

惑星気候のパラメータ依存性

—Kaspi & Showman (2015) の紹介—

神戸大学理学部惑星学科
流体地球物理学教育研究分野
伊藤 旭人

目的と内容

◆目的

- 惑星気候のパラメータ依存性を, 数値モデルを用いて調べる
- 多様な惑星気候を実現する要因を統一的に説明

◆本日の発表の内容

- 先行研究である Kaspi & Showman (2015) のレビューを行う
 - 一つのパラメータのみが変化したときの惑星気候の応答についての論文
 - 自転角速度, 恒星フラックス, 大気質量, 惑星の平均密度, 長波に対する光学的厚さ, 惑星半径に対する惑星気候の依存性が調べられている

Kaspi & Showman (2015) において用いられるモデルの概要

■ 湿潤大気大循環モデル

- 全球にわたり三次元大気循環と温度分布を計算

◆ 力学過程

- 三次元球面プリミティブ方程式系
 - 東西, 南北, 鉛直方向の運動方程式
 - 連続の式
 - 熱力学の式

◆ その他の物理過程

- 放射過程
- 表面境界層の過程
- 水循環の過程

三次元球面プリミティブ方程式系

$$\frac{Du}{Dt} - 2\Omega v \sin \theta - \frac{uv}{a} \tan \theta = -\frac{1}{a \cos \theta} \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} - \Sigma_u \quad (1)$$

$$\frac{Dv}{Dt} + 2\Omega u \sin \theta + \frac{u^2}{a} \tan \theta = -\frac{1}{a} \frac{\partial \Phi}{\partial \theta} - \Sigma_v \quad (2)$$

$$0 = -\frac{\partial \Phi}{\partial \ln p} - R_d T_v \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \quad (4)$$

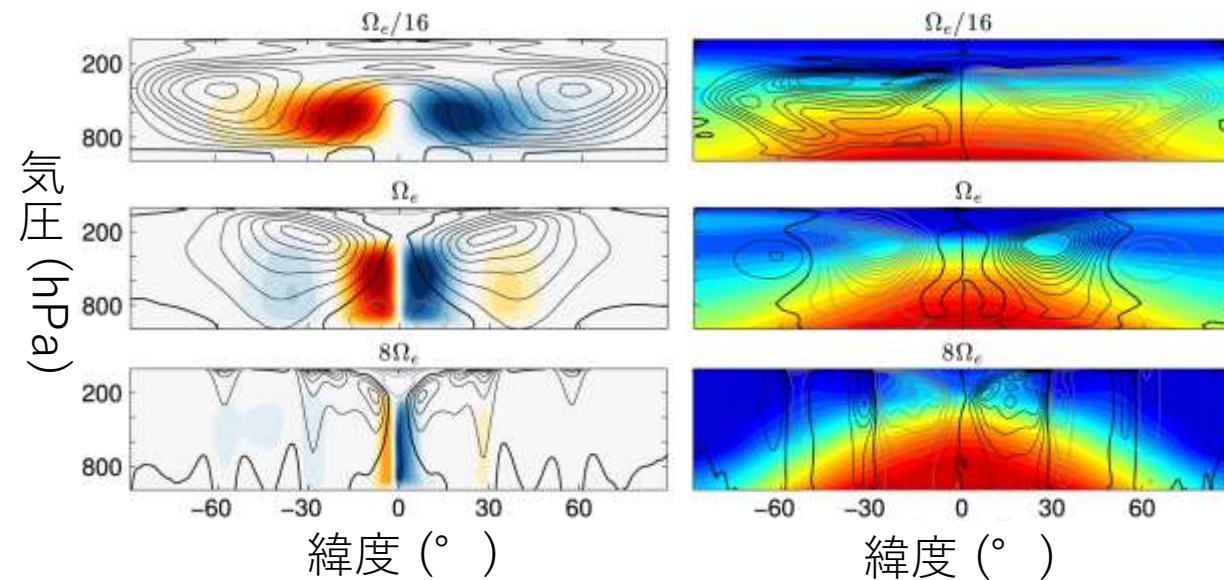
$$\frac{DT}{Dt} - \frac{R_d T_v \omega}{c_p p} = Q_r + Q_c + Q_b \quad (5)$$

Kaspi & Showman (2015) の実験結果の例

◆ 自転角速度依存性についての実験結果

- 右図は地球の自転角速度 (Ω_e) の 1/16 – 8 倍の場合における東西, 時間平均した物理量
- 自転角速度が大きくなるとハドレーセルの規模は小さくなり, 赤道-極間表面温度差は大きくなる

◆ 本発表ではKaspi & Showman (2015) における自転角速度以外の実験結果についても述べる



左列等値線: 東西風速
左列色: 子午面質量流線関数
右列等値線: 南北方向の東西運動量フラックス
右列色: 温度