

In-situ 磁気力制御系を有する磁気浮上装置の開発

Development of a magnetic levitation device with an in-situ magnetic force control system

日工大基幹工応化 ◯戸枝 隼人、新田 捷人、池添 泰弘

Hayato Toeda, Hayato Nitta, and Yasuhiro Ikezoe

Department of Applied Chemistry, Nippon Institute of Technology

◯E-mail: y.ikezoe@nit.ac.jp

宇宙ステーション内部の微小重力空間では、液体内部の密度差による対流が抑制され、良質なタンパク質結晶が得られることが知られている¹⁾。したがって、浮上状態の実験は医学や生物学への応用も期待される。しかし、宇宙で実験を行うには莫大な費用が必要で、人材・時間・実験器具などにおいて様々な制限がある。一方、地上で宇宙の微小重力のような環境を再現する技術も研究されており、その一つとして反磁性磁気浮上技術が挙げられるが、巨大な超伝導磁石やハイブリット磁石を必要とするので汎用性に乏しい。最近我々は、小さな永久磁石を組み合わせるだけで水などの反磁性物質の磁気浮上を実現できることを見出し²⁾、浮上させた過飽和の水溶液から水溶性の塩を再結晶させることにも成功している。一般には、水溶液と析出物の磁気浮上に必要な磁気力場は異なるので、両者を同時に満たす磁石配置を探し当てるのは困難である。そこで、本研究では、その場で磁気力を制御しながら磁気浮上した水溶液から再結晶の実験が出来るような装置の開発に取り組んだので報告する。

使用した磁石は(Fig. 1)、幅 2 mm、奥行き 18 mm、高さ 8 mm の角型ネオジウム磁石 1 対と、直径 3 mm、長さ 10 mm の円柱磁石 1 対で、前者を内側に、後者を外側に配置したような磁石配列となっている。外側の円柱磁石と内側の磁石との距離を D (mm) とする。円柱磁石は内側の磁石が生み出す磁場を局所的に弱め、磁気力を調節するとともに、非接触浮上の条件（全方向においてポテンシャルが極小）を満たすために用いられる。Fig. 2 は、円柱磁石と角型磁石の距離 D と磁気力場の最大値と最小値の関係を示しており（磁場解析ソフト：Simcenter Magnet, Siemens）、 D を 0 mm から大きくしていくと磁気力場も大きくなり、黄色で表された非接触浮上実現領域も徐々に磁気力場が大きい方にシフトしてくる。例えば、酒石酸固体と酒石酸水溶液の浮上条件（それぞれ緑と紫の直線）を両方満たすことは難しいが、 D を短くすれば、酒石酸水溶液が浮上し、 D を大きくすれば酒石酸固体が浮上することがわかる。このように、その場で D を制御しながら磁気力を制御すると、自在に浮上条件を制御できるので、今後、様々な結晶成長実験に活用できると期待される。

[1] T. Nakamura *et al.*, *Int. J. Microgravity Sci. Appl.*, 36 (1), 360103 (2019)

[2] T. Naito, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **125**, 264102 (2024)

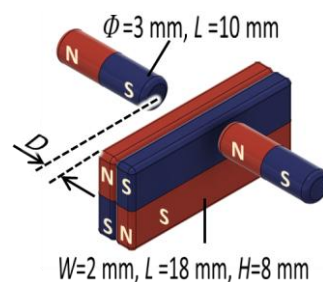


Fig. 1 Magnets arrangement.

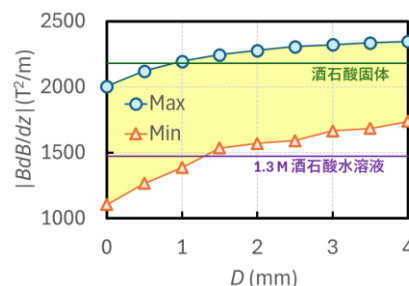


Fig. 2 Range of magnetic force field that satisfies the conditions for non-contact magnetic levitation