

イオンマイクロビーム誘起発光分析を用いた SiAlON シンチレータの評価

Evaluation of SiAlON Scintillators utilizing

Ion Micro-beam-induced Luminescence Analysis

群馬大理工¹, 量研高崎² (株) デンカ³ ○ 加田 渉¹, 関根 卓洋¹, 佐藤 隆博²,
横山 彰人^{1,2}, 山田 鈴弥³, 三浦 健太¹, 神谷 富裕¹, 花泉 修¹

Gunma Univ.¹, TARRI, QST², Denka co., Ltd.³

○Wataru Kada¹, Takahiro Sekine¹, Takahiro Satoh², Akihito Yokoyama^{1,2},
Suzuya Yamada³, Kenta Miura¹, Tomihiro Kamiya¹, and Osamu Hanaizumi¹

E-mail: kada.wataru@gunma-u.ac.jp

【研究背景と目的】 各種の荷電粒子計測、もしくはイオンビーム実験前段階における照射品質の評価（ビームモニタリング・プロファイル測定など）において、しばしばシンチレータ材料が活用される。荷電粒子向けシンチレータでは検出効率とともに照射に伴う劣化損傷が課題であり、放射線耐久性、さらには高温耐性などの特性も重要である。我々は集束イオンビームを用いて、荷電粒子誘起発光(Ion Beam Induced Luminescence: IBIL)分析により、荷電粒子向けシンチレータの特性評価を実現している。これまでに、近年開発された SiAlON 蛍光体の極めて高い発光効率と結晶構造に起因する安定性に着目し、その特性を評価している。荷電粒子向け既存シンチレータと比較し遜色ない発光効率を有する β -SiAlON (GR-200, デンカ(株)) が、長時間の連続的照射下でも高い耐久性を有することを明らかにした[1]。また α -SiAlON (YL600A 同上), β -SiAlON (MW540H, 同)シンチレータを加熱環境下に置きながら荷電粒子連続照射を行い、安定な発光特性と温度耐性を評価した[2]。他方、集束イオンビーム照射下において得られた IBIL スペクトルにおいて、電子線ならびに紫外線励起スペクトル形状との微妙な形状差異が認められた。今回、イオンマイクロビームをプローブとした IBIL の測定により、より詳細な IBIL スペクトルの解析とマイクロビームによる IBIL イメージング例について報告する。

【実験方法と結果】 本研究では、3MeV H^+ マイクロビームをプローブとして、可視域 300-950 nm に感度領域を有する IBIL 分光分析システムを活用し、シンチレータとしてのサイアロン蛍光体(α -SiAlON, YL600A, β -SiAlON, MW540H, 及び CASN, RE-650XMD, デンカ(株))の詳細評価を試験した。本分光分析体系において、ビーム視野 800 × 800 [μ m]に焦点を絞った分光光学系を配置することで、蛍光体粉末中の単一粒子やバルク試料局所からの蛍光を測定可能とした。シンチレータ粒子構造を正確に確認するため、同一分析体系で元素組成分布が取得可能である荷電粒子励起特性 X 線 (Particle Induced X-ray Emission: PIXE) 法を併用し、粒子個別の領域を可視化した。Fig.1. に単一粒子の PIXE イメージング例、Fig.2 に IBIL スペクトル例を示す。個別粒子からのシンチレーションが背景雑音と分離計測可能であり、粒子間の差異も抽出された。本試験結果から、顕微的な IBIL の分光分析は微量の化学組成や形態の差異による蛍光体特性への影響評価や、長時間照射下の特性劣化解析など、荷電粒子検出用途の新規シンチレータの有効な評価ツールとなると想定される。

【謝辞】 本研究で利用する分光分析装置は JSPS 科研費(JP26706025)の助成を受け開発された。

【参考文献】 [1] R. K. Parajuli et al, Sensors and Materials, 28 (2016) 837-844.

[2] W. Kada et al., Nucl. Instr. Meth. B, (in press, DOI: 10.1016/j.nimb.2018.09.002).

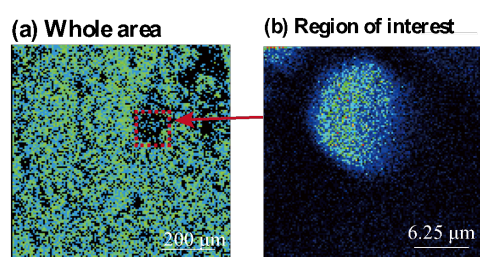


Fig. 1. ケイ素の元素組成分布による
 α -SiAlON シンチレータのイメージング例。
(a) 粒子集団全体、(b) 単一粒子

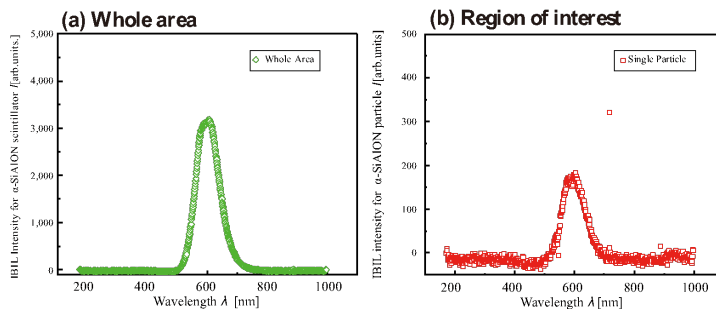


Fig. 2. 該当領域における
 α -SiAlON シンチレータの IBIL 分光スペクトルの例。
(a) 粒子集団全体、(b) 単一粒子の領域