

有機無機ハイブリッドシンチレータの高エネルギーX線検出特性のハフニア濃度依存性

The effect of hafnia concentration on the high-energy X-ray detection capabilities of organic-inorganic hybrid scintillators

東北大¹, 放医研², KEK³, 奈良先端大⁴・近野 唯¹, 越水 正典¹, 錦戸 文彦², 春木 理恵³,
岸本 俊二³, 柳田 健之⁴, 藤本 裕¹, 孫 彦¹, 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, NIRS², KEK³, NAIST⁴ ○Yui Konno¹, Masanori Koshimizu¹, Fumihiko Nishikido²,
Rie Haruki³, Shunji Kishimoto³, Takayuki Yanagida⁴, Yutaka Fujimoto¹, Yan Sun¹, Keisuke Asai¹

E-mail: yuikonnno113@gmail.com

【緒言】プラスチックシンチレータは、高速応答性の必要な用途で利用されているが、高エネルギー光子への低い検出効率が、その用途を制限している。我々の研究チームでは、重金属ナノ粒子の添加により、プラスチックシンチレータの高エネルギー光子に対する検出感度増大に成功してきた。その作製手法としてゾルゲル法を採用し、重金属添加量と有機蛍光体の使用を同時に可能にした。本研究では同手法を用い、 HfO_2 ナノ粒子含有プラスチックシンチレータを作製し、 HfO_2 含有量の検出特性への影響を評価した。【実験】ポリスチレン(PS)、2-(4-tert-ブチルフェニル)-5-(4-ビフェニリル)-1,3,4-オキサジアゾール(b-PBD)、およびハフニウム(IV)ジクロリドオキシド八水和物($\text{HfOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)を、テトラヒドロフランとメタノールの混合溶媒に溶解した。触媒となる塩酸を混合し、フェニルトリメトキシシラン(PTMS)を添加した。1°C/hで80°Cに昇温し、約一週間80°Cに保持して溶媒を蒸発させた。生成物重量比は $\text{PS}:\text{SiO}_2+\text{HfO}_2=18:1.73$ とし、 $\text{SiO}_2:\text{HfO}_2$ を変化させた。(以下 HfO_2 濃度は SiO_2 との重量比で示す。) ^{61}Ni 核共鳴散乱実験への応用を想定して67.41keV X線を照射した際の波高スペクトルと時間分解能曲線を得た。【結果と考察】Fig.1にX線照射時の波高スペクトルを示す。市販シンチレータNE142に比べ、 $\text{HfO}_2:47.75\text{ wt\%}$ 試料において発光量と検出効率(単位厚さあたり)が上回っていた。また、 HfO_2 含有量の増加に伴いカウント数の増大とスペクトルの低チャネルシフトが観察された。これらはそれぞれ、 HfO_2 粒子とX線の相互作用イベントの発生確率が増大したことから、添加したナノ粒子でのエネルギー損失の増大に対応する。また、Fig.2にX線照射時の減衰スペクトルを示す。 HfO_2 含有量の増加にも拘らず、2 ns程度の高時間分解能を保持していた。

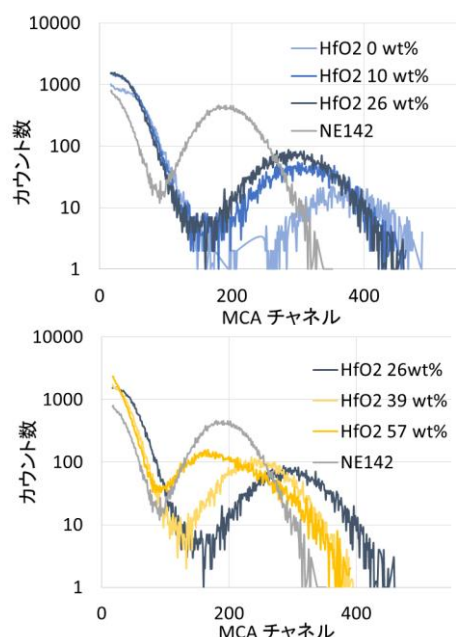


Fig. 1 X線照射時の波高スペクトル
(上) Hf濃度 0.0~26 wt%
(下) Hf濃度 26~57 wt%

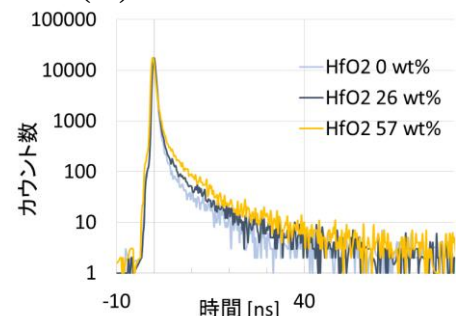


Fig.2 X線照射時の時間分解能曲線