

# LCROSS 探査における ejecta 量の推定

\*岡村奈津子<sup>1</sup>、杉田精司<sup>1</sup>、河北秀世<sup>2</sup>、洪鵬<sup>1</sup>、関根康人<sup>1</sup>、寺田宏<sup>3</sup>、高遠徳尚<sup>3</sup>、布施哲治<sup>3</sup>、渡部潤一<sup>3</sup>、古荘玲子<sup>3</sup>、相馬充<sup>3</sup>、大坪貴文<sup>4</sup>、門野敏彦<sup>5</sup>

1：東大新領域 2：京都産業大学 3：国立天文台 4：JAXA 5：大阪大学レーザー研

## 1. LCROSS 探査の概要

LCROSS (Lunar CRter Observation and Sensing Satellite)とは2009年10月9日にNASA主導で行われた、月における水の有無を調べるための衝突実験・探査である。

LCROSS 探査では、重量の異なるロケットを2機衝突させ、月面から放出する dust の量の分析を行った。

## 2. 研究内容と解析手法

本研究では、すばる望遠鏡によって観測された LCROSS 衝突の ejecta 量の推定を行った。ejecta 量の推定によって、月面の衝突領域における水の割合を得ることができ ejecta 量の推定は重要である。

ejecta の観測は近赤外線分光撮像装置 IRCS (Infrared Camera and Spectrograph)を用いて行われた。この装置は「分光」と「撮像」という2種の手法が可能である。

分光は、ejecta があると予想される場所に局部的にスリットを当て、ejecta の散乱光を確認する手法である。

他方、撮像はクレーターを含めた広域的な領域において月面の空間分布のデジタル画像(1024 pix×1024 pix)を撮る手法である。ejecta の飛散はスリットを大きく超えると予想されていたことから、本研究では広域的に捉えられる手法である撮像を用いて以下の解析を行った。

ejecta を観測する際、月からの光は宇宙空間、大気を経て望遠鏡に辿り着く。この大気の状態によって count 値に変動が生じる。また月は刻々と自転、公転をしており、月の観測地点も動いていく。この動いている観測地点を望遠鏡は追うが、その際にどうしても誤差がでてしまう。これを追尾誤差という。これら2点の影響を取り除かなくては、純粋な ejecta 量を推定できない。よって以下これらの影響

を取り除き、ejecta 量の推定を行っていく。

まず追尾誤差について検討する。これを補正するために同地点における異時刻の画像の差分を取り、スリット部分での誤差が最も小さくなるように手動で補正を行った。この結果、追尾誤差による画像のずれは1 pix程度と判断できた。

次に、大気の影響を考える。この解析を行う前に、図1のように領域を設定する。"ejecta"領域は ejecta が観測されると考えられる領域、"hill"は月面の日照面、"sky"は撮像画像の中の日照面の影響をなるべく受けていない暗い領域を指す。大気の透過率を *trans* としこれらの領域の count 値の関係は次式で表される。

$$I_{ejecta} = (F_{ejecta} + F_{sky}) \times trans \quad (1)$$

$$I_{hill} = (F_{hill} + F_{sky}) \times trans \quad (2)$$

$$I_{sky} = F_{sky} \times trans \quad (3)$$

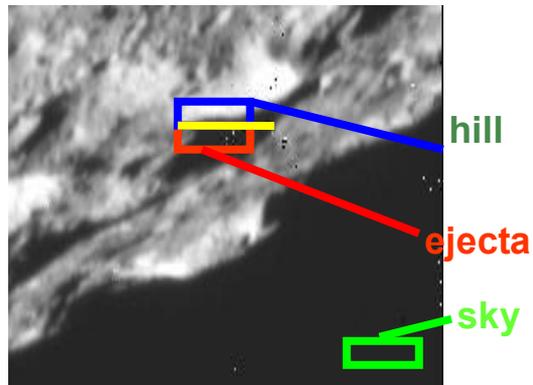


図1.月面における hill、ejecta、sky の場所を表した撮像画像

ここで、*I*は観測で得られる光量の count 値、*F*は光の flux (W)を表す。

式(1)から(3)より、観測値  $I$ には大気の影響(trans)と地上からの光が大気に散乱されている影響(sky)が入っている。但し、 $F_{hill}$  はほぼ一定である。したがって、ejecta の光量  $F_{ejecta}$  を見積もるには  $F_{ejecta} / F_{hill}$  を求めればよい。 $F_{ejecta} / F_{hill}$  と時間の関係を図 2 に示す。

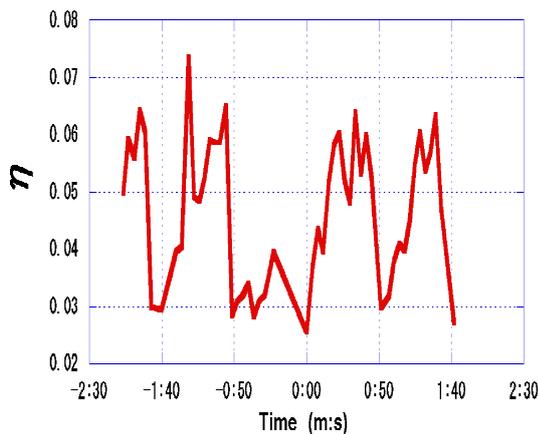


図 2  $\eta = F_{ejecta} / F_{hill}$  と時間(m:s)の関係

この図より  $\eta$  の約 0.03 から約 0.07 の間を揺らいでいることが分かる。もし ejecta が観測されれば、時間 0sec から 90sec の間で山形のピークが得られるはずである。

したがって、図 2 から ejecta は十分に観測されなかったことが分かる。ここで、我々は ejecta の上限値の見積もりを行った。

### 3. まとめ

本研究では、LCROSS 衝突を観測したすばる望遠鏡のデータを用いて、ejecta 量の推定を行った。得られた実験データからは有意な ejecta 光は観測されなかった。

そこで、この ejecta 反射光が検出できなかったことの意味を考えるため、我々は得られた count 値、

式(1)~(3)と  $\eta$  から  $F_{ejecta}$ 、つまり ejecta の反射光 flux の上限値を見積もった。計算結果は上限値として  $3 \times 10^{-10}$  [W] という値が得られた。

さらに標準星を用いて ejecta 量の反射光 flux [W] を質量[g]で見積もった。

今回用いた望遠鏡のフィルターにおける標準星の flux 量と天文解析ソフト iraf から見積もった標準星の count 値から、 $5 \times 10^{-14}$  [W/count] という結果が得られた。また月の粒子の直径として  $2 \times 10^{-5}$  [m] を用いる。なぜなら月の粒子の直径は  $1 \times 10^{-4}$  [m] という値がよく用いられるが、この値は質量を基準として平均値をとったものである。今回は ejecta の反射光について考察しているため、発光の際に影響する断面積を基準として考えた平均値である 1 粒子あたりの直径  $2 \times 10^{-5}$  [m] を用いた。以上から、今回の結果で得られた flux [W] は何粒子に当たるかを求め、ejecta の推定量として  $1 \times 10^3$  [kg] が得られた。これは事前推定量の 1/10 以下である。

今後は大気条件をより詳細に考慮することによって ejecta 量の上限値の精度をあげていくつもりである。

### 参考文献

- [1] G. B. Goldstein et al. *J. Geophys. Res.* 106(E12),32,841-32,845,(2001).
- [2] C. M. Pieters et al. *Science*, 326,558-572 (2009)