

探査機搭載用XRSの薄膜X線窓の開発

Development of ultra-thin window for the XRS instrument

岡田 達明[1], 加藤 学[2], 白井 慶[3], 山本 幸生[2], 松田 智規[2], XRS開発チーム 岡田 達明
Tatsuaki Okada[1], Manabu Kato[2], Kei Shirai[3], Yukio Yamamoto[2], Tomoki Matsuda[2], XRS Team Okada Tatsuaki

[1] 宇宙研・惑星, [2] 宇宙研, [3] 名大・理・地球惑星

[1] Div. Planet Sci., ISAS, [2] ISAS, [3] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ

われわれは小惑星探査機ミューゼスC、及び月探査機セレーネに搭載する蛍光X線分光計(XRS)の開発を行っているが、軟X線領域のX線を有効に透過する薄膜X線窓は、最も重要な開発要素のひとつである。今回、厚さ5ミクロンのベリリウム薄膜を高温真空中でメッシュに貼り付けするX線窓の新たな製法を考案した。製作したX線窓に対する軟X線の有効透過率の測定を行い、蛍光X線観測における有効性の評価を行った。さらにロケット打ち上げ環境を模擬した機械的特性を調べた。それらの結果について報告を行う。

われわれは2002年打ち上げ予定の小惑星探査機ミューゼスC、及び2004年打ち上げ予定の月探査機セレーネに搭載する蛍光X線分光計(XRS)の開発を行っている。XRSは、太陽からのX線が惑星表面に照射することで励起される、惑星表面の物質の元素組成を反映したX線(主に主要元素の蛍光X線から成る)を計測する観測装置である。得られたX線のエネルギー分布を解析することによって、惑星表面の主要元素組成を知ることができる。惑星表面の主要元素の蛍光X線はエネルギーの低い軟X線であるため、観測装置の遮光用フィルターによって大きな減衰を受ける。従って、軟X線領域のX線を有効に透過する遮光用の薄膜X線窓の開発は、最も重要な開発要素のひとつである。

X線窓材としては、X線透過性、遮光性、機械的強度、入手性などを考慮するとベリリウムが最適である。1ミル(約25ミクロン)の厚さのベリリウムはX線窓材として一般的に使用されるが、例えばマグネシウムの蛍光X線(K線)の透過率は25%程度と低く、検出効率が悪い。厚さ5ミクロン程度の膜を使用することで、軟X線領域のX線透過率を2~10倍に向上させることが可能である。これは厳しい重量制限下での設計を余儀なくされる探査機搭載機器にとって、検出効率の向上を実現する選択肢である。しかし、薄いベリリウム膜は機械的に脆いため、製法から考案する必要がある。

今回、厚さ5ミクロンのベリリウム薄膜を高温真空中でメッシュに高温硬化性エポキシ樹脂によって貼り付ける手法を考案した。手法の概略は、まずX線窓とその支持構造となるエポキシ樹脂を塗布したメッシュをサンドイッチ状に重ねる。それを加熱可能な真空槽に入れ、真空封じする。高真空下で約30分間、約130℃に保持し、接着剤を硬化させる。その後、X線窓を取り出すというものである。これはベリリウムが非常に酸化されやすい性質であること、接着剤からの脱ガス量を極力抑えた材料を使用する必要があること、等を考慮した結果である。

製作したX線窓に対して、軟X線の有効透過率、及び有効膜厚のばらつきの程度を、アルミニウム、シリコン、カルシウム、チタン等の蛍光X線の透過率の変化から調べることで、評価を行った。試作段階のため、ベリリウム膜自体の厚さのばらつきが見られるが、接着剤の流出などの原因によるX線の遮蔽効果はほとんど見られず、理想的に貼付ができていると考えられる。

ロケット打ち上げ時の環境における機械的特性を調べることは、探査機搭載機器として重要な課題である。M5型ロケットの振動・衝撃環境については既に耐性を確認していたが、音響試験については未解決のまま残っていた。音響試験用の治具を作成し、航空宇宙技術研究所の音響試験設備にてM5型ロケットの打ち上げ環境を模擬した耐音響特性の調査を行っている。

本講演では、X線窓の開発の現状について報告を行う。