

## 活地球圏セミナー第十二回

### 「人工衛星の微量成分データから見た熱帯上部対流圏-下部成層圏」

講演者：庭野 将徳

(理学研究科・地球惑星科学専攻)

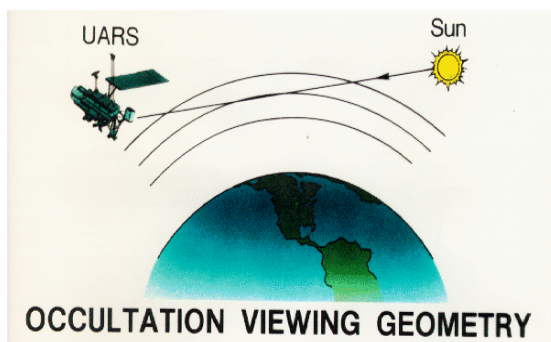
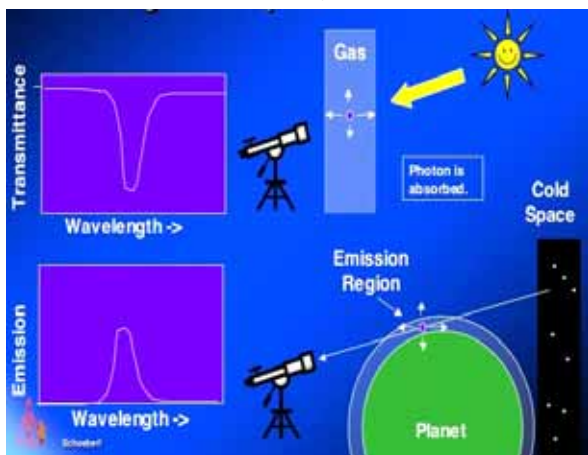
報告者：宮川 知己

(理学研究科・地球惑星科学専攻・物理気候学講座)

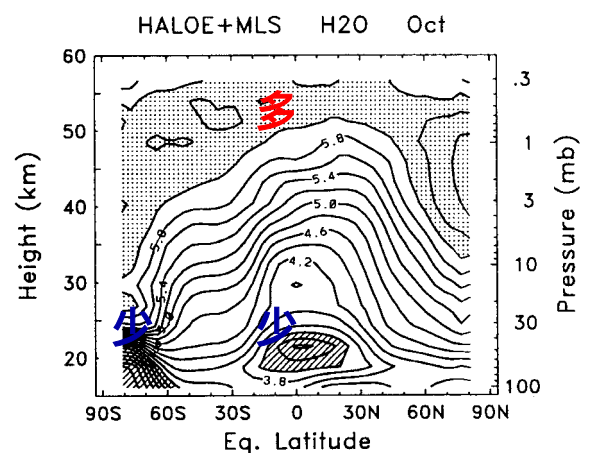
大気現象において物質・放射・力学の関係は非常に重要であり、ここ数十年の研究でこれらの個々のプロセスはかなりわかってきている。衛星観測技術やデータのリトリバル技術も向上し、物質・放射・力学各分野の研究者の協力もすすんできている。しかし、全てのプロセスを含んだ統合モデルはまだ開発途上の段階にあり、微量成分の全球データを用いた事例解析等により物質・放射・力学の相互作用を研究することはいまだ有意義である。

今回のセミナーにおいてはこれらの相互作用が顕著に見られる場所である上部対流圏～下部成層圏について、人工衛星 UARS に搭載された微量成分センサー-HALOE の 10 年に及ぶ水蒸気・巻雲の観測などによって得られた知見を振り返る形で講義が行われた。

#### 人工衛星による大気微量成分観測



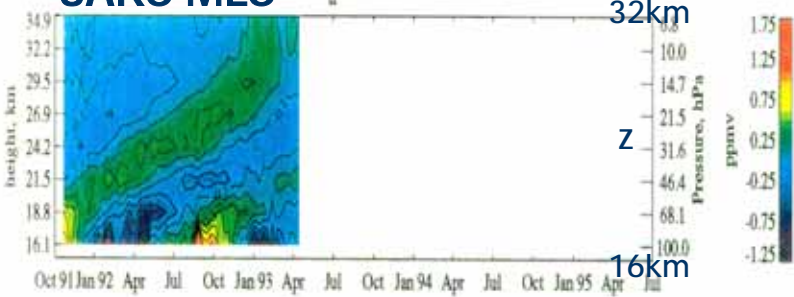
#### Randel et al. [1998]



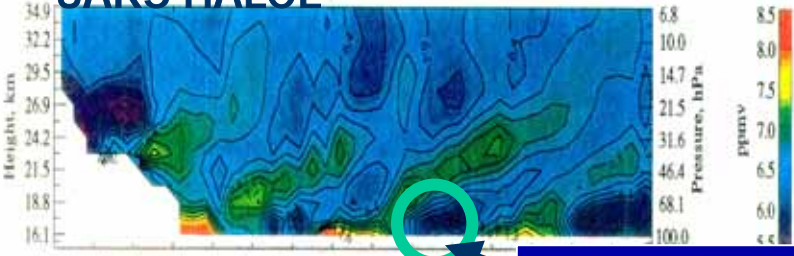
大気微量成分の観測には、左上図のように大気吸収スペクトルを観測する手法と大気放射スペクトルを観測する手法とがある。右上図は前者にあたるHALOEという衛星データから得られた水蒸気の分布図である。鉛直成層やメタンの酸化による生成の様子などをはじめとする様々な現象があらわれている。

成層圏平均子午面循環に関して得られた知見

**UARS MLS 熱帯域東西平均水蒸気量**



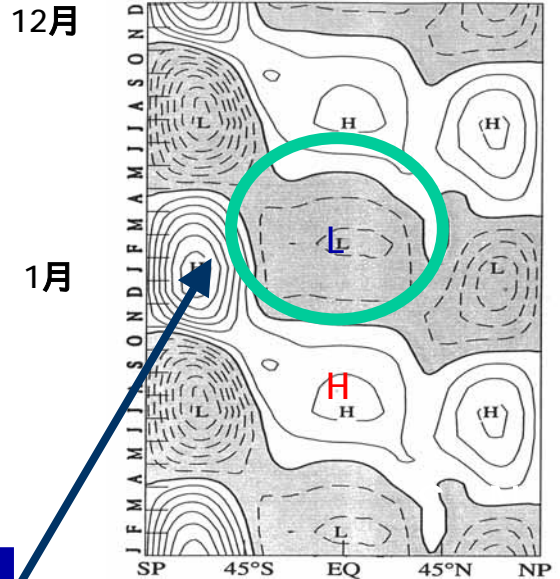
**UARS HALOE**



Mote et al. [1996]

北半球冬季に低温、水蒸気少

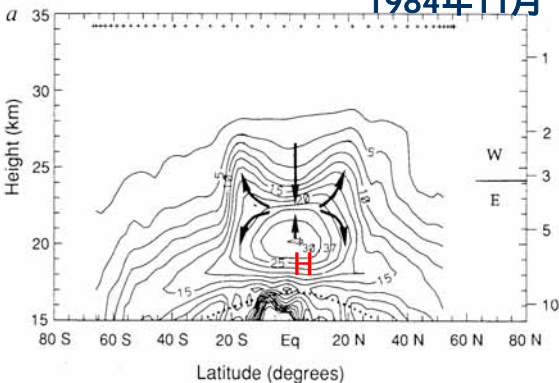
**下部成層圏気温の季節変動**



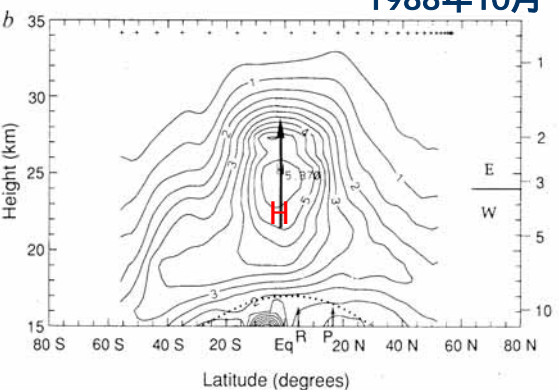
Yulaeva et al. [1994]

左上図は熱帯域東西平均水蒸気量であるが、水蒸気量のムラがあまり拡散せず上昇していつている様子が見られる（テーブルコーダシグナル）。左下図 a・b は SAGE のエアロゾルデータである。亜熱帯混合障壁（亜熱帯域でコンターが狭い 混合していない "Tropical Pipe"）や中緯度の混合域（コンターが東西に広がっている 混合している "Surf Zone"）の様子がみえている。また、左下 a 図では、Tropical Pipe からエアロゾルが漏れ出している様子（"Leaky Pipe"）や、上層と下層が押し合っている様子もみえている。いずれの図からも、熱帯の成層圏に高い孤立性を持つ上昇域が存在することがわかる。

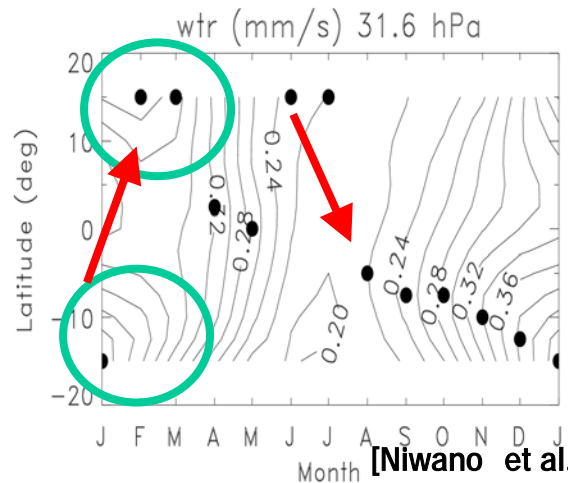
1984年11月



1988年10月



Trepte & Henchman [1992]



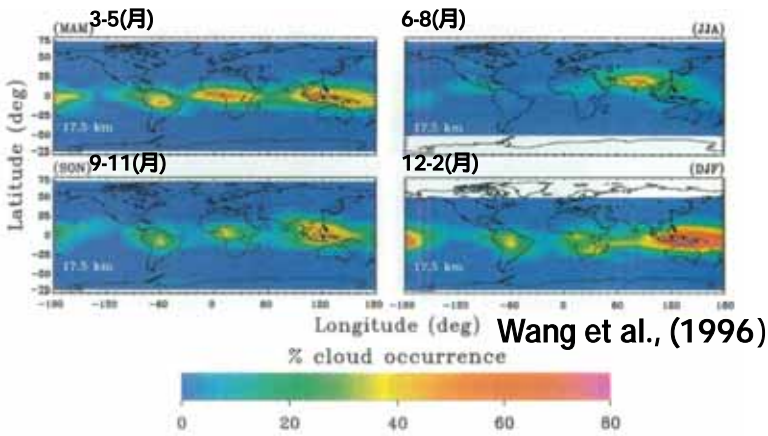
[Niwano et al., 2003]

上図右は成層圏の 31.6hPa 面での鉛直流のコンター（黒点は極大となる場所）である。熱帯全体としては 11 月～2 月に極大・6 月～8 月に極小である。極大となる場所は春～夏半球で、赤矢印が示すように急激に遷移する。また、12～2 月には水色の楕円が示すように両半球に極大（ダブルピーク）が現れている。ダブルピークの現れる理由としては下部成層圏オゾンが対流圏からの長波放射を吸収し加熱していることなどが考えられる。



熱帯対流圏界面域の脱水過程と放射過程について得られた知見

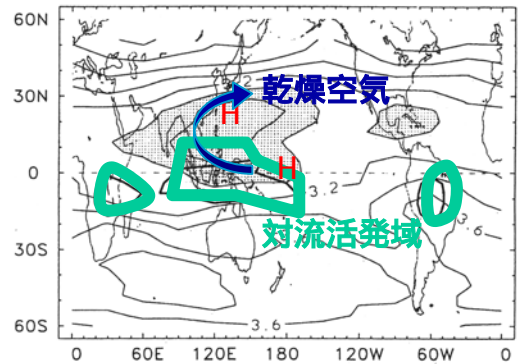
Randel et al.



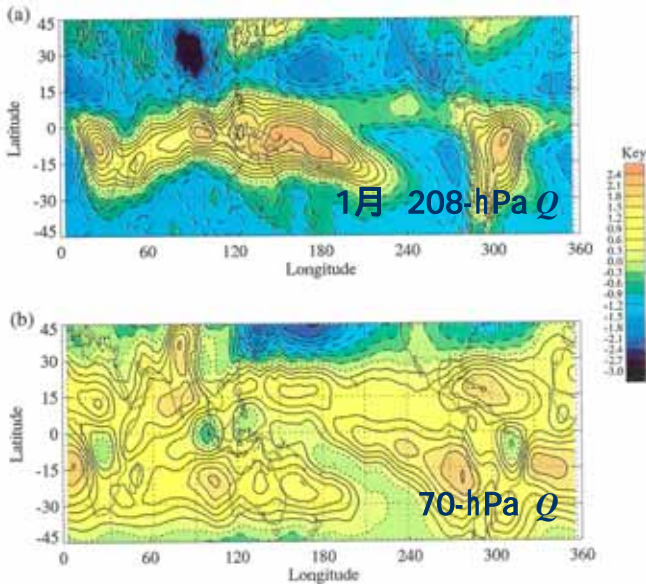
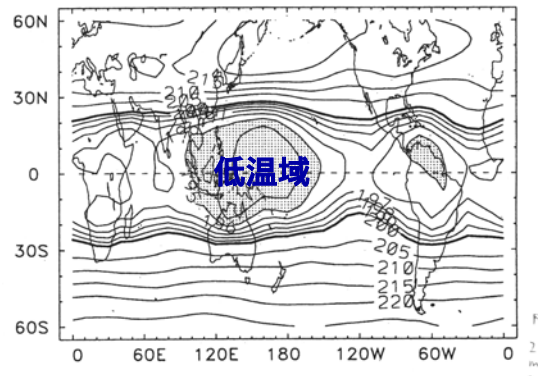
Wang et al., (1996)

上左図は巻雲の存在頻度をあらわしている。熱帯域が高い値を示しており、そこで脱水と凝結加熱が起こっていることがわかる。右の図には熱帯の対流圏界面温度が低い（圏界面高度が高いため）領域で脱水された乾燥空気が、凝結過熱によって駆動された熱帯高気圧循環により中緯度に輸送される様子が現れている。凝結加熱 力学場決定 輸送決定 という関係がわかる。

HALOE H<sub>2</sub>O 390K January

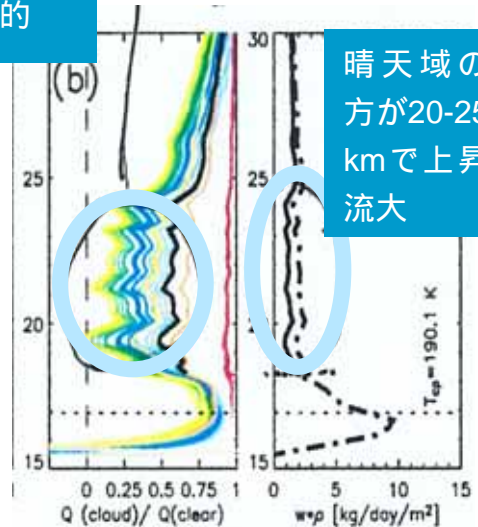


NCEP 390K temperature January



Norton [2001]

13-14 km  
の雲が  
効果的



晴天域の  
方が20-25  
kmで上昇  
流大

Fueglistaler et al. [2004]

上図左は 200 hPa 面よりも 70 hPa 面の雲の方が効果的に加熱を行っている様子を表わしている。上図右は雲の有無によって放射が異なり、上昇流等の力学場が決定する様子を表わしている。

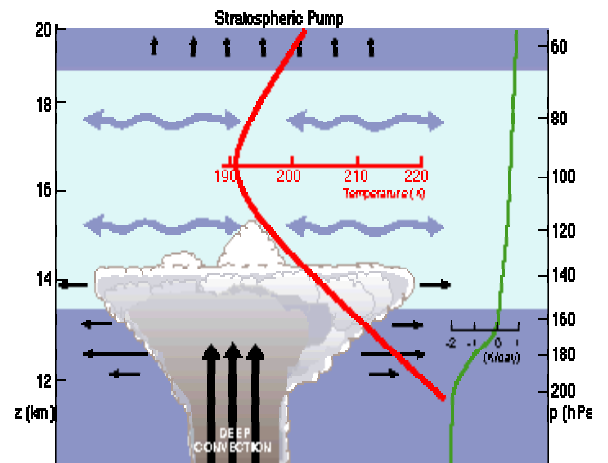
凝結加熱 放射決定 力学場決定 という関係が見えている。

右図は熱帯対流圏界面遷移層（TTL）を説明する概念図である。図には積雲対流が描いてあるが、温度（赤線）極小の圏界面まではあまり到達しない（古典的説明と異なる）。

青線は輸送過程において卓越している水平運動を、緑線は晴天放射加熱率（正上昇流の存在）を示している。

物質分布は成層圏と対流圏の間である。

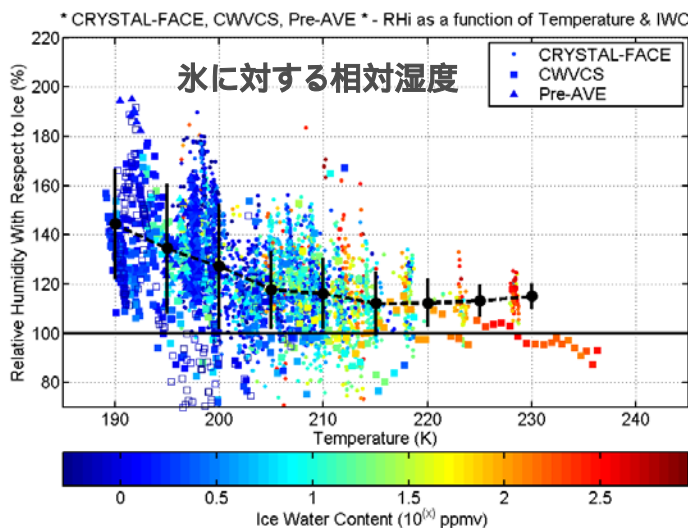
TTL が脱水・凝結過程と関係した相互作用が存在する興味深い場であることを示す図である。



Prof. Holton's Home Page

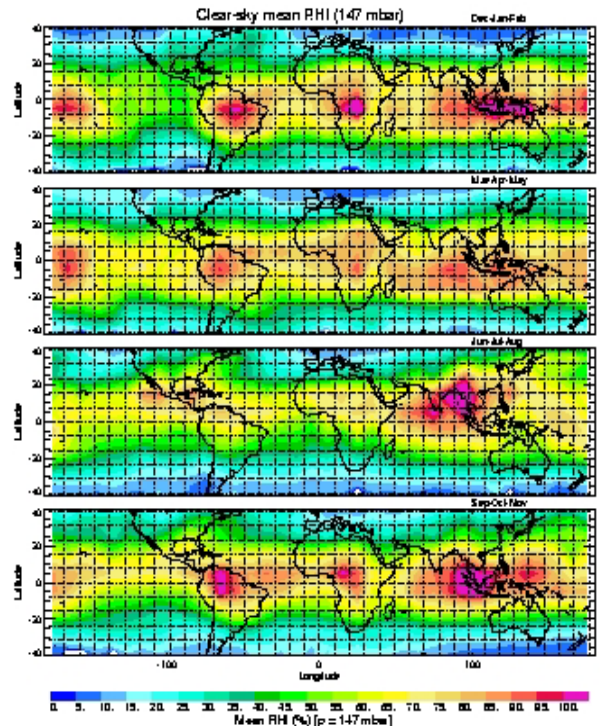
課題 上部対流圏の過飽和

航空機観測の結果



Smith [2004]

UARS/MLS RHi



Jensen et al. [1999]

上の図は2枚とも上部対流圏が過飽和になっていることを表わしている図である。

左は航空機観測、右は衛星観測によって得られた氷に対する相対湿度を表している。

この過飽和状態が大循環モデルや雲解像モデルでは再現が難しく、大きな課題を残している。