

# 多価イオン照射による 固体表面からの 二次粒子放出過程の研究

山田研究室  
西原 孝真

## 1. 背景

本研究室では、Tokyo-EBIT (Electron-Beam-Ion-Trap)を用いて多価イオンを作製し固体表面に照射し表面の改質を調べるという研究が行われている。

多価イオンとは、高度に電離された正のイオンのことで、非常に大きな内部エネルギーを持つ。図1に示したのは、ヨウ素の価数別のエネルギーのグラフである。一価のイオンの持つポテンシャルエネルギーが10eV程度であるのに対し、裸の53価のイオンになると200keVもの莫大なエネルギーを持つものになる。

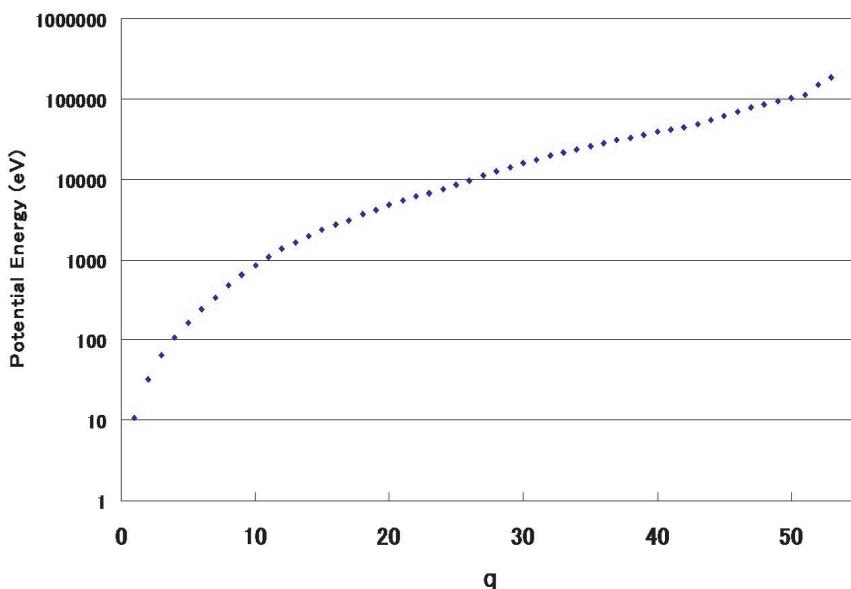


図1. ヨウ素イオンの価数とポテンシャルエネルギーの関係。縦軸Potential Energy。横軸ヨウ素の価数q

## 〈固体表面付近における多価イオン〉

図2は固体表面付近の多価イオンの衝突過程の図である。固体表面に近づいた多価イオンは、固体表面から電子を多数外殻へと移行する。移行した電子は、オージェ過程を経てさらに内殻へと移行し、その際に生じるエネルギーにより電子または光子を放出する。ここで、多数の電子を奪われた固体表面の微小領域では、正のイオンが多数密集した状態で存在しているため、互いにクーロン力で反発し合い真空中へと飛散していくというクーロン爆発が起こると考えられている。そこで本研究の目的は、伝導性の違いによるクーロン爆発の知見を得ることである。

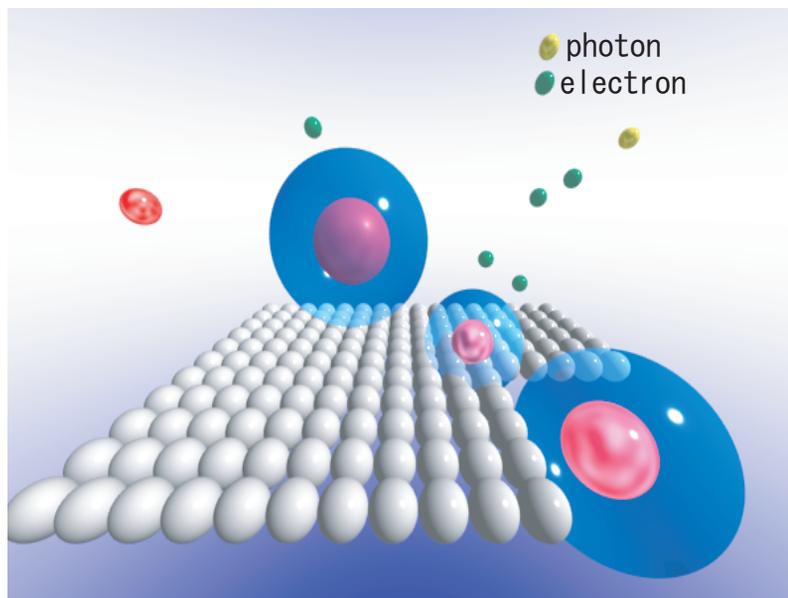


図2 固体表面付近における多価イオン

## 2. 実験装置の説明と実験方法

実験に用いた試料は、半導体であるTiO<sub>2</sub>(110)と金属であるAuをマイカに蒸着させたものをそれぞれ用い、イオン源にはTokyo-EBIT (Electron-Beam-Ion-Trap)を用いた。イオンには、ヨウ素の50価を使用し、TOF-SIMS (Time of Flight Secondary Mass Spectrometer) によって二次イオン分析を行った。

### 2. 1 清浄表面の作製

試料に多価イオンを照射する前に清浄表面を作製する為に、Arの一価イオンを用いてイオンスパッタを行ったあと通電加熱を行う作業をTiO<sub>2</sub>, Auそれぞれに数回繰り返した。



Auに多価イオンを照射した結果、図6のような二次イオンスペクトルが得られた。

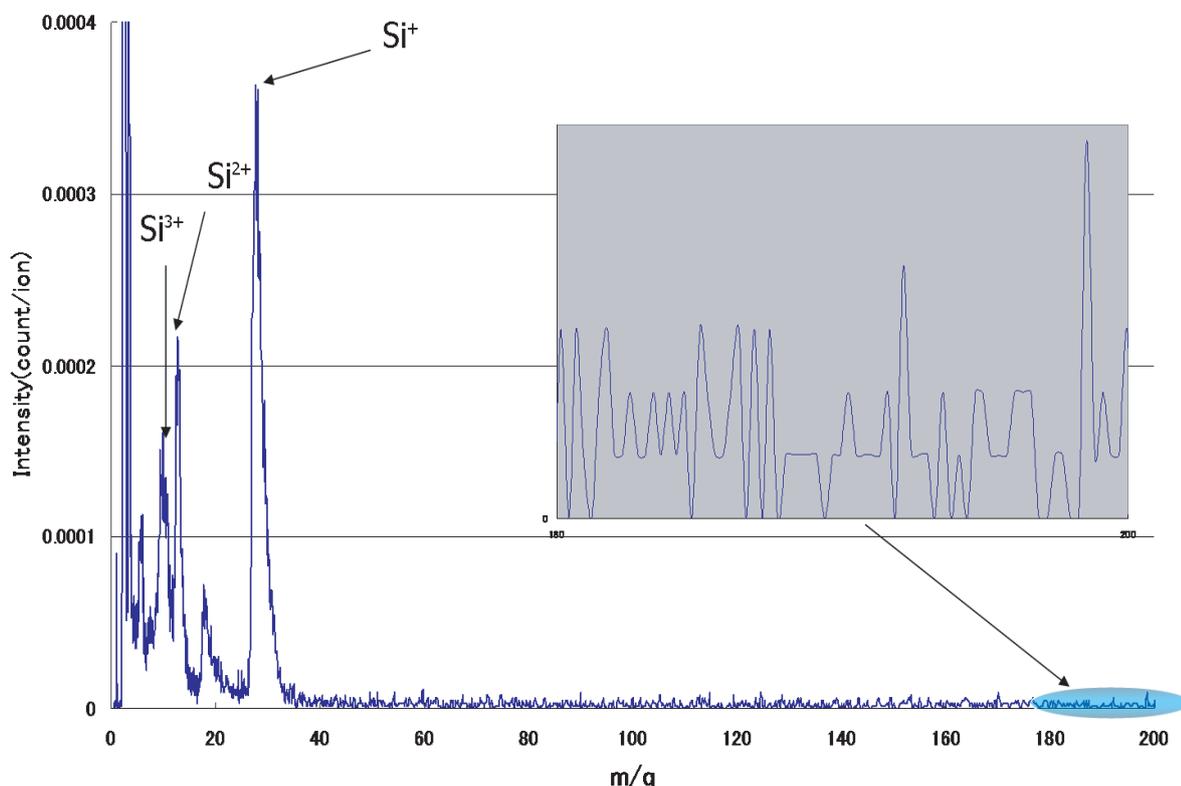


図6 Au on mica にヨウ素50価イオンを照射した際のTOFスペクトル  
縦軸は強度、横軸はm/qを示す

#### 4. まとめ

$\text{TiO}_2$ からは、 $\text{Ti}^+$ ,  $\text{Ti}^{2+}$ ,  $\text{O}^+$ ,  $\text{O}^{2+}$ ,  $\text{TiO}_2^+$ などといった $\text{TiO}_2$ の構成元素が二次イオンとして検出されクーロン爆発が起こったと考えられる。  
 Au on mica に関しては、m/qが197のところをしてみるとバックグラウンドのみで特に目立ったスペクトルは確認されなかったことからクーロン爆発は起きていないと考えられる。このことから伝導性の大きいAuではクーロン爆発は起こり難く、伝導性の小さい $\text{TiO}_2$ ではクーロン爆発が起こり易いと考えられ、伝導性の違いによるクーロン爆発の寄与が得られた。