

# 医療等で利用可能な放射線検出器の X 線照射特性評価 X-ray irradiation experiments to evaluate properties of radiation detectors applicable to medical fields

高田英治<sup>1,\*</sup>, 錦戸文彦<sup>2</sup>, 岩瀬広<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 富山高等専門学校, 〒939-8630 富山市本郷町 13 番地

<sup>2</sup> 量子科学技術研究開発機構, 〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川 4 丁目 9 番 1 号

<sup>3</sup> 高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

Eiji Takada<sup>1,\*</sup>, Fumihiko Nishikido<sup>2</sup>, Hiroshi Iwase<sup>3</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Technology, Toyama College, 13 Hongo-machi, Toyama, 939-8630, Japan

<sup>2</sup>National Institute of Quantum and Radiological Science and Technology, 4-9-1 Anagawa, Chiba, 263-8555, Japan

<sup>3</sup>High Energy Accelerator Research Organization, Radiation Science Center, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

## 1 はじめに

Interventional Radiography (IVR)等の医療行為における患者の被曝量測定への適用を念頭に、有機シンチレータと有機半導体光検出器 (Organic Photo Diode, OPD) を組み合わせた新しい放射線検出器に関して研究を行っている[1-2]。本検出器は図-1 に示すような柔軟な光検出器を円柱等のシンチレータ上に貼り付けることで、指向性を抑えた放射線検出器の実現が可能と考えられる。

しかし、本検出器は電流出力型であるため、単一の検出器によって放射線のエネルギーを推定することは難しい。一方で、TransXend 検出器など、複数の電流出力型検出器を用い、それぞれの遮蔽材の種類・厚さを変化させることで検出器にエネルギー依存性を持たせれば、アンフォールディング法を併用することで放射線エネルギーの推定が可能である[3]。

今年度の研究では、遮蔽材設置した有機半導体検出器に単色光子を入射させ、その応答特性をシミュレーションと比較することで、上に述べたようなエネルギー推定への可能性を検討することを目指した。



図-1 透明ポリイミド上の素子写真

## 2 製作した素子と実験方法

製作した素子の構造は、Al (70nm) /P3HT:PCBM (200nm) /PEDOT:PSS(30nm)/IZO(100nm)とし、この構造をプラスチックシンチレータ上に直接製作した。各有感部は 4mm×8mm とした。製作した素子

に対し、PF BL-14C において 10keV~60keV の X 線を入射させ、発生する電流を測定した。素子の前には Al 合金、アクリル、スズ等の材料を置き、これらの材料による遮蔽効果を測定した。また、合わせて EGS5 によって検出器中のエネルギー付与を計算し、実験による測定電流値と比較した。

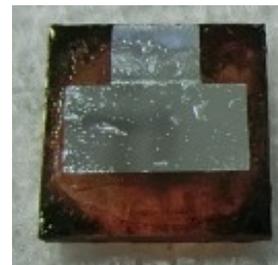


図-2 実験に使用した素子の写真

## 3 結果と考察

X 線エネルギーを 33.2keV に固定し、遮蔽材 (アクリルおよび Al 合金) の厚さを変化させた場合の①電流測定結果、②EGS5 によるエネルギー付与計算結果、③減衰係数により予測される結果を図-3~図-4 に示す。ここでは、遮蔽材がない場合の結果により各遮蔽材厚さの時の結果を除き、規格化を行った。

アクリルを遮蔽材として用いた場合には、①~③の結果が概ね同様の傾向を示した。一方、Al 合金を用いた場合には、測定結果がシミュレーションおよび減衰係数から予測される値よりも大きく現れた。

また、検出器の前に厚さ 0.1mm のスズを置き、入射 X 線エネルギーを 10 keV~60 keV の間で変化させた場合の結果を図-5 に示す。シミュレーションによる結果と同様に、スズの K 吸収端が確認できた。しかし、結果を詳細に比較すると、シミュレーショ

ン結果と測定結果の間でかなり大きい食い違いが見られるエネルギーもあった。

これらの結果からは、測定結果はシミュレーション等と傾向は概ね合致するものの、測定結果の方が大きめの値となっていることが分かった。原因を調査中であるが、今回の測定時には PF がトップアップ運転されておらず、X 線強度が常に変化していたにもかかわらず、装置の故障により X 線強度のモニターとして用いた電離箱の電流を AD 変換することができなかった。そのため、測定値の規格化の際にずれが発生したのではないかと考えている。

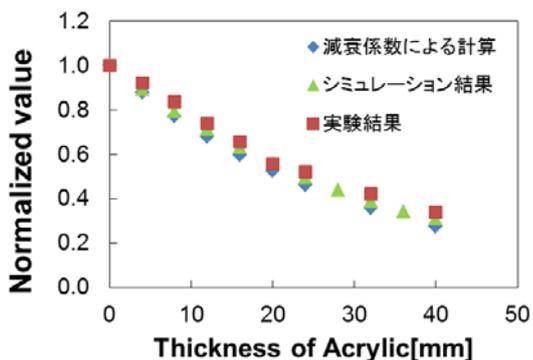


図-3 アクリルの厚さを変えた場合の減衰

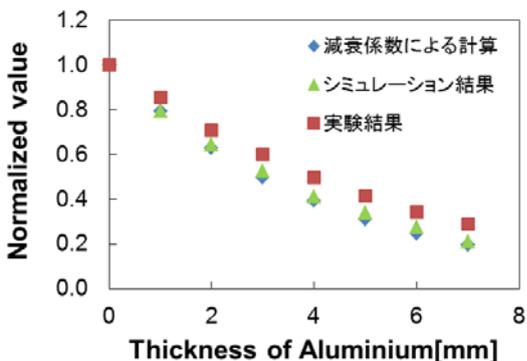


図-4 Al 合金の厚さを変えた場合の減衰

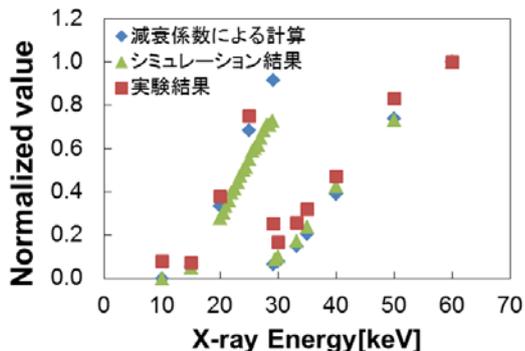


図-5 0.1mm のズによる遮蔽効果のエネルギー依存性

#### 4 まとめ

有機半導体放射線検出器に単色 X 線を入射させた場合の応答を測定し、EGS5 によるシミュレーション結果と比較した。その結果、実験結果とシミュレーション結果の傾向は概ね一致したが、X 線強度の規格化誤差によるものと考えられるずれが観測された。今後は再実験を通じてより正確な評価を試みるとともに、複数検出器によるエネルギー測定の可能性を検討する予定である。

また、有機半導体放射線検出器は円柱状等のシンチレータ表面に検出器を分布させた形状も可能である。今後は、これらの体系についても評価を行う予定である。

#### 参考文献

- [1] E. Takada *et al.*, *J. Nucl. Sci. and Tech.*, **52**,1,104-108 (2015).
- [2] E. Takada *et al.*, *J. Nucl. Sci. and Tech.*, **48**,8,1140-1145 (2011).
- [3] I. Kanno *et al.*, *Japanese Journal of Medical Physics*, **33**, 3, 127-136(2013).

\* takada@nc-tyama.ac.jp