

ECR イオン源におけるフラレン多価イオンビーム生成と同定

Production and identification of multiply charged fullerene ion beam in ECR ion source

阪大院工¹, 東洋大², 量研機構放医研³ ○津田悠登¹, 大塚拓郎¹, 萩野尚吾¹, 渡辺拓人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, ○Y. Tsuda¹, T. Otsuka¹, S. Hagino¹, T. Watanabe¹,

T. Uchida², M. Muramatsu³, A. Kitagawa³, Y. Yoshida², Y. Kato¹

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

【はじめに】電子サイクロトロン共鳴(Electron Cyclotron Resonance :ECR)イオン源は医学分野, バイオナノマテリアルなど様々な領域で応用されている. 近年バイオナノマテリアル領域に於いて, ECR イオン源を用いて生成される高感度な造影剤として期待されている鉄内包フラレンの生成が注目されている. 本グループではフラレンビームを生成し, フラレンイオン及び多価イオンの生成を確認している[1]. しかし, フラレン多価イオンは解離スペクトルと重複するため単純に同定することができない. そこで, フラレン多価イオンで解離フラレンイオンスペクトルと重複のないものを同定することによりフラレンの多価イオンの生成の確認を行った.

【実験方法】フラレン蒸発用のるつぼは ECR イオン源側面より導入し, マイクロ波源には低パワーで制御可能な無線機を用いる. ECR によりプラズマを生成し, 軸上に設置された引出電極よりイオンビームを引き出す. 分析磁石にて質量電荷分離を行ったビームをスリットにより分解能を制御し, ビームライン後端のファラデーカップにて計測する. これによりイオンビームの電流値を測定し, 引き出したイオン電流の価数分布(Charge State Distribution :CSD)を得る. Table.1 の上表はフラレン多価イオン及び解離フラレンイオンの質量/価数(m/q)を表し, 下表は m/q を炭素の質量数 12 で割った数値である. 割り切れる場合は, フラレン多価イオンスペクトルが解離スペクトルと重複することを示す. これより C_{58}^{3+} , C_{56}^{3+} などの多価イオンは 1 価の解離フラレンのスペクトルと重複せず, これらの同定を行うことにより多価イオンの生成を確認できる. 同定の基準としては既知のスペクトルである N^+ , CO_2^+ , N_2^+ 等を用いる. 基準となるスペクトルの組み合わせを変更することにより, クロスチェックを行う. 基準スペクトルから求められる解離スペクトルの CSD 上の m/q の位置と, 実際に測定したピーク位置とのずれを誤差として求める.

【実験結果】代表的な引出イオンビーム電流の CSD を Fig.1 上図に示す. 下図はフラレン 3 価付近のスペクトルを拡大し, 基準から求められる 3 価の解離フラレンのスペクトル位置及び, 測定したピーク位置と誤差を表している. C_{58}^{3+} , C_{56}^{3+} などの 3 価の解離フラレンイオンのスペクトルのピークと, そのスペクトルの半値幅が C_{19}^+ , C_{17}^+ などの 1 価の解離フラレンイオンのスペクトルと完全に分離されているため, C_{58}^{3+} , C_{56}^{3+} が同定され, これよりフラレン多価イオンの生成が確認された. また, プローブ測定により, 電子密度, 電子温度を測定し, 得られた値に基づいてフラレンの解離及び多価イオンの存在比の妥当性を考察した結果も報告予定である.

[1] 長家知生, 他 第 63 回応用物理学会春季学術講演会(2016)

Table.1 質量価数比及び 12 で割った数値

q	m/q						
	C_{60}^{q+}	C_{58}^{q+}	C_{56}^{q+}	C_{54}^{q+}	C_{52}^{q+}	C_{50}^{q+}	C_{48}^{q+}
1	720	696	672	648	624	600	576
2	360	348	336	324	312	300	288
3	240	232	224	216	208	200	192
4	180	174	168	162	156	150	144
5	144	139.2	134.4	129.6	124.8	120	115.2

q	上記の m/q を 12 で割った数値						
	C_{60}^{q+}	C_{58}^{q+}	C_{56}^{q+}	C_{54}^{q+}	C_{52}^{q+}	C_{50}^{q+}	C_{48}^{q+}
1	60.00	58.00	56.00	54.00	52.00	50.00	48.00
2	30.00	29.00	28.00	27.00	26.00	25.00	24.00
3	20.00	19.33	18.67	18.00	17.33	16.67	16.00
4	15.00	14.50	14.00	13.50	13.00	12.50	12.00
5	12.00	11.60	11.20	10.80	10.40	10.00	9.60

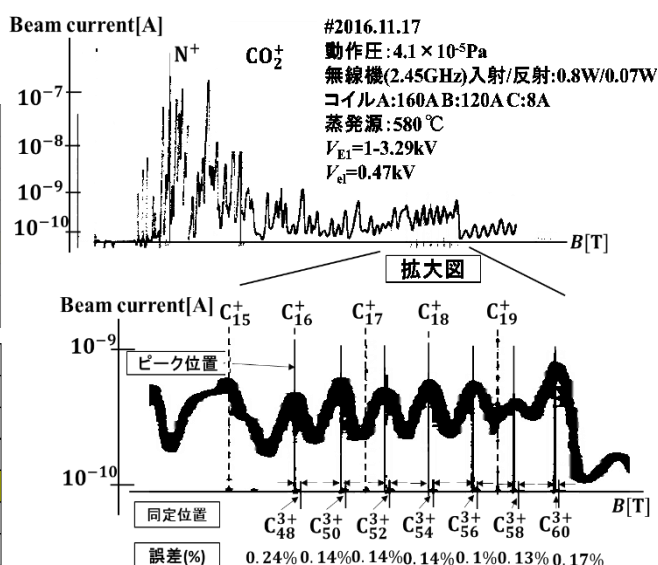


Fig.1 N^+ , CO_2^+ 基準での同定結果