

令和 4 年度 (2022) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文: MeV ガンマ線背景放射の放射起源解明に向けた電子飛跡検出型コンプトン望遠鏡内在放射線の精密測定

英文: Measurement of the intrinsic radioisotopes in electron-tracking Compton telescopes for studying the radiation mechanism of extragalactic diffuse gamma-rays

研究代表者 高田 淳史 (京都大学 大学院理学研究科)

参加研究者 池田 智法 (京都大学 大学院理学研究科)

研究成果概要

MeV ガンマ線帯域においても天の川銀河の外から一様等方に到来する背景放射は、2018 年に実施した SMILE-2+ 気球実験でも観測している。一方で背景放射の観測では、対象が視野に入らない OFF 領域を設定することが不可能である為、観測で想定される雑音事象を見積もって差し引くことでしか背景放射のエネルギースペクトルは得られない。SMILE-2+ の観測データでは、特に 1 MeV 付近において検出器に内在する放射性同位体の影響が疑われた為、SMILE-2+ で使用した GSO シンチレータ及び PMT について宇宙線研究所 柏地下微弱放射能測定設備で測定を行った。

2022 年度に測定した結果を表 1 に示す。比較の為、神岡の Ge でも測定した結果と合わせて示した。この結果から、GSO 内に ^{176}Lu および U 上流の放射性同位体が非常に多く存在する事を実際に確認した。これらの放射性同位体の混入経路を特定すべく、GSO 専用炉で結晶成長させたシンチレータを新規に製作・測定を行った所、変わらず ^{176}Lu と U 上流の放射性同位体が検出された。一方で、製作に使用した原料 (Gd_2O_3) からは ^{176}Lu が強く検出され、U 上流同位体は検出されていない。このことから、 ^{176}Lu は原料由来と考えられる。U 上流の放射性同位体については、結晶製作時に使用する炉の耐火材由来を疑っており、現在、耐火材の測定について検討を進めている。また、GSO シンチレータ中に含まれる ^{176}Lu や U 上流の放射性同位体量が、製作した時期で異なる事も見えてきた。SMILE-2+ ETCC には、合計約 30 kg の GSO シンチレータが搭載されて

表 1 : 柏地下微弱放射能測定施設にて測定した内在放射性同位体量 (単位 : mBq/kg)。

	U上流	U中流	U下流	Th	Lu-176	U-235	K-40
Oxide製	$< 5.6 \times 10^3$	< 70	$< 5.0 \times 10^3$	< 86	43 ± 19	$< 1.1 \times 10^3$	-
Oxide製 (@神岡)	$(3.4 \pm 0.4) \times 10^3$	< 15	$< 8.0 \times 10^3$	< 3.7	89 ± 5	$(1.5 \pm 0.9) \times 10^2$	< 26
日立化成製	$< 4.1 \times 10^2$	< 44	-	< 36	$(2.5 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 3.6 \times 10^2$	-
Gd ₂ O ₃	$< 2.1 \times 10^3$	< 18	$< 8.4 \times 10^3$	< 42	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 3.6 \times 10^2$	-
Oxide製 (専用炉)	$(8.6 \pm 0.4) \times 10^3$	< 71	$< 9.8 \times 10^3$	< 72	$(1.7 \pm 0.2) \times 10^2$	$< 2.9 \times 10^2$	-

いたが、製作時期・ロットはまちまちである事から、MeV ガンマ線背景放射の系統誤差を抑えるには、ロットによってどの程度ばらつくか、も調べる必要がある事が判明した。加えて PMT の測定からは、⁴⁰K が顕著に確認できた (図 1)。今回の測定を基に、現在 SMILE-2+における雑音モデルを構築中であり、背景放射の解析に適用する予定である。また、

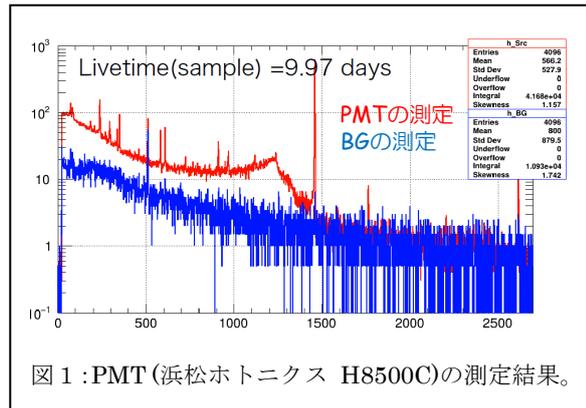


図 1 :PMT (浜松ホトニクス H8500C)の測定結果。

雑音優位で観測が進んでこなかった MeV ガンマ線天文観測において、低雑音観測の実現を目指してきた SMILE 計画の電子飛跡検出型コンプトン望遠鏡にとっては、内在放射線が検出感度を制限しつつあり、今後の高感度観測に向けて部材の選定も重要であることも示された。