

フェライト磁石により発生させた広い磁場空間内での磁気異方性測定

Magnetic Anisotropy of Small Crystal Detected in a Field Produced by Ferrite Magnets

阪大理 植田千秋、杉浦聖也、久好圭治、寺田健太郎

Oubutsu Univ.¹, Oubutsu Central Research Lab.²,[○]Taro Oubutsu¹, Hanako Oubutsu²

E-mail: oubutsu@jsap.or.jp

固体を構成する物質は固有の反磁性異方性 $\Delta \chi_{\text{DIA}}$ を有するが、多くの物質で信頼度の高い値が得られていない。既存のトルク法で $\Delta \chi_{\text{DIA}}$ を得るには、直径 $\sim 1\text{mm}$ 以上の単結晶を必要とするが、現存する大多数の物質でこのサイズの単結晶は入手困難である。そこで先行研究では、 μg 空間に小さな単結晶を浮遊させネオジウム磁石による均一磁場を印加し、結晶の磁氣的安定軸が磁場に対し調和振動する周期 τ から、試料質量を用いずに $\Delta \chi$ を検出した[1][2]。ただし結晶を回転振動させる均一磁場空間が $\phi \sim 1\text{cm}$ 以下であるため結晶が空間の外へ移動してしまい、計測の成功率は20%以下に留まっていた[3]。

本研究ではフェライト磁石のプレート(10cmx5cmx1cm)2枚により、 $\phi \sim 3\text{cm}$ の空間内に $B=0.051\text{T}$ の均一磁場を発生させ、その中で試料を μg 持続時間の間、浮遊させることに成功した。これにより τ 計測の成功率が格段に向上した。その性能を検証するため、反磁性の黒鉛結晶および弱常磁性のクロライト結晶で運動を観測し $\Delta \chi$ 値を得た。それらの値は文献値と調和的で、小さい結晶の $\Delta \chi$ を効率的に測る展望が得られた。なおフェライト磁石で、弱磁性体に顕著な力学運動を誘起した前例は見いだせない。

先行研究では上記の測定原理に基づき、結晶構造が異なる様々な無機酸化物の $\Delta \chi_{\text{DIA}}$ を集積した。そしてこれらの値と結晶構造との間に一定の規則性を見出し、その起源に関する考察を進めた[2][4]。その結果、 $\Delta \chi_{\text{DIA}}$ の測定値は、結晶を構成する個々の結合軌道に一定の異方性を仮定することで、矛盾なく設営された。この仮説を実証するには、未測定 of 物質で $\Delta \chi_{\text{DIA}}$ 値を多数集積する必要があり、提案する手法の実用化が必要となる。磁気異方性エネルギーによる磁場配向[4]を実用化するには、必要最低限の磁場強度での実現が望まれる。上記モデルによる $\Delta \chi_{\text{DIA}}$ の試算によると、大多数の μm サイズの無機結晶は 2T 以下の実用性の高い磁場強度で磁場配向することが予想され、 $\Delta \chi_{\text{DIA}}$ 値の集積はこれを検証するためにも必要と考えられる [2][4]。

参考文献

- [1] C. Uyeda, et. al., Jpn. J. App. Phys. Lett., 32, L268 (1993)
- [2] C. Uyeda, R. Takashima, T. Tanaka, Appl. Phys. Lett., 28, 094103 (2005)
- [3] C. Uyeda et. al., J. Phys. Soc. Jpn. 32, 164079 (2010)
- [4] 植田千秋、機能材料 39 (9月号) 35 (2019)
- [5] for example, G. Maret, K. Dransfield, F. Herlach (Ed.).143-204, Springer-Verlag (1985),