

K7-26

地球近傍小惑星 (1566) イカルスと 2007 MK₆ の分光観測Spectroscopic Observation of a Near-earth Asteroid (1566) Icarus and 2007 MK₆梅原諒¹, 阿部新助², Nicholas Moskovitz³Ryo Umehara¹, Shinsuke Abe², Nicholas Moskovitz³

Abstract: Asteroid (1566) Icarus made a close encounter with the Earth on June, 2015 which provided opportunity to investigate the surface heterogeneity. In this research, we used the 4.3 m Discovery Channel Telescope at Lowell observatory in Arizona, USA. Icarus (1.5km) and asteroid 2007 MK₆ (0.37km) are almost certainly related because orbital elements of 2007 MK₆ is similar to that of Icarus. If 2007 MK₆ was separated from Icarus, surface properties of Icarus must have material changes. As a result, it is evident that Icarus has both S-type and O-type spectra. The surface area of O-type is estimated to be approximately 300 meters across which is consistent with the size of 2007 MK₆. Considering spin period of Icarus, 2.273 hours which is nearly critical rotation period of break-up for rubble-pile NEOs, we conclude that rotational fission made the Icarus-2007 MK₆ family.

1. 緒言

小惑星を探索することは、単に小惑星の起源や進化を知るだけでなく、太陽系全体の形成のプロセスを知ることにつながる。なぜならば、小惑星は太陽系が誕生した頃、原始惑星にまで成長できなかった微惑星や、原始惑星にまで成長したが、その後の衝突で砕けた欠片であると考えられているからである^[1]。また、小惑星は太陽風や微小隕石の衝突の影響で表面物質の光学的性質が変化する。このことを宇宙風化と呼ぶ。

過去の研究より、自転周期が 2.2 時間より速い小惑星は、直径 200m 以上の小惑星は存在しないことが分かっている。これは重力で集積し形成された破片集積体 (ラブルパイル^[2]) の小惑星が、一つの天体としての形状を維持してられる限界の自転周期があるためと推測されている。

可視・近赤外領域で分光観測すると、鉱物の構造型や化学組成に対応した吸収帯が見られる。小惑星の分光スペクトルを、隕石スペクトルなどと比較することによって、小惑星の組成に関する情報を取得出来る。小惑星スペクトル分類で、一般的に用いられるのは、Tholen (1984) による分類である。この内 S 型は、岩石質の小惑星と推定されている。現在確認されている地球近傍小惑星 (Near-earth Asteroid, NEA) の 8 割は S 型小惑星である。Q 型は普通コンドライト (Ordinary Chondrite) で形成されていると推定されている。地球に飛来する流星や隕石の大半はこの型である。

小惑星(1566)イカルスは、アポロ群軌道に属する地球近傍小惑星の一つである。直径約 1.48km、質量 2.9×

10¹²kg、軌道長半径 1.078AU、公転周期 1.12 年、近日点距離 0.187AU、離心率 0.827、軌道傾斜角 23°、自転周期 2.273 時間の天体である。イカルスは大きさの割には自転周期が速い小惑星である。一方、2007 年に発見された 18 等級の小惑星 2007 MK₆ の軌道は、イカルスの過去(約 1000 年前)の軌道に酷似し、この小惑星は、イカルスから分離した破片ではないかと考えられている^[3]。最新の位置測定と軌道共分散行列を用いて 2007 MK₆ の 3σ 軌道クローン^[4]を 101 個生成し^[4]、全ての惑星の摂動を考慮し、Hybrid symplectic/Bulirsch-Stoer integrator^[5]を用いて、各軌道要素の変化を調べた。現在の 2007 MK₆ と過去の Icarus の軌道類似性計算からは、984 年前~1020 年前の Icarus 軌道とほぼ一致する結果が得られた。Fig.1 に軌道長半径の結果を載せる。

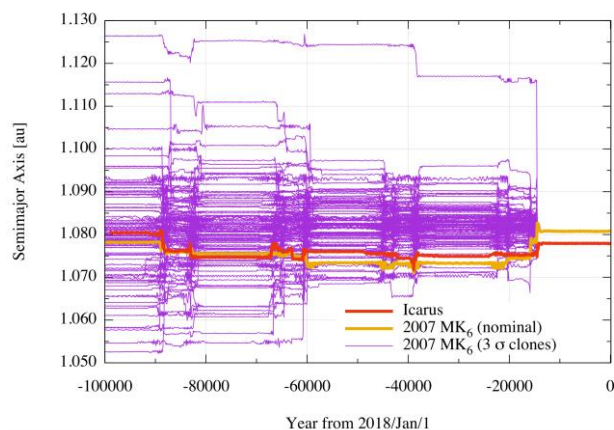


Fig.1 Semimajor Axis of Icarus, 2007 MK₆ and clones of 2007 MK₆

1: 日大理工・院 (前)・航宇, Aerospace Engineering, CST, Nihon-U. 2: 日大理工・教員・航宇, Aerospace Engineering, CST, Nihon-U.
3: ローウェル天文台, Lowell Observatory.

本研究では自転に伴うスペクトルの時間変化の様子を観測して、自転するイカルスと 2007 MK₆ の表面の分光スペクトルから、表面組成に異方性がないかを調査する。イカルス表面の分光データを既存の分光データと比較して評価し、イカルスの表面で組成が変わっているところがないか調べる。もし、2007 MK₆ と分離したのなら、組成が異なる箇所がある。

2. 観測

観測はアメリカ合衆国アリゾナ州ハッピージャックにあるローウェル天文台の口径 4.3m ディスカバリーチャンネル望遠鏡 (DCT) (北緯 34 度 44 分 40 秒, 西経 111 度 25 分 20 秒, 標高 2360m) に分光器 DeVeny Spectrograph を装着して 2015 年 6 月 21 日にイカルスを、2016 年 6 月 15 日に 2007 MK₆ を各々観測した。

3. 結果と考察

イカルスの解析結果のスペクトルを Fig.2 にのせる。

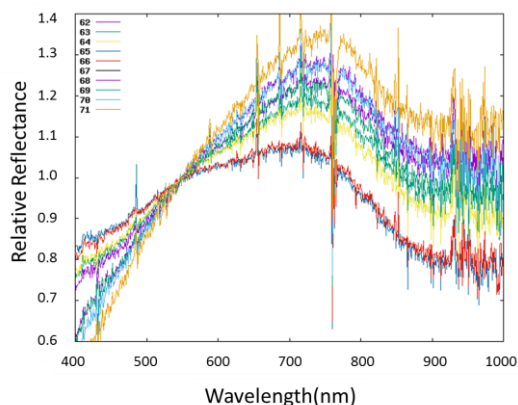


Fig.2 Spectrum of Icarus

Fig.2 よりイカルスのスペクトルは大きくわけて 2 パターンの傾向が見られた。各傾向の平均値を取ったグラフ(緑, 紫)と F.E.Demeo らによる S,Q,Sq,Og 型のスペクトルを Fig.3 に示す^[6]。

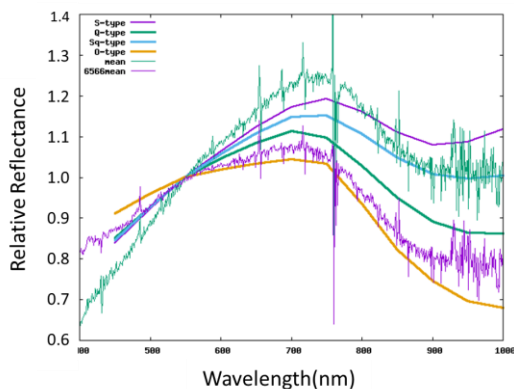


Fig.3 Spectrum of Icarus (green and purple), and S-type, Q-type, Sq-type, O-type spectra

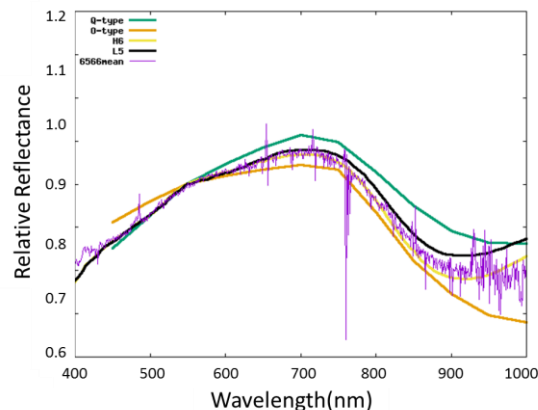


Fig.4 Near O-type spectra and chondrite

Fig.3 よりイカルスには Q 型より O 型に近い表面組成があることが示唆された。そこで隕石スペクトルと比較し、近しいスペクトルを表したのが Fig.4 である。近しいスペクトルが見られたのは H6 コンドライトと L5 コンドライトである。Q 型は宇宙風化という現象で S 型のスペクトルに変化することは過去の観測より判明しているが^[7], O 型の発見例は少なく S 型や Q 型との関連性の検討も必要である。

4. 参考文献

- [1] 廣井孝弘, 杉田精司 : C 型小惑星の探査における可視・近赤外分光の役割. 日本惑星科学会誌 Vol.19, No.1, pp36-47, 2010.
- [2] Abe. S. et al. : “Mass and Local Topography Measurements of Itokawa by Hayabusa”, Science, Vol. 312, No. 5778, pp1344-1347, 2006.
- [3] K. Ohtsuka, et al. : “Apollo asteroids (1566) Icarus and 2007 MK₆: Icarus family members?”, The Astrophysical Journal 668, pp71-74, 2007.
- [4] Milani, A. & Gronchi, G.F. : “Theory of Orbit Determination”, Cambridge University Press, 2010.
- [5] Chambers, J.E. MNRAS 304, pp793-799, 1999.
- [6] F.E.Demeo et al : “An extension of the Bus asteroid taxonomy into the near-infrared”, Icarus 202, pp160-180, 2009.
- [7] Richard P. Binzel, et al : “Earth encounters as the origin of fresh surfaces on near-Earth asteroids”. NATURE Vol 463, pp331-334, 2010.