

# ハビタブル惑星の 大気対流と海洋循環

中島健介(九大・理)

ハビタブル惑星ミニワークショップ

国立天文台(2009年8月18日)

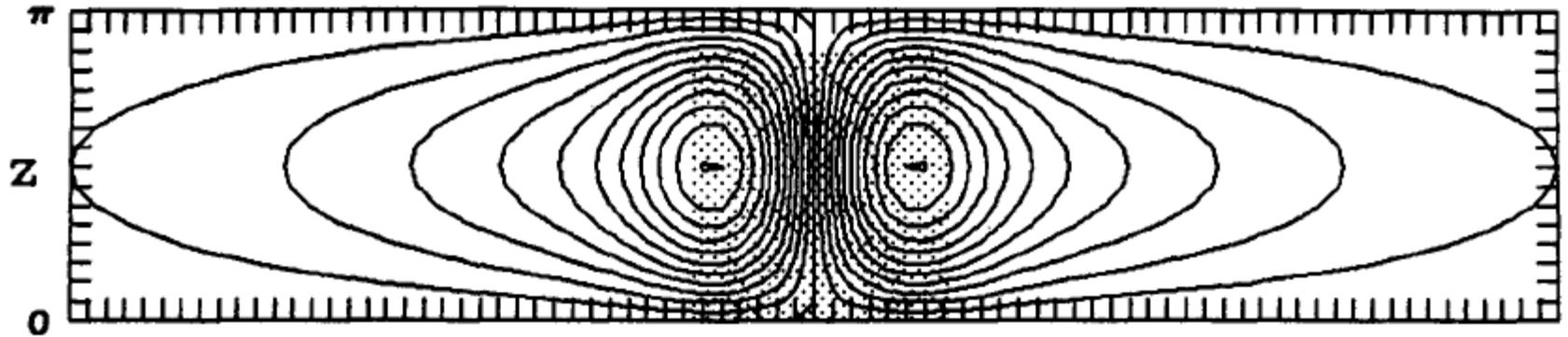
ハビタブル惑星の考察と  
関連するかも知れない  
大気対流と海洋循環の問題

中島健介(九大・理)

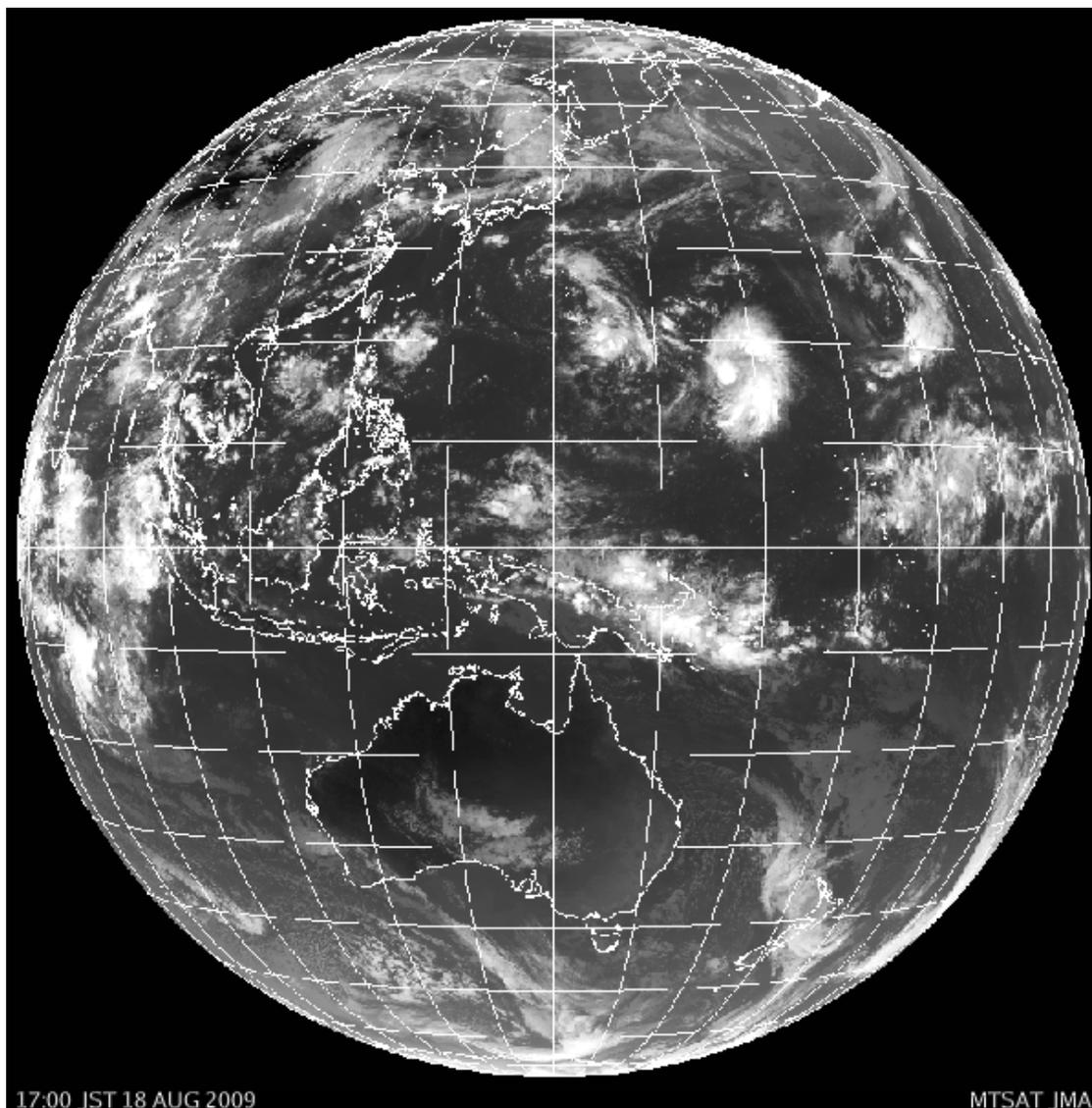
ハビタブル惑星ミニワークショップ

国立天文台(2009年8月18日)

# 雲について



# “雲”は“上昇流域”か？



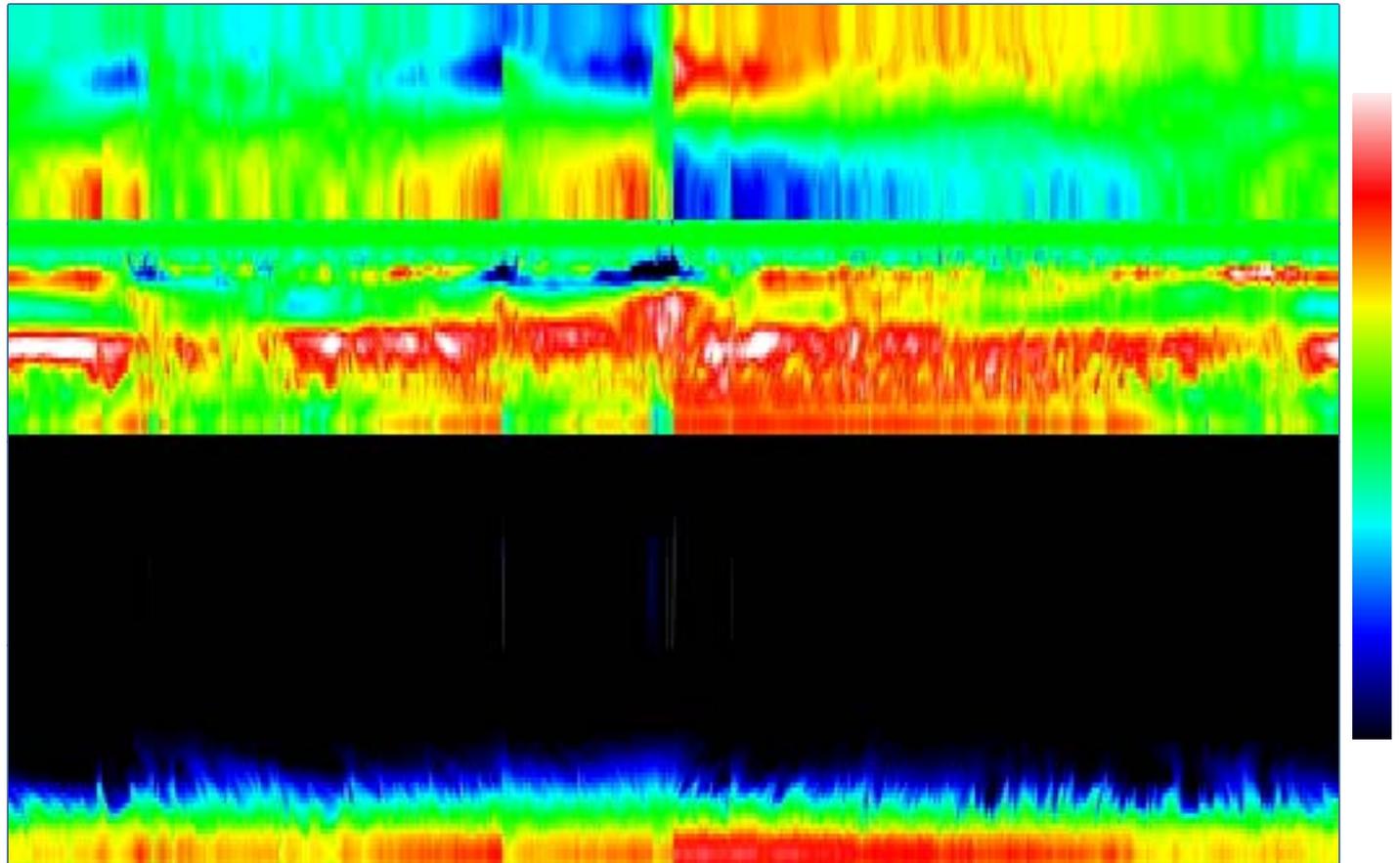
# Snapshot of the simulated atmosphere

Horizontal  
wind

Potential  
Temperature  
Anomaly

Rain water  
Mixing ratio

Water vapor  
Mixing ratio

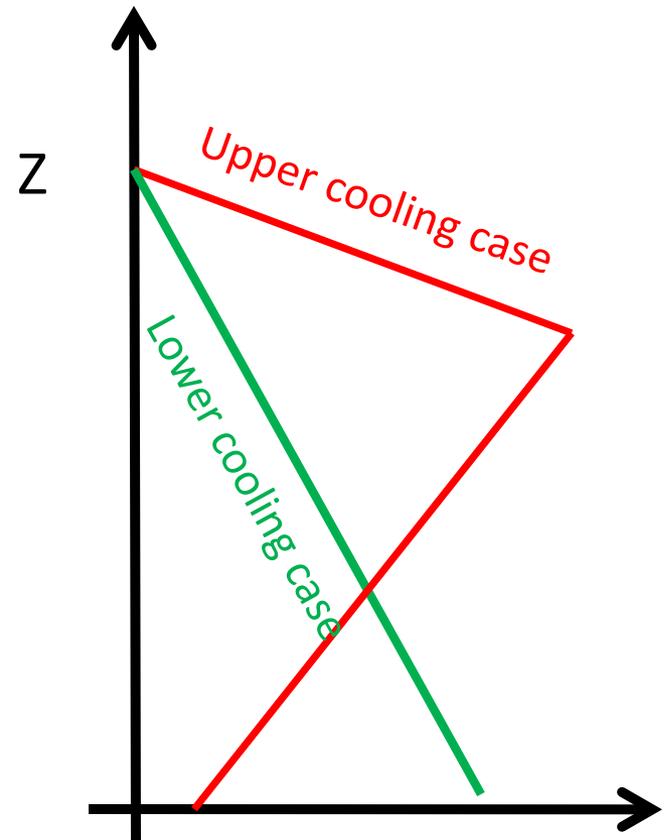


domain : Zoomed from 65,536km to 128km

# 放射冷却の鉛直分布

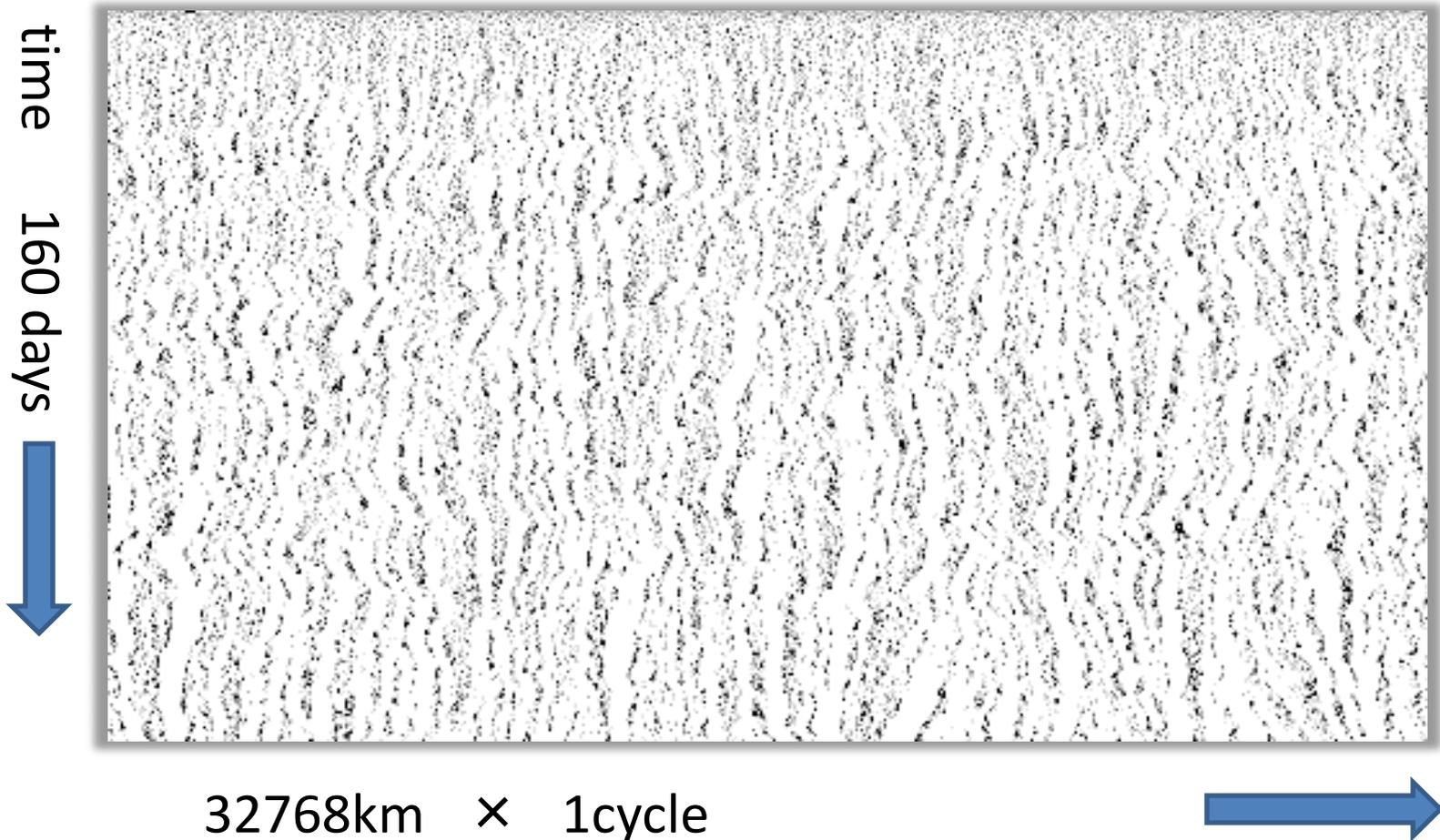
大気の組成、湿度分布、  
“太陽”のスペクトル型で  
ずいぶん違うかも知れない。

雲の時空間構造を変える。  
湿度分布・雲量にも影響？



# Lower cooling case

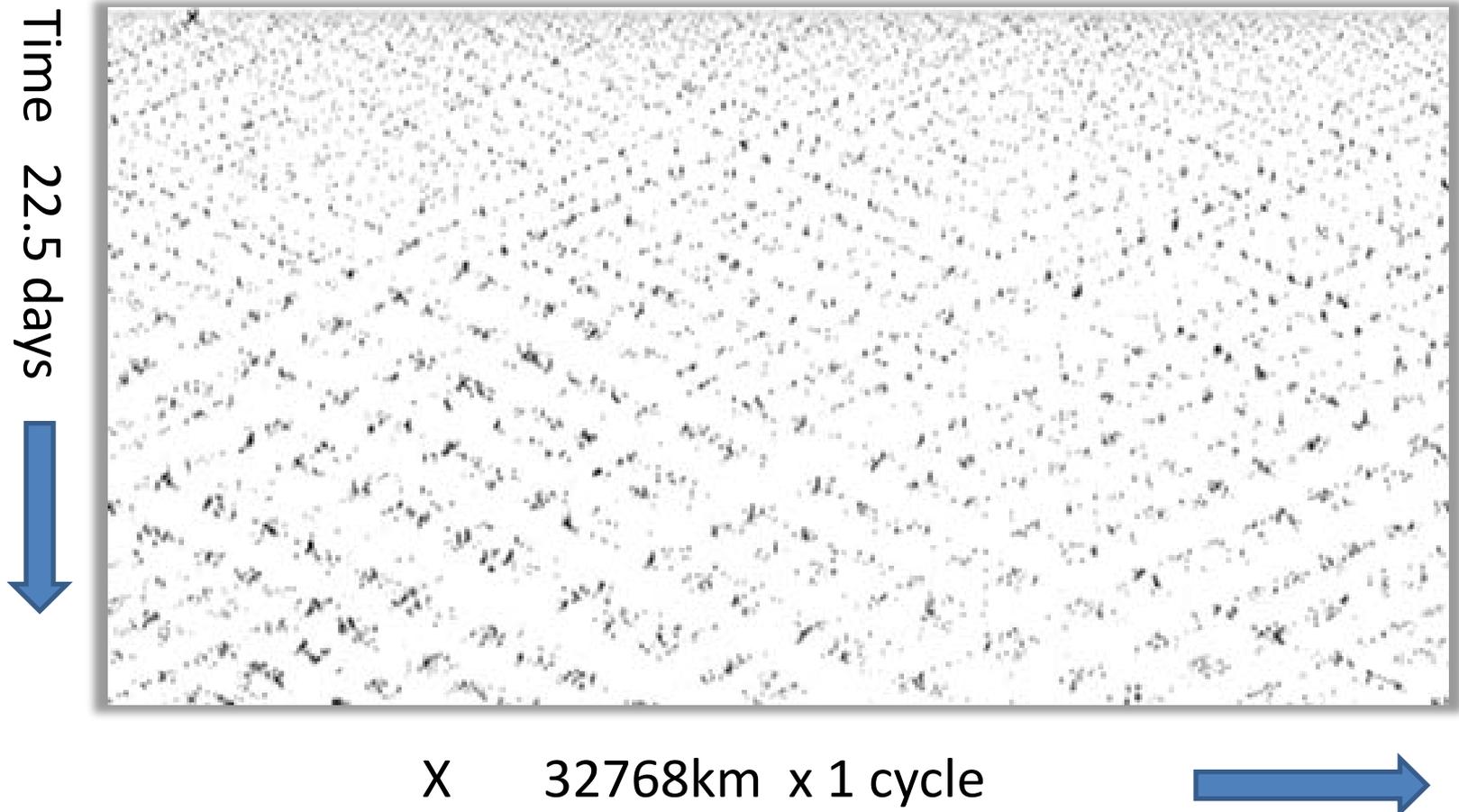
Rainfall distribution: fairly homogeneous in large scale



# Upper cooling case (first half)

Propagating pattern: wavelength  $\sim 3000\text{km}$

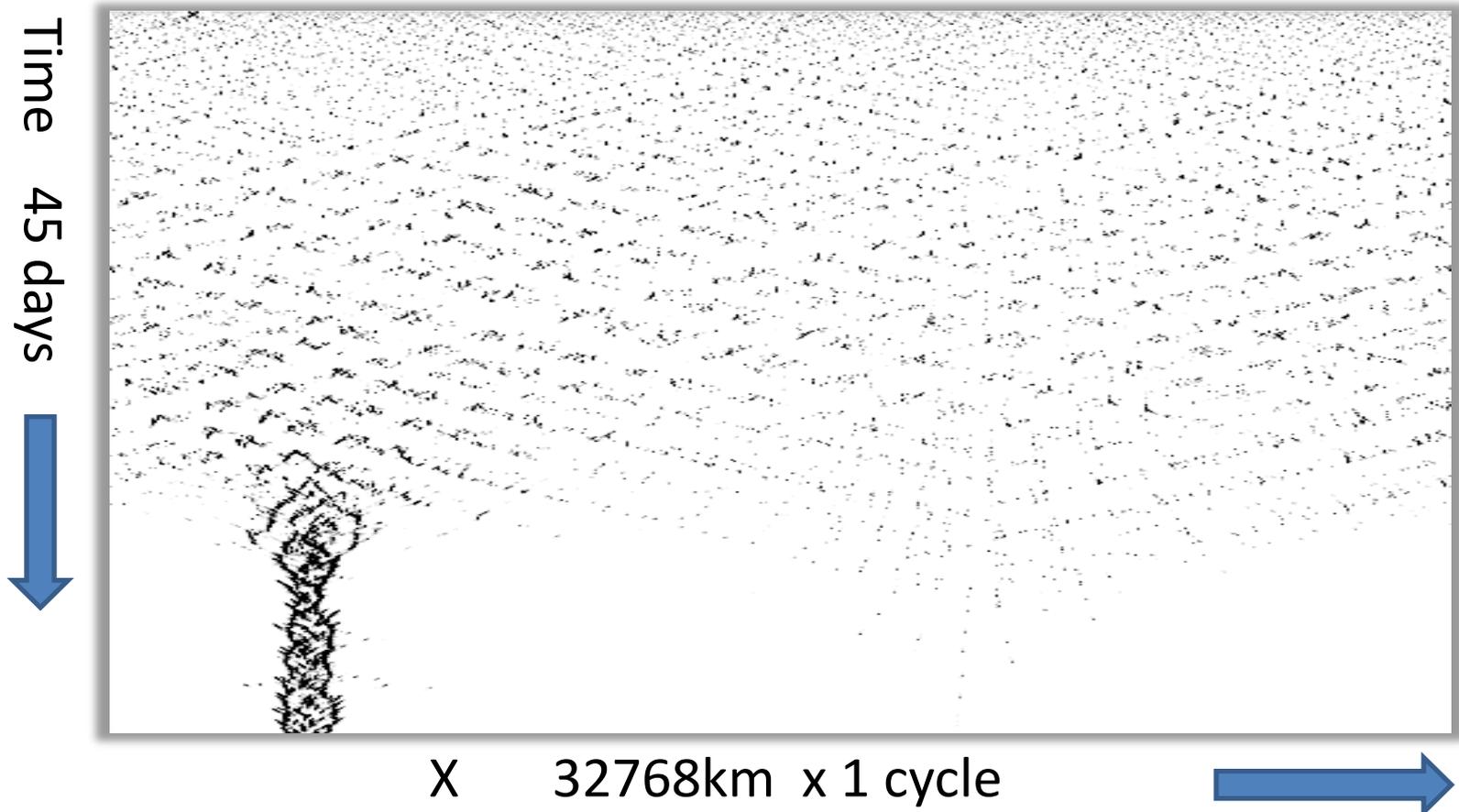
Consistent with the prediction of wave-CISK



# Upper cooling case (all)

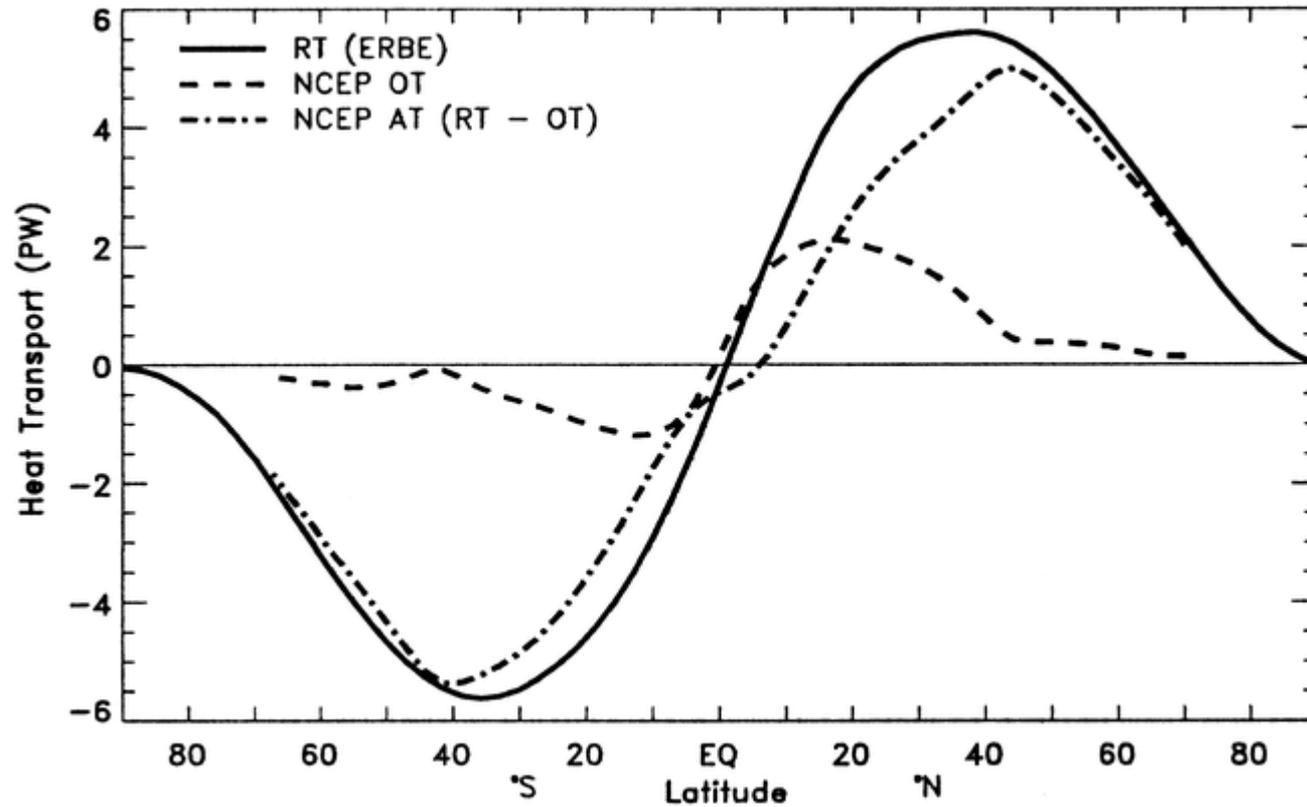
ALL cloud activity becomes concentrated to one location, i.e., very large scale stationary organization.

wave-CISK is wrong?



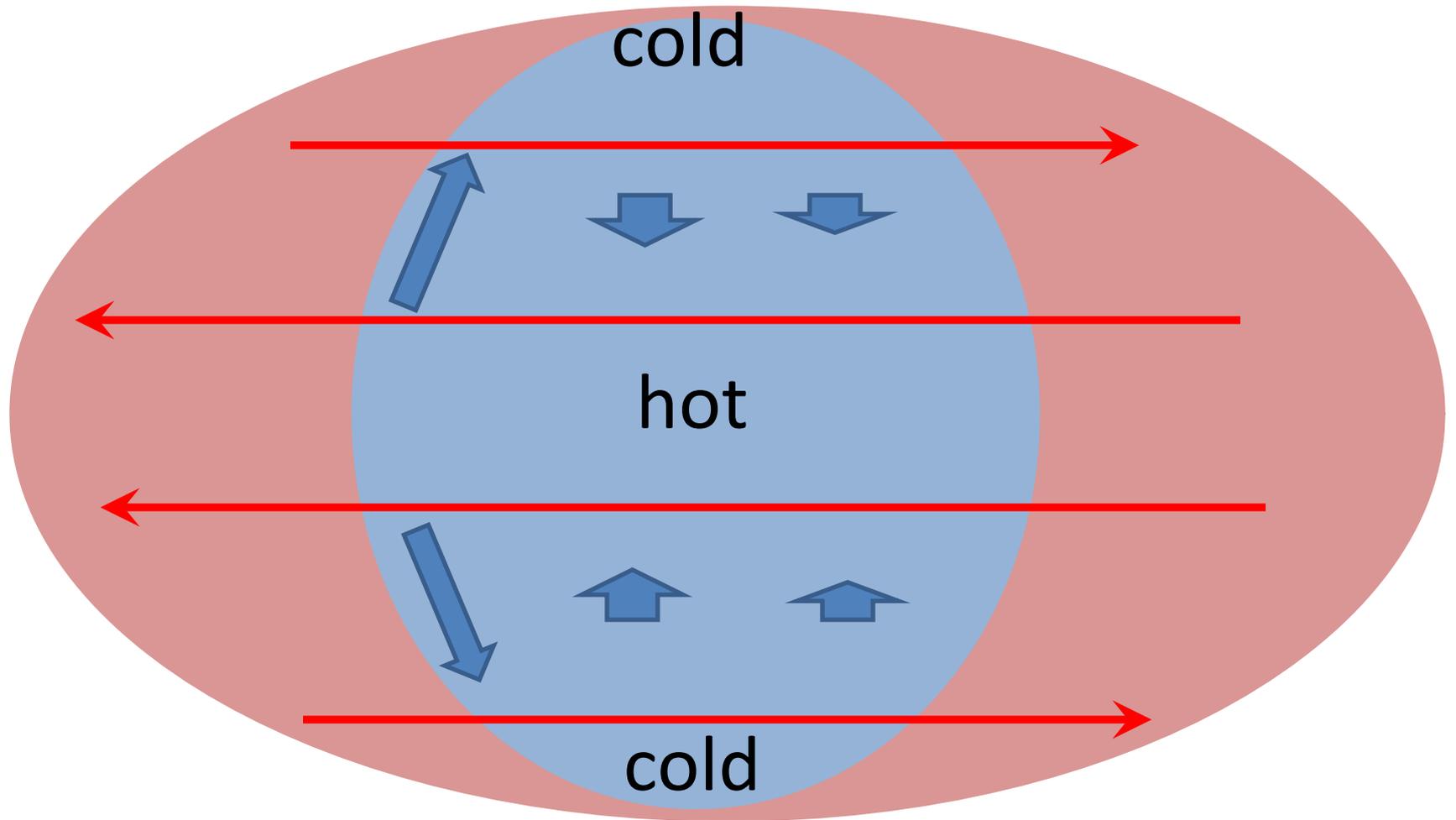
海洋について

# 大気・海洋の熱輸送は同程度

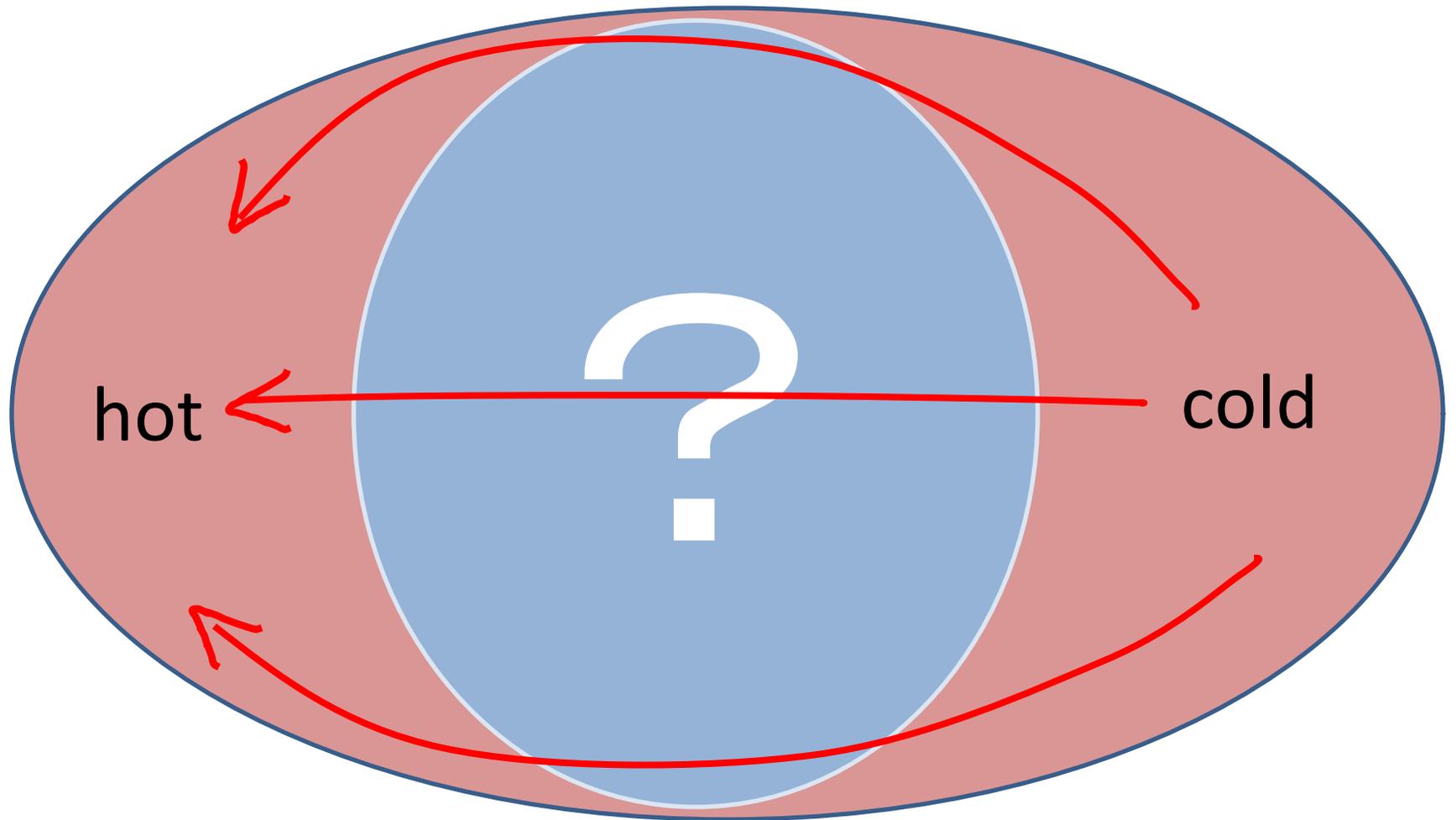


Trenberth and Caron 2001

# 今の地球の海洋駆動力と海流



# 同期回転惑星の海洋駆動力と海流



# まとめ

- 地球の“常識”が不安な要素の例

- 雲：

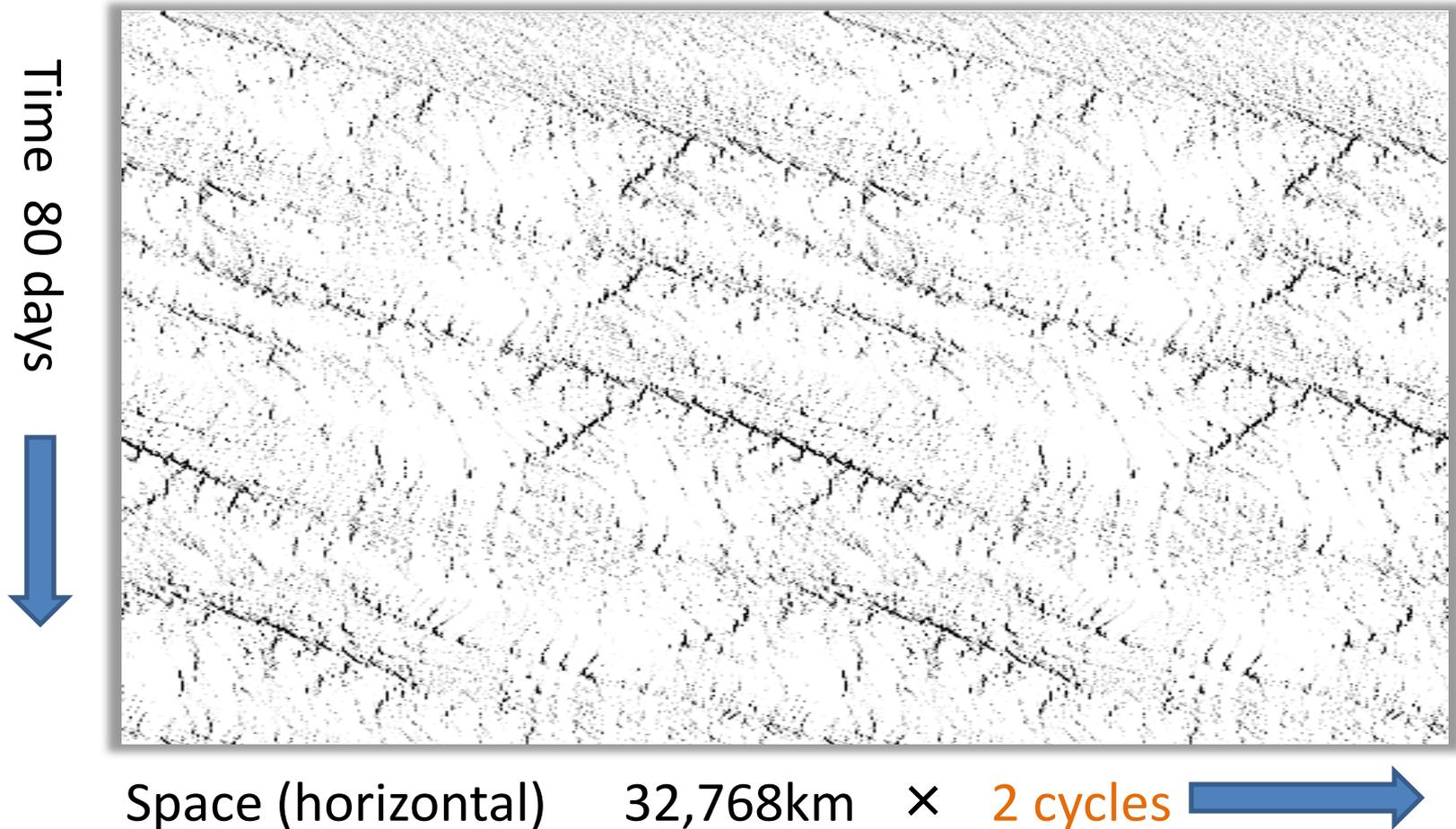
- 放射冷却分布への感度
- 湿度、アルベドへのフィードバック

- 海：

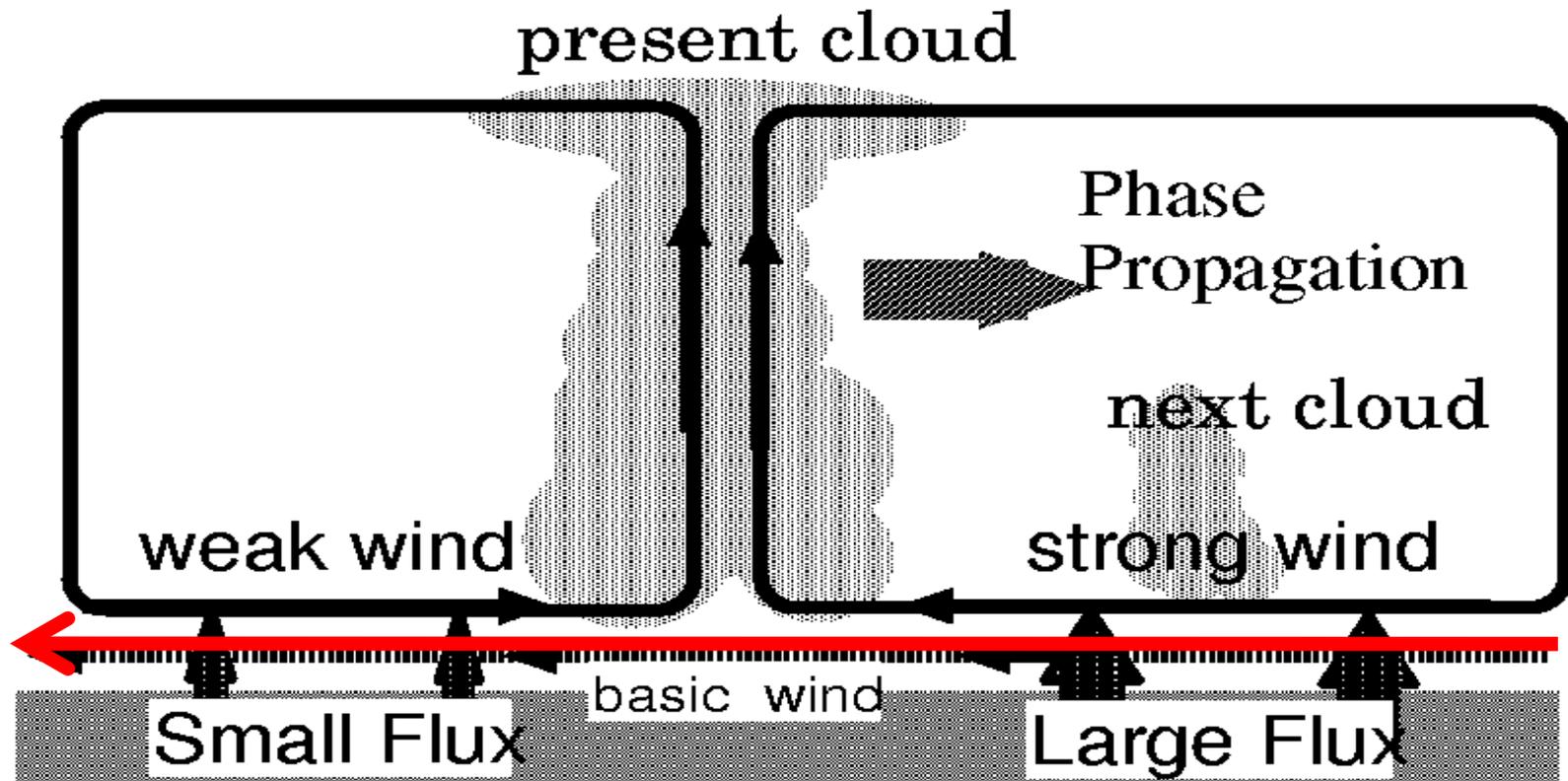
- “海洋物理学”は現在の地球専用(理論・モデル)に近い
- 同期回転惑星など、系外惑星設定でどうなるか、良く分からない。
- 熱輸送などは、海洋の量、分布、形状によるだろう。
- 鉛直混合の強度を決める必要あり。
  - 地球： 月・太陽による潮汐、海底地形の詳細
  - 惑星単独では決まらない？

# Organization affected by asymmetry of boundary condition

Rainfall intensity **propagating pattern is prominent.**



# wind-induced surface heat exchange



In the presence of **basic wind**, convective activity propagates by the asymmetry of surface flux.

# Possibility of spontaneous organization(2)

## Wavy Conditional Instability of the Second Kind: wave-CISK ( Hayashi, 1970; Lindzen 1974, etc.)

- Requirements
  - Cloud activity is controlled by low level upward motion.
  - Heating by clouds is stronger in upper troposphere.
- Propagating unstable solutions exists (discussed later).

