

多価イオン-有機薄膜衝突における 発光収率に対する価数依存性

大谷研究室 竹野浩二

[背景]

過去の研究 [1] において Shenkel らは、 Au^{6+} を Silicon Detector に照射し、約 15000 個の Electron-Hole Pair を発見した。この Electron-Hole Pair が生成される過程において、Silicon Detector は発光している可能性がある。本研究ではこの生成過程を発光という点から観測しようとした。

[目的]

- ・ 多価イオン照射による標的材料からの発光の観測
- ・ 発光強度に対する照射イオンの価数依存性の調査

[実験方法]

多価イオンを Target に照射した。多価イオンを固体表面に照射すると二次電子が固体表面から放出された。その二次電子を穴あき MCP (Micro Channel Plate) で観測することにより照射イオン数をカウントした。

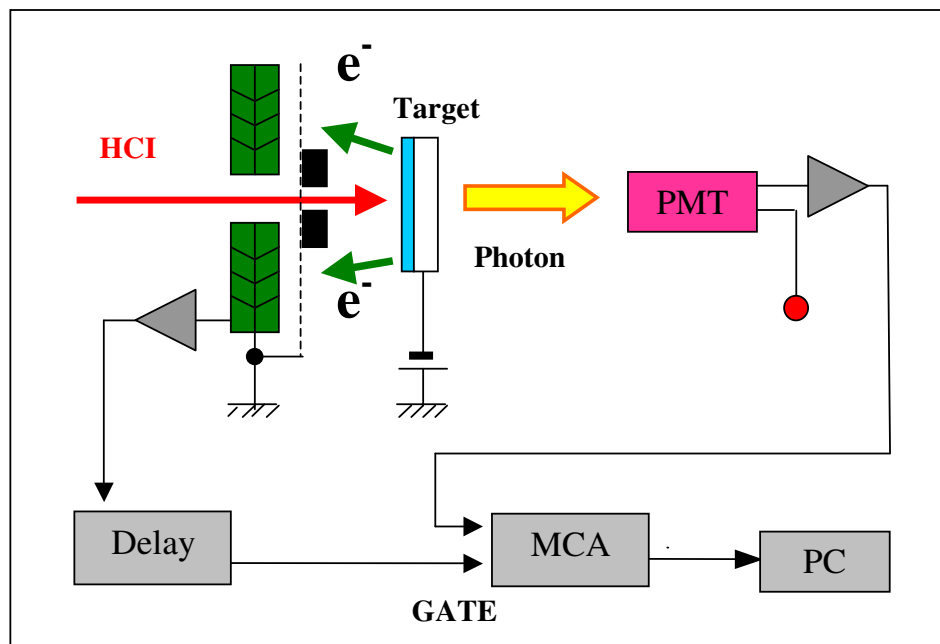


図 1 : 実験装置図

次に Target から出た光子を PMT (Photomultiplier Tubes)、光電子増倍管を用いて検出した。光電子増倍管は光効果を利用して光子を電気信号として検出することができる。そして検出された電気信号を MCA、マルチチャンネルアナライザーに入力した。

そして先ほど穴あき MCP で観測した二次電子を電気信号にし、その信号に delay をかけ、MCA に入力した。そしてその信号を GATE として、光電子増倍管からの信号を MCA に入力した。そうすることにより光電子増倍管からのアクシデンタルなシグナルを回避したシグナルを観測した。この観測したシグナルはパルス波となっている。

検出方法として単一光子係数法を用いた。この単一光子計数法とは光子を光電子増倍管に一つだけ入れ、検出する測定法である。そこで放出される光子一つだけを、光電子増倍管に入れるような距離に立体角を調整した。

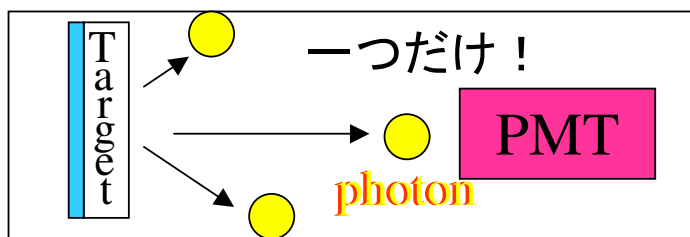


図 2 : 単一光子計数法の概略図

[照射条件]

以下のような条件の下、実験を行った。

◎Ion Beam

イオン源: Tokyo-EBIT

照射イオン: $I^{30+} \sim I^{52+}$ (H-like ion)

照射イオンエネルギー: $q \times 3.5 \text{ keV}$

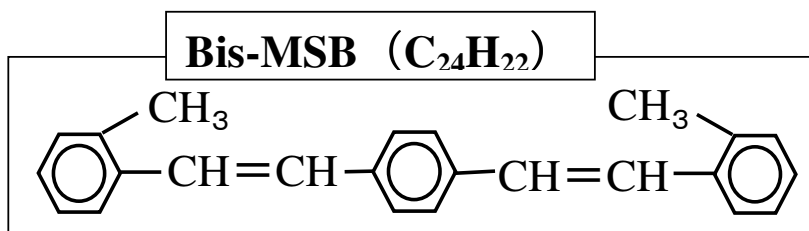
イオンビーム強度: $< 10000 \text{ cps}$

◎Sample

・Bis-MSB on ITO (Indium Tin Oxide)

(Bis-MSB の膜厚 $\approx 50 \text{ nm}$)

・ITO



ITO 酸化インジウムスズという透明な基盤の上に有機色素である Bis-MSB を膜厚 50 nm で真空蒸着させた。

ここで多価イオンを ITO 基板上の BISMSB に照射し、発光が観測されたとしても ITO 基盤が発行している可能性がある。そこで ITO 基板上の Bis-MSB と ITO 基盤のみという、二つの Target について実験を行った。

[実験結果]

これは ITO 基板上の BISMSB と ITO 基盤のみに 5 2 価のヨウ素イオンを照射したときのデータである。

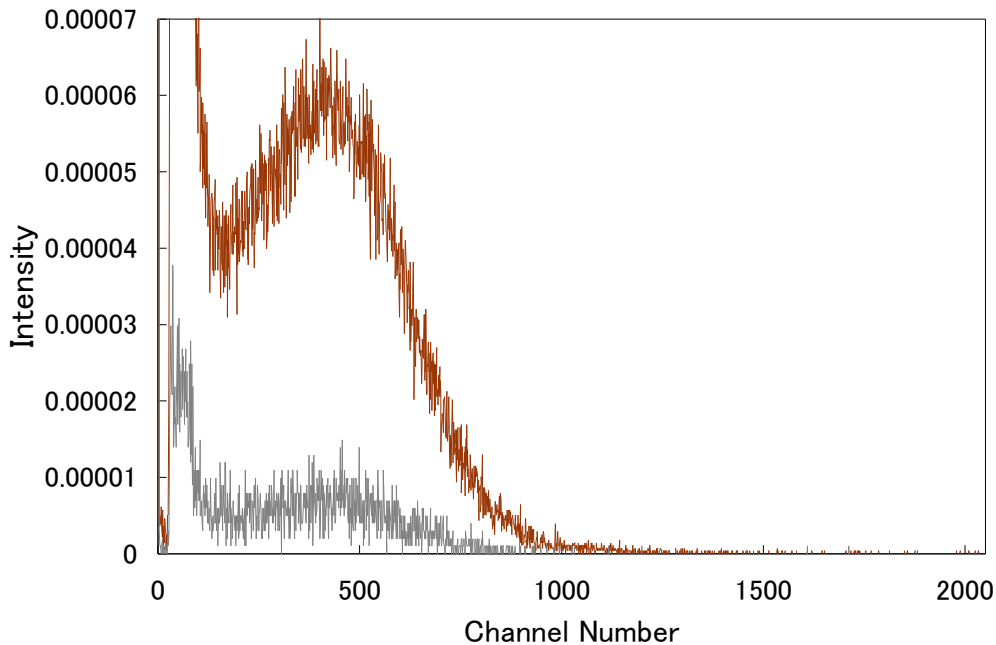


図 3 : 多価イオン照射におけるパルス波高分布 ($I^{5 2+}$)

横軸 : CN は光電子増倍管からの電気信号つまりパルスハイトに対応していて PH が高いほど CN の値も大きくなる。

縦軸 : I は多価イオン一個を照射した際ある CN を何回カウントしたかを表している。

次に CN 1 0 0 以下についてですが CN100 以下はノイズとして考えデータ分析を行った。

このグラフを見ると ITO 基板上の Bis-MSB に照射したほうが全体的にインテンスティが大きい。このことから Bis-MSB、標的材料からの発光を観測したと考えることができる。

これらの差を Bis-MSB からの発行とし、それぞれの価数において 101 から CN で積分したものをヨウ素イオンの発光収量とし次に示す。

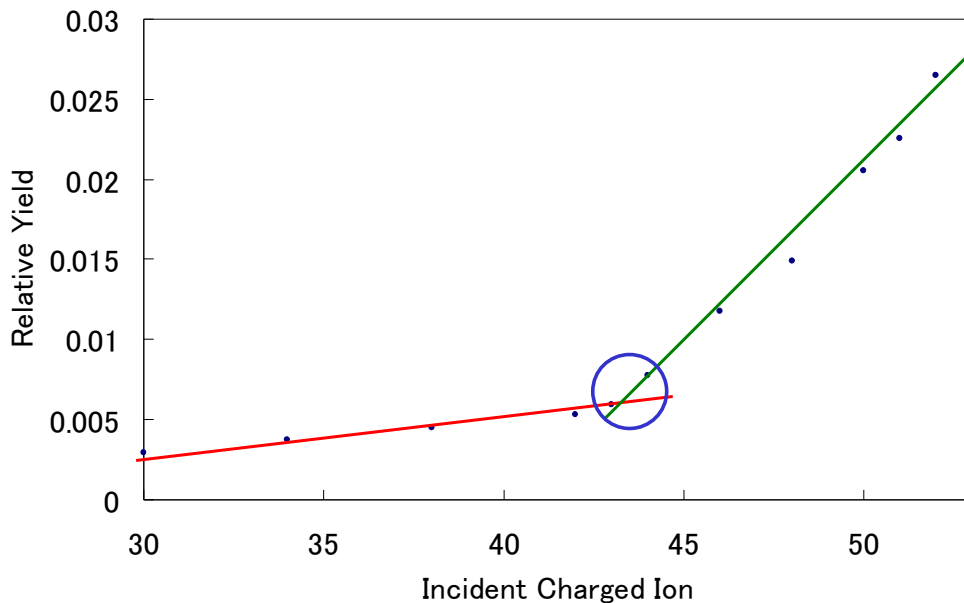


図 4 : Bis-MSB の光子放出量の価数依存性

グラフを見ての通り価数が増えると発行収量も増加する。

しかし直線的ではなく 43 価と 44 価の間でその傾きは大きく変わっている。43 価のヨウ素イオンの電子殻構造は Neon-Like の閉殻構造である。この安定した構造から電子を一つとった 44 価のヨウ素イオンのポテンシャルエネルギーは 43 価よりかなり大きくなる。これが原因でグラフの傾きが大きく変わっているのだと考えられる。つまり発光収量は照射イオンのポテンシャルエネルギーに起因すると考えることができる。

[まとめ]

◎多価イオン照射による標的材料からの発光を観測

◎イオンの価数の増加に伴い発光収率の増大

◎照射イオンの電子殻構造に起因する価数依存性の確認