

惑星その場元素分析のためのラインガンマ線検出器の開発

Development of CdTe gamma-ray detector for in-situ observations of planetary elemental composition

三谷 烈史 [1]; 高島 健 [1]

Takefumi Mitani[1]; Takeshi Takashima[1]

[1] 宇宙研

[1] ISAS/JAXA

惑星がどのような進化を経て現在に至るのかという普遍的な疑問に対し、太陽系の月・惑星に探査衛星を送り込み、元素組成を明らかにしていくことは、最も基本的かつ重要な観測である。我々は、将来の月惑星探査における月惑星表面上への着陸船・ローバーへの搭載を目指し、3MeV程度までの元素固有のラインガンマ線同定による元素分析を行う検出器の開発を進めている。

宇宙線が惑星表面と相互作用することにより放出される2次中性子が付近の元素と相互作用してガンマ線が生じる。このガンマ線同定により、月に存在する数多くの元素(O, Fe, Mg, Al, Ti, Si, Ca, H等)の存在量を決定できる。これは宇宙線起因であるために、惑星の太陽からの距離や太陽活動度に大きくは依存せず、厚い大気のない惑星表面における重要な元素同定方法である。また、天然放射性同位体であるK, Th, Uは月惑星進化の段階で液体が冷えて固まって行くときに選択的に液相に入るため、そのガンマ線観測により存在度を明らかにすることで、地殻が形成される時の物質分化の様子を明らかにできる。揮発性に富むKと難揮発性のUやThの存在比は形成時の高温化に伴う揮発性元素の蒸発の程度を示す。

このようなガンマ線を惑星表面上で観測することにより、高精度のガンマ線スペクトルを取得できる。さらに、ローバー搭載が実現されれば、着陸点から数km程度の範囲ではあるが、高精度の元素地図が得られる。この情報は、軌道上から得られる全球的な空間分解能の粗い元素マップと相補的に用いる事が可能であり、月惑星の進化解明の大きな一歩となるはずである。また、分化過程の指標となるU,Th,Kを計測できることから、詳細に調べるべき岩石を選定するのにも有用である。

元素同定のためには、高いエネルギー分解能が必要であり、微量な元素まで感度よく測定するために、高い検出効率が必要である。そして、月惑星着陸船への搭載には小型化が必須である。これらの要求をかなえるために我々は、ガンマ線に対し高い検出効率とエネルギー分解能をもつテルル化カドミウム(CdTe)半導体を用いる。CdTeは原理的にゲルマニウムに匹敵するエネルギー分解能を持ち、NaIシンチレータ並みの高い検出効率を持つ。さらに、半導体のバンドギャップがゲルマニウムに比して大きいため、室温程度での動作が可能である。つまり冷凍機が不要であり、重量及び電力等のリソース面で有利である。しかし、CdTe半導体の電荷輸送特性はゲルマニウムなどに比べ低いため、高いエネルギー分解能を得るためには、~1mm厚の薄いCdTeを用いる必要がある。我々は、ガンマ線に対する検出効率をあげるために、この薄型CdTe検出器を10段程度積層させた検出器の設計を進めている。

本発表では、CdTe検出器の紹介と月惑星探査用に開発している片面CdTeストリップ検出器の性能を報告する。さらに、月面での使用を考え、温度に対する性能評価を報告する。