

## 鉄内包フラーレンの気相合成実験におけるイオンビーム電流のスペクトル同定

Identification of Extracted Ion Current Spectrum in Synthesising Fe@C<sub>60</sub> on ECRIS

阪大院工<sup>1</sup>, 放医研<sup>2</sup>, 東洋大<sup>3</sup>, 〇大和田一誠<sup>1</sup>, 大森貴之<sup>1</sup>, 久保渉<sup>1</sup>, 針崎修平<sup>1</sup>, 佐藤滉一<sup>1</sup>,  
津田知輝<sup>1</sup>, 村松正幸<sup>2</sup>, 北川敦志<sup>2</sup>, 吉田善一<sup>3</sup>, 加藤裕史<sup>1</sup>

Osaka Univ.<sup>1</sup>, NIRS<sup>2</sup>, Toyo Univ.<sup>3</sup> 〇I. Owada<sup>1</sup>, T. Omori<sup>1</sup>, W. Kubo<sup>1</sup>, S. Harisaki<sup>1</sup>, K. Sato<sup>1</sup>,  
K. Tsuda<sup>1</sup>, M. Muramatsu<sup>2</sup>, A. Kitagawa<sup>2</sup>, Y. Yoshida<sup>3</sup>, and Y. Kato<sup>1</sup>

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

【はじめに】近年、電子サイクロトロン共鳴イオン源(Electron cyclotron resonance ion sources: ECRIS)が注目され、重粒子線がん治療や宇宙推進など、多岐にわたる分野で応用されている。本研究グループでは高感度な造影剤としての利用が期待されている、鉄内包フラーレン(Fe@C<sub>60</sub>)の気相中での合成を目指している[1]。本研究グループでは非接触で高純度の材料蒸気が取り出せる誘導加熱(Induction Heating: IH)方式での蒸発源開発が行われてきた[2]。それらを適用し、実験で得たイオンビームの質量価数分布(Charge State Distribution: CSD)の詳細な同定を行った結果を報告する。

【実験方法】今回実験を行った ECRIS の概略を Fig. 1 に示す。この ECRIS は直径 160mm、長さ 1054mm の円筒型真空容器、八極磁場を形成する 4 つの永久磁石、2 つの大型ミラーコイル A、B、および共鳴領域の制御を行う補助コイル C にて構成される。コイル A、B、C に流れる電流をそれぞれ  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  とする。真空容器の中心を原点として円筒の中心軸を z 軸、鉛直上方を y 軸ととる。IH 鉄蒸発源とフラーレンのるつぼはそれぞれ  $z=-280\text{mm}$  と  $z=175\text{mm}$  に設置されている。2.45GHz と 2.4 GHz のマイクロ波はそれぞれマグネトロンと無線機から生成され、 $z=-175$  および  $z=175\text{mm}$  の位置から導入される。z 軸上に設置されたプレートチューナーを  $z=-355\sim-215\text{mm}$  で可動させることでマイクロ波導入を最適化できる。引き出されたイオンビームは分析磁石で質量電荷比( $m/q$ )により分離でき、引き出しイオン電流の CSD を取得した。

【実験結果】代表的な CSD を Fig. 2 に示す。マイクロ波はマグネトロンを用いて 10W の正味電力でプラズマ生成し、鉄蒸発源の誘導加熱は入力電力 700W で行った。イオンビームの引き出し電圧は 2kV である。サポートガスは Ar で、Xe が残留している。C<sub>60</sub><sup>+</sup>~C<sub>60</sub><sup>3+</sup> と Fe<sup>+</sup> のスペクトルの共存が確認できる(Fig. 2(a)を参照)。Fig. 2(b)は C<sub>60</sub><sup>+</sup> の右隣のスペクトルを拡大したものであり、同定は C<sub>60</sub><sup>+</sup> と C<sub>60</sub><sup>2+</sup> を基準として行った。同定結果から右隣のスペクトルはそれぞれ N@C<sub>60</sub><sup>+</sup>, Ar@C<sub>60</sub><sup>+</sup>, Fe@C<sub>60</sub><sup>+</sup>, Xe@C<sub>56</sub><sup>+</sup>, C<sub>70</sub><sup>+</sup> に対応する質量数と考えられる。本再現性は他の 2 つのデータで確認した。これらのスペクトルについても同様に同定を行う予定である。本講演では複数のイオン種の対で同定を行った誤差の評価についても述べる予定である。今後は堆積物の飛行時間型分析や蒸発源の改良などを行う予定である。

[1] T. Uchida et al, Rev. Sci. Instrum.  
87, 02A720 (2016)

[2] 大森貴之, 他  
応物学会春季学術講演会(2020)

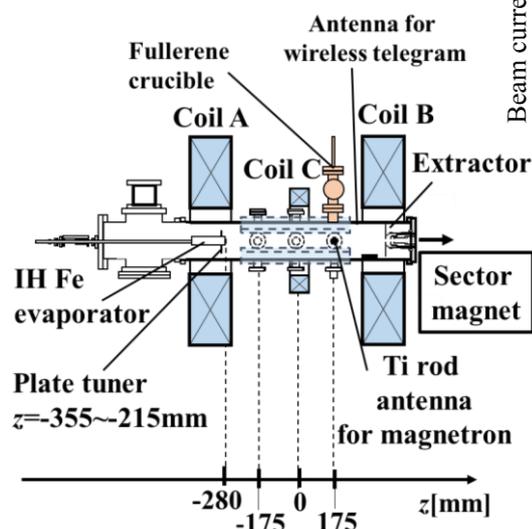


Fig. 1 実験装置図

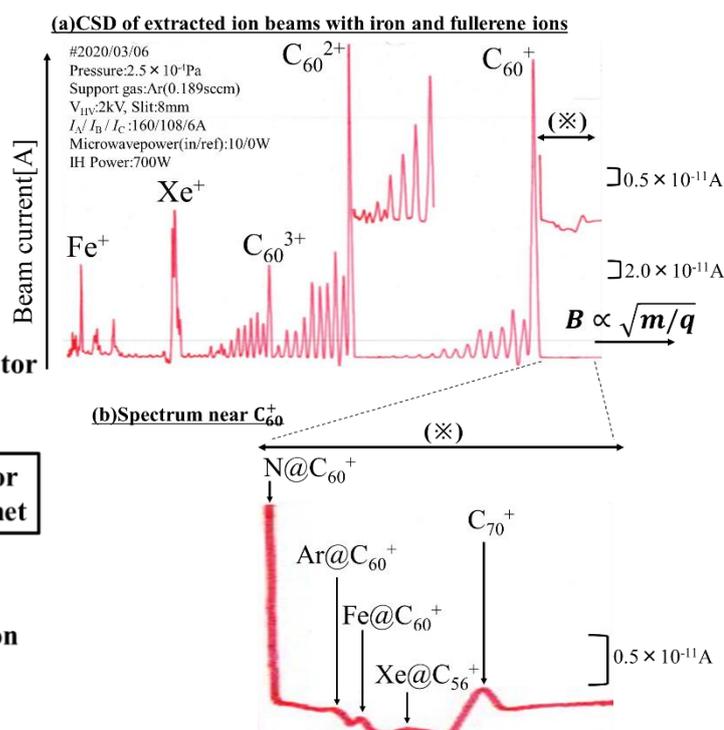


Fig. 2 鉄とフラーレン共存(a)と C<sub>60</sub><sup>+</sup>右隣(b)のスペクトル