

イトカワの多バンド画像の主成分分析から示唆されるS型小惑星のスペクトル進化 Spectral evolution of s-type asteroids suggested by principal component analysis of multi-band images of Itokawa

古賀 すみれ^{1*}; 杉田 精司¹; 鎌田 俊一²; 石黒 正晃³; 廣井 孝弘⁴; 佐々木 晶⁵

KOGA, Sumire^{1*}; SUGITA, Seiji¹; KAMATA, Shunichi²; ISHIGURO, Masateru³; HIROI, Takahiro⁴; SASAKI, Sho⁵

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科, ² 北海道大学 理学研究院, ³ ソウル大学 物理天文学科, ⁴ ブラウン大学惑星地質,
⁵ 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻

¹Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, ²Dept. of Earth and Planetary Sci., UC Santa Cruz, ³Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, ⁴Department of Geological Science, Brown University, ⁵Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

背景・目的

イトカワ表面では組成の不均一性が小さいことや、宇宙風化の程度の異なる地域があることなどが知られているが [1,2]、宇宙風化以外にスペクトルを変化させる要素の有無は十分に検証されていない。我々は AMICA (Asteroid Multi-band Imaging CAmera) のイトカワ多バンド画像を用いた主成分分析 (PCA) で、主成分スペクトルとその空間分布を調べている。これまでの解析で、イトカワ、メインベルト小惑星、レーザー照射した隕石のスペクトルの PCA を使った比較から、微小隕石衝突による宇宙風化 [3] により小惑星のスペクトルがどう進化するかが示唆されていた [4]。しかし電磁ノイズの影響で、他の要素については解析できていなかった。本研究では電磁ノイズを除去し、宇宙風化以外に起因するスペクトル変化のトレンドを吟味することを目的として解析する。

方法

AMICA の可視 6 バンド画像 (中心波長 381,429,553,700,861,960nm) を使用した。画像に含まれている周期的な電磁ノイズを正弦波の重ね合わせを引いて除去した。[5] に従い画像校正と反射率への変換、平行移動による位置合わせを行った。

得られた画像を 553nm 画像で規格化し、PCA を行った。特徴的な黒い岩 (Black Boulder) の入った画像も用いた。Black Boulder の成因として [6] で衝撃暗化が指摘されている。また、イトカワのスペクトルを ECAS [7] の 540 個の小惑星スペクトルデータと合わせた PCA でイトカワとメインベルト小惑星のスペクトル分布とを比較した。

結果

電磁ノイズ除去処理により、除去前に比演算画像に顕著に見られた縞模様を除去できた。

イトカワのデータだけの PCA では、PC1 は、430-700nm で特に急な立ち上がりをもつ全体的に右肩上がりのスペクトルとなった。PC1 スコア空間分布は、大きなボルダーの上で値が低いなど先行研究 [8] で得られている宇宙風化度空間分布と調和的であった。

PC2 は 553nm 以外の波長で正の値を持ち、短・長波長の両側に上がったスペクトルとなった。550nm 付近でピーク形を持つ PC2 はイトカワ主要構成物質の無水ケイ酸塩のスペクトルと異なり、物質科学的な解釈は難しい。ボルダーの多い地域では PC1 は大きい、PC2 は小さい値をとるが、PC 1 スコアの極小になるボルダーを取り囲むように PC2 スコアの極大が分布するという特徴が見られた。また、PC1、2 の寄与率はそれぞれ 60-75%、20-30% であった。

一方、Black Boulder のスペクトルは ECAS の PC 空間において他の部分の作るクラスターと離れた位置に分布した。

議論と展望

イトカワだけのスペクトルの PC1、2 の寄与率はイトカワの表面スペクトルの不均一性は 2 つのプロセスによって支配されていることを示唆する。また、PC1、2 スコアの分布は、PC2 を決めるプロセスが、宇宙風化の中間的に進行したところで過渡的に起こることを示しているかも知れない。まだイトカワ表面の一部しか観察できていないため今後は全球解析を進めていく。学会の講演では他の地域に見られる傾向を報告する予定である。

一方、Black Boulder が作るスペクトルのトレンドが宇宙風化の影響が卓越する他の地域と異なる事実は、Black Boulder の起源が宇宙風化とは別のプロセス (衝撃暗化が一つの可能性) であることを示唆する。

今回の解析でイトカワ全体で起きている典型的宇宙風化以外のトレンドも捉えることができた。微小隕石による宇宙風化だけでなくより大きな衝突による進化プロセスを合わせて考慮することで、小惑星の進化過程を制約しスペクトルにより分類される小惑星クラス同士の関係性を導けるかも知れない。

参考文献

[1] Abe, M et al. (2006) Sci. 312, 1334. [2] Hiroi, T. et al. (2006) Nature 443, 56. [3] Sasaki, S. et al. (2001) Nature 410,

U06-06

会場:503

時間:4月28日 10:15-10:30

555-557. [4] Koga, S. et al. (2014) 45th LPSC, Abstract #1721. [5] Ishiguro, M. et al., (2010) Icarus, 207, 714. [6] Hirata, N. and Ishiguro, M., (2011) 42nd LPSC, Abstract #1821. [7] Tedesco, E.F. et al. (1982) Astron.J. 87, 1585. [8] Ishiguro, M. et al. (2007) MAPS 42, 1791.