

# 卒業論文概要書

CD

2017年 1月提出

学籍番号 1Y13B088-8

所属学科	応用物理学科	氏名	米山 昌樹	指導員	片岡 淳 印
研究題目	衛星搭載を目指した Ce:GAGG シンチレータの基礎特性評価				

## 1.はじめに

古河機械金属と東北大学が2011年に共同で開発した Ce:Gd<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Ga<sub>3</sub>O<sub>12</sub>(GAGG)シンチレータは蛍光時間が88nsと短く、発光量が60,000photon/MeVと大きい。また、密度が6.6g/cm<sup>3</sup>と大きく潮解性も無いために取り扱いやすく、医療応用や環境計測、物理実験など様々な用途で利用が期待されている。更に近年では、小型衛星に初めて搭載されるなど、宇宙分野でも注目を集めつつある。一方で、一部の研究グループからは Ce:GAGG 特有の蓄光効果が指摘され、また放射化耐性についても十分な検討・評価が行われていないなど課題が多い。本研究では、Ce:GAGG の性能を決める上で重要な放射化特性及び蓄光特性などを含めた基礎特性評価を行った。

## 2.実験方法と結果

まず、Ce:GAGG シンチレータに陽子線を照射し、放射化による内在バックグラウンドの定量評価を行った。放射線医学総合研究所のサイクロトロンにおいて、20×20×2mm<sup>3</sup>の Ce:GAGG に10kradの70MeV陽子線を照射し、H-Ge検出器を用いて放射化スペクトルの時間変化を取得した。(図1)

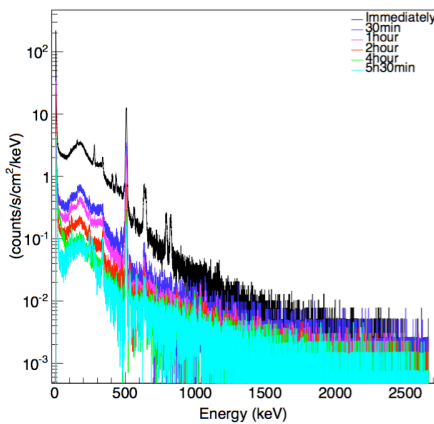


図 1. Ce:GAGG の放射化スペクトルの時間変化

取得した図1の放射化スペクトルに示されるように陽子線による Ce:GAGG シンチレータの放射化の影響で、電子陽電子対消滅線(511keV)や Gd 由来の特性ガンマ線(103.1keV や 241.3keV)が確認された。とくに 511keV は我々の銀河中心から強い放射が知られており、この起原説明はガンマ線宇宙物理学の重要なテーマであるが、Ce:GAGG シンチレータは放射化成分の影響が避けられない。また、Ce:GAGG の放射化スペクトルの時間変化(2~2600keV)をもとに、数年後にわたって地球低軌道上で予想されるバックグラウンドの時間変化を定量的に見積もった。(図2)

この定量的な見積もりの結果を用いることで、例えば、観測目標の天体に対する検出器の感度(S/N 比等)や経時劣化を見積もる指針などに活用できる。連続成分については、これまで「すぎく」衛星などで用いられてきた GSO シンチレータや BGO シンチレータと比較し、遜色の無い低レベルにあることが示唆される。

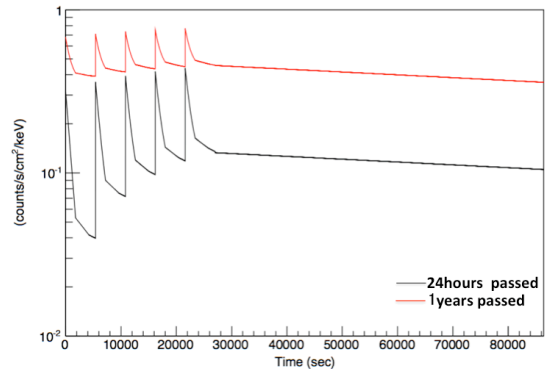


図 2.地球低軌道で予想されるバックグラウンド

次に蓄光特性評価については、Ce:GAGG や他のシンチレータに様々な波長の LED 光を照射し、照射停止後の経過時間と暗電流値をモニターすることで残光測定を行った。測定の結果、波長が 500nm 以下の短波長照射に限り Ce:GAGG では数秒から数日に渡る長い時間スケールの残光が見つかった。そこで、組成バランスを調整した Ce:GAGG のサンプルを複数用意して残光を比較したところ、発光量や減衰時間を大幅に改善することに成功した。(図3)しかし、残光が少ない Ce:GAGG のサンプルでは、通常の Ce:GAGG よりも発光量自体が減少するという課題も新たに判明した。

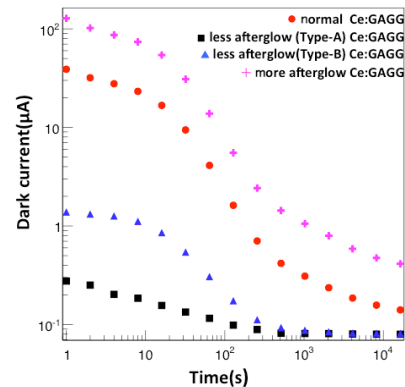


図 3.LED 照射による残光の比較

## 3.まとめ

Ce:GAGG の放射化特性から、強い対消滅線が出る事が確認できた。宇宙環境における 511keV 探査に Ce:GAGG を利用するのは困難であるが、非熱的放射などで特徴づけられる連続成分を観測するような用途では、Ce:GAGG を使用できるという結論に達した。

次に残光測定により、他のシンチレータと比べて発光量が多く、長い時間続く残光が見つかった。また、Ce:GAGG のサンプルの組成を調整することで、残光を減らす指針を見出した。

今後は、Ce:GAGG のさらなる改良を目指す。また、衛星搭載に向けて Ce:GAGG に代わる優れたシンチレータを新たに開発していく姿勢も求められる。