

MUSES-C 搭載 XRS の熱特性評価

Evaluation of temperature profile of the XRS onboard MUSES-C

松田 智規[1], 岡田 達明[2], 白井 慶[3], 山本 幸生[1], 加藤 学[1], XRS開発チーム 岡田 達明

Tomoki Matsuda[1], Tatsuaki Okada[2], Kei Shirai[3], Yukio Yamamoto[1], Manabu Kato[1], XRS Team Okada Tatsuaki

[1] 宇宙研, [2] 宇宙研・惑星, [3] 名大・理・地球惑星

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

小惑星探査機ミューゼスCに搭載する蛍光X線分光計(XRS)の熱特性評価を行った結果について報告する。XRSは自身のもつラジエータを用いた放射冷却によって、X線検出器であるX線用CCDをマイナス40以下に保持する設計がなされている。XRSの熱数学モデルを、単体試験用に開発した熱真空試験用チェンバ、及び衛星熱真空試験によって検証を行った。また、接近する小惑星の熱モデルを作成し、実際の接近シーケンスを再現したときの、XRSの温度変化のプロファイルを得た。そのプロファイルはXRSによる観測可能な時間帯を示すと同時に、小惑星の熱特性の情報を導く熱放射観測としても利用できる。

小惑星探査機ミューゼスCに搭載する蛍光X線分光計(XRS)の熱特性について、熱数学モデル、及び熱真空試験を通じて得られた結果について報告し、考察を述べる。

XRSはX線検出器に、エネルギー分解能の良好なX線CCDを使用している。X線CCDは自身で信号増幅機能を持たないため、S/Nを向上させるには熱雑音を低減させる必要があり、一般に冷却して使用する。これまでの同製造メーカーの類似した製品の温度試験の結果から、マイナス40以下に保持することが機器設計、及び探査機搭載上の熱インターフェース条件となっている。

XRSは衛星構体とは断熱し、さらに迷光を除去するために設置したフードの外表面をラジエータとする構造をつ。自身のラジエータを用いて放射冷却を行い、X線CCDをマイナス40以下に保持するような設計がなされている。このXRSと、外的な熱伝導や熱放射の条件を考慮して、熱数学モデルが構築されている。実際の宇宙で観測を行うときにXRSが設計通りの性能を発揮するには、この熱数学モデルが正しく検証されている必要がある。

そこで、XRSのプロトモデルを作成して、プロトモデルに対して、単体試験用に開発した熱真空試験用チェンバ内で、熱数学モデルの検証を行っている。このチェンバ内では任意に周辺温度環境を変えたり、内部発熱を加えることができ、実際の搭載条件に近い環境下での検証が可能である。さらに、ミューゼスCのシステム熱真空試験(TTM試験)に参加した。TTM試験では、ミッション期間中に想定される高温条件、低温条件、XRSの観測の主なフェーズであるマッピング観測時の条件、及び小惑星接近時の条件において、探査機に搭載された状態でのXRSの温度特性を調べることができる。これらの試験を通じて、XRSの熱モデルの評価・検証、及び探査機との熱干渉を含めた温度特性を得る。

また、試験で得られる熱数学モデルの妥当性を評価するために、ミューゼスCでの観測時のシミュレーションも進めている。接近する小惑星について、表面物質の熱物性を与えて熱モデルを作成し、小惑星表面の温度分布モデルを構築した。表層の熱特性、特に熱伝導率の与え方によって、任意なモデルを得ることができる。そのモデル小惑星に対して、ミューゼスC探査機の小惑星への接近シーケンスを再現したときの、XRSの温度変化のプロファイルを見積もった。そのプロファイルは、XRSによる観測可能な時間帯、つまりX線CCDをマイナス40以下に保持できる時間帯の目安を与える。XRSは熱環境の厳しいモデルの場合でも、小惑星の半径程度の高度までは観測を続けることができる見込みである。

同時に、この温度プロファイルは、小惑星の熱特性に関する情報を導く、熱放射観測としても利用することができると考えられる。但し、そのためにはXRSの熱数学モデルの精度の高い検証と、フライト品に対する温度特性キャリブレーションを十分に行う必要がある。