

# 木星型惑星の科学

中島健介(九大)・高橋幸弘(北大)  
中本泰史(東工大)

JPGU2010 P-PS007

将来の月惑星探査に向けた構想と戦略

# 話の内容

1. お断り:ここで話さないこと
2. 惑星科学の目的のおさらい
3. そのために木星大気の何を知りたい？
4. そのために何をやる必要があるのか
5. 当面計画されている探査
6. 目先、進めるべきことは何か？

# お断り： ここで話さないこと

「お題」は大気・電磁圏・氷衛星だったが。。。

## － 電磁圏について

- 寺田さん：
  - － 全宇宙を意識した水星・地球・木星の「ロードマップ」探査

## － 氷衛星について

- 木村淳さん・関根さんなどのインプットに期待
  - － 氷天体は普遍的存在かつバラエティに富む
  - － 「ミニ太陽系」としての木星系・土星系・(天王星系・海王星系)

## － 木星探査計画EJSM・JMOの詳細

- － 明日の午後「P-PS010巨大惑星・衛星・系外惑星」セッション
  - 2020年代の木星系探査計画（佐々木晶ほか）
  - 次世代木星圏磁気圏探査における科学目標要求（笠羽康正ほか）
  - 木星系探査計画EJSMへのJAXAからの貢献策（藤本正樹）

# 惑星科学の目的のおさらい

この宇宙における  
我々の太陽系の位置を知ること

- 何が起きているかの理解
- 形成・進化
- 他の系との共通点・相違点

# そのために木星（大気）の何を知りたい？

- 組成を知る
  - バルク組成の代表： 深部大気組成
- 大気の構造・力学を知る（過去・未来も）
  - メカニズムの理解
  - 進化の詳細な制約
    - アルベドはどう決まるのか？
    - 赤外放射の出方は？
  - 系外惑星の観測の解釈のために必須
    - ある程度、直接検証可能なのは、太陽系の惑星
- 系外惑星大気の情報収集

# 木星内部は hot jupiter に見える？

十分高温であれば、水蒸気など凝結しない  
 深部組成が、表層大気の組成として直接観測できる？

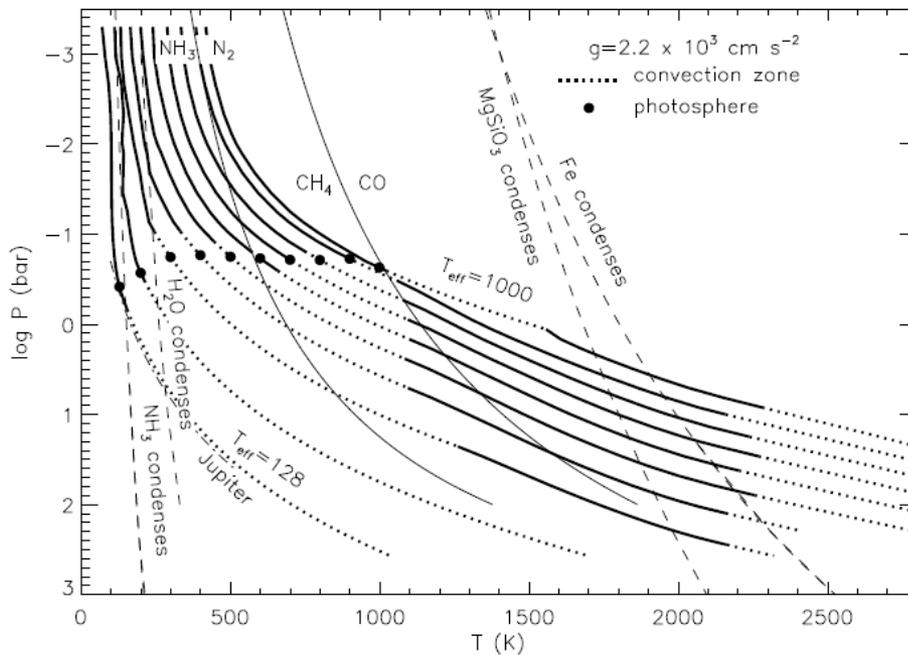
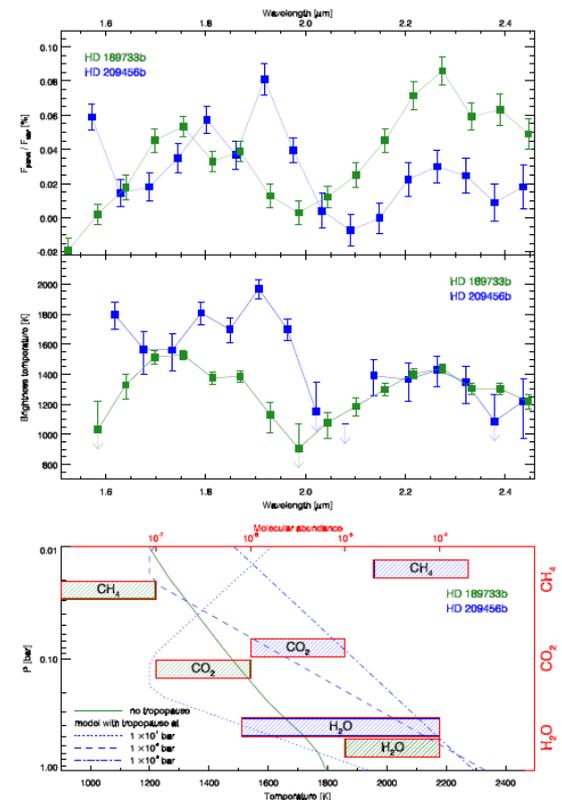


FIG. 2.—Atmospheric pressure-temperature profiles for EGPs with surface gravity fixed at  $2200 \text{ cm s}^{-2}$  and  $T_{\text{eff}} = 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200,$  and  $128 \text{ K}$ .

Burrows et al 1997

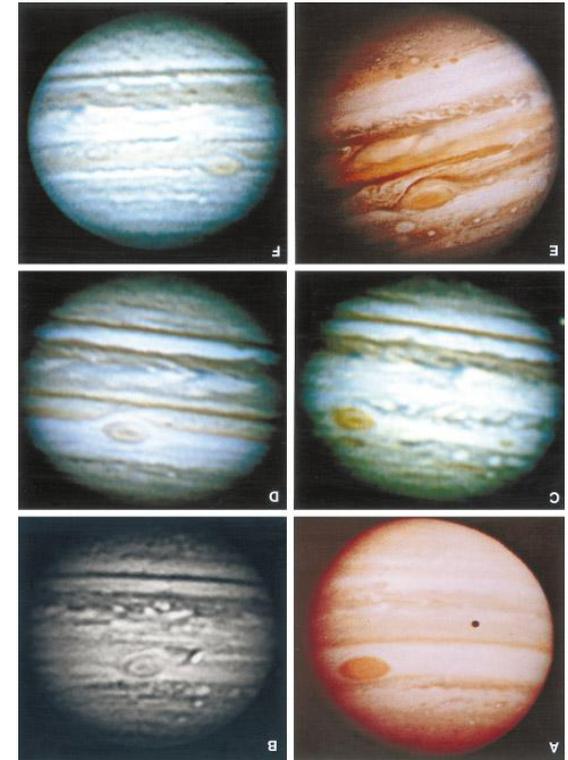
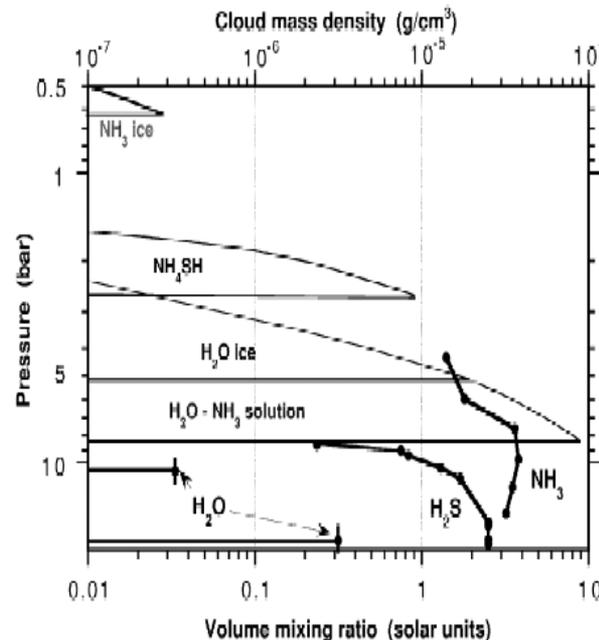
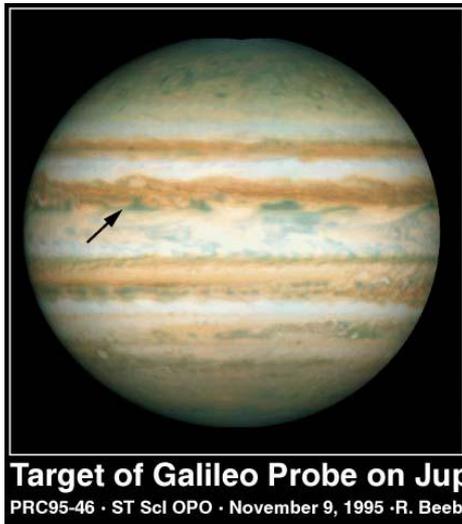


# 何をする必要があるのであるのか？

- 組成を意識した深部大気の解明
  - プローブなどによる探査
  - 自由振動の探索
- 数値モデリングの推進
  - 大循環計算 and 雲を解像したモデル
  - 系外惑星への適用も意識
- モデルの検証・拘束を意識した探査
  - 連続的・高解像度・多波長
- 系外惑星の探査・観測

# 探査: Galileo で十分、ではない

- プローブを再び。もっと深く？
  - 通信・エンタリーの困難
- アンテナの展開不良
- 長期変動の存在



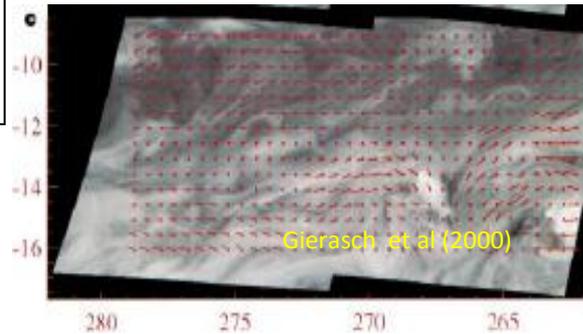
# 見えつつあること 東西風と対流雲の相互作用

対流雲(雷雲)の活動

惑星自転の影響  
で渦・波動が生成

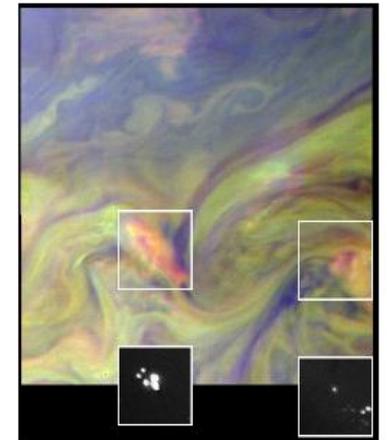
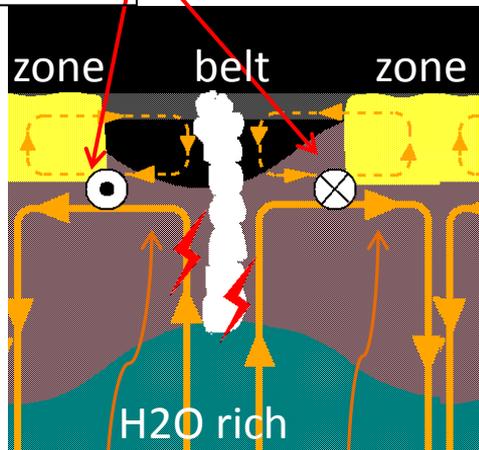
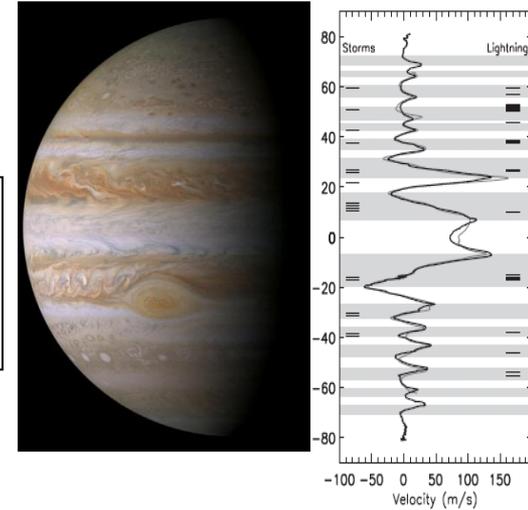
渦・波動により、  
平均東西風が  
加速される。

平均東西風加速は自転の影響で南北・鉛直循環を駆動



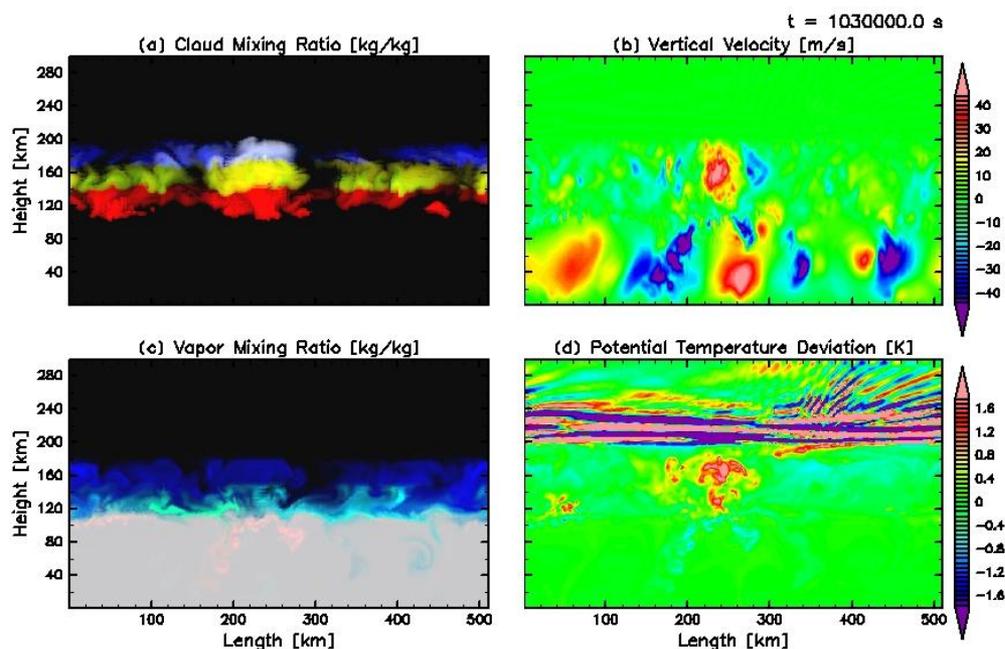
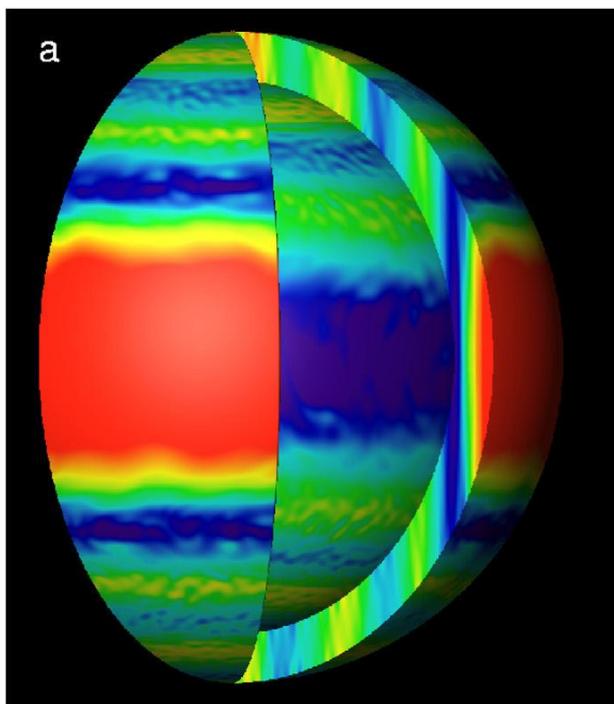
水蒸気供給  
により、対流  
雲が活発化

“ベルト”では、上  
昇運動により、大  
気深部の、水蒸気  
に富んだ空気が持  
ち上げられる



# 現状は「シナリオ」に過ぎない

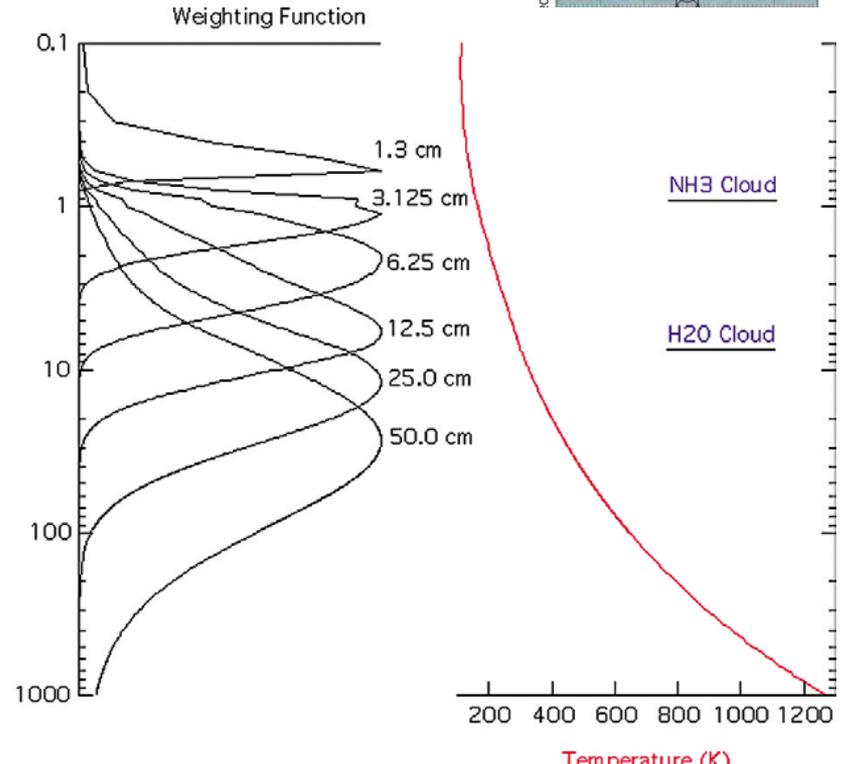
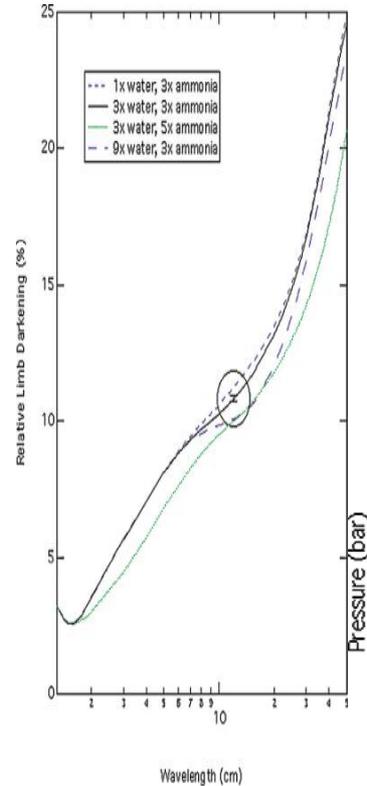
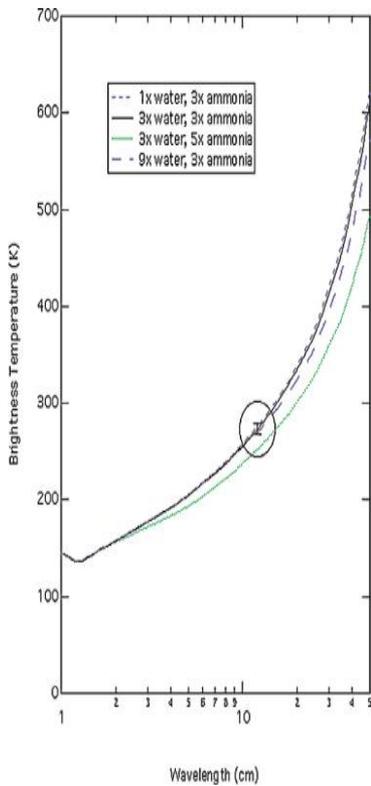
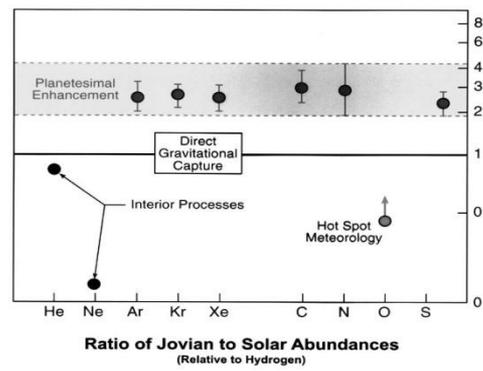
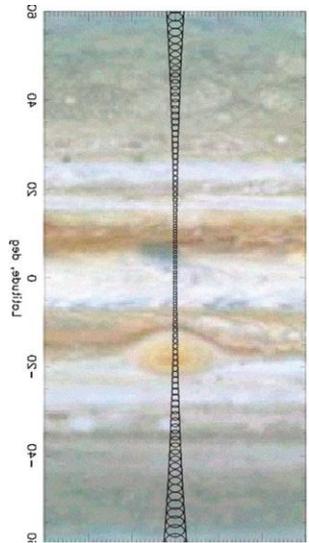
- 実証的再現は、事実上、未着手。
- 実際に起こっていきそうなプロセスを表現するには、現状よりも**数ケタ巨大な計算機資源**が必須。
- 雲微物理、物質の放射吸収特性など、**物理過程についての知識が不足**



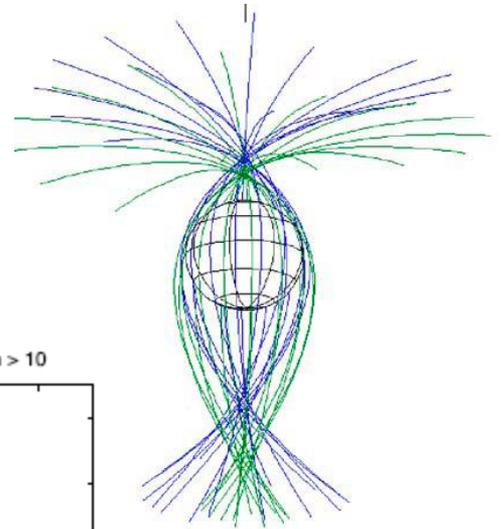
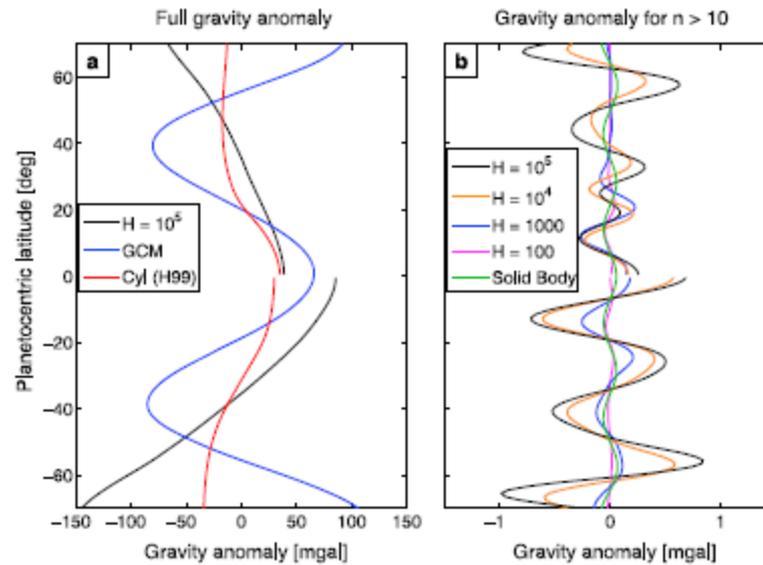
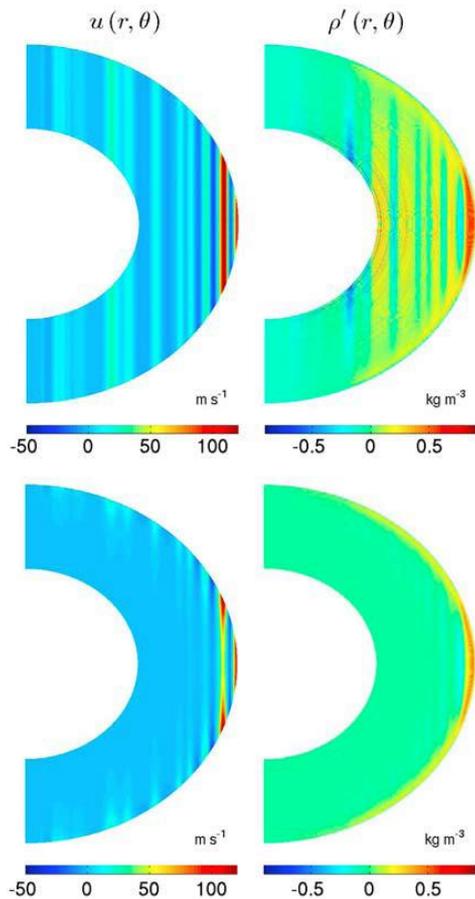
# 当面予定・計画されている探査

- JUNO : 2011打ち上げ
  - 重力と磁気圏を観測する。力学には潜在的な寄与。
  - 深部の水蒸気量
    - あまり高精度では決定できない。
    - 吸収率など基礎データが充実すれば、わかってくるかも。
- EJSM+JMO : 2020年代
  - 衛星と磁気圏が中心
    - Jupiter – Europa Orbiter : NASA
    - Jupiter – Ganymede Orbiter : ESA
    - Jupiter – Magnetosphere Orbiter : JAXA
  - プローブは無し。
    - JUNOの結果を踏まえて、次の機会に、という考え方
  - 大気の浅い部分の観測はある程度充実。

# JUNO マイクロ波放射計



# JUNO 重力観測



# 目先、進めるべきこと 探査について

- 目先(10年)の「探査」で、木星型惑星の大気(特に深部)について、**劇的に新しい**情報が加わる可能性は高くない。
- 系外惑星については、非常に進展する可能性

- 地上あるいは地球軌道でできることの推進
  - 惑星専用望遠鏡衛星
  - 自由振動
- もちろん、EJSM+JMOの機会は十二分に活用すべき
  - ガリレオで得たかった情報は何だったか？
  - 今度こそは取りこぼし無いように。
- 本当は**木星版ひまわり**が必要

- 深部の情報を得るための探査：
  - JUNO後に新たな展開の可能性
    - 木星深部プローブ、土星・天王星・海王星
  - 当面できなくても、将来を見据えて地道な努力

# 目先、進めるべきこと モデリング

- 探査よりもモデルの方が完備性が高い
  - 変数の種類、範囲(深度など)、分解能 etc.
  - むしろ、モデルの検証のための探査と思った方が正しい。
  - 逆にいえば、検証に耐えるモデルが必須

## 探査をしゃぶりつくすためにもモデリング

- 惑星科学独自のモデリンググループの確立を。
  - 探査を提案し、後処理・アーカイブもできる力量が必要。
  - 地球環境問題よりも巨大な資源が必要。
  - 向うの事情に左右されないように。

(おしまい)