

パルス磁場の磁場勾配を用いた帯磁率測定

阪大低温セ

吉田 立

パルス強磁場はこれまでに多くの物性を明らかにしてきたが、この磁場に伴う磁場勾配も極めて大きなもので、これを用いた系統的な研究はほとんどなされていない。一方、磁場の生物学的応用も研究が進んでいるが、この分野では、磁場だけでなく、磁場勾配がかなり重要であるとの話題もある。そこでわれわれは、磁場勾配研究の手始めとして、パルス磁場勾配中に置かれた常磁性や反磁性の固体や液体の振舞いの基礎解析と実験を行なった。

磁場勾配中の磁性体（体積帯磁率 χ ）は、 $F = \chi H (dH/dz)$ の力を受ける。ここでは、パルスマグネットの中心軸上で引っ張られる方向を z とし、磁場波形は、 $\sin \omega t$ に比例すると考える。磁場印加による試料の運動は $F = m \ddot{z}$ ($m = \rho V$ 、 ρ 、 V は試料の密度、体積) を解けば、右の図 1 のようになり、パルス磁場の終わる $t = \pi / \omega$ には速度 $\dot{z} = \alpha \pi / 2 \omega$ 、移動距離 $z = \alpha \pi^2 / 4 \omega^2$ を得る ($\alpha = a \chi H_0^2 / \rho$ 、 H_0 : 最高磁場、 a : 勾配の係数)。われわれは、阪大強磁場のパルス条件では速度が cm/s のオーダーになることに着目し、これを固体の試料について測定した。具体的には、数 g の結晶試料をバネの下に吊しこれを力 F が最大となる場所に置いた。磁場印加により、試料は速度 $\dot{z}$ を持ち単振動を始め、その振幅は速度に比例する。単振動（周期 0.5 秒程度）の様子はビデオカメラにより観測した。測定例として、塩化マンガン ($\chi = 1.6 \times 10^{-4}$ emu/cc, $\rho = 2.0$ g/cc)、硫酸銅 ($\chi = 1.4 \times 10^{-5}$ emu/cc, $\rho = 2.3$ g/cc) の場合を図 2 に示すが、磁場の 2 乗によく乗っているのがわかる。また、薄い容器にいれたベンゼンでは、反磁性のため押し返されたのが観測された。

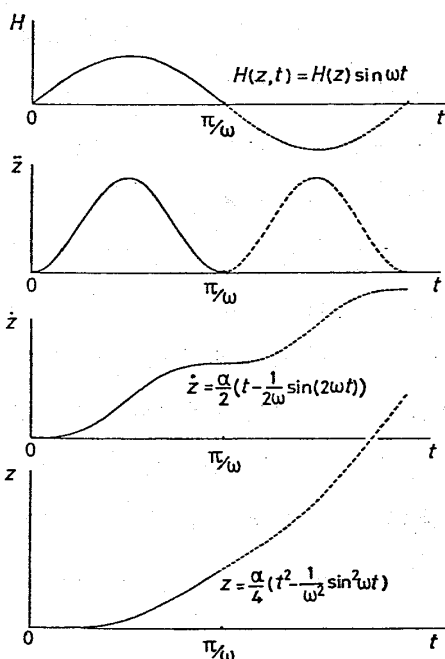


図 1. 磁場勾配中の磁性体の運動

実験に用いたパルスマグネットはパルス幅が短かく ($\omega \sim 10^4$)、また振幅の測定精度も悪いために

10^{-6} emu/cc 程度が感度限界であるが、別途計画中のパルス幅の長いマグネット ($\omega \sim 5$) を用い、光学的な変位の精密測定を行なえば 10^{-11} emu/cc 以上の測定感度が期待できる。この感度を得るためには、容器等の反磁性を打ち消すためのブリッジバランス等を検討する必要がある。

なお測定に協力してくれた寺尾達朗君に感謝します。

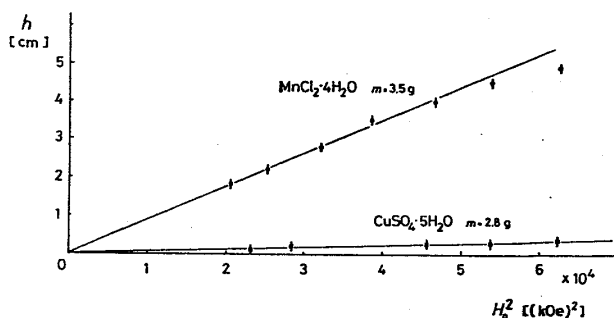


図 2. 単振動の振幅の磁場依存性