

## 月惑星表面の蛍光 X 線観測における粒子サイズ効果のモデル計算

## Numerical model of particle size effect on planetary X-ray fluorescence experiments

# 川村 太一 [1]; 小川 和律 [2]; 岡田 達明 [3]; 加藤 學 [4]

# Taichi Kawamura[1]; Kazunori Ogawa[2]; Tatsuaki Okada[3]; Manabu Kato[4]

[1] 東大・理・地惑; [2] 東工大・理工・地球惑星; [3] 宇宙研; [4] なし

[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.; [2] Dept. of Earth and Planetary Sci., Titech.; [3] ISAS/JAXA; [4] JAXA

月惑星表面からは太陽 X 線などによって励起された蛍光 X 線が放射されており、この蛍光 X 線の観測は月惑星表面の元素マッピングのための有効な手段である。これまでの惑星探査においても様々な探査機に蛍光 X 線分光計が搭載されてきた (e.g. Adler et al., 1972; Trombka et al., 2000; Okada et al., 2006; Grande et al., 2006)。しかし、蛍光 X 線観測を惑星探査で行う場合には観測対象となる惑星表面の状態を考慮する必要がある。蛍光 X 線分光法は実験室で確立された手法であり、その場合、観測対象は表面研磨された試料や細粒のペレットであるため、その表面はミクロンオーダー以下で平坦と考えてよい。一方、月惑星の表面はレゴリスと呼ばれる細粒な砂礫で覆われており、その表面はミクロンオーダー以上の凹凸が存在する。このような凹凸がある場合、放射される蛍光 X 線強度が減少することが知られており、粒子サイズ効果と呼ばれる。月惑星表面の元素分布を正確に知るためには粒子サイズ効果の影響を考慮した上で得られたデータを検証する必要がある。蛍光 X 線分光計は現在進行中の月周回衛星「かぐや」にも搭載されており、また水星探査計画ベピ・コロノボなど将来の探査機にも搭載される予定である。これらのデータを解釈する上で粒子サイズ効果を無視することはできず、その効果を定量的に理解し、補正する必要がある。粒子サイズ効果の影響はすでに実験的に確かめられている (e.g. Okada and Kuwada, 1997; Maruyama et al., 2007) がその影響を理論的な側面から評価した例は少ない (Berry et al., 1969)。よって本研究では蛍光 X 線分光の惑星探査への応用を想定した粒子サイズ効果の影響をモデル計算から評価した。その上で今後の惑星探査から得られる蛍光 X 線分光のデータに対してどのような補正を行うべきかを検討する。

月惑星表面に入射した X 線は表面の物質によって吸収され、蛍光 X 線が宇宙空間に放射される。その強度は表面の物質、入射 X 線の強度、X 線の入射、射出経路などによって決まる。表面に凹凸がある場合、凹凸の部分によって X 線が吸収されるため、X 線強度が減少する。そのため、凹凸による経路長の変化を見積もる必要がある。Okada and Kuwada (1997) により、粒子サイズ効果の影響を数値的に見積もる際に、表面の粗さが矩形波で最もよく近似されることが指摘されている。本研究でも月惑星表面を矩形の凹凸でモデル化した。また本研究では「かぐや」の例のように、探査機が直下の月惑星表面から放射される蛍光 X 線を観測することを想定して、射出角を 0 度とした。計算の結果、粒径や入射 X 線、射出 X 線のエネルギー、入射角度をパラメーターにして、粒子サイズ効果による影響を評価する減衰係数を算出することができた。それによると、粒径が  $\sim 100 \mu\text{m}$  の粒子で覆われた表面から放射される X 線の強度は平坦な場合と比べて 2/3 割減衰することがわかった。この結果は Maruyama et al.(2007) の実験結果ともよい一致を示す。

このモデル計算により、減衰率を様々なエネルギー、入射角度に対して求めることが可能となり、様々な観測条件における粒子サイズ効果の影響を定量的に見積もることが可能となった。現在運用中の「かぐや」から得られるデータについてもこのような計算式をもとに粒子サイズの影響を見積もることができ、より詳細な議論が可能となることが期待できる。