

大気大循環モデルの中で発達する 擾乱の空間構造について

山根 省三

千葉科学大学 危機管理学部
地球環境フロンティア研究センター

はじめに

大気の運動は、一般に、不規則で不安定である。

⇒ わずかに異なる初期値からはじめた大気のシミュレーション結果が、異なる様相を呈する。

不安定の要因：対流性、地形性、傾圧性、...

個々の不安定の特徴や働きについては、理想化され、線形化された状況において、深く理解されている。

しかし、
数値天気予報の精度などに関係するような大気的不安定と
これらの理論的な不安定との間の量的な関係については、
まだ完全には理解されていない。

本研究：
大気大循環モデルを用いて、わずかに異なる初期値から
はじめたシミュレーションの結果の違いの特徴を定量的に
調べた。

目的：大気的不安定の特徴の理解を深める。

数値実験の概要

比較的高解像度の大気大循環モデルを用いて、成長モード育成法 (Toth and Kalnay 1997) の数値実験を行った。

数値モデル:

解像度 T159L48 の大気大循環モデル AFES
(水平解像度125 km、鉛直48層)

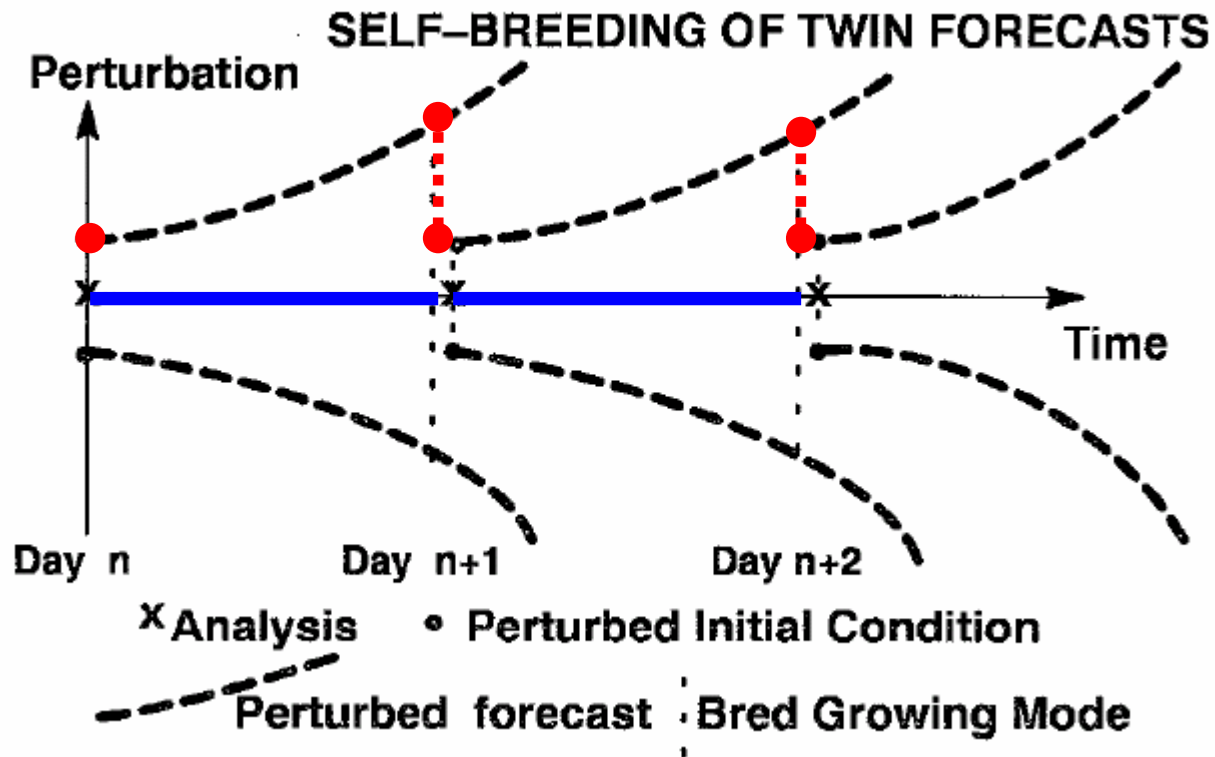
基準解 (2006年1月1日～4月1日):

観測された海面水温と海氷分布をモデルに与えて
3ヶ月間積分した (ハインドキャスト実験)。

摂動解 (2006年3月1日～3月31日):

基準解に摂動を加えて、ある一定の時間間隔毎に、
擾乱の大きさを規格化しながら1ヶ月間積分した。

成長モード育成法の概念図



摂動の規格化と時間発展を繰り返す(サイクルで行う)。

摂動の規格化の大きさと
サイクルの時間間隔を変えた数値実験を行った。

- 規格化の大きさ: **0.5, 1, 2, 4**
(摂動の全エネルギー・ノルム)
- サイクルの間隔: **6時間, 12時間, 24時間**

目的:

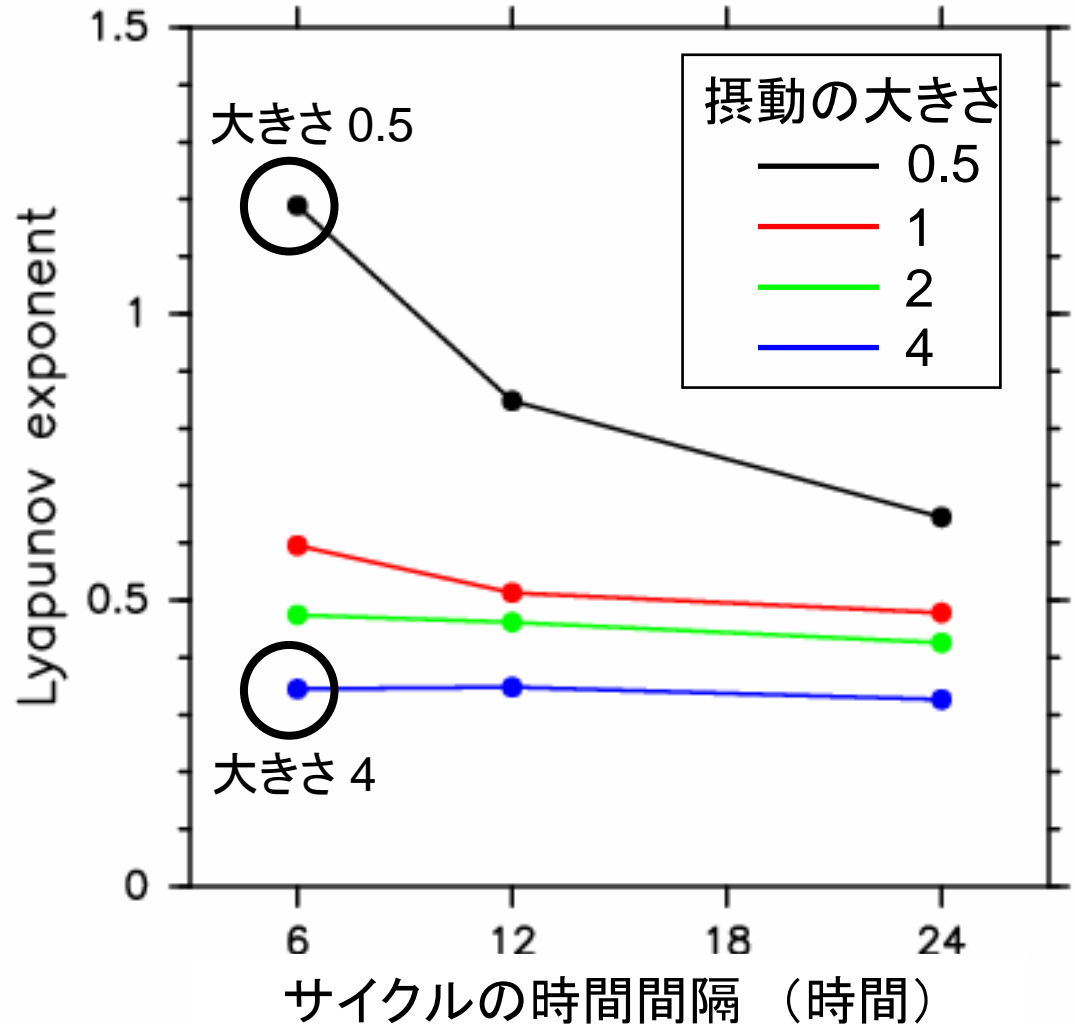
大気大循環モデルの中で成長する摂動(成長モード)の
摂動の大きさに対する依存性(非線形的性質)を調べる。

実験結果

摂動の大きさが小さく、
サイクルの間隔が短い
ほど摂動の成長率は
大きい。

⇒ この計算にみられる
成長モードの発展は、
線形ではない。

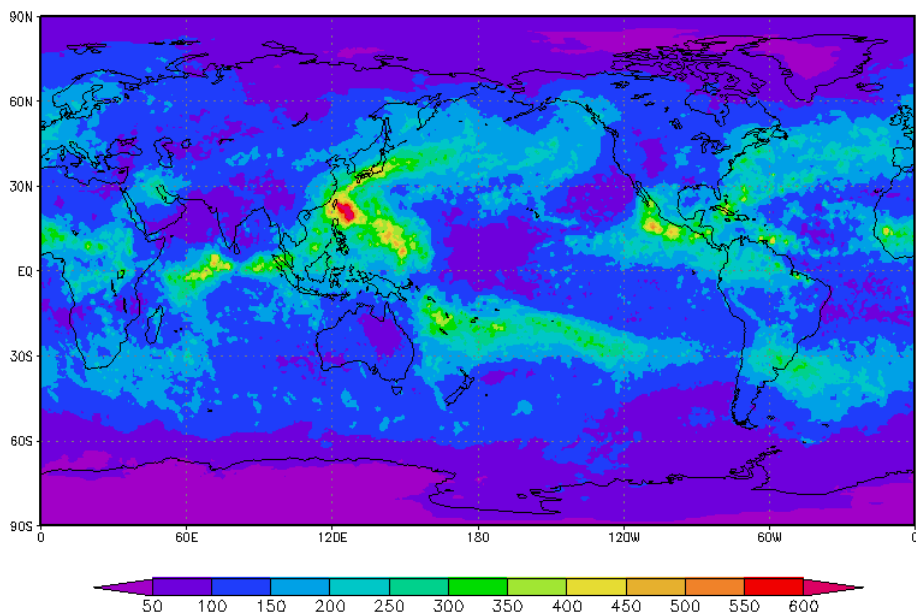
摂動の成長率(リアプノフ指数)



摂動の全エネルギーの水平分布

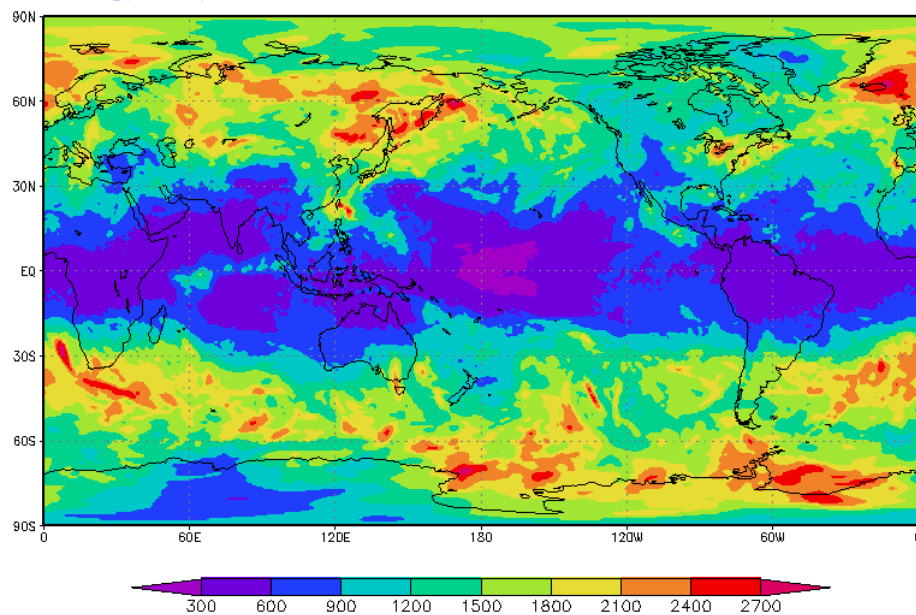
(期間3/22-31の摂動の全エネルギーの鉛直積分値の平均平方根)

摂動の大きさが 0.5 のケース



熱帯を中心とした局所的な分布

摂動の大きさが 4 のケース

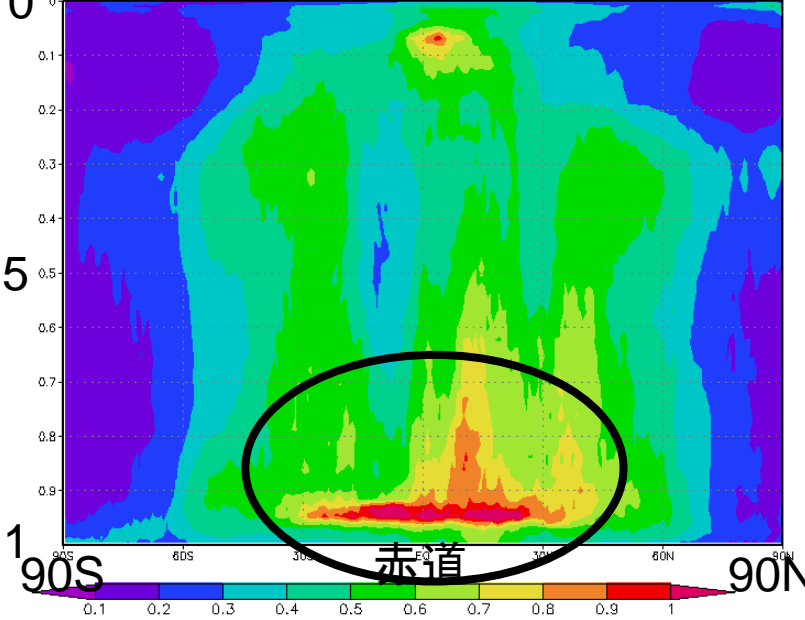


中緯度帯を中心とした分布

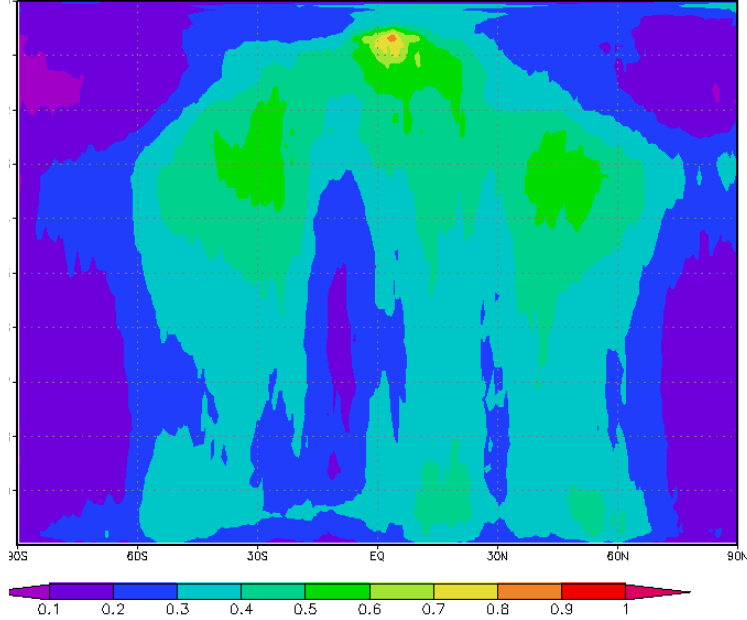
緯度-高度
断面図

大きさ 0.5
のケース

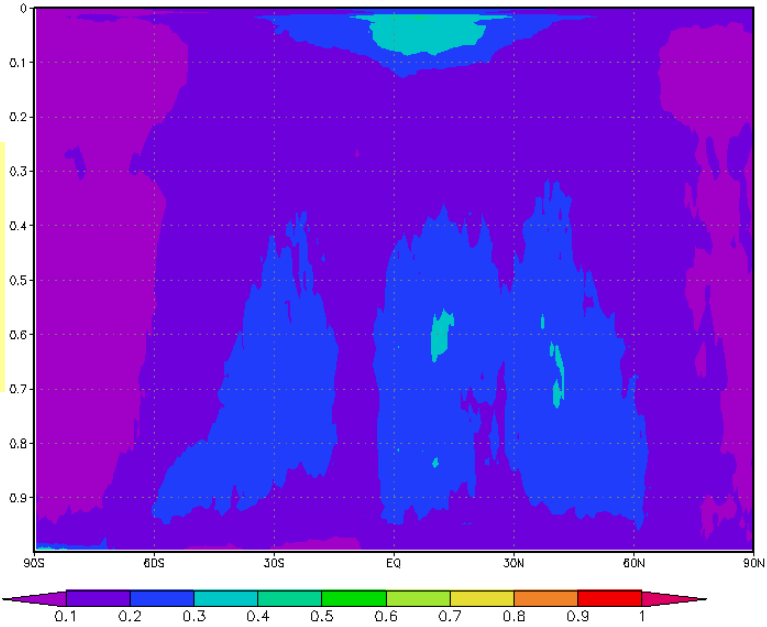
全エネルギー



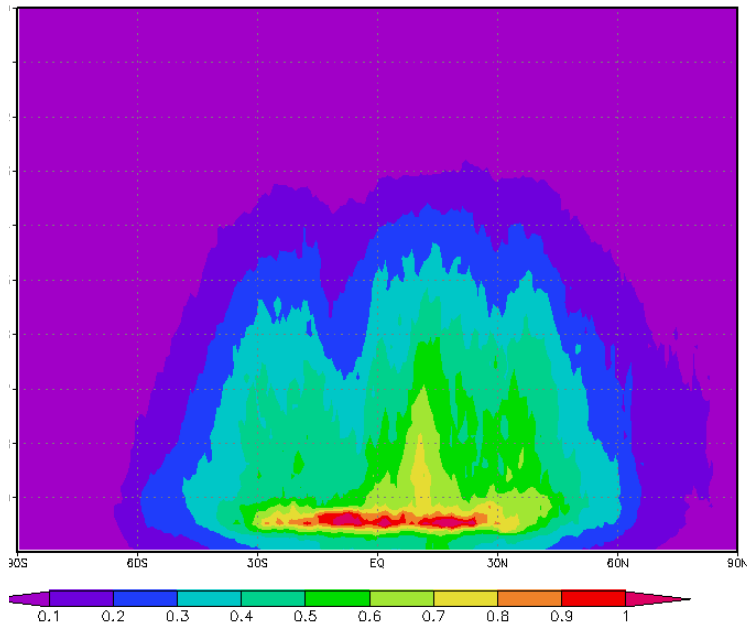
運動エネルギー



熱エネルギー



水蒸気のエネルギー

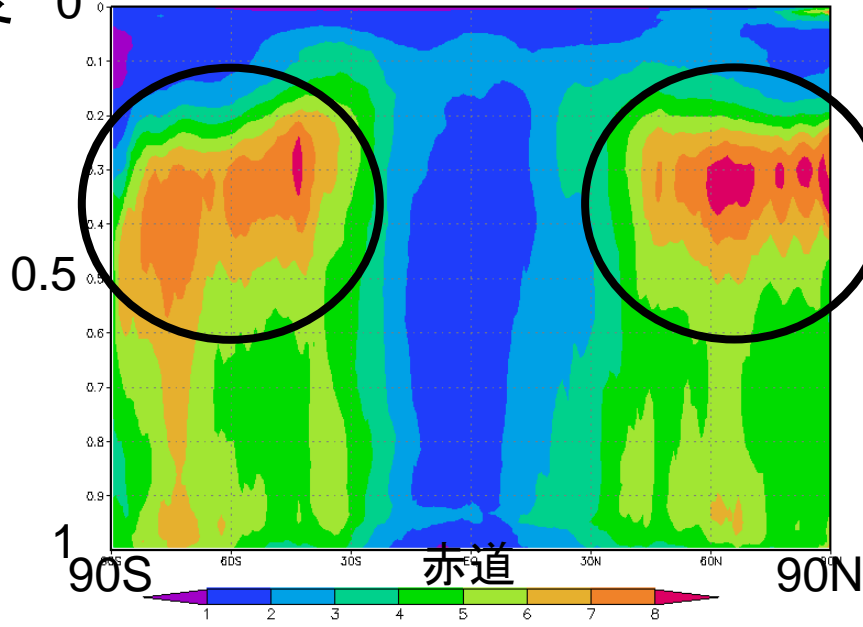


熱帯の
対流活動に
関連

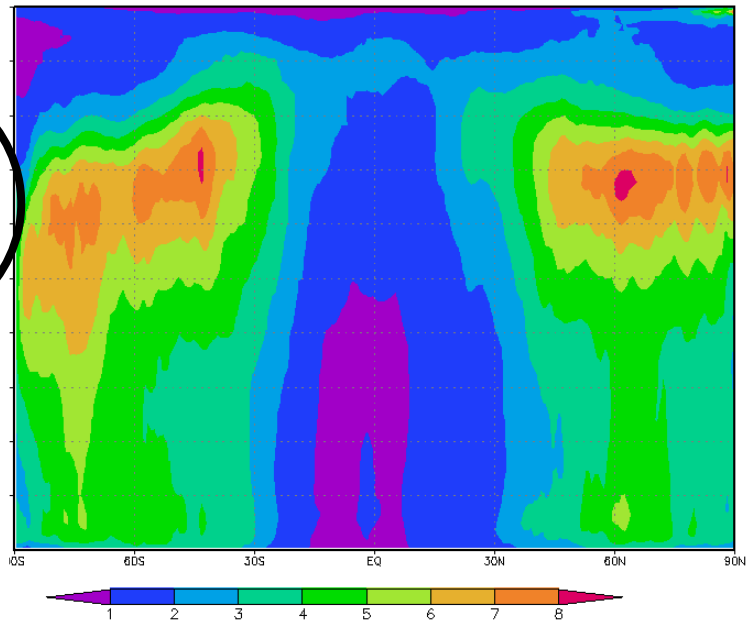
緯度-高度
断面図

大きさ4
のケース

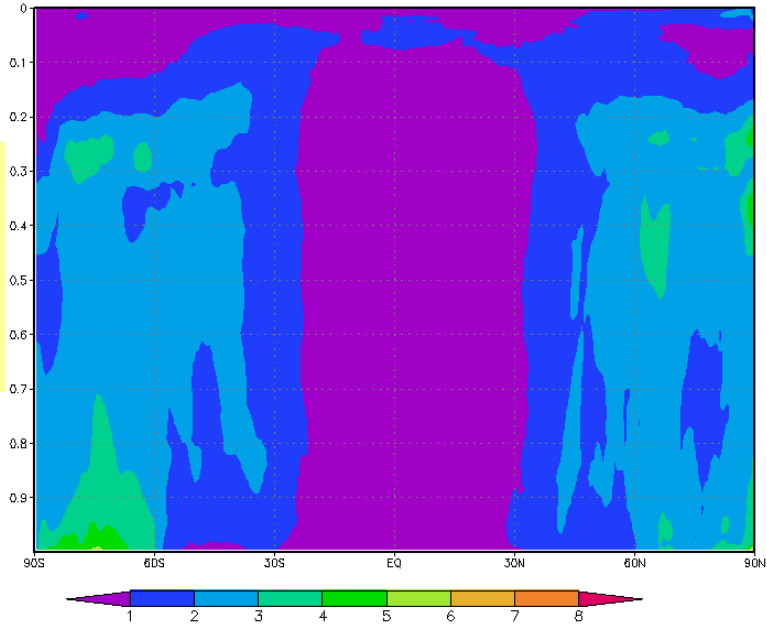
全エネルギー



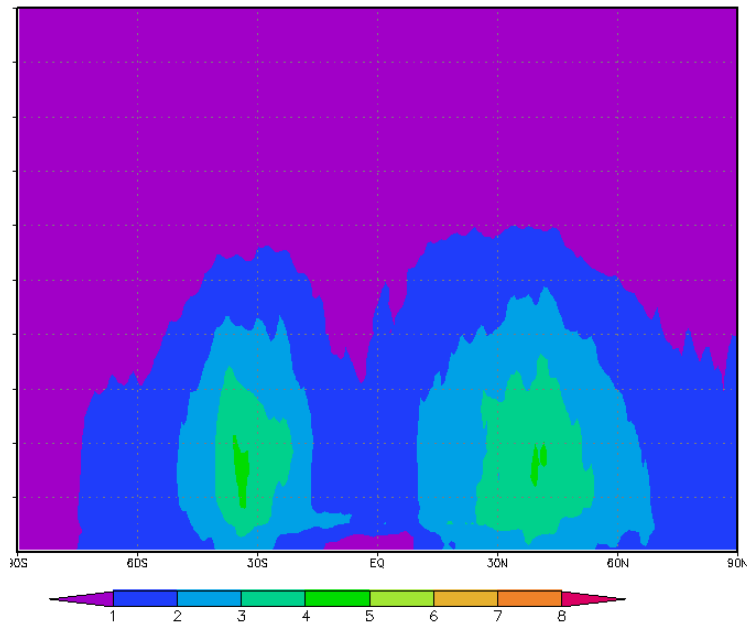
運動エネルギー



熱エネルギー



水蒸気のエネルギー



中緯度帯の
傾圧波動に
関連

摂動のエネルギーの割合 (%)

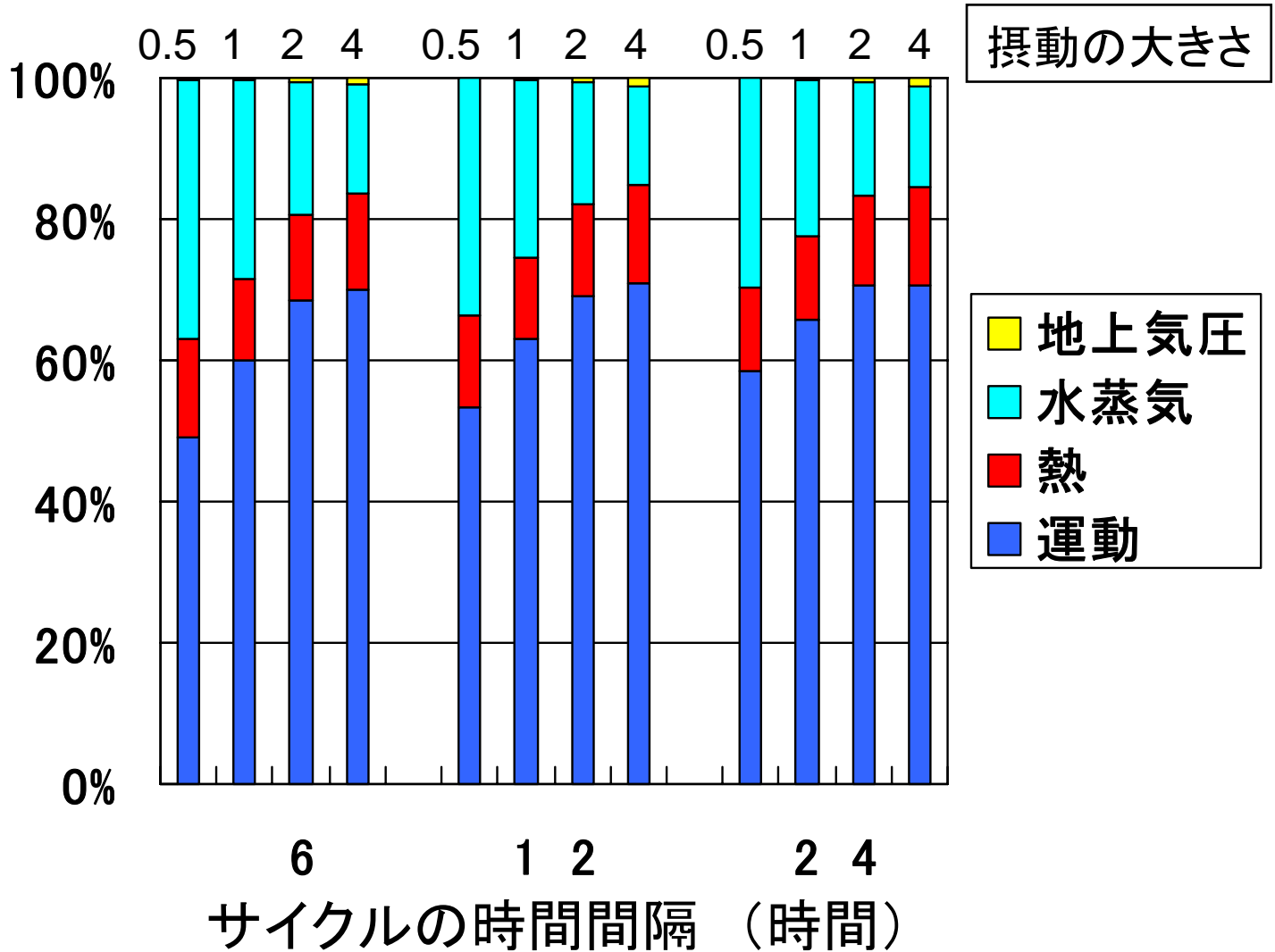
領域 エネルギー	北半球 20-90N	熱帯 20S-20N	南半球 20-90S	全球
運動	16.12	18.32	14.76	49.20
熱	4.60	5.77	3.58	13.95
水蒸気	11.36	19.14	6.14	36.63
地上気圧	0.07	0.08	0.06	0.21
全	32.15	43.31	24.54	100.00

摂動の大きさが
0.5 のケース

領域 エネルギー	北半球 20-90N	熱帯 20S-20N	南半球 20-90S	全球
運動	27.92	4.83	37.32	70.07
熱	5.70	0.70	7.25	13.66
水蒸気	7.05	2.97	5.20	15.22
地上気圧	0.40	0.01	0.64	1.05
全	41.07	8.52	50.41	100.00

摂動の大きさが
4 のケース

摂動のエネルギーの割合 (%)



まとめ

比較的高解像度の大気大循環モデルを用いて成長モード育成法の数値実験を行い、モデルの中で発達する摂動の特徴について調べた。

- 摂動の成長率は摂動の大きさが小さいほど大きい。
- 発達する摂動の空間構造も摂動の大きさに依存する。
 - 摂動の大きさが小さいとき
熱帯の対流活動が卓越
 - 摂動の大きさが大きいとき
中緯度帯の傾圧波と関連する摂動が卓越