

平成 26 年度 地球シミュレータ利用報告 研究成果概要

1. 課題名

木星型惑星大気の縞状構造の成因の研究

Generation Mechanism of the Banded Structures Observed in the Jovian-type Planetary Atmospheres

2. 課題責任者

竹広 真一(京都大学数理解析研究所)

Shinichi Takehiro

3. 課題の目的

木星型惑星(木星・土星)表層大気の力学的な特色である縞状パターンはこれまでに多くの大気科学研究者の関心を引いてきたが、現在のところ、これらの特徴を矛盾なく整合的に説明できる十分な力学的描像と理解は得られてはいない。本研究では、地球シミュレータの豊富な計算資源を利用することにより、全球規模から微細規模対流までにわたる空間スケールを統一的にあつかう大規模数値計算を実行し、従来の数値モデルでは表現できなかった微細規模の対流や乱流の構造を解像し、木星型惑星大気に見られる表面流の大規模構造の力学的成因を解明することを目指す。

4. 今年度当初の研究計画

これまでの先行研究では惑星全球面を取り扱うのではなく水平方向に一部分を切り出して取り扱われてきている。これに対してわれわれは今年度、全球にわたる木星型惑星大気モデル(回転球殻熱対流モデル)の数値計算を行い、そこに出現する帯状流の生成機構を解析することを目指す。

5. 研究計画に沿った利用状況

先行研究が 1/8 セクター計算であったのに対して、われわれは先行研究と同じ解像度を維持しつつ全球を計算領域とし(経度・緯度・動径方向にそれぞれ 1024x512x64 点)、回転球殻熱対流モデルの数値計算を遂行した。また先行研究に対して 10 倍の長さの時間積分を行った。

6. 今年度得られた成果、および達成度

<成果>

先行研究は 1/8 セクターに計算領域が限られていたものの、木星型惑星大気に見られるような赤道順行ジェットと中高緯度の縞状パターンが同時に出現する解を提示した画期的なものであった。

これに対して、今回のわれわれの全球長時間成分の結果は、先行研究の結論を完全に否定する

こととなった。全球で長時間積分を行うと、中高緯度の縞状ジェットが次第に融合していき、縞状パターンが消滅してしまう結果となったのである。このことは、先行研究での結果は時間積分と計算領域が十分でなく、遷移的な状態を観察していただけであることが推測される。さらに、木星型惑星の表層大気構造が、深部の対流によってのみ生成されているのではないことが示唆される。

<達成度>

(年度当初の研究計画を全て達成した場合を 100% / 複数の目標があった場合は、それぞれについて達成度を数値で記載)

80 %

7. 計算機資源の利用状況

<計算機資源の利用状況>

(計画的に計算機資源を利用できているか、状況を記載)

割り当てられた計算時間を、計画的に 1 年間でちょうど使い終えることができた。

<チューニングによる成果>

(ベクトル化、並列化チューニング等、計算機資源を有効利用するために行ったこととその効果を記載)

ES 用にチューニングされている AFES モデルの球面調和関数変換ルーチンを回転球殻対流モデルに移植することに成功し、モデルの並列化率を向上させ使用可能ノード数を増やすことができた。

<計画的に利用できていない場合、その理由>

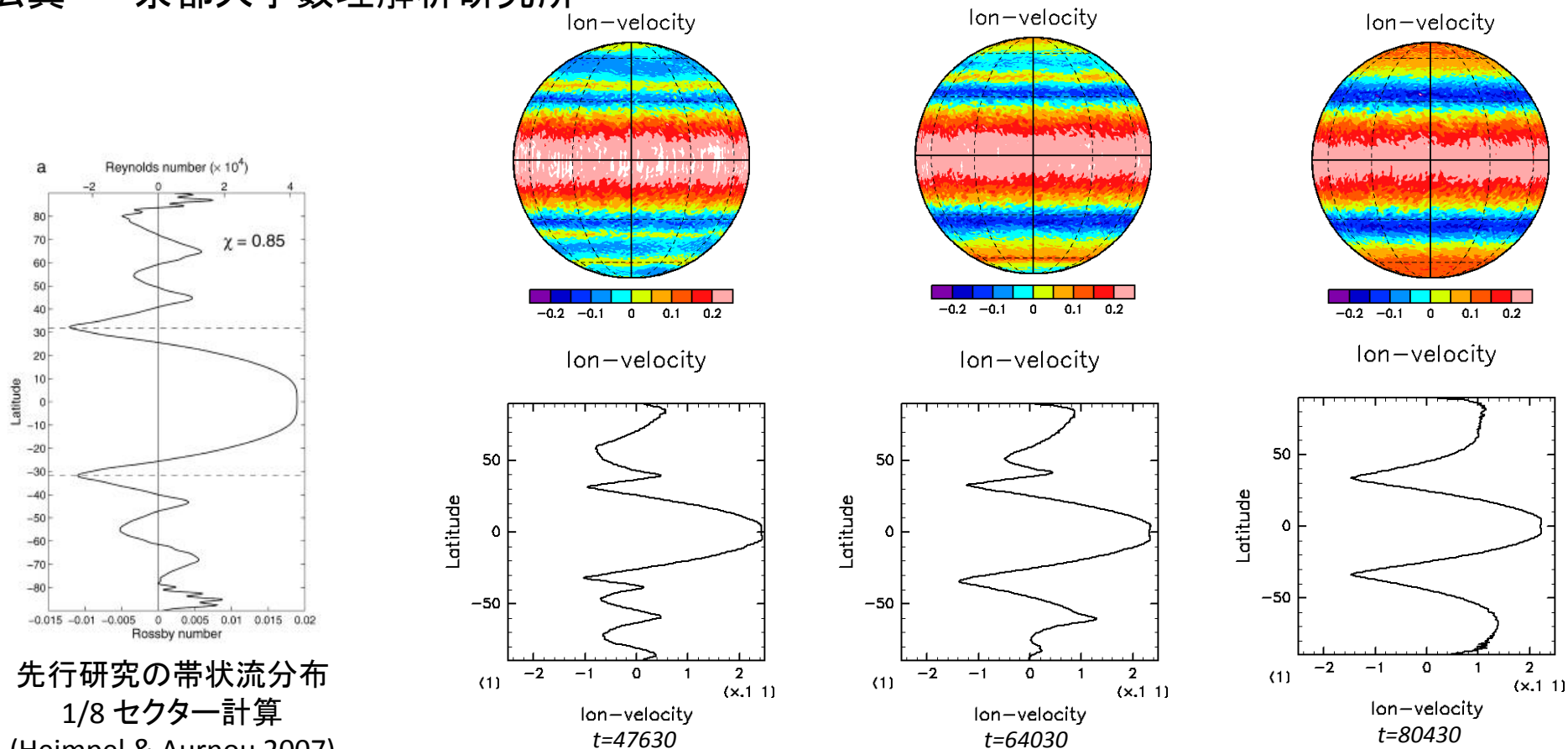
なし

8. 新聞、雑誌での掲載記事

なし

木星型惑星大気の縞状構造の成因の研究

竹広真一 京都大学数理解析研究所



先行研究の帯状流分布
1/8 セクター計算
(Heimpel & Aurnou 2007)

全球計算の長時間積分での帯状流の時間変化
中高緯度の縞状構造が消滅していく
⇒木星型惑星大気のモデルには不適當かも？