

[H27-4]

## 高速 $C_{60}$ イオン照射による 2 次イオン放出個数分布

### Distribution of the number of secondary ions emitted by sub MeV $C_{60}$ ion impacts

平田浩一<sup>A)</sup>, 山田圭介<sup>B)</sup>, 千葉敦也<sup>B)</sup>, 鳴海一雅<sup>B)</sup>, 齋藤勇一<sup>B)</sup>  
K. Hirata<sup>A)</sup>, K. Yamada<sup>B)</sup>, A. Chiba<sup>B)</sup>, K. Narumi<sup>B)</sup>, Y. Saitoh<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

<sup>B)</sup> National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

#### Abstract

Distributions of the number of secondary ions emitted by a series of  $C_{60}$  ion impacts on an organic film target were obtained by analyzing experimental secondary ion counting data of a time-of-flight spectrometer with pulsed primary ion beams. We found that the distributions are well approximated by the Poisson distribution.

**Keyword:** cluster, secondary ions

#### 1. はじめに

クラスターイオンの物質への照射では、入射原子当たりの照射による効果が単原子イオン照射と異なる「クラスターイオン照射効果」が、2次粒子放出量、入射イオンの単位長さ当たりのエネルギー損失量の他、照射された材料の特性値等でも観測されている。2次イオン放出に関しては、単原子イオン照射と比べて、同一元素、同一速度のクラスターイオン照射の方が入射原子1個当たりに放出される2次イオン量が多くなることが報告されている[1]。これは、2次イオン質量分析において、クラスターイオンを1次イオンとして利用する際の有利な点の一つである。我々は、クラスター数が比較的大きく安定である  $C_{60}$  を sub-MeV~数 MeV 領域まで加速し、1次イオンとして用いた2次イオン質量分析装置を開発し[2, 3]、分析に有用な2次イオン強度が高くなること等を報告してきた。今回、 $C_{60}$  イオンを有機高分子薄膜へ照射すると高い2次イオン強度が得られることを利用して、2次イオン個数分布を評価したので、その結果について報告する[4]。

#### 2. 実験

TIARA の 400 kV イオン注入器で加速した  $C_{60}$  イオンをパルス化後、有機高分子薄膜に照射し、飛行時間型質量分析器を用いて、各入射パルス当たりに検出された2次イオン個数を測定した。また、入射イオン1インパクト当たりの平均2次イオン放出数を得るために、入射ビーム電流と2次イオン電流の測定[5]も併せて行った。

#### 3. 結果と考察

例として、図1に、0.20 MeV  $C_{60}^{2+}$  を照射した際に検出された正2次イオン個数分布の実験値(■)と、計測系の検出効率を考慮した上で、2次イオン放出個数分布が、(a)ポリア分布、(b)ポアソン分布、(c)2個のポアソン分布、に従うと仮定した場合の計算値を示す。(c)2個のポアソン分布は、1パルスに2個のイオンが存在するイベントを考慮したものである[4]。フィッティングパラメータ数が同じである(a)ポリア分布と(c)2個のポアソン分布の比較では、後

者の方が実験値をよりよく再現している。

2個のポアソン分布を用いたフィッティングにより、入射イオン1インパクト当たりの2次イオンの平均放出数とパルス中に1個、及び、2個の入射イオンが存在するイベント割合に関連したパラメータが得られ、これらの値は実験値とほぼ一致した。これは、2個のポアソン分布を仮定したフィッティングの妥当性を示し、2次イオンの放出個数分布はポアソン分布で近似できることがわかった。他の sub MeV 級  $C_{60}$  イオン (0.12 MeV  $C_{60}^+$ , 0.27 MeV  $C_{60}^{2+}$ , 0.54 MeV  $C_{60}^{2+}$ ) に関しても、同様結果が得られた[4]。

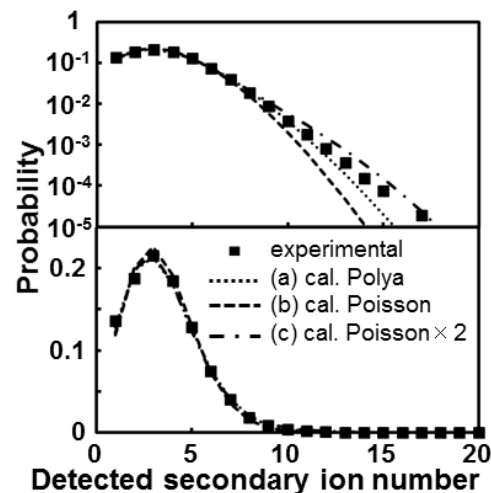


Figure 1. Probability distribution of detected secondary ion number for 0.20-MeV  $C_{60}^{2+}$  impact.

#### 参考文献

- [1] K. Hirata *et al.*, Appl. Phys. Lett., 81 (2002) 3669.
- [2] K. Hirata *et al.*, Nucl. Instr. and Meth. B 266 (2008) 2450.
- [3] K. Hirata *et al.*, Rev. Sci. Instrum., 85 (2014) 033107.
- [4] K. Hirata *et al.*, J. Chem. Phys., 145 (2016) 234311.
- [5] K. Hirata *et al.*, Appl. Phys. Lett., 85 (2005) 044105.