鉄とフラーレンのイオンが共存する ECR プラズマの生成と経緯/装置改良

Coexistence of Fullerene and Iron Ions in ECRIS and Device Improvements

阪大院工，°加藤裕史，大西広司，濱田滉太，竹田樹人，奥村一起，大森貴之
Osaka Univ., °Y. Kato, K. Onishi, K. Hamada, T. Takeda, K. Okumura, and T. Omori
E-mail: kato@eei.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】電子サイクロトロン共鳴(Electron Cyclotron Resonance: ECR)を利用したイオン源(ECRIS)は近年益々利用分野が広がっている．加速器科学，重粒子線がん治療，そして宇宙推進など多岐にわたる分野である．また，バイオナノマテリアル領域への適用として原子内包フラーレン生成が注目を集めている．本研究グループではこれまでにフラーレン多価イオンビーム生成[1]や窒素内包の可能性があるイオンビーム生成に成功している.[2] 現在，高感度な造影剤として期待できる鉄内包フラーレンの合成を目指している．従来，同様な装置での実験によれば，鉄とフラーレンのイオンが共存する ECR プラズマの生成は難しかった.[3,4] 即ち，通常の多価イオン利用の高パワーマイクロ波の加速器モードでは鉄イオン生成できるがフラーレンは殆ど解離してしまい，逆にはフラーレンイオンの生成に適する低パワーマイクロ波モードでは鉄イオンの生成が難しかった．そこで，鉄―フラーレンイオンが共存する ECR プラズマの実験条件を探ることから始め，今回はこれがある程度可能になったことについて報告する．

【実験方法】阪大タンデム型 ECRIS[5]の第２ステージを用いて実験を行った．ECR プラズマは，大型ミラーコイル A，B と補助コイル C，および八極磁石で作る磁場と，低パワー(≤数 W)で制御可能な無線機から 2.40-2.45GHz のマイクロ波を導入することで生成する．引き出し電極に通常は 10kV，フラーレンイオンの場合は 1kV を印加してイオンビームを引き出し，分析磁石で質量／電荷分離を行った後ファラデーカップで捕集してイオンビーム価数分布(Charge state distribution: CSD)を取得する．本装置の軸方向には鉄の蒸気を得るための誘導加熱(IH)蒸発源，径方向にはフラーレン蒸気を得るための蒸発源を設置した．動作ガスは主に Ar である．

【実験結果】フラーレン蒸気導入準備をして，鉄 IH 蒸発源を立ち上げて，Fe^+ イオンビームのスペクトルを確認した後に，フラーレン蒸発源を立ち上げて鉄イオンビームスペクトルを確認しながら，徐々にフラーレンイオンビームの最適条件に近づけていく．鉄とフラーレンイオンが共存する代表的な実験条件での引き出したイオン電流の CSD を Fig.1 に示す．詳しい実験条件等については本講演で報告予定である．

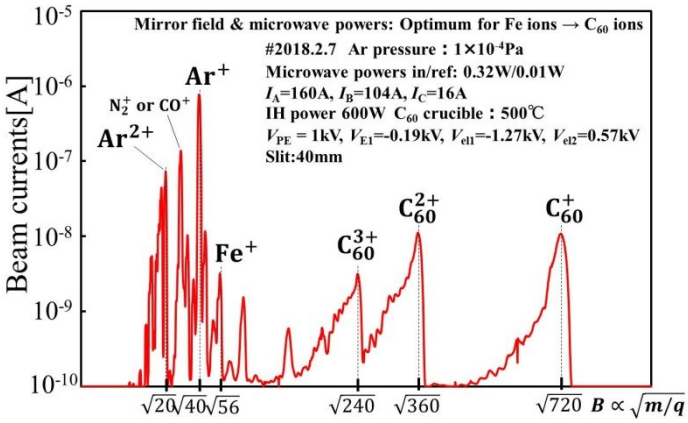

Fig.1 代表的な引き出しビーム電流の価数分布(CSD)

【経緯/装置改良】2018(H30)年 6 月 18 日 AM7:58 大阪北部を震源とする M6.1 の地震が発生し，本研究室の装置は甚大な被害を受け大破した．数名研究室に在席していたものの幸い人的被害がなく，また，本 ECRIS のコンクリートベースとレール等の基礎はダメージや位置変動を免れたために，復旧可能と考え，単なる復旧に留まらず装置改良の好機と捉えて，現在そのために準備中である．これらの経緯説明を行い，引き続く発表等でそれぞれの観点での改良点及び予備実験，並びに初期実験等について報告する予定である．事例紹介として今後の参考に資するとともにご意見等を賜れば幸甚に存ずる．

[1]T. Nagaya, *et.al*, Rev. Sci. Instrum. **87**, 02A723-1-3(2016).
[2]Y. Kato, *et.al*, AIP Conf. Proc. **2011**, 020005(2018).
[3]S. Biri, *et.al*, Rev. Sci. Instrum.**73**, 881-883(2002); S. Abe, *et.al*, J. J. Appl. Phys. 45, 8340-8343 (2006).
[4]H. Minezaki, *et.al*, AIP Conf. Proc. **1321**, pp.480–483(2010); T. Uchida, *et.al*, Rev. Sci. Instrum. **85**, 02C317-1-3 (2014)
[5] Y. Kato, *et.al*, Rev. Sci. Instrum. **85**, 02A950-1-3(2014).

© 2019年 応用物理学会