盤技術となる気中エレクトロスプレーと液中

エレクトロスプレーについて述べ、金属ナノ粒子合成への応用、及び量産化への展開について紹介する。

2.1 気中エレクトロスプレー

気中でのエレクトロスプレーは、図1 (a) のように、送液ノズルと対向電極間に高電場を形成して、液体試料を送液ノズルから高電場中に導入することによって発生する。電場が最も集中するノズル先端に液体が導入されると、液体の一部がイオン化されて電荷が形成され、静電力によって対向電極方向に液体が引っ張られるため、テーラーコーンと呼ばれる円錐形の液柱が生じる。テーラーコーンの先端で電荷どうしの反発が液体の表面張力よりも大きくなると、帯電した直径数マイクロメートル程度の液滴に断片化され、電場に沿って送液ノズルから対向電極に向かって移動するエレクトロスプレー現象が起こる。図1 (a) のようにノズルに正の電位を印加したときは正電荷の極微小液滴が形成され、ノズルに負の電位を印加したときは負電荷の極微小液滴が形成される。

図1 (b) のように正電位と負電位を印加したノズルを対向させることにより、正・負に帯電した極微小液滴をノズル間のラクビーボール状電場内で衝突・混合させることができる。これによりフェムトリットルスケールで二液の混合が可能な反応場を形成することができる。

2018年5月25日受付

WAKISAKA Akihiro

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 環境管理研究部門 反応場設計研究グループ