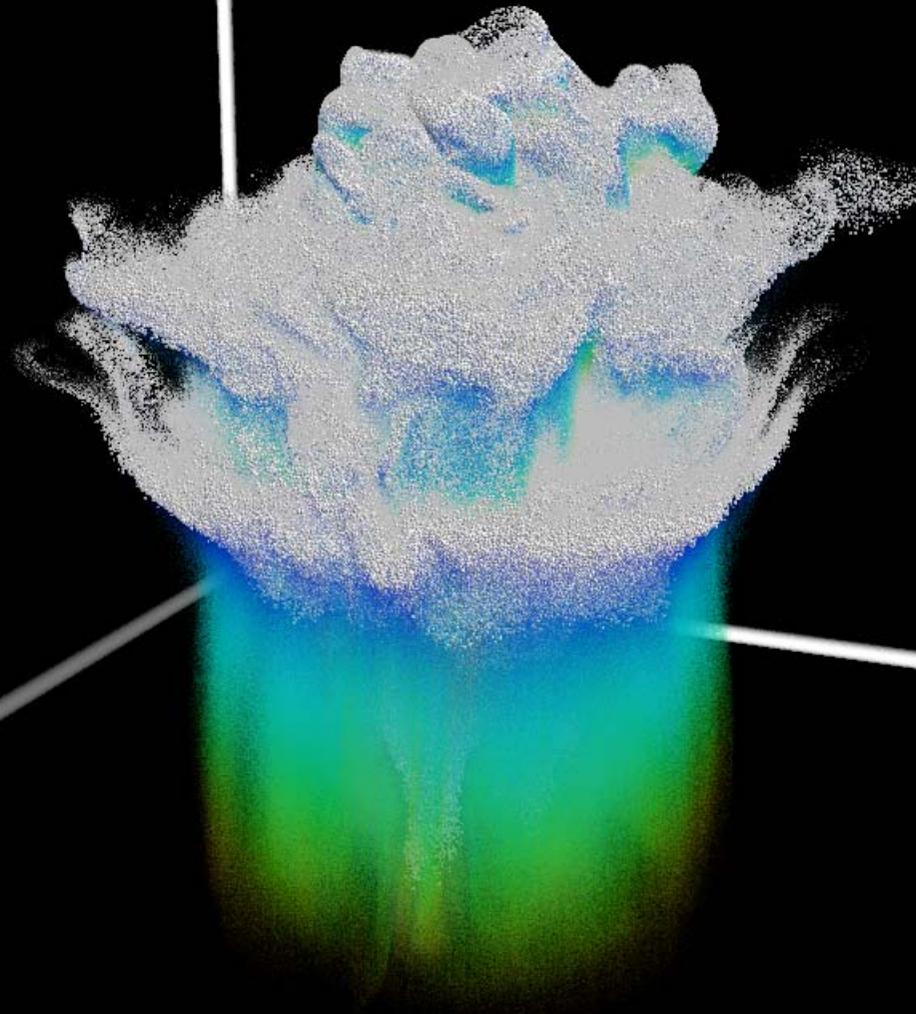




# 超水滴法による雲の精密シミュレーション

島 伸一郎

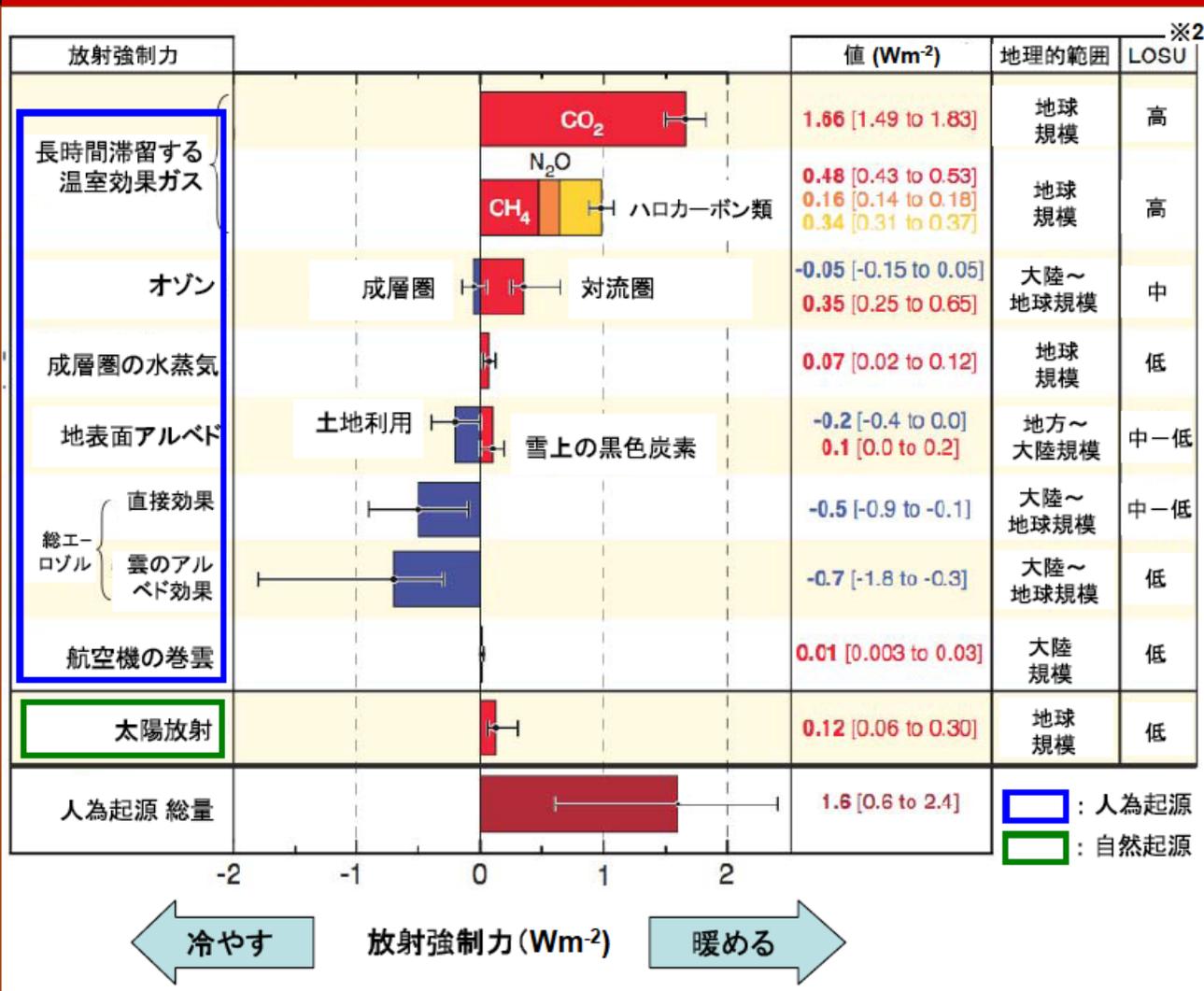
独立行政法人海洋研究開発機構, 地球内部ダイナミクス研究領域



# 雲のシミュレーションは難しい

## エアロゾル間接効果 (Aerosol Indirect Effect (AIE))

放射強制力の構成要素(1750~2005年)



AIE



※2 「Level Of Scientific Understanding」の略で科学的知見レベルのことを示す。

# 雲に関わる物理

## 雲の力学過程

乾燥大気と水蒸気

⇌  
相互作用

## 雲の微物理過程

エアロゾル/雲粒/降水粒子

核生成や風による巻き上げ

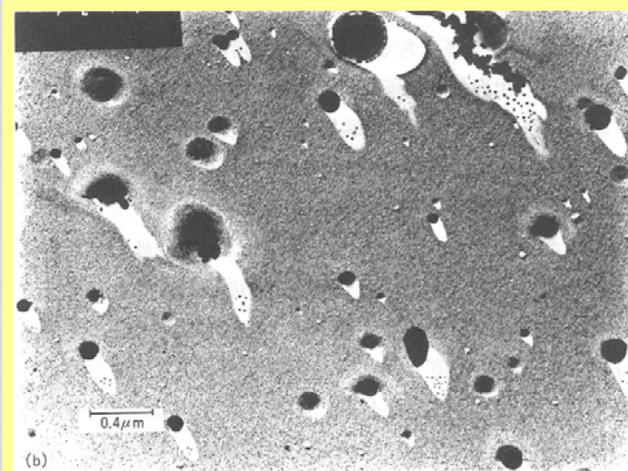
化学反応

蒸発

衝突  
併合

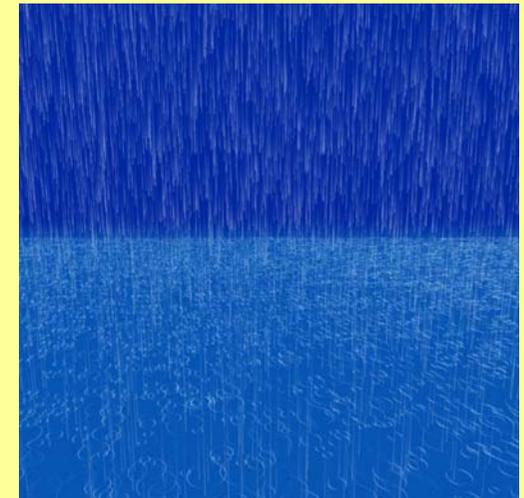
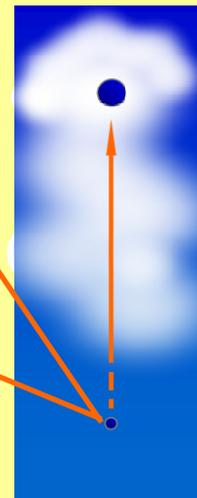
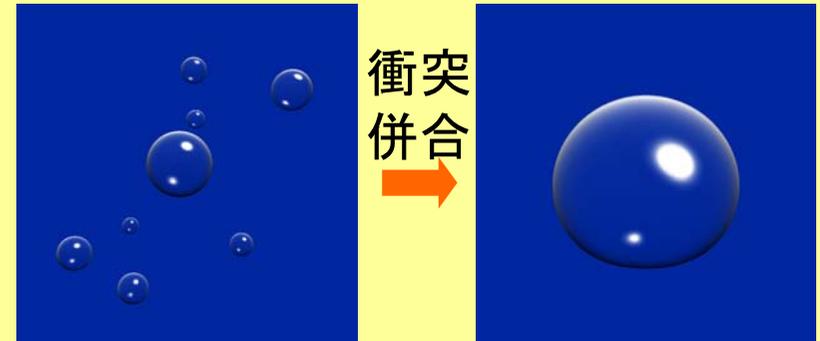
↑ 水蒸気の凝結

↓ 降雨



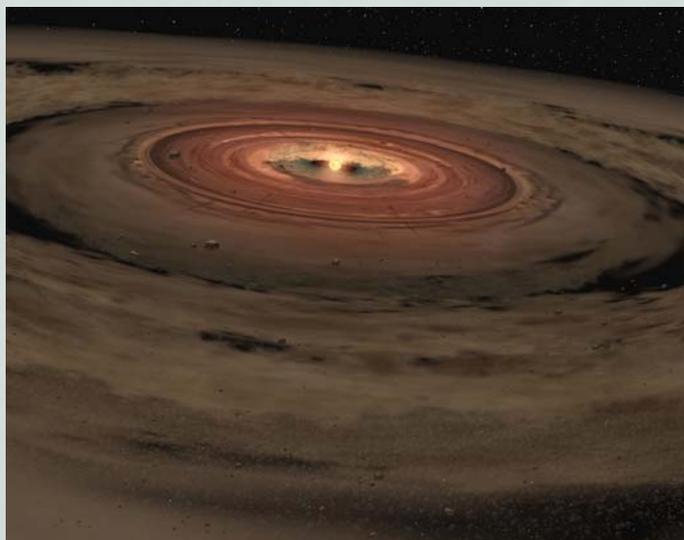
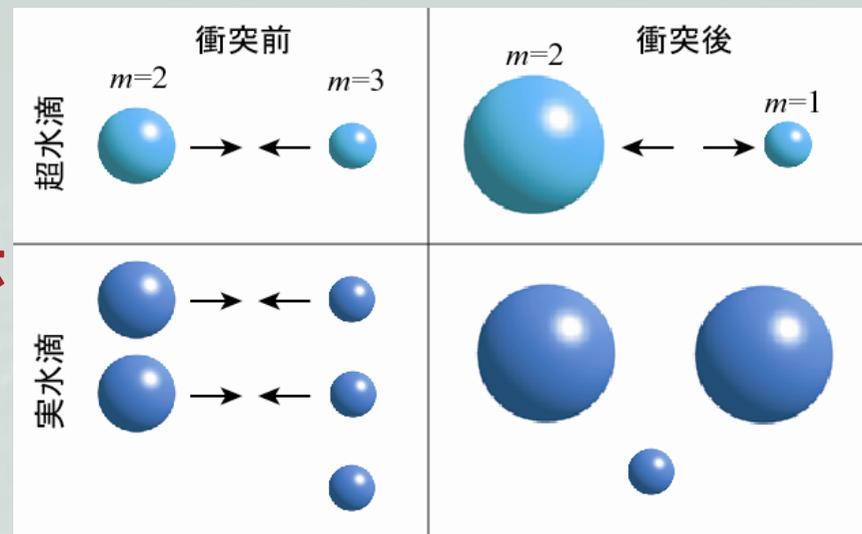
### エアロゾル

(S.Twomey, 1977: Atmospheric Aerosols, Elsevier Pub. Co)



# 超水滴法とは

- 超水滴で複数の粒子を代表
- 衝突併合は独自のモンテカルロ法
- 詳細な雲微物理過程を扱える
- 衝突併合する任意の離散粒子系に適用可能

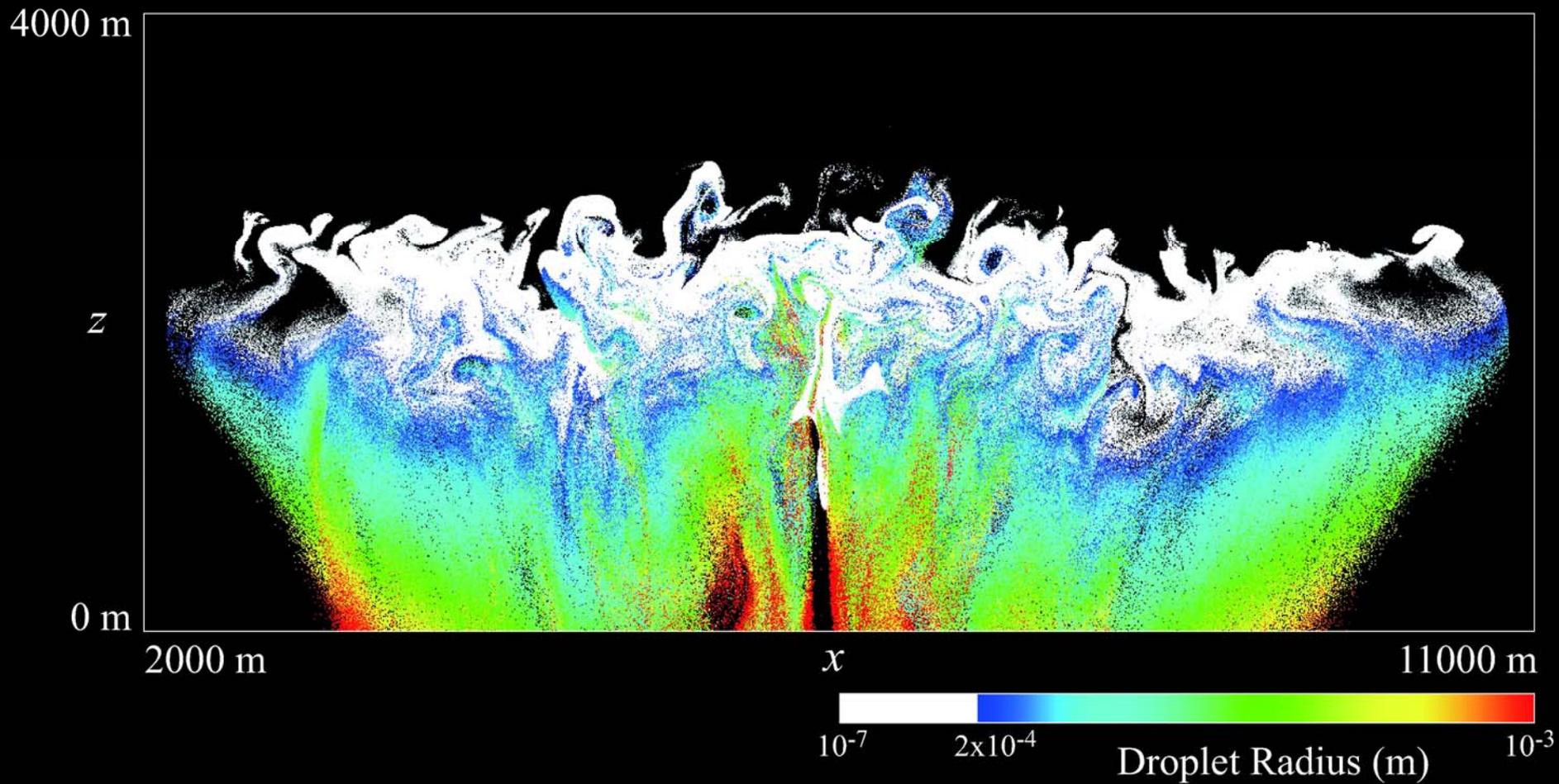


原始惑星系円盤の想像図  
(NASA のホームページより)

惑星形成, 火山噴煙, 噴霧燃焼,  
液滴分散系, 気泡成長, マグマ,  
etc.

# 洋上の浅い積雲 ( $\Delta z = 4 \text{ m}$ )

$T = 1590 \text{ sec}$

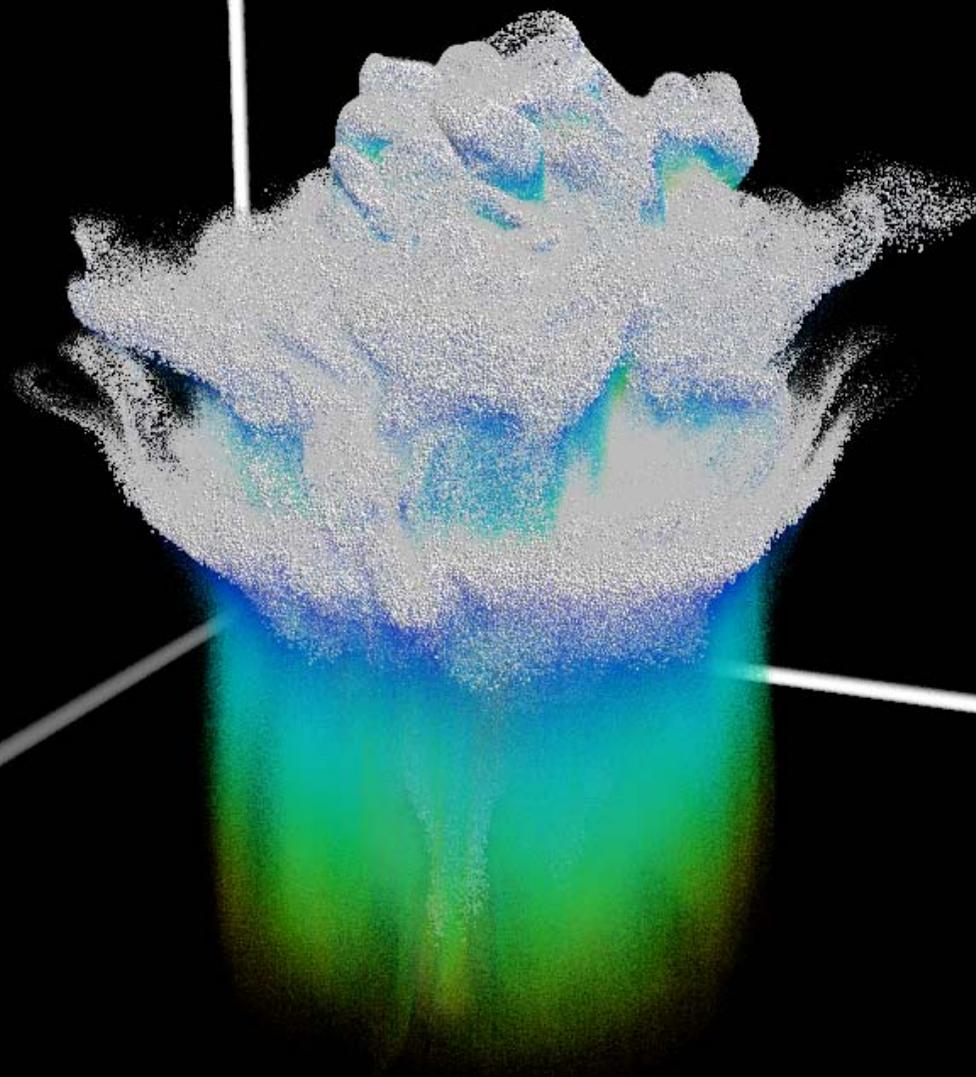




# 3次元計算 ( $\Delta z = 8 \text{ m}$ )

grid: 624x1024x1024, particles: #10<sup>10</sup>,

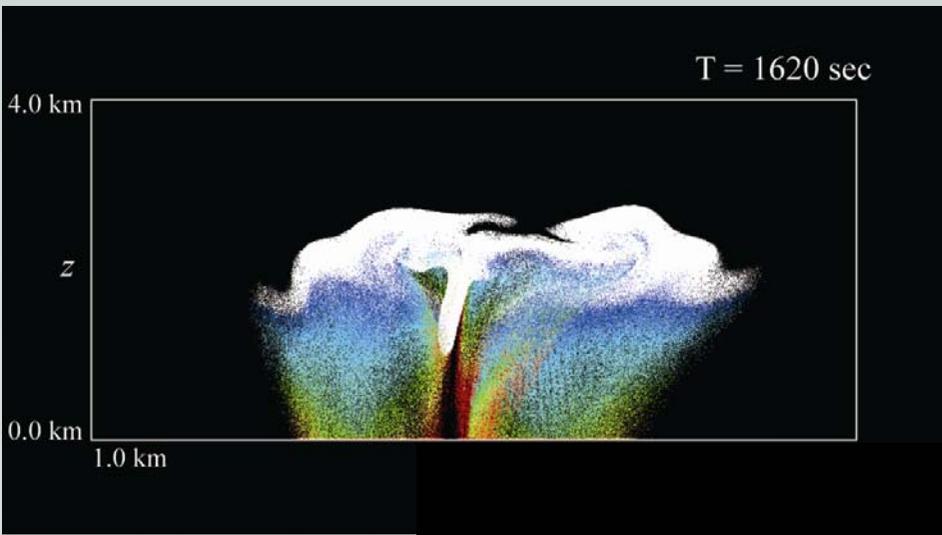
ES 256 nodes



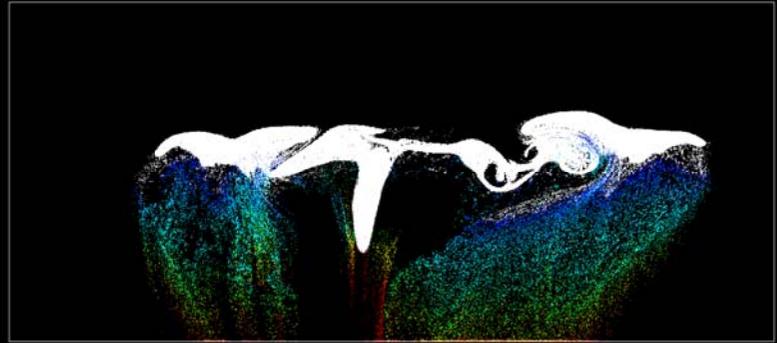
# フォトンマッピング法による 写実的可視化



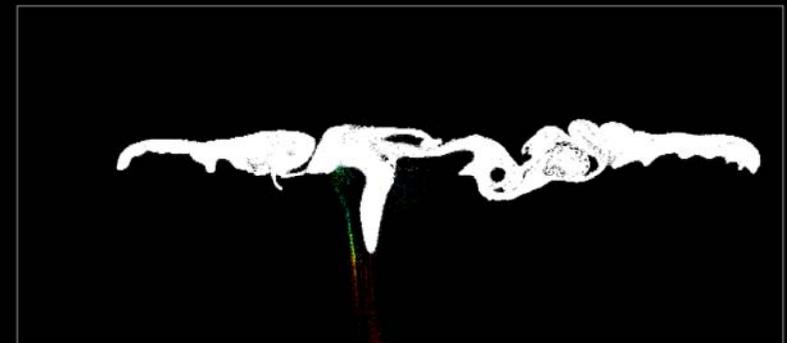
# エアロゾルと降水量



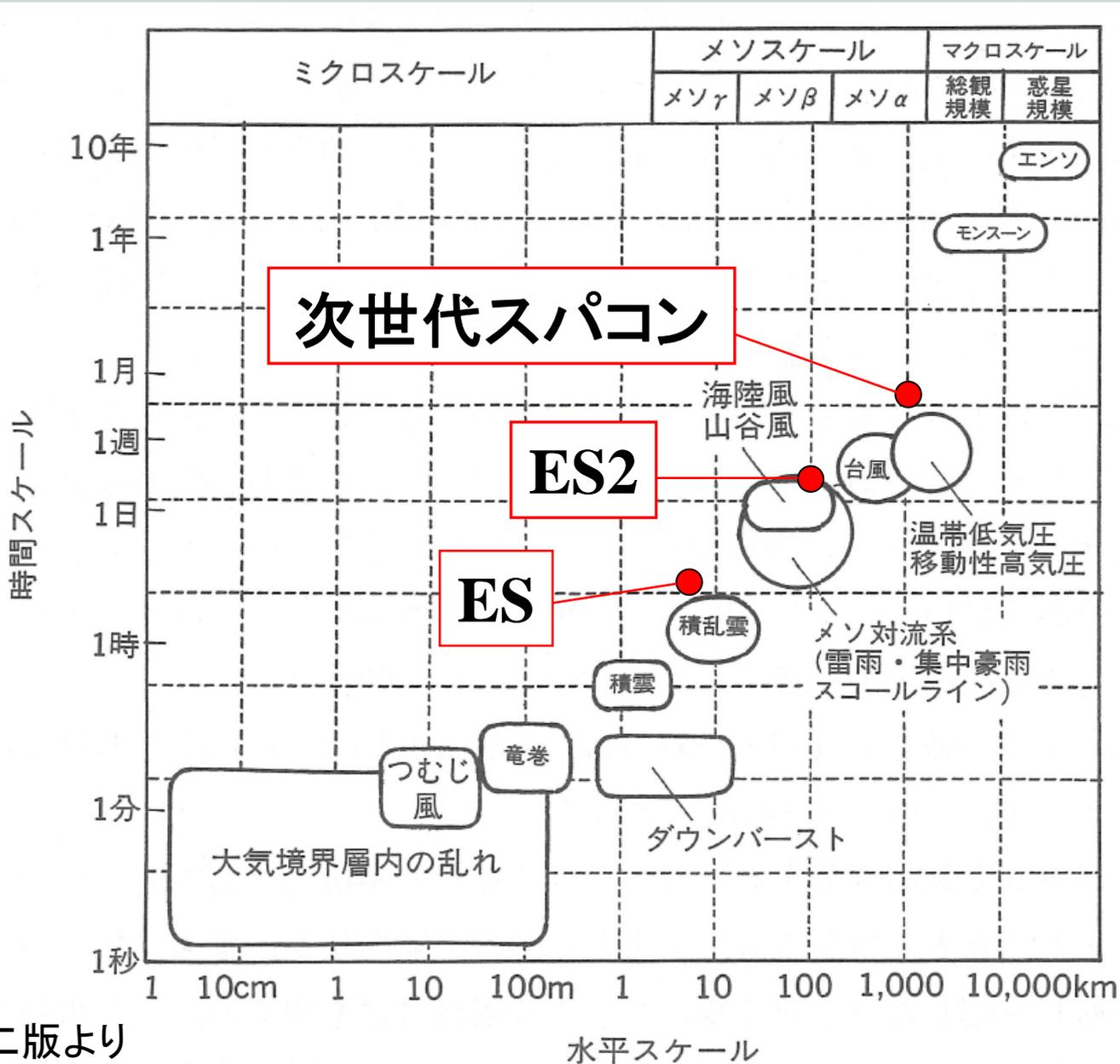
降水量減少



エアロゾル数増加

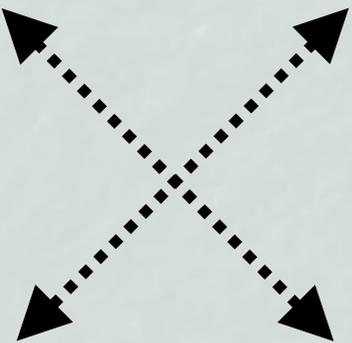
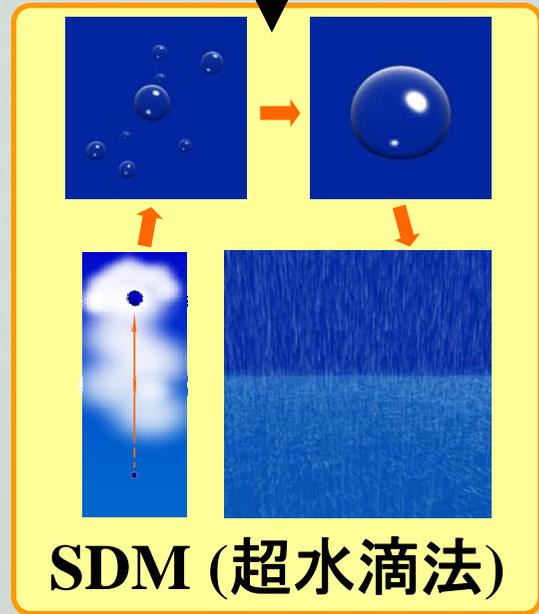
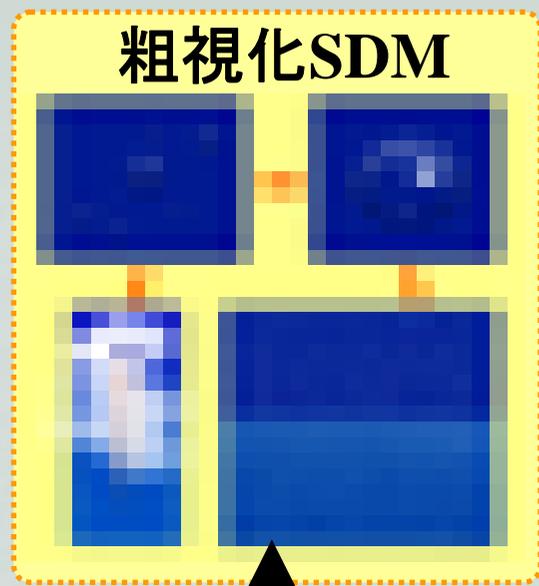
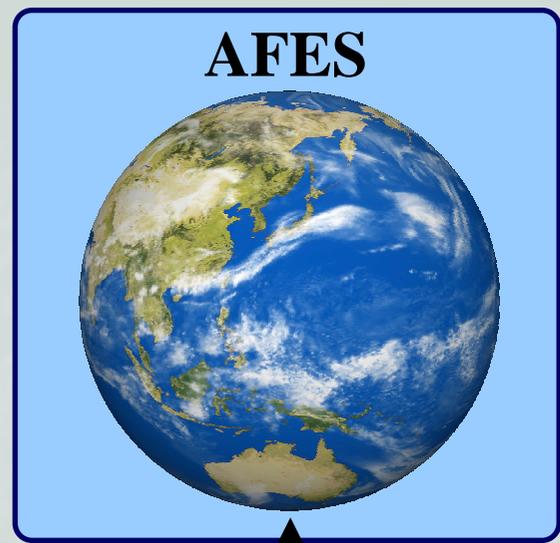


# 現状と将来展望



小倉義光, 1999:  
「一般気象学」第二版より

# 階層の分離と連結





# ご清聴ありがとうございました

## people involved

### 雲のモデリング

坪木和久 (名大/JAMSTEC)  
榊原篤志 (Chuden CTI Co. Ltd.)  
長谷川晃一 (Chuden CTI Co. Ltd.)  
大淵濟(JAMSTEC)  
草野完也 (名大/JAMSTEC)

### データ処理と可視化

荒木文明 (JAMSTEC)  
河原慎太郎 (JAMSTEC)

### 連結階層の理論

戸田幹人(奈良女)  
佐藤譲 (理研/北大)