

## 流体中の物質の磁場による運動の解析

### Analysis of motion of materials in fluid under magnetic field

物材 ○岡田 秀彦

NIM, Hidehiko Okada

E-mail: okada.hidehiko@nims.go.jp

1990年代に冷凍機冷却超伝導マグネットが開発され10 T以上の磁場を容易に実験などで使用できるようになった。そのため、従来は観測が困難であった常磁性体、反磁性体への磁場の効果が観測されるようになりその応用も検討され始めた。対流の制御、物質の配向の制御、物質の分離等である。

流体中の物質の運動についての研究は多くあるが、磁場の影響について理論的に調べたものは少ない。本発表で紹介する磁場による流体中の粒子の運動の解析手法は磁場による分離技術の一種である高勾配磁気分離技術の理論的研究から出発している(1)。高勾配磁気分離ではその分離性能を知るために、懸濁する磁性粒子が流体中に置かれた磁性体との間に働く磁気力を受けてどのように運動するかを知る必要がある。そのために我々は流れの分布を得るためにナビエーストークス方程式、静磁場分布を得るためのポアソン方程式、粒子の濃度を得るために拡散方程式を使ったモデルを作りそれを数値的に解く方法を開発した。粒子が大きい場合には拡散の影響は小さいため運動方程式を使う事ができるが、粒子が小さくなると拡散を考慮するため拡散方程式を使っている。

磁場による対流の制御による溶液からの結晶化を考える場合、通常の外部の条件としての重力、温度に加え、磁気力を考える(2~4)。本研究では結晶ができる前の状態について調べている。これらの条件の下で溶液(流体)の運動を与えるナビエーストークス方程式、溶媒(微粒子)の運動を与える拡散方程式を連立させて解き、溶液の運動と濃度変化を調べた。さらに、温度分布がある場合には、熱の移動についても解いている。

図1は実際のマグネット内の磁場分布を想定した溶液の対流の計算例である(4)。重力はz軸の負の方向に向いている。矢印は流れを示している。

本発表では、流体の運動への磁気力の影響について主に理論的な側面からの研究を紹介する。

- (1) H. Okada et.al, Separation Science and Technology, 40, No.7 (2005) 1567-1584.
- (2) H. Okada et.al, J. Appl. Phys. 110, 043903 (2011).
- (3) H. Okada et. al J. Appl. Phys. 111, 093907 (2012).
- (4) H. Okada et.al, J. Appl. Phys. 113, 073913 (2013)

