慣性変化法によるマントルの熱対流シミュレーション

◯ 竹山 浩介（東工大）
斎藤貴之（東工大）, 牧野淳一郎（神戸大）

概要

本研究では、マントル対流を陽解法で解くための新たな手法を提案する

1. マントル対流を陽解法で解くための新たなスキーム「慣性変化法」を開発した

2. 慣性変化法により過去のベンチマークテストと一致する結果を得た

慣性変化法（陽解法）

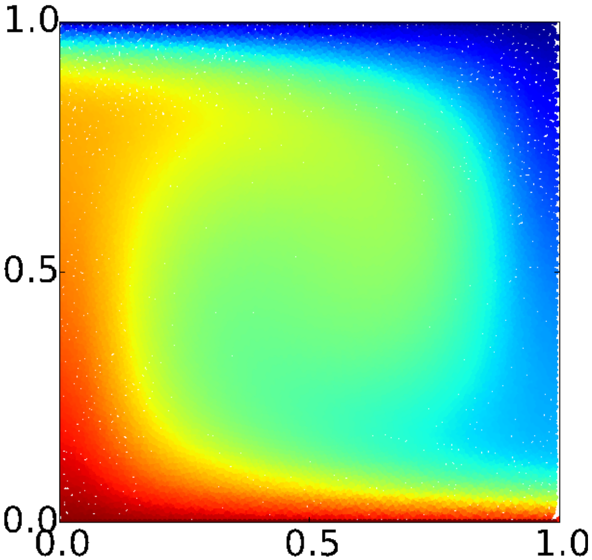
運動方程式

$$\underbrace{\xi\rho\frac{d\boldsymbol{v}}{dt}}_{\text{慣性項}} = -\nabla p + \rho\boldsymbol{g} + \underbrace{\frac{1}{\chi}\nabla\cdot\boldsymbol{\Pi}}_{\text{粘性}}$$

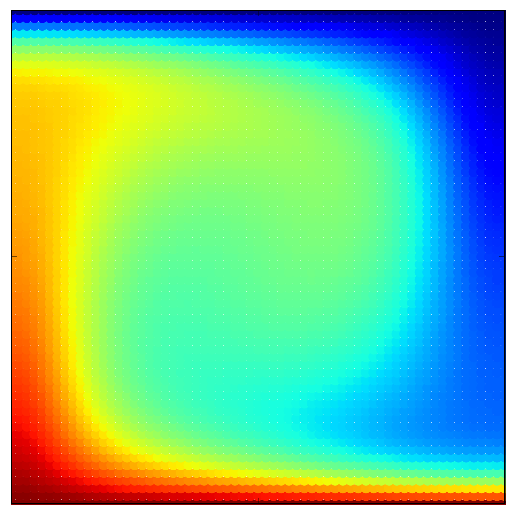
エネルギー方程式

$$\rho c_p\frac{dT}{dt} - \alpha T\frac{dp}{dt} = \underbrace{\chi\nabla\cdot(k\nabla T)}_{\text{熱伝導}} + \frac{1}{\chi}(\boldsymbol{\Pi}\cdot\nabla)\cdot\boldsymbol{v}$$

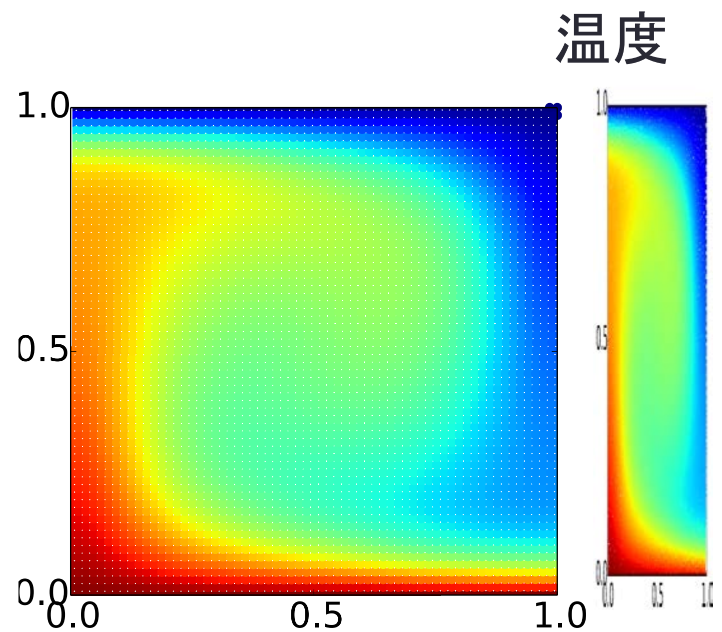
ベンチマークテスト



慣性変化法の結果
（SPH法）



慣性変化法の結果
（メッシュ法）



先行研究の結果
(ASPECT)

平均二乗速度・熱流量ともに先行研究の結果を再現出来た

まとめ

慣性変化法によって、マントル対流計算の陽解法化が可能

→ シミュレーションの高速化・高解像度化が可能

$$\xi \rho \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = -\nabla p + \rho \boldsymbol{g} + \frac{1}{\chi} \nabla \cdot \boldsymbol{\Pi}$$

$$\rho c_p \frac{dT}{dt} - \alpha T \frac{dp}{dt} = \chi \nabla \cdot (k \nabla T) + \frac{1}{\chi} (\boldsymbol{\Pi} \cdot \nabla) \cdot \boldsymbol{v}$$