ECR プラズマ中で合成した鉄・フラーレン複合体の TOF-SIMS 分析

TOF-SIMS analysis of iron-fullerene complexes synthesized in ECR plasma

東洋大院理工 [1]，東洋大理工 [2]，バイオ・ナノエレクトロニクス研究センター[3]，○(M2) 張 宸涵 [1]，
(M1) 木塚智基 [1]，(B) 北浦凜弥 [2]，(B) 松本愛優穂 [2]，本橋健次 [1,2,3]
Toyo Univ.，○Chenhan Zhang, Tomoki Kizuka, Rinya Kitaura, Ayuho Matsumoto, Kenji Motohashi
E-mail: s36b02110012@toyo.jp

原子内包フラーレンを合成する研究が盛んに行われている。特に強磁性金属を内包したフラーレンは，その特性からマイクロ波温熱治療や，MRI の造影剤等医療分野での応用が期待されている。[1]

本研究では電子サイクロトロン共鳴イオン源（Electron Cyclotron Resonance Ion Source：ECRIS）内で、フラーレンと鉄の複合イオンを生成することを試みた。ECRIS のマイクロ波周波数 10GHz、RF パワー 4 W、フラーレン蒸発温度 390 ℃、フェロセン昇華温度 30 ℃の条件で、フラーレン類(C_{60}^{+}～C_{34}^{+}、C_{60}^{2+}～C_{50}^{2+})、鉄イオン(Fe^{+})、鉄・フラーレン複合イオン($[Fe\text{-}C_{55}]^{+}$、$[Fe\text{-}C_{56}]^{+}$)の生成を確認した。

そして、鉄・フラーレン複合イオン($[Fe\text{-}C_{55}]^{+}$、$[Fe\text{-}C_{56}]^{+}$)を Si 単結晶基板に照射した。鉄・フラーレン複合イオン堆積量は 2.2×10^{13} cm^{-2}である。堆積後の Si 基板表面を飛行時間型二次イオン質量分析法(TOF-SIMS：Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry)により元素分析した。TOF-SIMS 分析では、50 keV の Bi_3^{2+}イオンを用いた。なお、鉄・フラーレン複合イオンビームを Si 基板に照射する前に、Ar^{+}(5 keV)を用いて Si 基板表面をクリーニング(照射時間 115 min、総電荷量 1.07×10^{-2} C)した。

Fig.1 と Fig.2 はそれぞれ質量電荷比 0-100u と 600-800u の TOF-SIMS スペクトルである。Fig. 1 に示すように、Fe^{+}のピークが明瞭に観測された。Fig. 2 に示すように、12u 刻みの周期構造を持つクラスター負イオンが多数観測された。これらは炭素数が 1 ずつ異なるフラーレン類と考えられる。正負の二次イオンの結果を比較すると、正イオンでは、低分子量側で Si と鉄のイオンがはっきり見られた。負イオンでは、高分子量側に様々な炭素クラスターが見られた。600-800u のスペクトルを拡大すると、1 u 刻みの微細構造が確認された。以上の結果より、合成された鉄・フラーレン複合粒子は $[Fe_2C_nH_x]$ (n = 50-52 , x = 0-6)，またはその鉄内包フラーレン誘導体と考えられる。

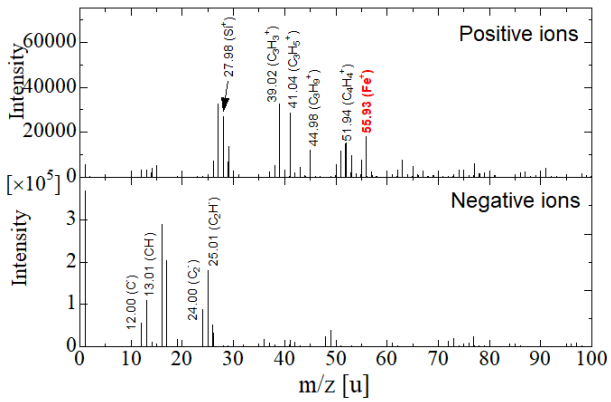

Fig. 1 TOF-SIMS spectra ranging from 0 to 100u.

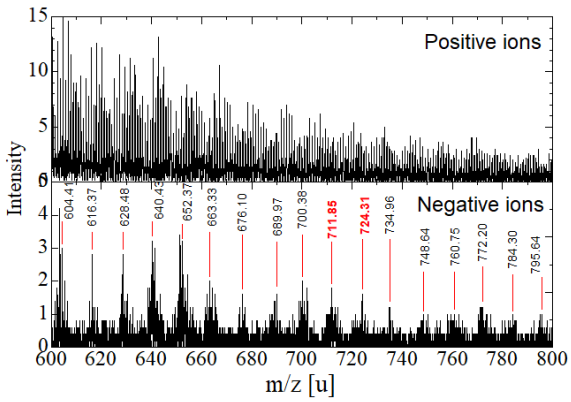

Fig.2 TOF-SIMS spectra ranging from 600 to 800u.

[1] 白石貢一, Drug Delivery System “MRI造影剤(ガドリニウムイオンを用いた陽性MRI造影剤)”, **31** 巻 2 号 (2016) 164.