

熱帯海上の積雲対流の3モードと 環境の温度・湿度プロファイル

竹見哲也・平山修
(大阪大学工学研究科)

Changhai Liu
(NCAR)

背景

- 熱帯対流のtrimodality (Johnson et al. 1999) :
 - cumulus (雲頂高度 ~ 2 km)
 - cumulus congestus (~ 5 km)
 - cumulonimbus (~ 15-16 km)
- 熱帯積雲の雲頂高度を決めている要因は何か？
 - 気温0 の高度での安定層 (~5 km) : 力学的なバリアーとして作用する (Johnson et al. 1999)
 - 中・上層での乾燥度 : 乾燥空気のエントレインメントによって浮力を失い、積雲の発達を抑えられる (Brown and Zhang 1997)

本研究の目的

- 熱帯積雲の鉛直方向の発達に及ぼす環境場(中層の安定度・湿度プロファイル)の影響を観測・数値実験の両面から調べる
- できるだけ理想化した系での数値実験によって理解したい
- 安定度指標の有用性について考える

観測

「みらい」による西太平洋赤道海域での観測

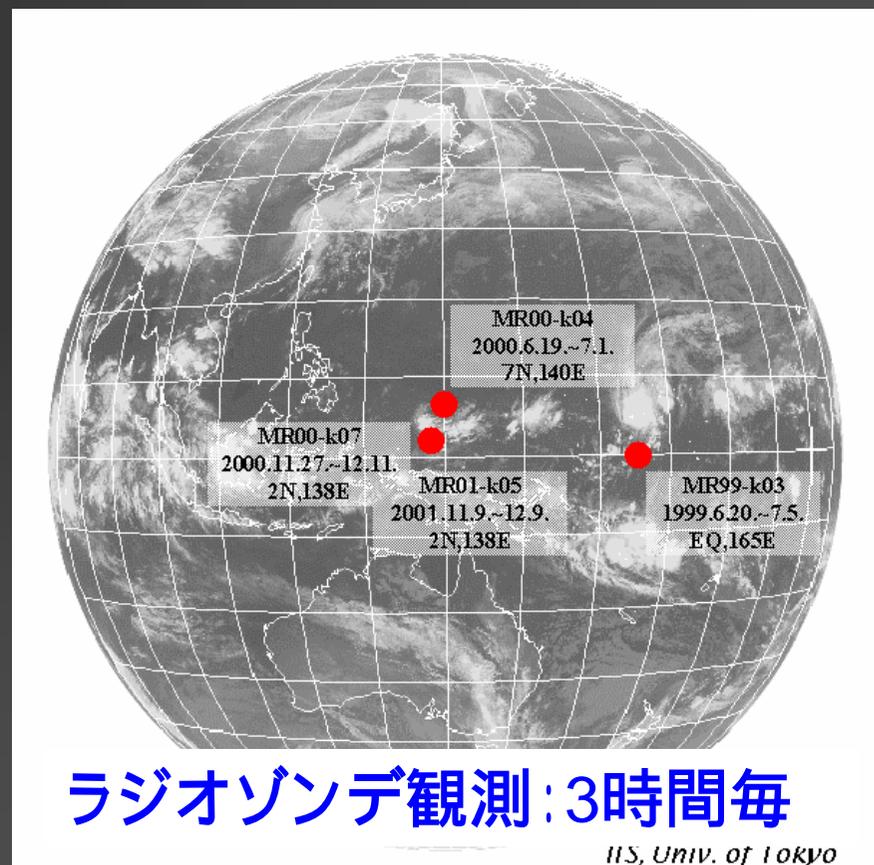
- ◇1999年6月20日-7月5日
- ◇2000年6月19-30日
- ◇2000年11月27日-12月11日
- ◇2001年11月9日-12月9日

上記の期間を降水量の多寡によって3分割:

DRY1: 降雨ほぼゼロ

DRY2: 若干降雨あり/雲あり

RAINY: 降雨多い

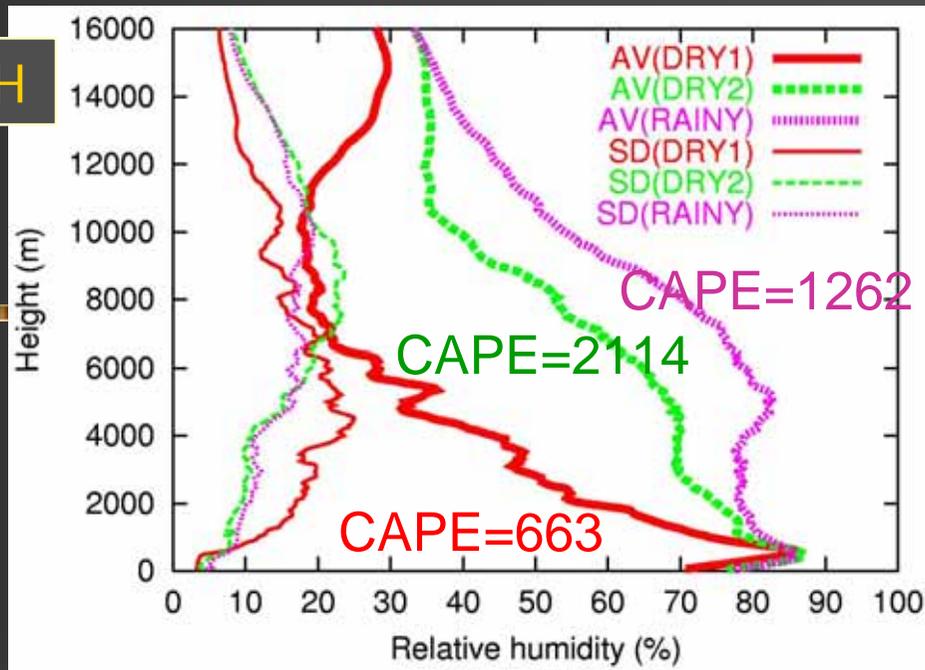


鉛直プロファイル

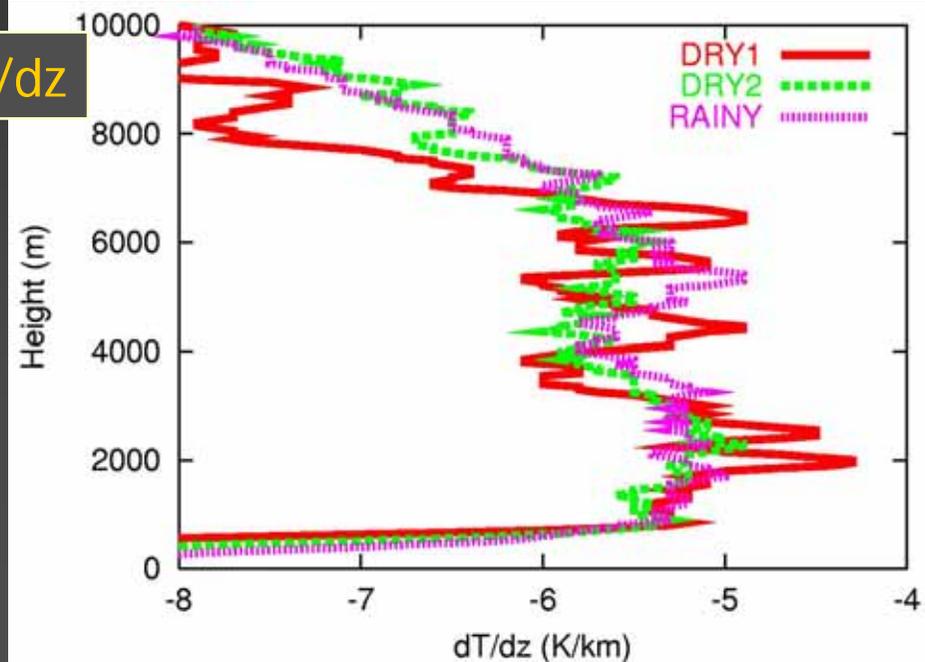
DRY2 (267ケース)とRAINY (183ケース)では中・上層が湿潤、DRY1 (139ケース)ではかなり乾燥している

安定度を見ると、3期間の違いはRHほどは顕著ではない。dT/dzの中層での標準偏差は1-2 (K/km).

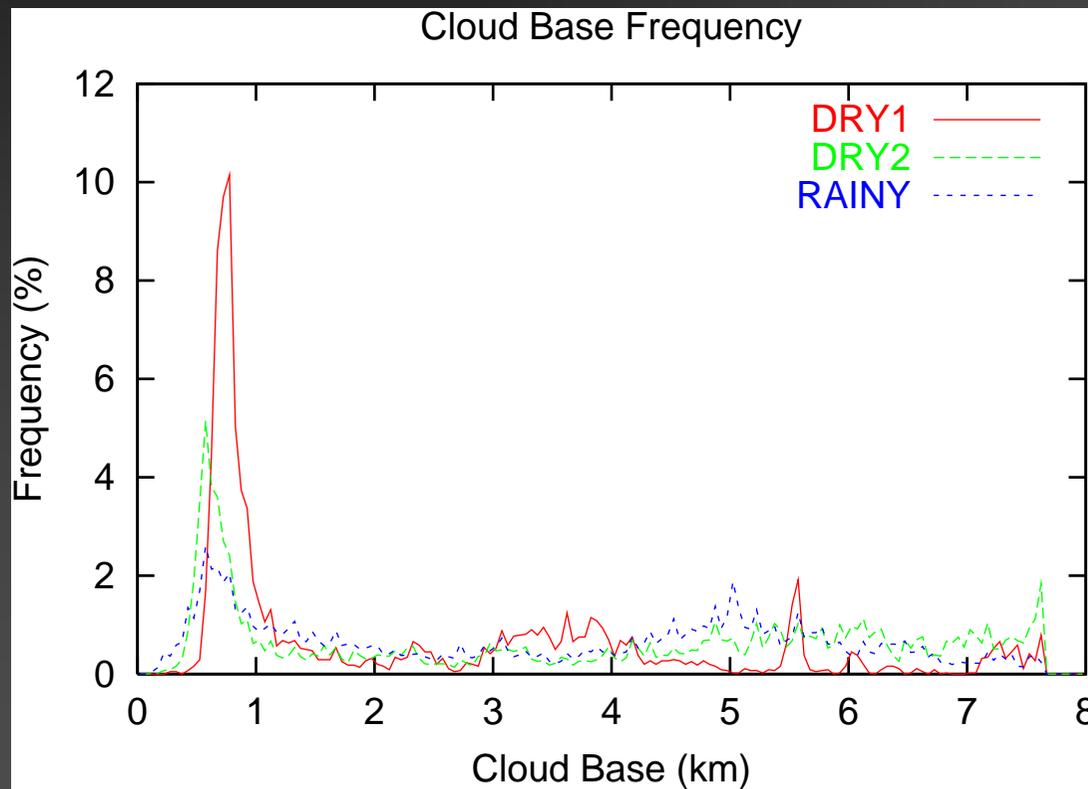
RH



dT/dz



DRY1, DRY2, RAINY各期間の雲底の出現頻度



平均雲量:

DRY1: 0.20

DRY2: 0.30

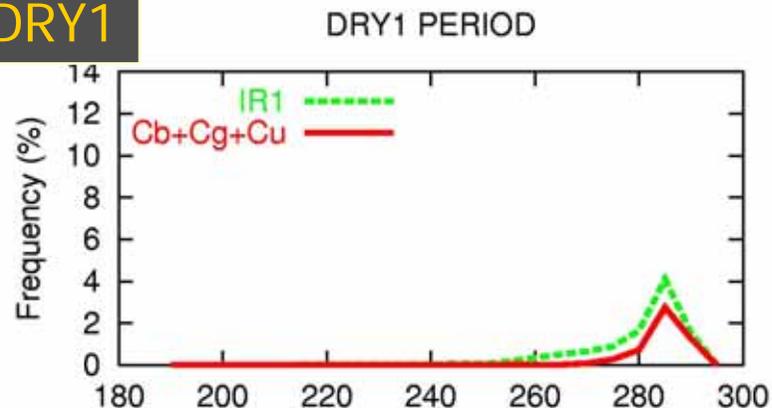
RAINY: 0.62

雲頂高度の分布

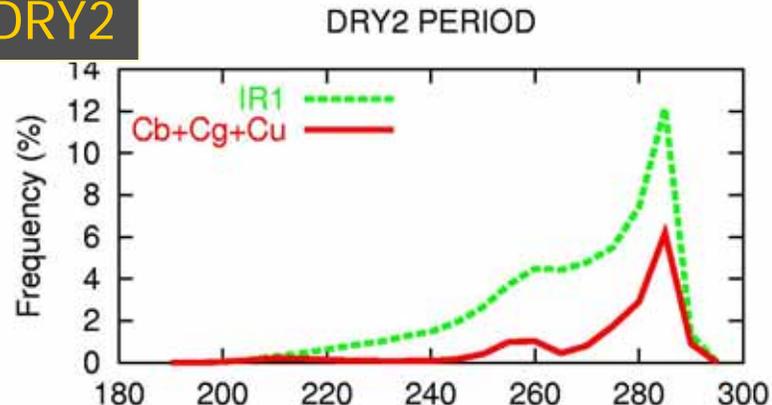
雲判別アルゴリズムを用い、
観測地点を中心に10度×10
度の領域で積雲タイプの雲を
抽出

- ◇ Cu peak : ~ 285 K
- ◇ Cg peak : ~ 255 K
- ◇ Cb peak : ~ 210 K

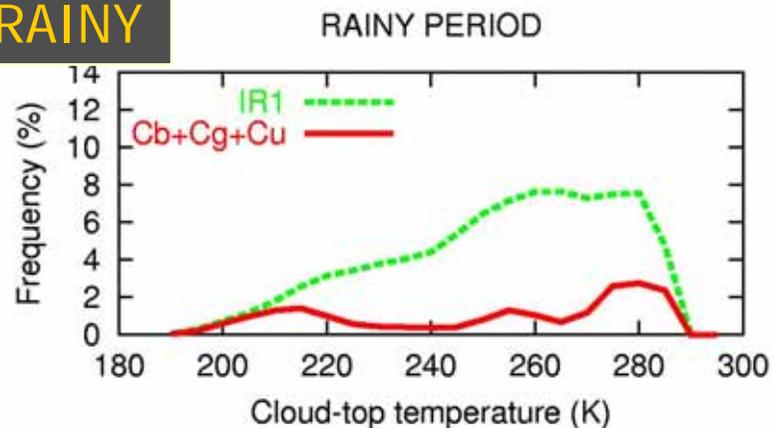
DRY1



DRY2



RAINY



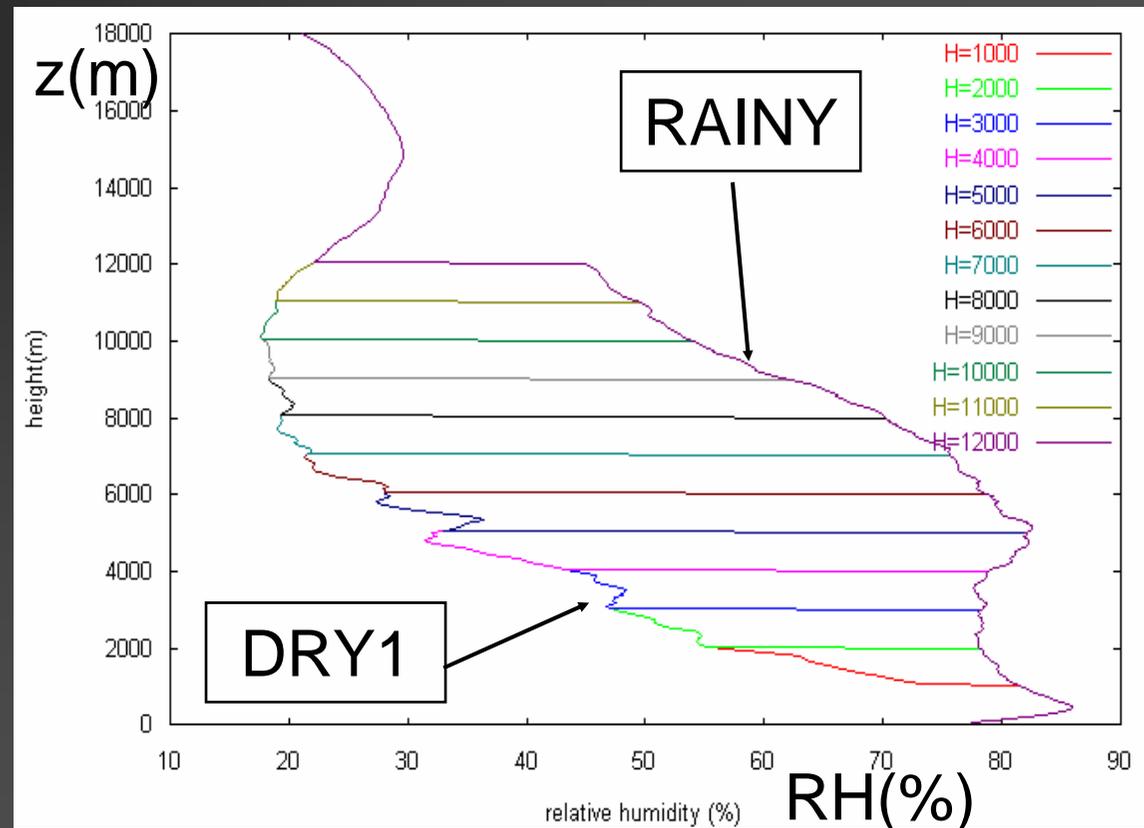
雲解像モデルによる数値実験

- 雲モデル: ARPS (Univ. of Oklahoma/CAPS)
- 2D領域 : 200 km (x) × 25 km (z), 側面は周期境界, 水平一様な基本場
- 解像度 : $\Delta x = 1\text{km}$, $\Delta z = 50\text{-}950\text{ m}$
- 冷たい雨, 海面フラックス, 放射伝達, SGS乱流
- 初期プロファイル : 観測値, ただし静止大気
- 基本場への緩和項 (緩和時間24時間), 5日間の時間積分, 初期擾乱はランダムな温位擾乱を下層1kmに与える
- コントロール実験 : DRY1, DRY2, RAINYのプロファイル
- 感度実験 : 水蒸気プロファイル, 中層の安定度

感度実験 - 水蒸気プロファイルに対する感度 -

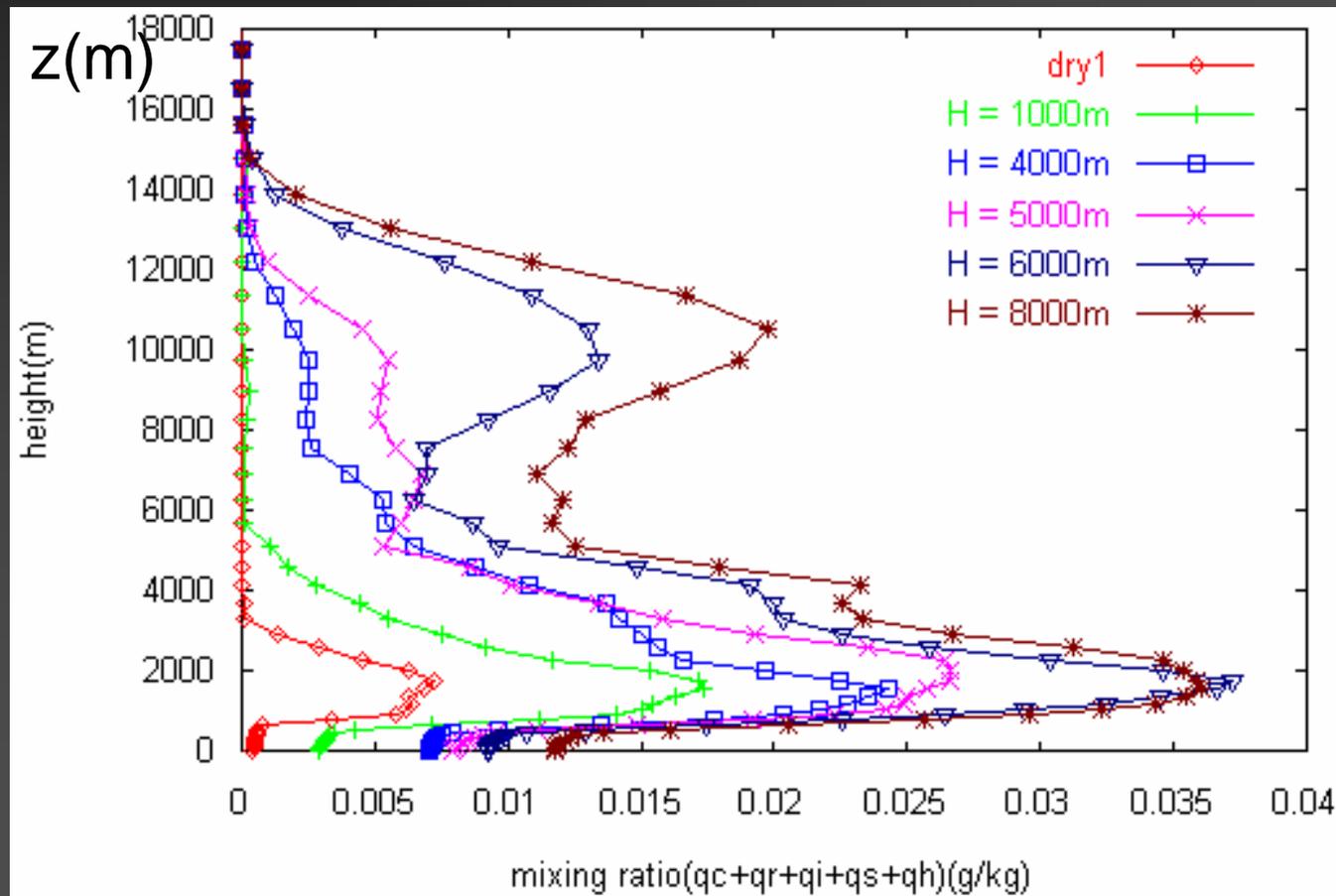
初期プロファイルの設定

- 温度: DRY1
- 相対湿度:
 - 0 - H (m) : RAINY
 - H - top : DRY1
 - [H : 1 - 12 (km)]



結果 1

平均凝結量の鉛直プロファイル



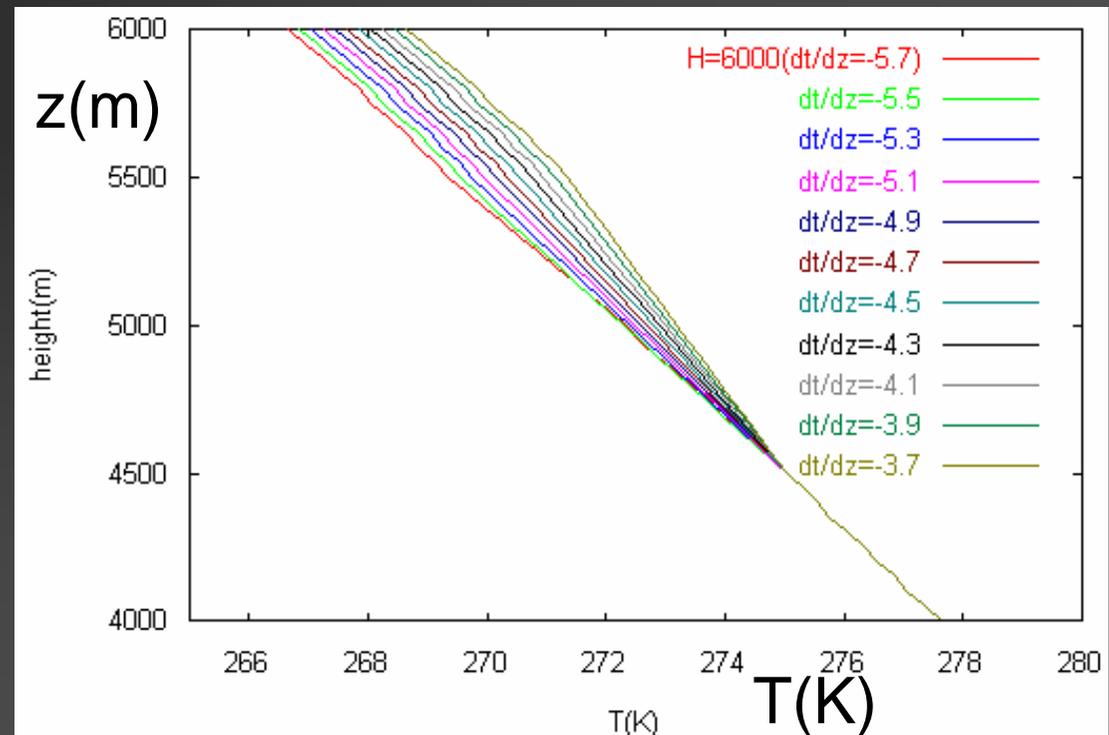
感度実験 - 中層の安定度に対する感度 -

初期プロファイルの設定

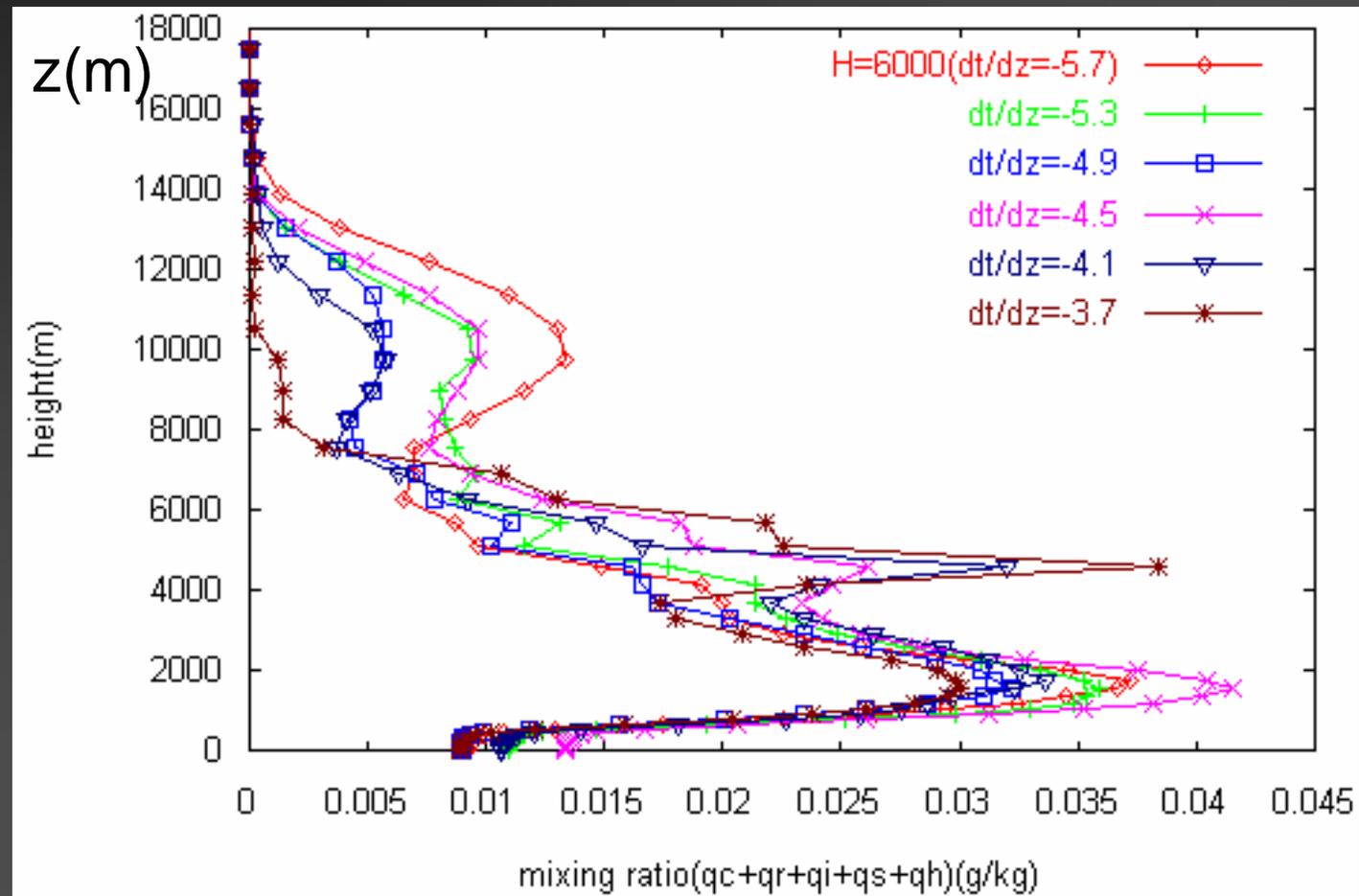
➤ 温度: DRY1, ただし
4.5-5.5 kmでの dT/dz を
-5.7から-3.7 (K/km)ま
で変化

➤ 相対湿度:

$H = 6$ (km) case



結果 2



まとめ

- 中・上層が湿潤である場合の方が、 C_g や C_b の発達には好都合である
- パーセル法的な安定度指標 (CAPE, CIN, LFC, LNB, etc) での把握には限界がある
- 積雲と環境との間のエントレインメント/デトレインメントが重要