

ガス置換法によるミリグラム隕石試料の粒子密度測定

松野淳也* (立命館大学)、松本恵 (東北大学)

Grain density measurement for milligram samples by gas pycnometer

Junya Matsuno* (Ritsumeikan Univ.) and Megumi Matsumoto (Tohoku Univ.)

惑星科学において岩石の密度や空隙率は、小惑星の強度を支配し、礫の構造を推定するための基本情報であることに加え、リュウグウのように水質変成の起きていた天体の場合は水質変成時の岩石・水比の推定に繋がる為、重要な因子である。ここで外界と繋がった空隙を含む岩石の密度には大きく分けて二種類あり、バルク密度(嵩密度)と呼ばれる空隙を含めた密度と、粒子密度(真密度)と呼ばれる空隙を含めない密度がある。空隙率はX線CTによって直接可視化して求めることができ、放射光X線を用いれば100 nm程度の小さな空隙まで観測できる。しかしリュウグウ試料など水質変成を受けた炭素質コンドライトの空隙サイズは数~数10 nmであるためCTによる直接の観測は困難である。ここで、空隙率はバルク体積と粒子体積の比でもある。バルク体積はX線CTにて比較的簡易に精度よく求めることができる。一方、粒子体積の測定方法には、置換法(ピクノメーター法)がある。この手法は試料を溶媒に沈め、試料の分だけ排除された量を体積と見做すものであり、一般的には水などの液体に試料を沈めることになるが、この溶媒に非極性ガス(ヘリウムや窒素)を用いるのがガス置換法(ガスピクノメーター法)である。この手法は試料の汚染を最小限にとどめることができる非破壊分析である一方で、0.01 cm³以上(~数10 mg)の試料が必要と考えられてきたため、小惑星レゴリスのリターンサンプルのように質量が少ない試料には不向きであると考えられてきた。そこで本研究ではリュウグウ試料を念頭に、数mgの試料の粒子体積をガスピクノメーターで計測できるよう試

行し、標準物質を用いて測定限界となる試料サイズを求めた。

実験は株式会社島津テクノリサーチ所有のアキュピック II 1340 (マイクロメリティックス)を用いて行った。標準試料には直径0.5 ~ 8 mmの合成石英ガラス(密度2.201g/cm³)の均質な真球を用いた。ヘリウムガスを用いて直径2mmの標準試料を測定したところ、得られた体積は理論値の約85%だったが、複数回測定してもその再現性は高いことが分かった。そこで各試料に対し理論値と実験値の関係を求めたところ、1~8mmの試料についておよそその差は対数関数で近似できることが分かった。つまりこの近似曲線を用いれば、~数mg(~0.001 cm³)の試料でも体積を2桁の精度で測定が可能であることが分かった。続いてCIタイプの炭素質コンドライトであるOrgueil隕石の質量既知の小片(3.97 mg)の粒子体積を測定して粒子密度を求めたところ、2.4 g/cm³となった。この値は大きい試料を用いて測定された文献値(2.4-2.5 g/cm³ [1,2,3])と整合的であった。放射光X線CTと組み合わせることで、非破壊で空隙率が求まるという道筋を示せた。

参考文献

- [1] G. J. Consolmagno S. J and D. T. Britt (1998) MAPS 33, 1231 [2] G. J. Flynn, L. B. Moore and W. Klöck (1999) Icarus 142, 97 [3] A. R. Hildebrand et al. (2006) MAPS 41, 407

Keywords: Density, Porosity, Pycnometer

*Corresponding author: jmatsumo@fc.ritsumei.ac.jp