

## 永久磁石で磁気浮上させた水滴の温度制御

### Temperature control of a water droplet magnetically levitated by permanent magnets

日工大工 菅谷将之, 池添泰弘<sup>○</sup>

*Dept. Appl. Chem., Nippon Inst. Tech., Masayuki Sugaya and Yasuhiro Ikezoe<sup>○</sup>*

E-mail: y.ikezoe@nit.ac.jp

宇宙での無重力状態を利用した実験の代替実験を地球上でも行うことが出来るようになれば、実験のためのコストは大幅に削減でき、同時に実験の機会は大幅に増える。したがって、無重力状態を必要とする研究は、一気に加速されることが期待される。一般に物体を浮上させるための技術は、電磁浮遊炉のようにフィードバック制御によって物体を浮かすようなものがほとんどで、宇宙での無重力のような静的な浮上状態を得ることはできない。レーザーピンセット技術は、浮上物体を静止させることが出来るが、数ミクロン程度の極めて小さな物体でのみ利用可能で、強いレーザー光によって物体が損傷を受ける可能性もある。上記のような例と異なり、反磁性物質が磁場によって反発力を受ける性質を利用した磁気浮上技術は、巨視的な大きさを持つ物体を安定に静止した状態で浮上させることができる唯一の方法である。しかし、物質の反磁性は一般に非常に小さいので、世界有数の巨大な超伝導磁石でなければ磁気浮上状態を得ることはできない。

過去に、二つの磁石を極近距離に配置することによって磁気力が増強することが報告されており<sup>1-2)</sup>、それを参考に磁場解析ソフト (MagNet7, Infolytica) による磁場解析を行ったところ、永久磁石でも超伝導磁石並みの磁気力を得られることがわかった。前回は、それに基づいて1 cm 程の小さな永久磁石を用いて磁気浮上を実現できることを報告した。地球上でこのように非接触で液体を浮上させた状態を保持できれば、物体の過冷却や結晶成長の研究に大変都合が良い。今回、浮上した水滴を徐々に冷却しながら観察する装置の実現と初歩的な実験について報告する。

実験では、一般的な顕微鏡下で用いることのできる温度制御装置(Lincam, 10083L)を用いた。Figure 1 は実験装置図である。温度制御装置の上側に透明なプラスチックで囲われた空間があり、その中に、奥行き 18 mm、幅 2 mm、高さ 8 mm のネオジミウム磁石が1対と、それを挟み込むように1辺 5 mm で高さ 15 mm の正方形柱の磁石が横倒しの形で1対設置してある。前者の1対の磁石が磁気浮上に必要な強い磁気力を発生し、後者の1対の磁石が3次元空間に磁気エネルギーの極小点を生み出す。超音波加湿器で発生した水の霧を温度制御装置の中に導入すると、霧が対となった磁石の隙間の空間に集まり浮上した水滴を形成するので、それを上側から顕微鏡で観察した。Figure 2 は、マイナス 32.3°Cにおいて浮上している液滴で、全く凍り始める気配はない。その後、さらに冷却していくと磁石の浮上位置が徐々に磁石側壁に近づき、最終的には液体が凍り始める前に磁石の壁に衝突した。温度による浮上位置の変化の原因はまだわからないが、今後の実験によって原因を明らかにするとともに、過冷却からの液体の凝固過程を観察する。

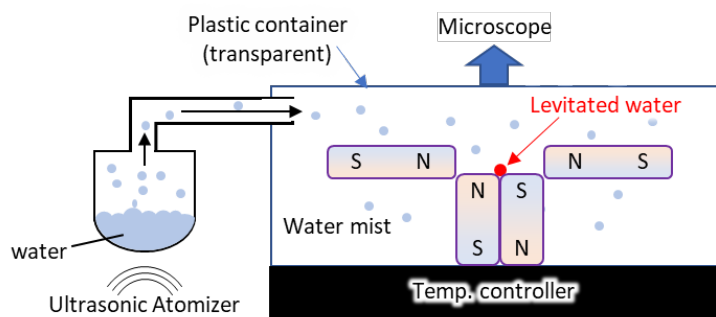


Fig. 1. Experimental setup

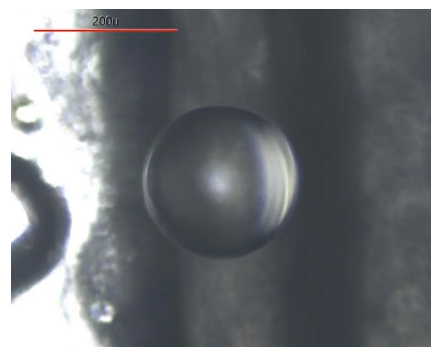


Fig. 2. Levitating water ball at -32.3°C. The scale bar is 200 μm.

- 1) C. Pigot, *et al*, *IEEE Trans Mag*, **44** (2008) 4521-4524
- 2) H. Watarai, *et al*, *J. Chromatogra. A*, **961** (2002) 3-8