

閉ループ内熱対流に関する数値実験

A numerical experiment about the thermal convection in a closed loop

三村 和男[1]

Kazuo Mimura[1]

[1] 東海大・教養

[1] Resources and Environment Sci, Tokai Univ

1. 導入・背景

気象現象はある地点の物理量の変化が地球を周り周って、自分自身にも影響を及ぼす。この点を考慮した最も単純化された地球として、鉛直設置された閉ループ内の流体のカオス的振る舞いを研究対象としている。

アニュラス状の 2 重円筒状の閉ループを使った室内実験を続けてきた。この実験においては、同じ実験条件にもかかわらず、「主流」がカオス的に反転することもあれば、一方方向に安定することもあった。従って、この室内実験に対応した数値実験を行い、閉ループ内熱対流の真の振る舞いを調査する。

2. 数値実験

2次元ブジネクス Navie-Stokes 方程式を、円筒座標表示、無次元化したあと離散化した格子点数値モデルを用いた。実験条件は室内実験に合わせ、アスペクト比： $X=20$ 、プラントル数： $Pr=6$ とし、管壁温度分布を $-\sin$ 型に固定し、上部内外壁を一定温度で冷却し、下部内外壁もまた一定温度で加熱し続ける。

今回の数値実験では温度分布が接線方向に 180° 回転させたとき、ほぼ反対称になるという特徴があるので、この対称性の乱れに注目し、対称性の乱れを評価するパラメータ T_s 定義した。

実験条件を安定領域と不安定領域の臨界点と固定しポアソン方程式を解く時の許容誤差を厳しくすることにより、計算精度を向上し、臨界点での主流の振る舞いを詳しく調べた。

3. 結果・考察

時間発展の前半部分では反対称性が維持され、かつ主流が反転する傾向があること、反転は計算終了時には見られなくなること、計算精度の良い方が反転が継続することがわかった。

これらのことから、計算誤差のない理想的な主流はカオス的的反転を起こし、その時温度分布は 180° 回転反対称的であり、温度分布の対称性の破れはカオス的的反転を妨げる働きがあると考えられる。