

室内型 μ G 装置で観察した単一粒子の磁気並進運動と飽和磁化の計測 Saturated Magnetization of Single Grain Obtained from Field-Induced-Translation in a Chamber Type Micro-G System

植田 千秋^{1*}, 久好 圭治¹

UYEDA, Chiaki^{1*}, Keiji Hisayoshi¹

¹ 大阪大学大学院 理学研究科

¹ Graduate School of Science Osaka University

単一の微小粒子の磁化を正確に検出する技術は、磁気科学に関連する諸分野で重要度を増しつつある。例えば、始原的隕石の中に含まれる Fe-Ni 粒子は、隕石形成時の星雲磁場に関する情報を保存している可能性があるが、単一粒子ごとの磁気分析は既存の装置では困難な場合が多い。当グループでは先に、単調減少する磁場勾配中に開放した様々な反磁性結晶が、磁場勾配力により磁場ゼロの方向へ並進運動することを、微小重力環境で観測した [1]。この場合、試料加速度は、(与えられた磁場分布の中では) 試料固有の磁化率により一義的に決定され、質量に依存しない。同様の並進運動は常磁性シリケートについても観測された。

今回、単調増加する磁場勾配の中に Fe および Ni の金属粒子を開放したところ、それらはエネルギー保存則に従って加速度運動した。すなわち粒子のもつ運動エネルギーと磁化のエネルギーは並進運動を通じて保存される [英文の (1) 式参照]。粒子の飽和磁化は、(質量計測をすることなしに) 異なる位置における磁場強度と粒子速度の関係から直性求められる。このようにして得られた飽和磁化の値は、2 桁にわたって文献値と一致した。すなわち自然界に存在する大多数の磁性粒子が、測定可能であると考えられる。これと並行して、上記測定で試料サイズを 3 桁にわたって変化させたが、測定誤差を超える顕著な依存性は見いだせなかった。これらの測定によって、強磁性粒子が上記エネルギー則に従って運動していることが検証された。この測定原理を実際の自然物質に適用するには、今後、試料サイズをマイクロ・レベルまで減少させて同様の検証実験を進める必要がある。

既存の磁化測定法では、1. 試料を磁場空間内に保持する試料ホルダーからのバックグラウンドシグナル、2. 試料の質量計測、という 2 つの制約のため、試料サイズの減少と共に、測定が困難になる。この問題を回避するため、既存の測定法では、微小試料の集合体を作成して計測を実施するが、一般に微小固体の磁性は試料ごとの特異性が大きく、この方法では十分な情報が得られないことが多い。これに対し、今回行った測定法は試料の運動が観測できる限り無制限に小さい試料が測定可能である。

[1] C.Uyeda et al: Jpn. Phys. Soc. Jpn. 79, 064709 (2010).

キーワード: 室内型微小重力発生装置, 飽和磁化, 単一粒子, 磁場勾配力, 磁気並進運動, 物質同定

Keywords: chamber type micro-gravity system, saturated magnetization, single grain, field gradient force, field induced translation, material identification