ECR イオン源における誘導加熱蒸発源を用いた 鉄内包フラーレン気相合成基礎実験

Vapor phase synthesis of iron-endohedral fullerene by using induction heating

evaporator in electron cyclotron resonance ion source 阪大院工¹,東洋大²,量研機構放医研³⁰萩野尚吾¹,大塚拓郎¹,渡辺拓人¹,津田悠登¹, 内田貴司²,村松正幸³,北川敦志³,吉田善一²,加藤裕史¹

Osaka Univ.¹, Toyo Univ.², NIRS³, ^oS. Hagino¹, T. Otsuka¹, T. Watanabe¹, Y. Tsuda¹,

T. Uchida¹, M. Muramatsu³, A. Kitagawa³, Y. Yoshida², and Y. Kato¹

E-mail: hagino@nf.eie.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】我々の研究グループでは多種多様なイオン種を1 台で生成可能なユニバーサルソースの 実現をめざし、タンデム型 ECR イオン源の構築を行ってきた. タンデム型 ECR イオン源はそれぞれ独 立したパラメータでプラズマの生成が可能であり、生成したイオン種を独立に引き出すことが可能で ある[1]. 現在は、ユニバーサルソース実現の一環として、安全で造影能が高い MRI の造影剤に利用が 期待される鉄内包フラーレンの気相合成に取り組んでいる. 鉄内包フラーレンの合成では、第2ステー ジ単体で鉄とフラーレンプラズマを混合して合成を行う方法と、第1 ステージで生成した鉄イオンを 第2 ステージのフラーレンプラズマにエネルギー制御して導入させることにより効率的に合成を行う 2 種類の方法を想定している. 不純物混入を防ぐため、固体の純鉄材料を加熱しており、以前開発した 誘導加熱蒸発源を用いた[2]. 本稿では第2 ステージのみを用い、ミラー磁場の外側に誘導加熱蒸発源 を設置して行った鉄内包フラーレンの気相合成基礎実験について報告する.

【実験方法】Fig.1 に ECR イオン源の全景と実験条件を示す.フラーレン試料には C₆₀を使用し,マイクロ波源は低パワーで制御可能な無線機を用いる.C₆₀加熱用のるつぼはイオン源の側面より導入しており,現在までにフラーレンイオン生成およびイオンビーム引き出しに成功している[3].鉄及びフラーレン試料は蒸発源で加熱し,純度の高い蒸気をイオン源に導入する.次に,ミラーコイル A,B と 8 極磁石により最小磁場配位をとり,無線機から 2.4GHz のマイクロ波を装置内に導入することで,鉄とフラーレンの混合プラズマを生成する.生成したイオンは加速電圧 1kV で引き出すことができ,分析磁石とスリットを通過して質量/荷電分離し,ファラデーカップにより価数分布計測を行う.

【実験結果】Fig.2 に鉄とフラーレンの蒸気を導入した際に得られた価数分布を示す. 実験では最初に Fe⁺のスペクトルを確認した後, C₆₀⁺の電流値が最大になるようにコイル電流やマイクロ波パワー,引き 出し,輸送系を最適化し, C₆₀⁺より高 m/q のビーム電流を調べた. 同図の右上は縦軸を 40 倍拡大したも ので, FeC₆₀⁺ に相当する位置にピークを確認した.本講演ではさらにフラーレンと鉄の温度を上昇させ た場合の価数分布の変化などについて詳細に発表する予定である.



Fig.1 実験装置全景と実験条件

[1]Y. Kato, *et. al*, Rev. Sci. Instrum, **87**, 02A711 (2016) [2]武仲朋也,他 第72回秋季応用物理学会学術講演会(2011年) 30-a-A-3 [3]T. Nagaya, *et. al*, Rev. Sci. Instrum, **87**, 02A723(2016)

Fig.2 FeC₆₀を観測した価数分布