

硬 X 線撮像観測用位置検出型 シンチレーションカウンターの開発

名古屋大学大学院 理学研究科
素粒子宇宙物理学専攻 博士課程 (前期)
宇宙物理学 (Ux) 研究室

浜田 憲幸

Abstract

我々の研究室では 2004 年に 20-60keV の硬 X 線領域において、多層膜スーパーミラーを用いた硬 X 線望遠鏡による結像観測気球実験を予定している。我々はその気球実験用の焦点面検出器として、位置検出型 NaI シンチレーションカウンターの開発を行なっている。

検出器は目的とする硬 X 線領域で十分な検出効率と位置検出能力を有していなければならない。過去において X 線望遠鏡の焦点面検出器として使用された位置検出型比例計数管や CCD といった位置検出型 X 線検出器は硬 X 線領域で感度がない。また気球搭載用望遠鏡は焦点距離 8m、口径 40cm で設計され、角度分解能 2 分角、有効視野 10 分角の性能を持つ。そのために必要となる焦点面検出器には位置分解能 2mm 以下、直径 ϕ 20mm 以上の検出面が要求される。NaI(Tl) や CsI(Tl) 等のシンチレータは大面積化が容易であるといった有利性があり、本研究で採用する事とした。以上のような基本性能を満たす検出器として、位置検出型 NaI シンチレーションカウンターの開発を行った。

本検出器は直径 51mm ϕ 厚さ 3mm の NaI(Tl) シンチレータと位置検出型光電子増倍管 R2486(浜松ホトニクス社製) から構成される。NaI(Tl) の厚さは 100keV までの X 線で十分な検出効率を持つ様に決めている。この NaI(Tl) と組み合わせる光電子増倍管はクロスワイヤアノード (X16+Y16, Pitch=3.75mm) タイプで、12 段コースメッシュ型ダイノードを持つ。このダイノードは光子が入射した位置を保存しながら増幅し、各アノードからの信号の分布から光子が検出面のどこに入射したかという位置情報を得ることができる。

信号の読み出し方法は隣り合うアノードを抵抗で繋ぎ、その両端から信号を読み出す方法と各アノードから直接信号を読み出す方法を用い、それぞれの特性評価を行って、その性能を比較した。抵抗分割型では両端から読み出される信号に対する重心計算、マルチアノード読み出し型ではアノードに対する信号の分布に対し、重心計算及び関数をフィットさせる方法を用いて位置決定を行った。性能評価の結果、マルチアノード型で検出器の性能は 59.5keV に対し、エネルギー分解能 15.3%、位置分解能 2.2mm という結果を得た。

本論文では、本検出器の諸特性の性能評価や本検出器を用いて望遠鏡を性能評価した結果について報告し、検出器の性能のさらなる改良を目指す。