

イトカワレゴリス粒子の3次元形状： 高速衝突実験破片および月レゴリス粒子との比較

土山 明（京都大学・大学院理学研究科・地球惑星科学専攻）

はやぶさ計画により小惑星イトカワの表層からレゴリス粒子が地球に持ち帰られた[1]。このサンプル分析により、次のような小惑星表面での様々なプロセスが明らかとなった。(1) 小天体の衝突によるレゴリス生成と微小粒子の選択的な逃散、(2) レゴリス層最表面粒子への太陽風の注入と宇宙風化リムの生成、(3) 地震波に誘起された粒子運動による粒子の摩耗、(4) 衝突による最終的な粒子の逃散 (~1 My)。

サンプルの初期分析では、放射光 CT を用いてイトカワ粒子の3次元形状が求められた[2,3]。粒子サイズ分布や3次元形状（3軸比）分布が高速衝突実験サンプル[4,5]や月レゴリス粒子[6]と比較され、イトカワ粒子の生成と進化が議論された。しかしながら、サンプル数が必ずしも十分ではなく、また粒子の3軸比の測定が楕円体近似 [2,3,6]あるいはノギス [4,5]によっておこなわれ、統一されていなかった。そこで本研究では、新たに JAXA から配分されたイトカワ粒子、新たな月レゴリス粒子 (10084: Apollo 11 の静かの海のソイル、60501: Apollo 16 のデカルト高地のソイル)、および新たにおこなった高速衝突実験[7]により回収された破片粒子の3次元形状を、従来と同様に SPring-8 のビームライン BL47XU に X線 CT により求めた。さらに、ノギスによる測定に対応する CT 像からの3軸長測定の手法を開発し[8]、イトカワ粒子、月粒子、衝突実験粒子の3次元形状を同じ方法で比較することにより、イトカワ表面でのレゴリス粒子の生成・進化をより詳細に理解するとともに、月も含めた大気のない天体での表面プロセスを包括的に理解することをめざした。

粒子の3軸比の平均値に関して、衝突実験粒子の中軸/長軸比は実験条件にはよらずほぼ白銀比 ($1:\sqrt{2}$) をもつものに対して、短軸/中軸比は実験条件の違いにより変化する。短軸/中軸比が白銀比より小さくなるのは、衝突のとき spallation により生成された破片によるものと考えられる。イトカワ粒子の中軸/長軸比・短軸/中軸比は衝突実験粒子のものよりも1に近く(すなわちより丸い—あるいは等方状)、月粒子の中軸/長軸比・短軸/中軸比はさらに1に近いことがわかった。これは、衝突破片が摩耗により丸くなったものと解釈できる。従来の研究ではイトカワと月粒子の形状分布は明瞭に区別できるものと考えられていたが[2,3]、今回明らかとなった連続的な変化は、イトカワ・月粒子の形状が同じプロセス(摩耗と破壊)に支配されていると考えたと説明しやすい。

- [1] Tsuchiyama (2013) *Elements*, 10: in print. [2] Tsuchiyama *et al.* (2011) *Science*, 333: 1125. [3] Tsuchiyama *et al.* (2013) *Meteor. & Planet. Sci.*, 1-16. doi: 10.1111/maps.12177. [4] Fujiwara *et al.* (1978) *Nature* 272: 602. [5] Capaccioni *et al.* (1984) *Nature* 308: 832. [6] Katagiri (2010) *Proc. 12th Internat. Conf. Engin., Sci., Constr., Operat. in Challeng. Environ.*, 254–259. [7] 島田玲 (2014) 修士論文、大阪大学. [8] 中野司 private communication.