

博士論文を要約したもの

博士論文題目

エネルギー移動に基づくガーネットシンチレータの開発

氏名 中内大介

(要約)

シンチレータは高エネルギーを有する電離放射線を即発的に低エネルギー光子に変換する蛍光材料であり、医療・セキュリティ・資源探査・宇宙物理などの様々な分野において利用されている。用途に応じてシンチレータの要求特性は多岐にわたるが、全てを満足する材料は存在しないため、現在においても継続的に材料開発が行われている。その一方で、昨今のシンチレータ材料開発は既に製品化まで進んでいるような既存材料の小改良研究が中心であり、ブレイクスルーとなるような新規材料はあまり開発されていない。

Y、Gd、Luなどの可視光域に発光遷移を持たない希土類をベースとしたガーネット材料は、マンモグラフィ装置に導入されている Pr:LuAG やガンマ線用サーベイメータに搭載された Ce:GAGG をはじめ実績のある材料が多い。一方でその他の希土類は可視光域に発光を示すため、無輻射遷移などの消光過程による発光効率低下の懸念からホスト材料としてはほぼ検討がなされていなかった。そこで当該論文では材料探索の新たな切り口として、エネルギー移動のドナーとなりうる発光遷移を有する希土類イオンをホスト材料に用いることで、無機シンチレータではこれまでほとんど利用されてこなかったエネルギー移動がシンチレーション現象においても効果的に作用するかを明らかにすることを目的とした。

本研究では初めて Y, Gd, Lu などの可視域の発光遷移を持たない希土類イオンをベースとした Ce 添加希土類ガーネット単結晶シンチレータを開発し、現状で世界最高のシンチレーション発光量を有する非潮解性シンチレータを発見した。新規材料の発見に加え、電子遷移を有する元素を母結晶に導入することでエネルギー移動を効果的に作用させるという挑戦的なコンセプトを実現させたため、今後のシンチレータ材料設計に大きな波及効果を与えると考えられる。