

タイトル：小惑星イトカワのレゴリス粒子の表面微細構造から考察するレゴリスの宇宙風化
京都大学理学研究科 松本徹 tmatsumoto@kueps.kyoto-u.ac.jp

S型小惑星表面において、宇宙風化と呼ばれる主に微小隕石の衝突と太陽風の照射により、反射スペクトルの変化や物質的变化が起こると考えられている(Clark, 2002)。具体的な宇宙風化の進行過程を理解するためには小惑星サンプル分析が不可欠である。2010年、S型小惑星イトカワ表層から探査機はやぶさ回収したレゴリス粒子(小惑星表層の微細粒子)の分析により、粒子表面に主に太陽風照射に起因する宇宙風化リムが観察された(Nagao et al., 2011, 2014)。本研究では、これまで系統的に観察されていないイトカワ粒子の表面モルフォロジーに注目し、粒子表面構造の系統的な分類・解釈を行うとともに、宇宙風化リムの観察を行い、小惑星表層のレゴリス粒子の形成・進化過程と小惑星の宇宙風化過程との関連性を明らかにすることを目的にした。まず、イトカワ粒子19個について、X線マイクロトモグラフィーによる3次元外形の評価、FE-SEMによる表面微細構造の観察を行った。その結果、レゴリス粒子表面は、レゴリス粒子生成時もしくは生成後に破断した面、レゴリス粒子形成前のmatrix/regolith breccia内部の空隙内部の蒸発・凝縮により生成した面に分類できることが明らかとなった。一方で、3次元CT分析で丸みを帯びた粒子が確認され、その表面微細構造は、ぼんやりとしたステップをもつことが分かり、摩耗作用の存在を確認した。続いて、1つのイトカワ粒子に対してTEM/STEMを用いた宇宙風化リムの断面構造観察を行い、FE-SEMにて観察した表面構造との比較を行った。TEM/STEMで観察した宇宙風化リム内部には空隙が存在し、空隙の一部は表面を押し上げて、大きさ数十nmのブリスター(水ぶくれ状)の構造を形成していた。ブリスターを伴うリムはイトカワ粒子の宇宙風化リムのうち、最も長時間太陽風に暴露され形成したリムと考えられており(10³-10⁴年, Noguchi et al., 2014)、本研究結果から、粒子の表面観察のみで粒子表面の宇宙風化の程度を判断できることが示された。粒子表面のブリスター分布を調べると、レゴリス粒子の破砕による宇宙風化表面の更新、レゴリス粒子のかき混ぜ・移動を示唆するブリスター分布の不均一性が観察された。イトカワの宇宙風化のタイムスケールを考えると、個々のレゴリス粒子の局所的な表面に太陽風照射によって宇宙風化リムが10²-10⁴年程度で発達しても、イトカワ表層でのプロセス(レゴリス粒子の破砕、摩耗、かき混ぜなど)により、イトカワ全体を考えたときのスペクトルの変化は徐々に進行し、遅くとも10⁶年程度で起こるという描像が正しいと考えられる。