

14 マグネット中心から水平方向に偏心させた位置の水のベナール対流(動画 33-36)

<解説>

動画 29~32 で示した研究の後継研究である。磁気力の大きさはそのまま、容器をボア中心軸から Y 方向に容器高さ h だけ水平移動させた場合の三次元数値計算である。それ以外の計算条件も同じで、 $Pr = 6.0$, $Ra = 7020$, アスペクト比 (直径/高さ) は 8.0 の Rayleigh-Benard 対流に、以下の大きさの磁気力を印加した。(A) $\gamma = -2665840$, (B) $\gamma = -533169$, (C) $\gamma = -266584$, (D) $\gamma = -53316.9$ である。偏心の模式図は以下の通りである。(詳細は文献[1]を参照)

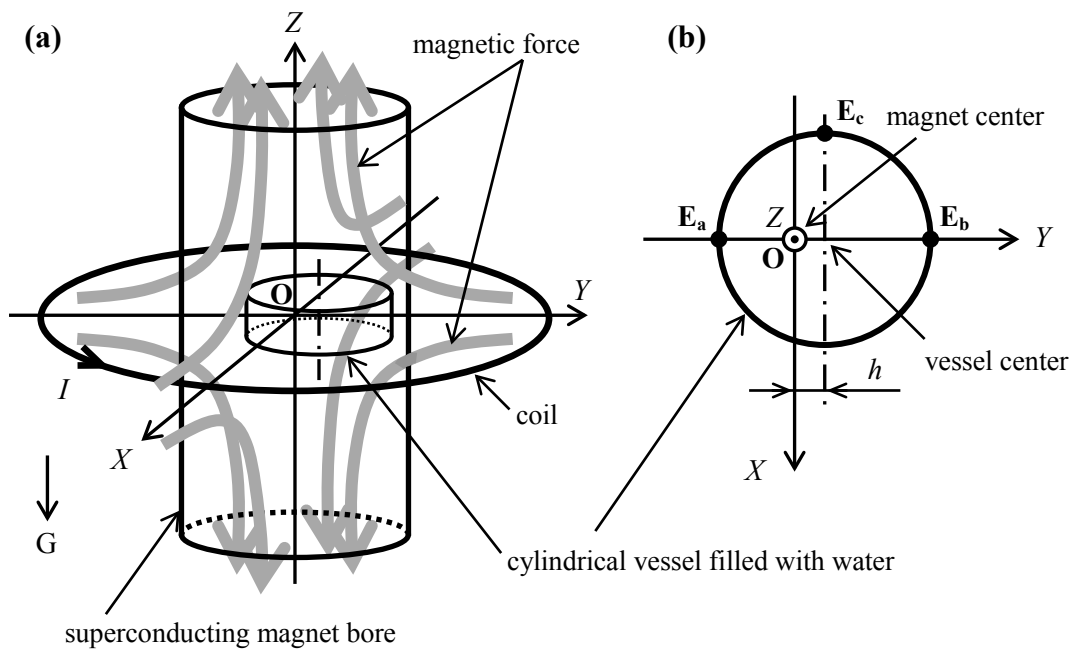


Fig. 1. Schematic illustration of our model. (a) Magnetic force for a diamagnetic substance, together with the coordinate system and the gravity vector G . One turn coil used to calculate magnetic force distribution is also shown. (b) The vessel section at $Z = 0$, seen from above, that was set up at a horizontally off-centered position. The vessel center is displaced toward the +Y direction by h from the magnet center. E_a , E_b and E_c represent three points where the magnitude of the magnetic force was calculated.

<計算結果>

- (A) は最も強い磁気力 (重力の 5 倍) が側面から印加された場合である (動画 33)。低温流体はボア中心軸付近に集中するので、容器中心のやや左側に集まった。一方、容器側壁付近に高温流体が移動した。流れは安定な定常解になった。
- (B) は重力と等倍の磁気力が印加された場合である (動画 34)。(A)と同様に、容器中心からやや左側に低温流体が集中し、側壁近傍に高温流体が移動した。ただし、磁気力の力が弱いいため安定な定常解にはならず、流れの周期的な変動が見られた。

(C)は重力と 0.5 倍の磁気力が印加された場合である（**動画 35**）。容器周辺には高温流体が移動したが、容器中心付近にも高温流塊が出現し、不安定な状態が長く続いた。やがて一本の対流セルが出現し、安定な定常解になった。

(D)は重力と 0.1 倍の磁気力が印加された場合である（**動画 36**）。V 字型の対流セルが出現し、安定な定常解に至った。なぜこのようなパターンになったかは不明である。

偏心した磁気力を印加した熱対流の数値計算結果については、類似した例を文献[2]でも報告している。

<実施場所>

独立行政法人 産業技術総合研究所関西センター

<論文>

[1] S. Maki and M. Ataka,

“Convection of water in a superconducting magnet: Numerical studies at the center and an off-centered positions of a bore of the magnet”,

The International Symposium on Magneto-Science 2005, 14-17 November, 2005, Yokohama, Japan, pp. 4007, 8 pages (2005).

[2] S. Maki and M. Ataka,

“Effects of non-axisymmetric magnetization force on natural convection of water at various off-centered positions in a superconducting magnet: Numerical computation studies”,

Japanese Journal of Applied Physics **44**, pp.1132-1138 (2005).