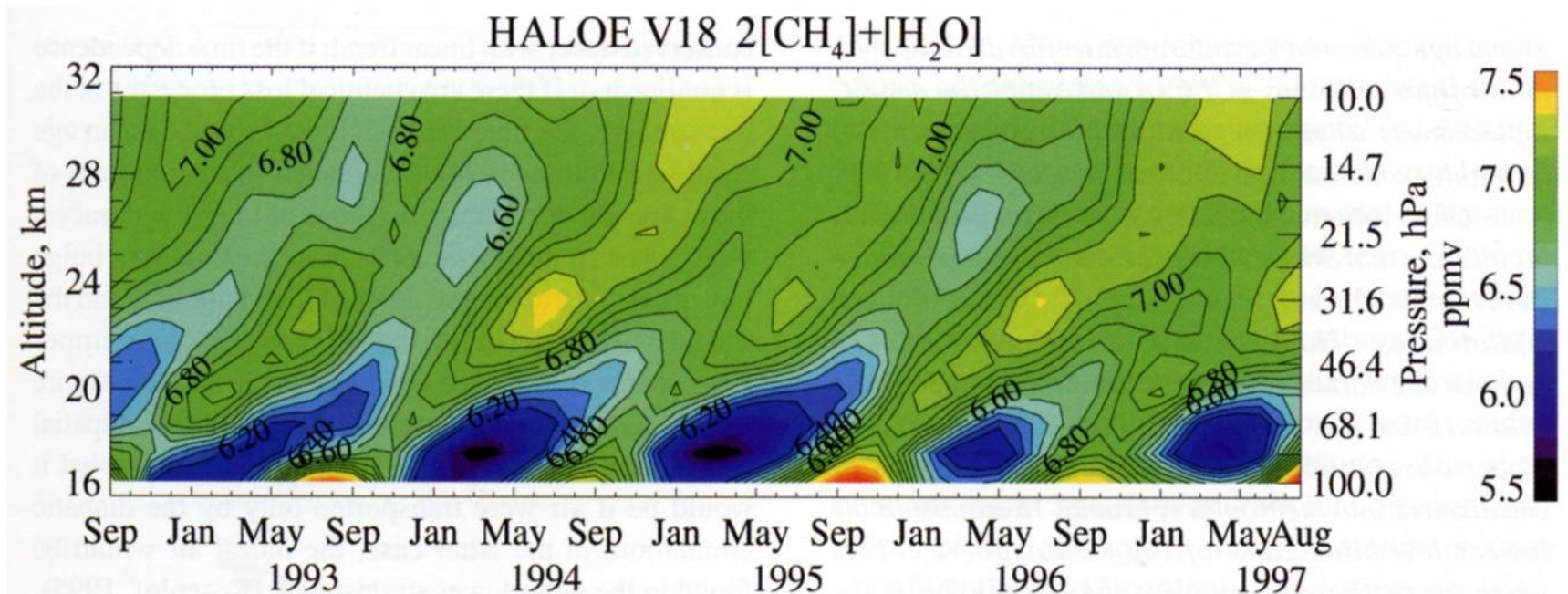


衛星観測で発見された 現象はあるのか？

熱帯成層圏における水蒸気変動

水蒸気のテープレコーダシグナル (Discovery of the Tropical Tape Recorder)

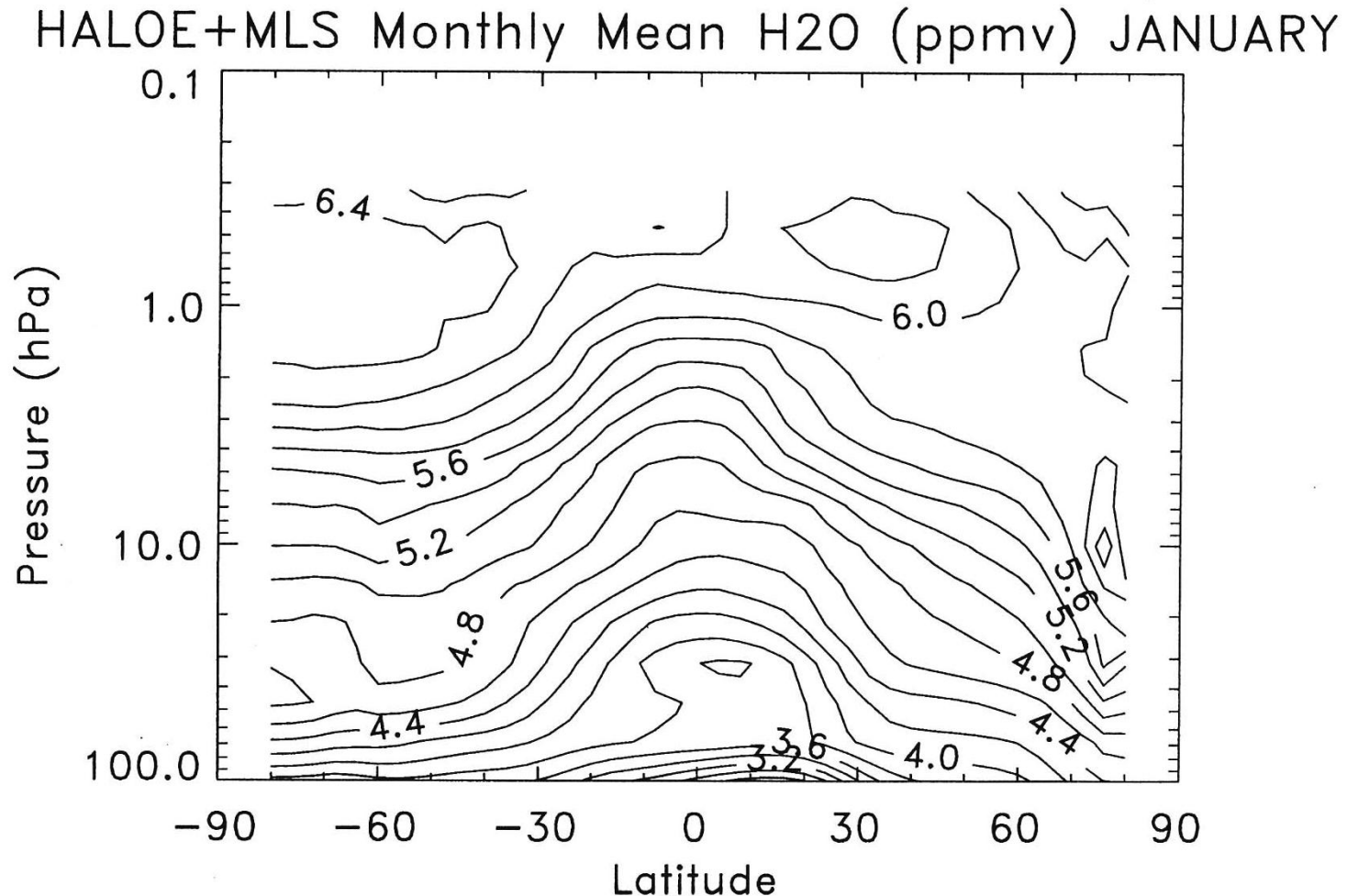
衛星から観測した赤道上的における水蒸気の時間－高度分布



(Mote et al., JGR, 1996の改訂版)

1年で10km, 1ヶ月で1km,
1日30m, 1時間1mのオーダー

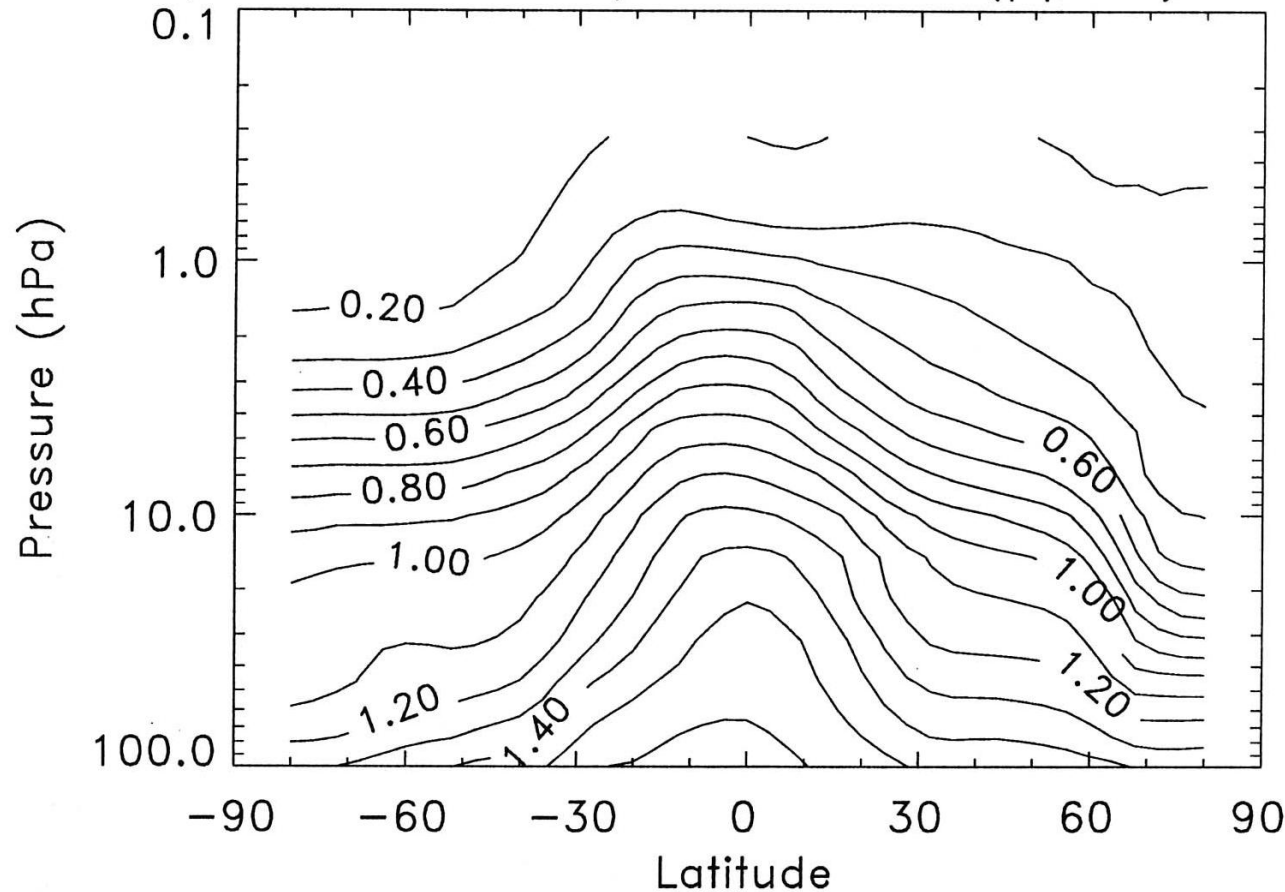
水蒸気(H₂O)の緯度-高度分布(1月)



(話者ら unpublished figure)

メタン(CH₄)の緯度-高度分布(1月)

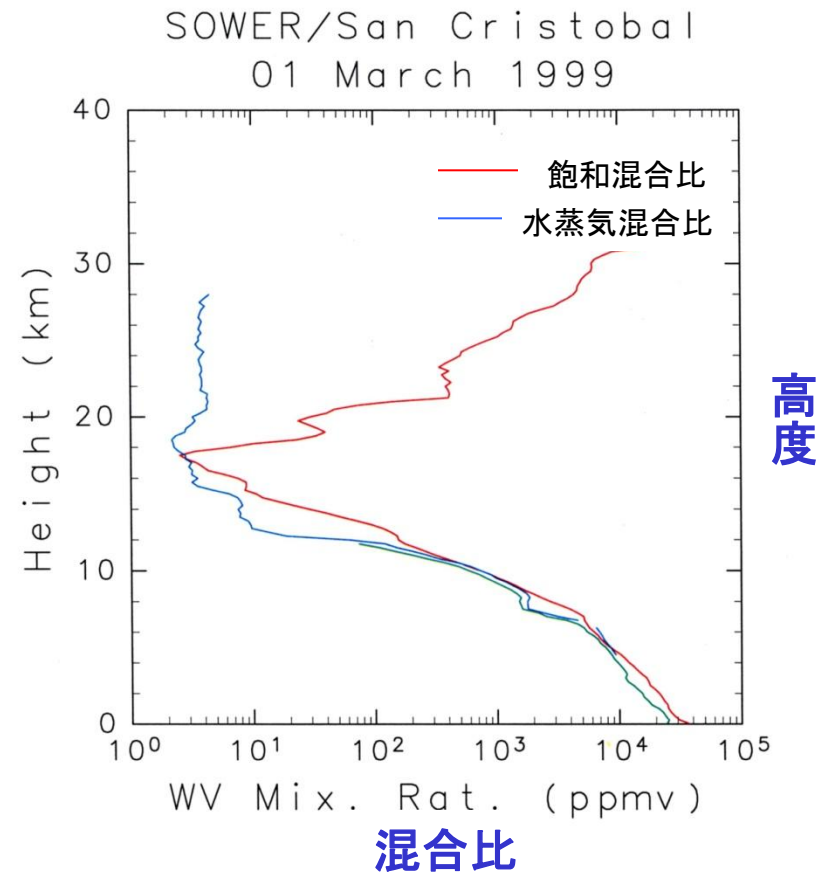
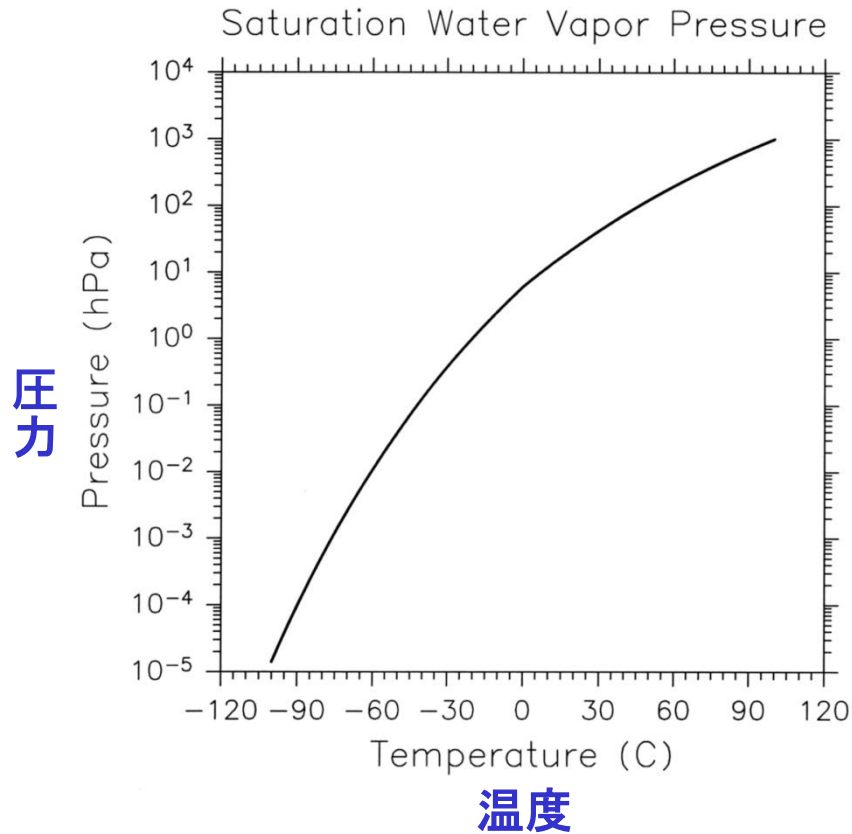
HALOE/CLAES Monthly Mean CH₄ (ppmv) JANUARY



(話者ら unpublished figure)

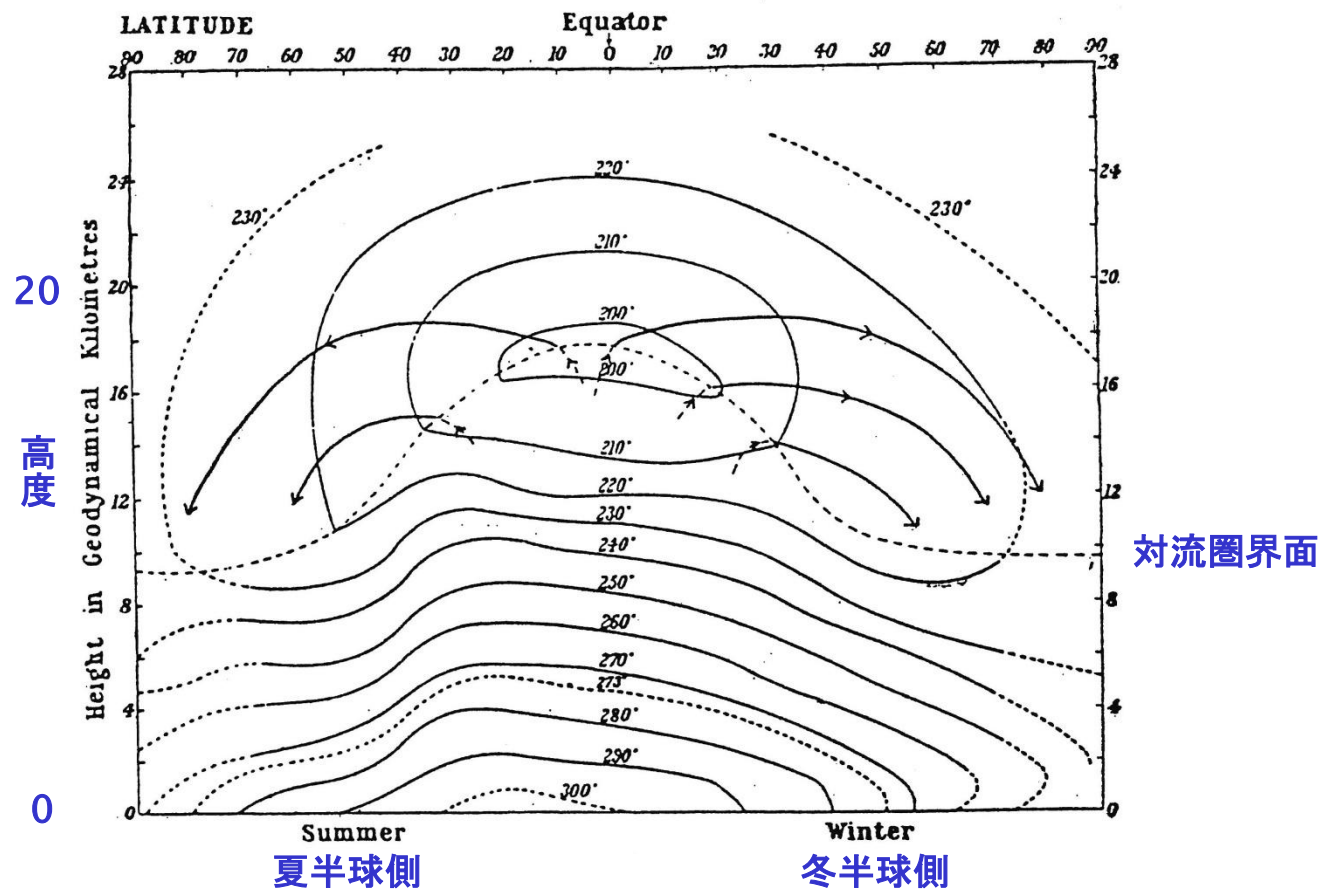
気温とともに減少する飽和水蒸気圧

飽和水蒸気圧



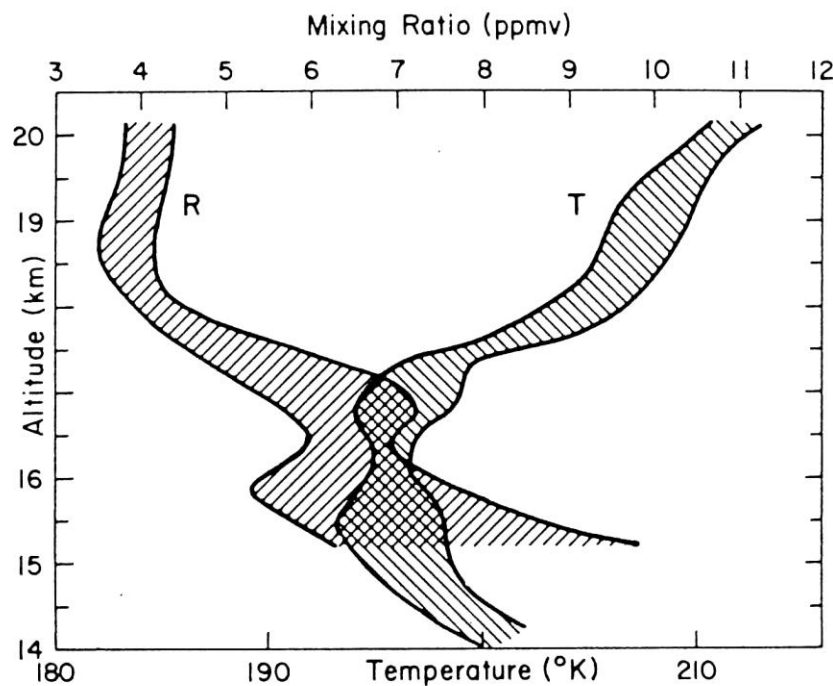
(話者ら unpublished figure)

Brewerの考えた子午面循環



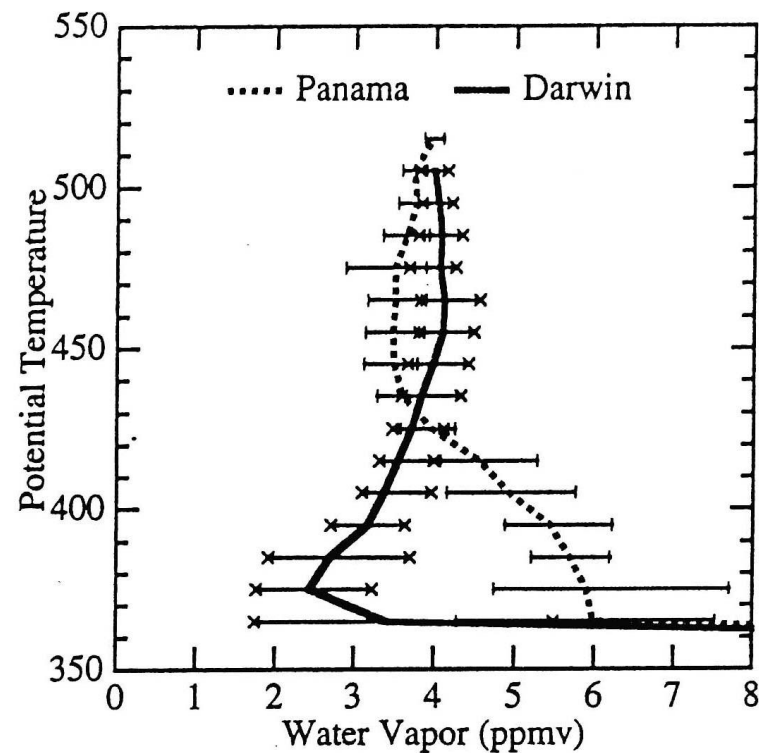
(Brewer, Q. J. R. Met. Soc., 1949)

熱帯域における水蒸気観測



1980年9月パナマでの観測

(Kley et al, GRL, 1982)



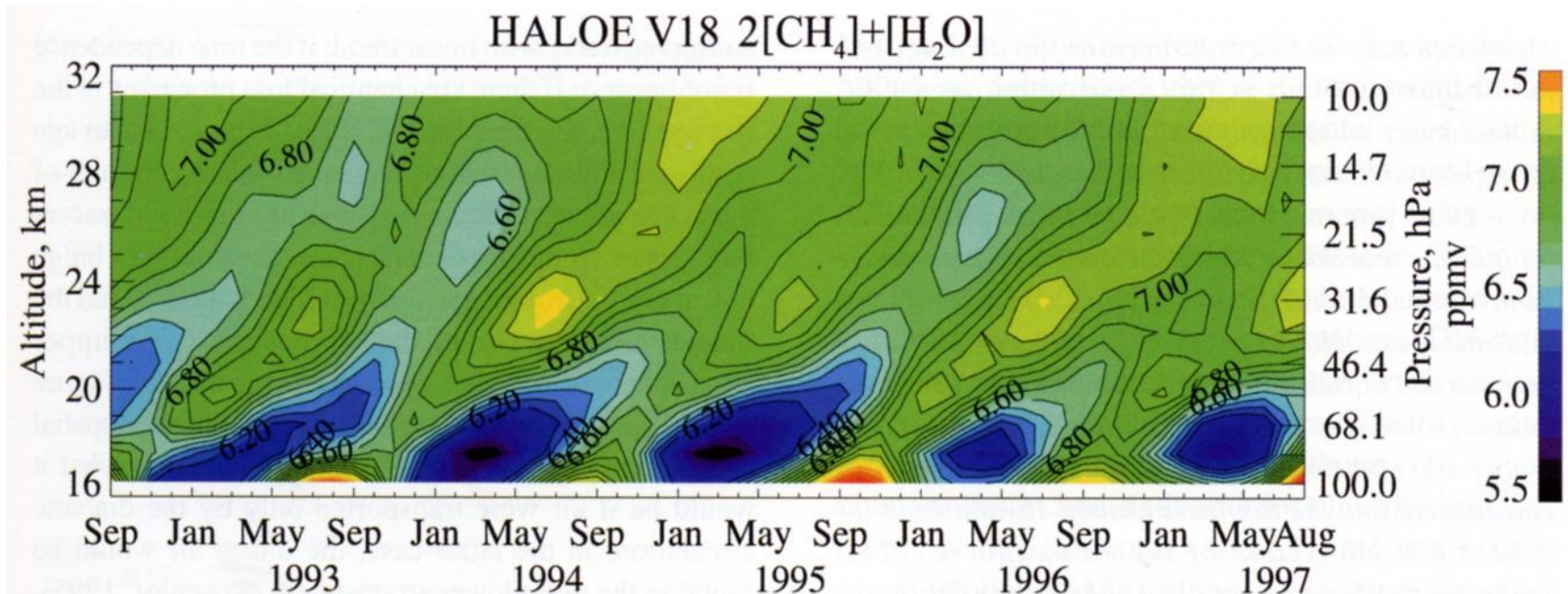
1987年北半球冬のダーウィン
での観測を加筆

(Kelly et al, JGR, 1993)

水蒸気のテープレコーダシグナル(再)

An atmospheric tape recorder: The imprint of tropical tropopause temperatures on stratospheric water vapor

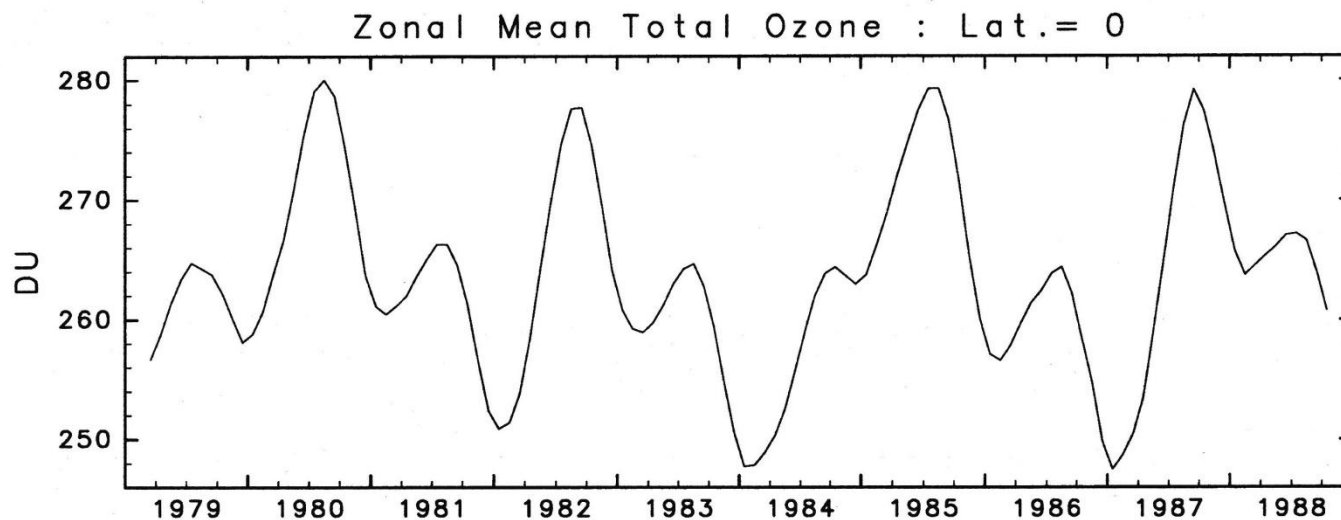
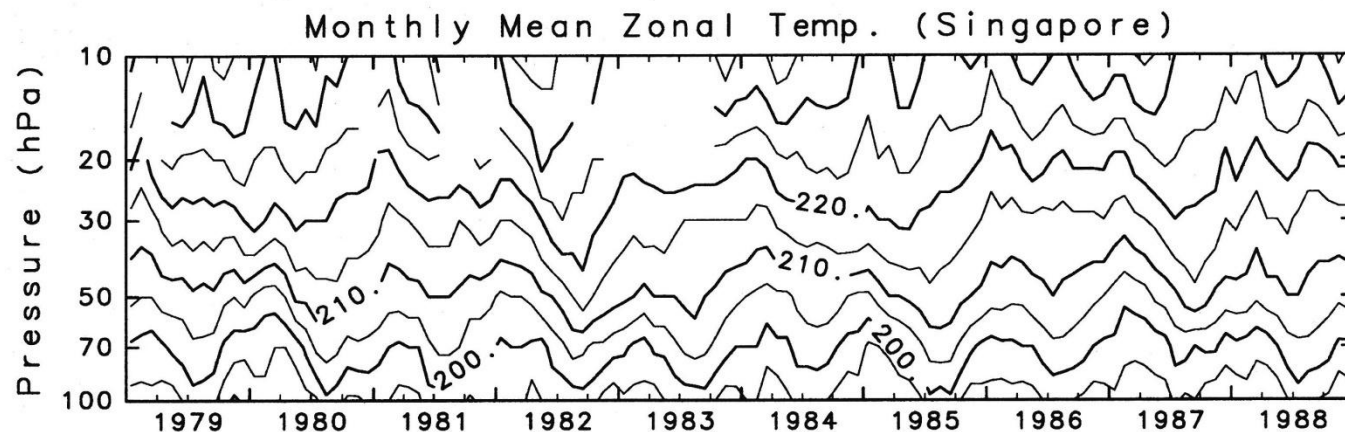
衛星から観測した赤道上的における水蒸気の時間－高度分布



(Mote et al., JGR, 1996の改訂版)

1年で10km, 1ヶ月で1km,
1日30m, 1時間1mのオーダー

熱帯域における温度とオゾンの変動



(上図: Shiotani, unpublished figure, 下図: Shiotani, JGR, 1992)

対流圏界面高度と気温の年変動

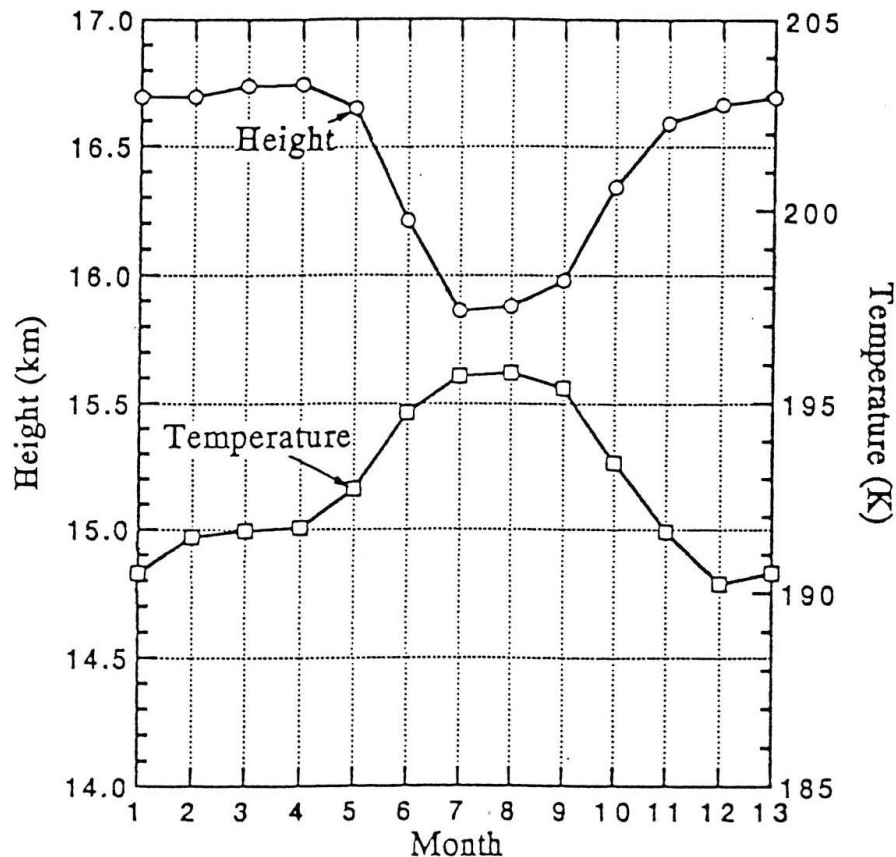


Figure 2. Annual variation of tropopause height and temperature, Koror, 1952-88 average.

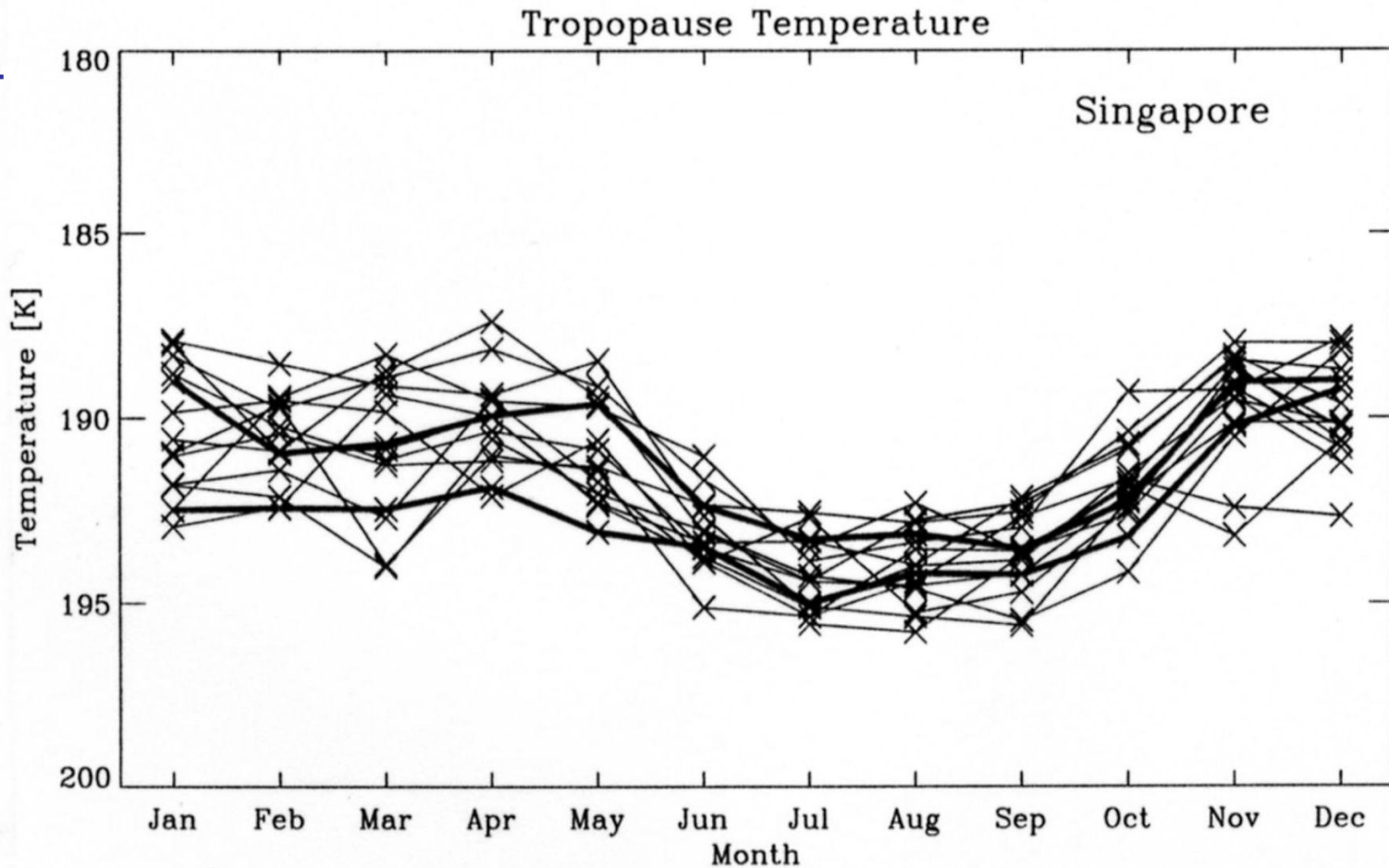
(Reid と Gage の一連の仕事の一部)

熱帯対流圏界面温度の年変動

低温

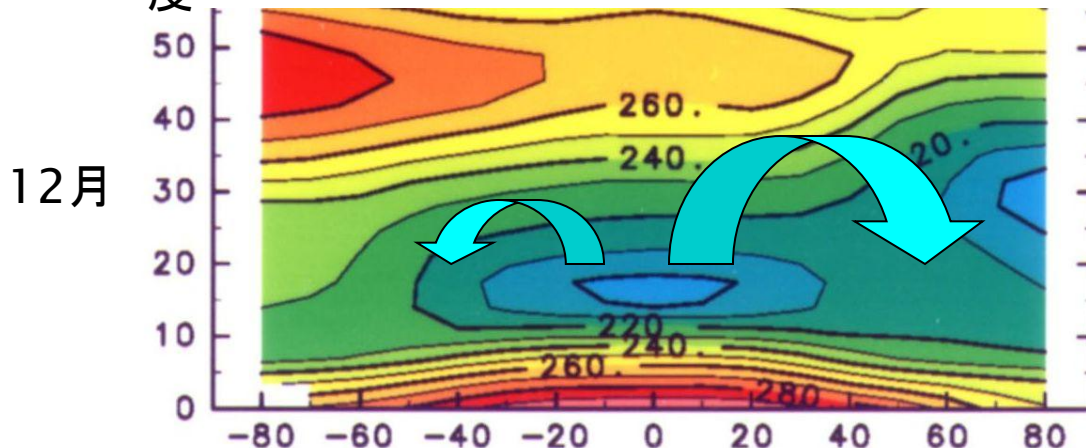
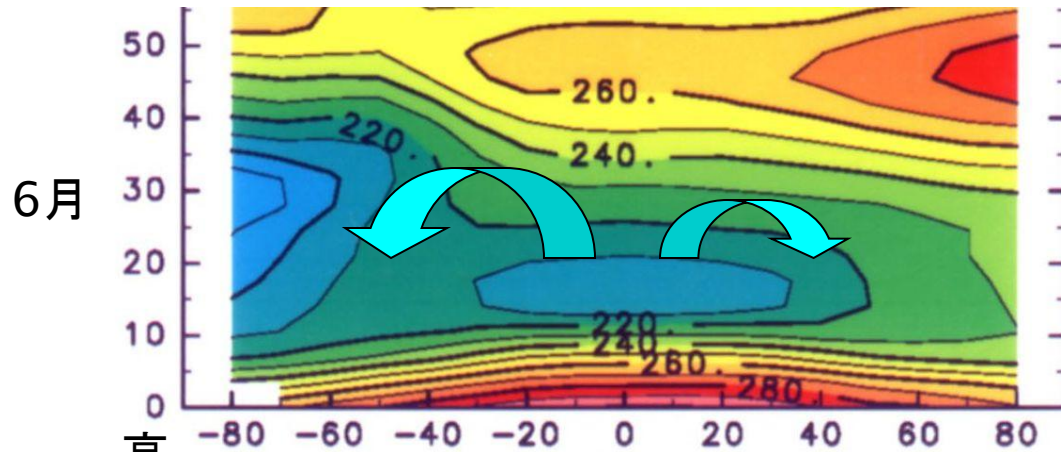
気温

高温



シンガポールにおける月平均対流圏界面温度 (長谷部, 私信)

熱帯対流圏界面の年変動メカニズム



緯度

(話者ら unpublished figure)

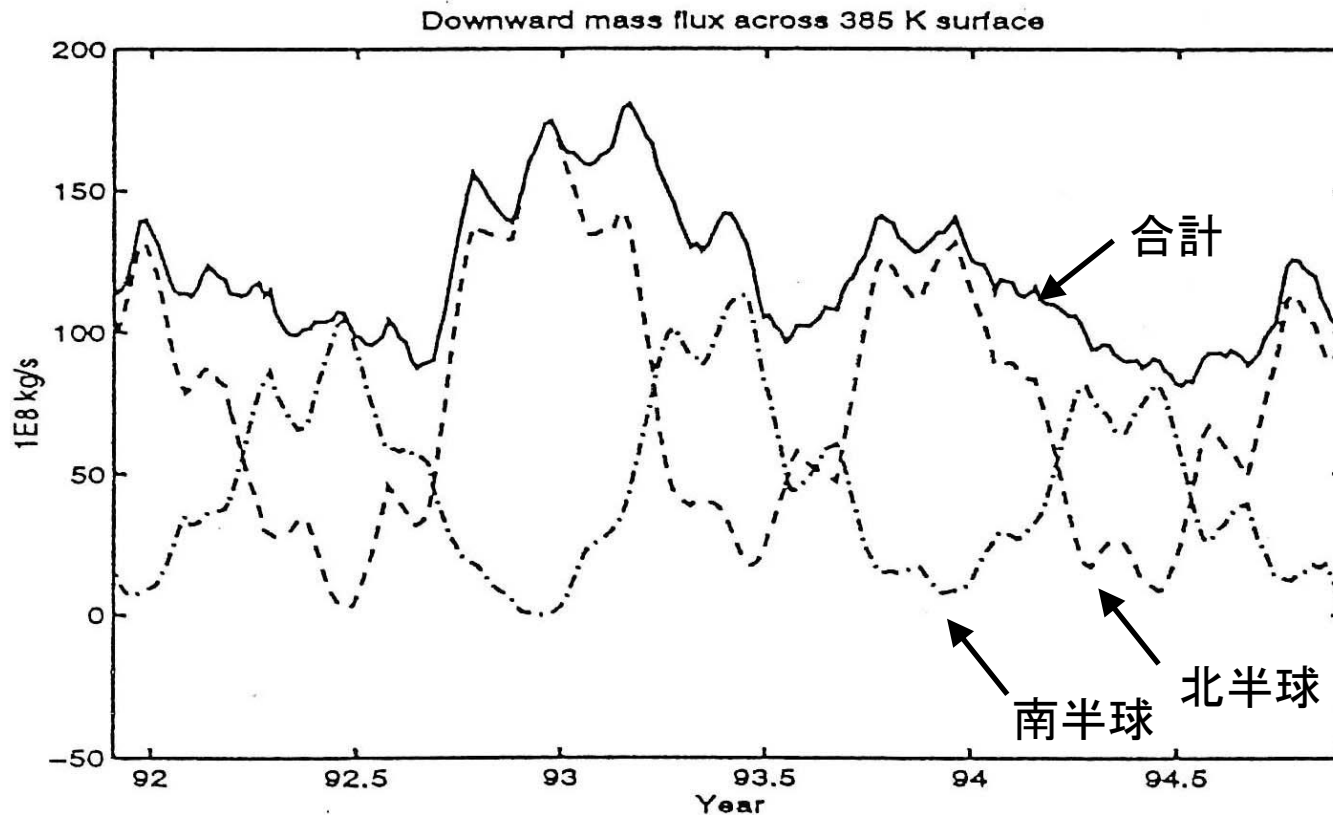
- Holtonら(1995): 中緯度下部成層圏における波動の効果
が赤道域から高緯度に向かう子午面流を誘起 ⇒ 熱帯域における上昇流, 高緯度における下降流.

- この効果は波動の活動性が大きい冬半球側で大きい.

- さらに, 同じ冬でも, 南半球よりも北半球の方が大きい.

- 結果的に, 熱帯対流圏界面付近の上昇流は, 北半球の冬の時期に大きく, 夏の時期に小さくなる.

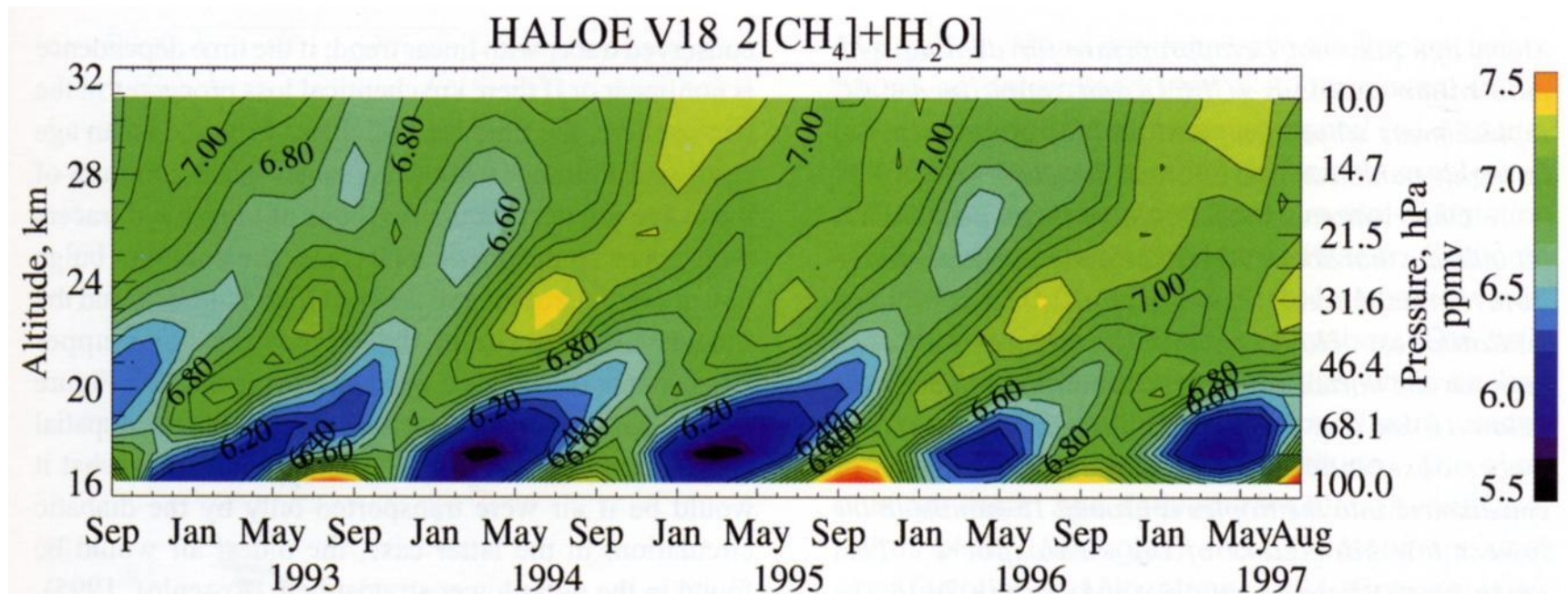
空気塊流入量の季節変動



(Yang & Tung, JGR, 1996)

水蒸気のテープレコーディング信号(再々)

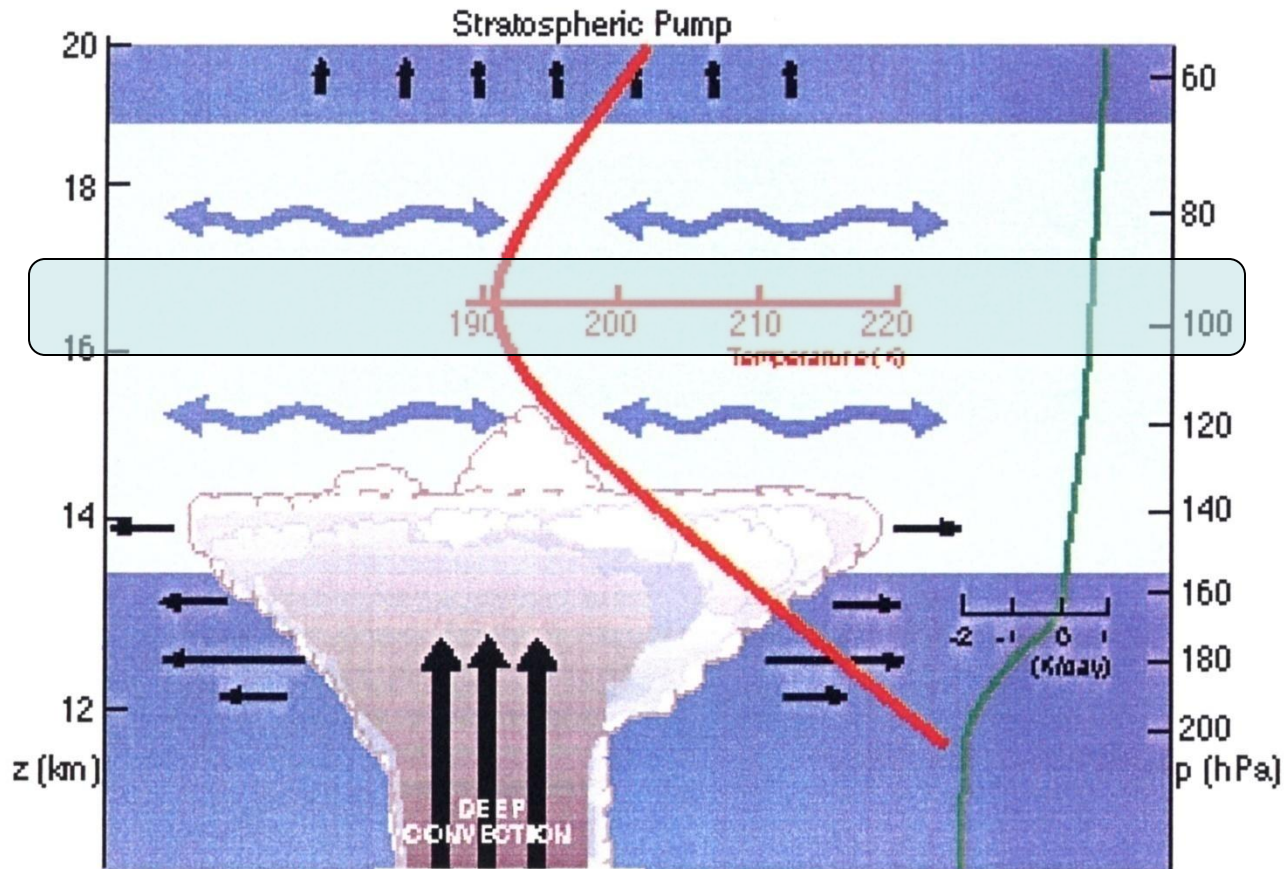
衛星から観測した赤道上的における水蒸気の時間－高度分布



(Mote et al., JGR, 1996の改訂版)

1年で10km, 1ヶ月で1km,
1日30m, 1時間1mのオーダー

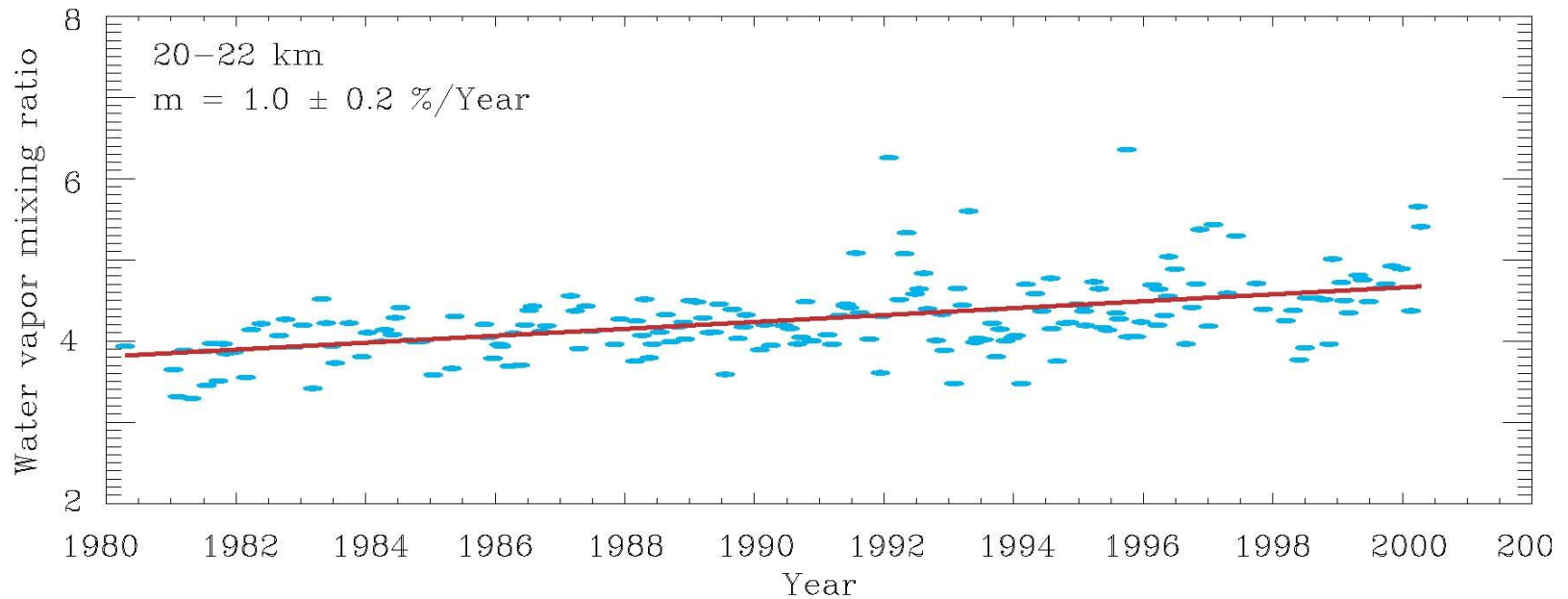
熱帯対流圏界面領域 (Tropical Tropopause Layer: TTL)



(Holton, ホームページより)

水蒸気の増加トレンド

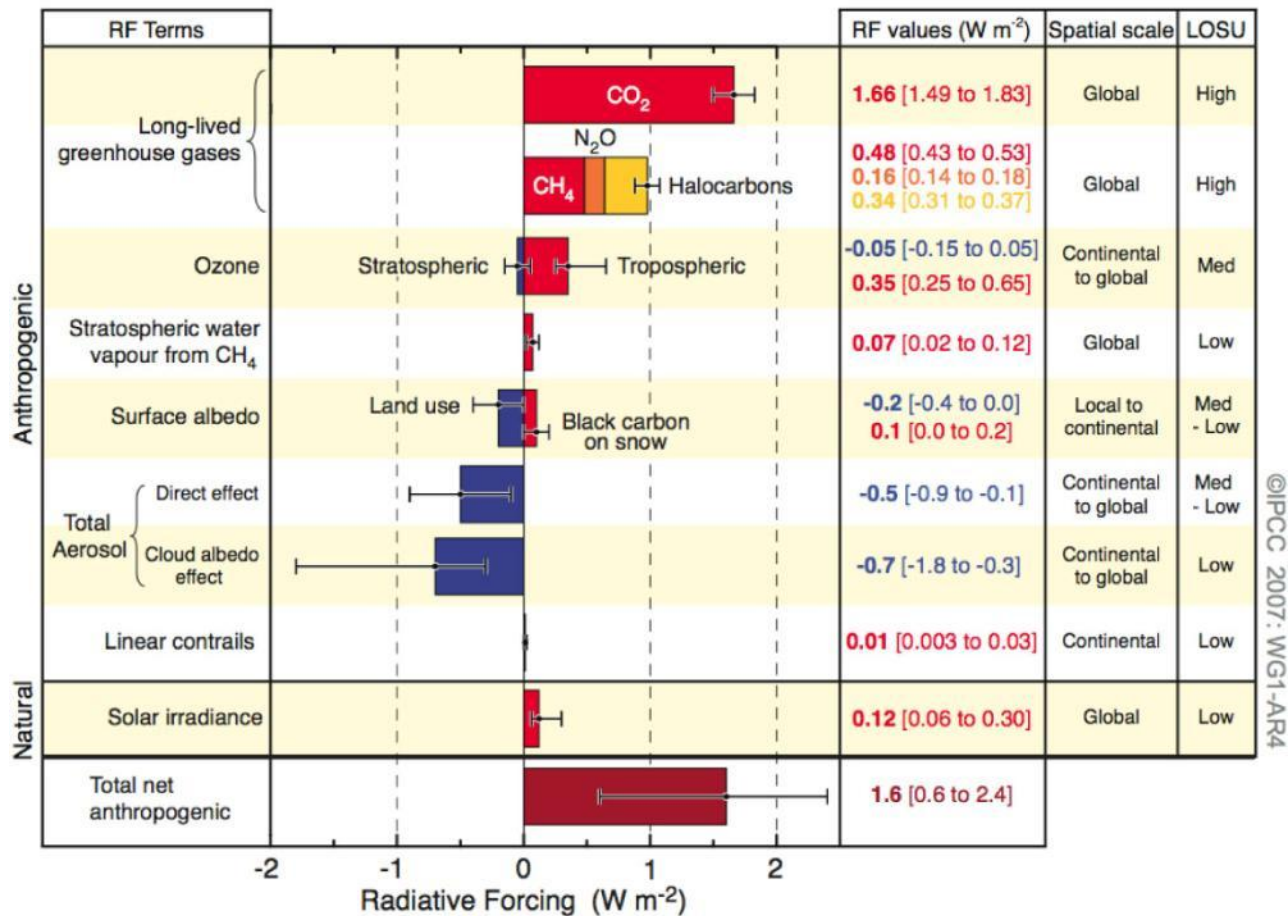
米国コロラド州における水蒸気ゾンデ観測



(SPARC Assessment of Upper Tropospheric and Stratospheric Water Vapour , 2000)

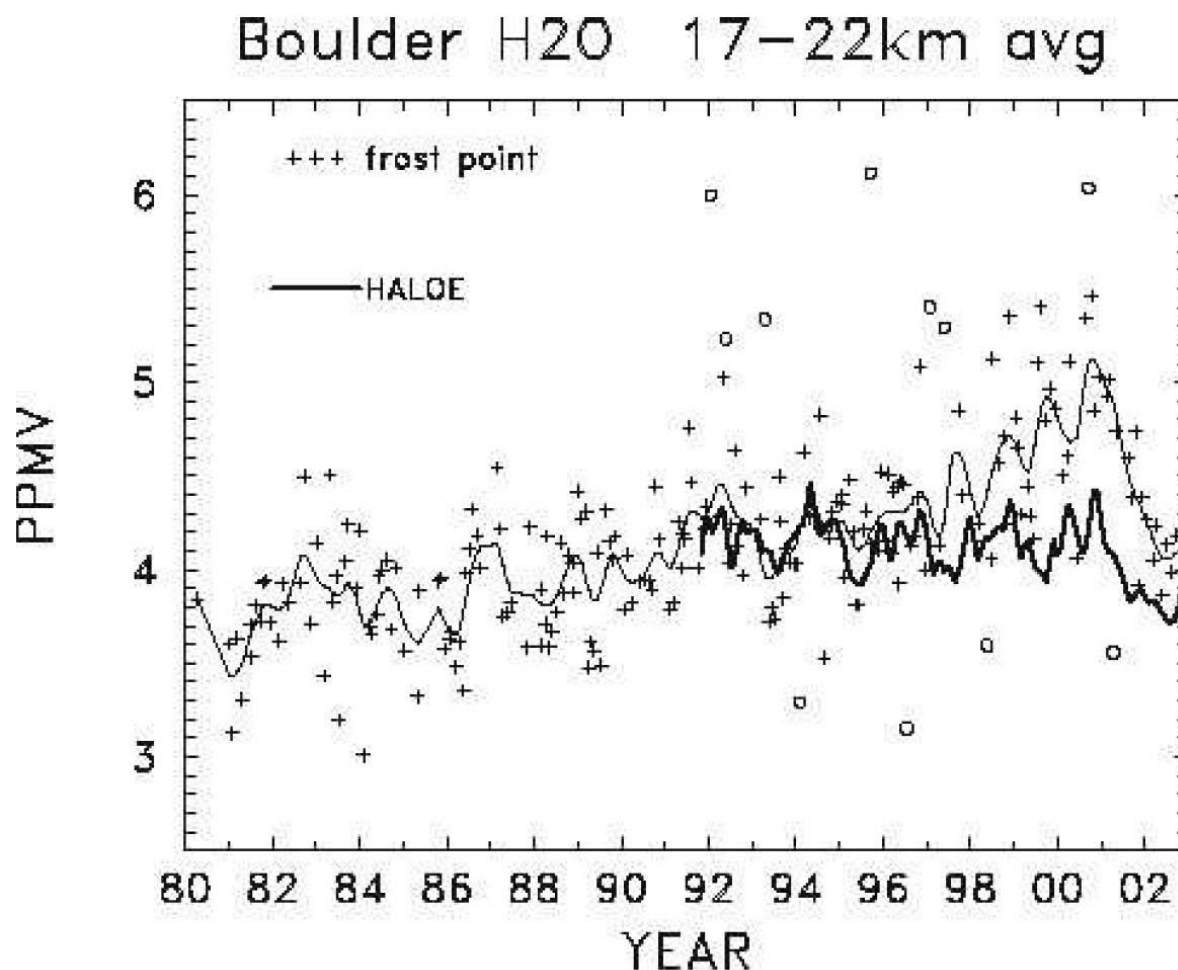
IPCCレポートの改訂版

Radiative Forcing Components



(IPCC, 2007)

衛星観測とゾンデ観測の不一致

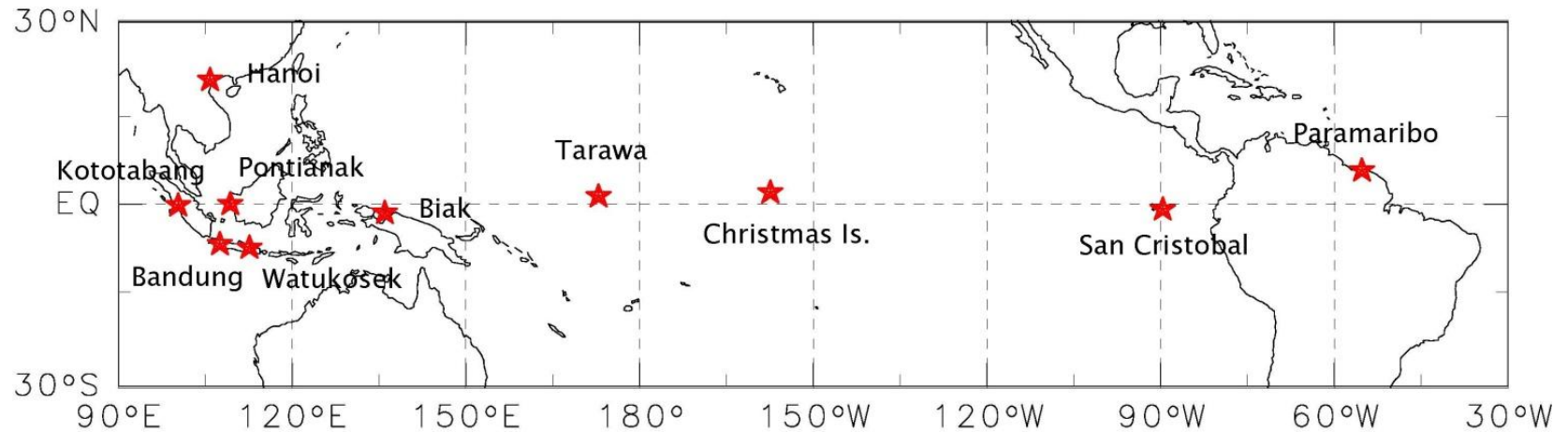


(Randel et al., JAS, 2004)

SOWER/Pacific

- Soundings of Ozone and Water in the Equatorial Region/Pacific Mission (SOWER/Pacific) -
 - 決定的に少ない熱帯対流圏・成層圏におけるオゾン・水蒸気の観測 – 対流圏 - 成層圏交換
 - 対流圏オゾン時空間分布の把握
 - 熱帯対流圏界面付近での脱水過程の解明
 - 衛星観測(EOS-AURA, AQUAなど)の検証
 - 水蒸気センサーの開発・改良
- ⇒ 熱帯域におけるオゾン・水蒸気ゾンデによるキャンペーン観測(1998~)

SOWERが展開する熱帯域の観測点

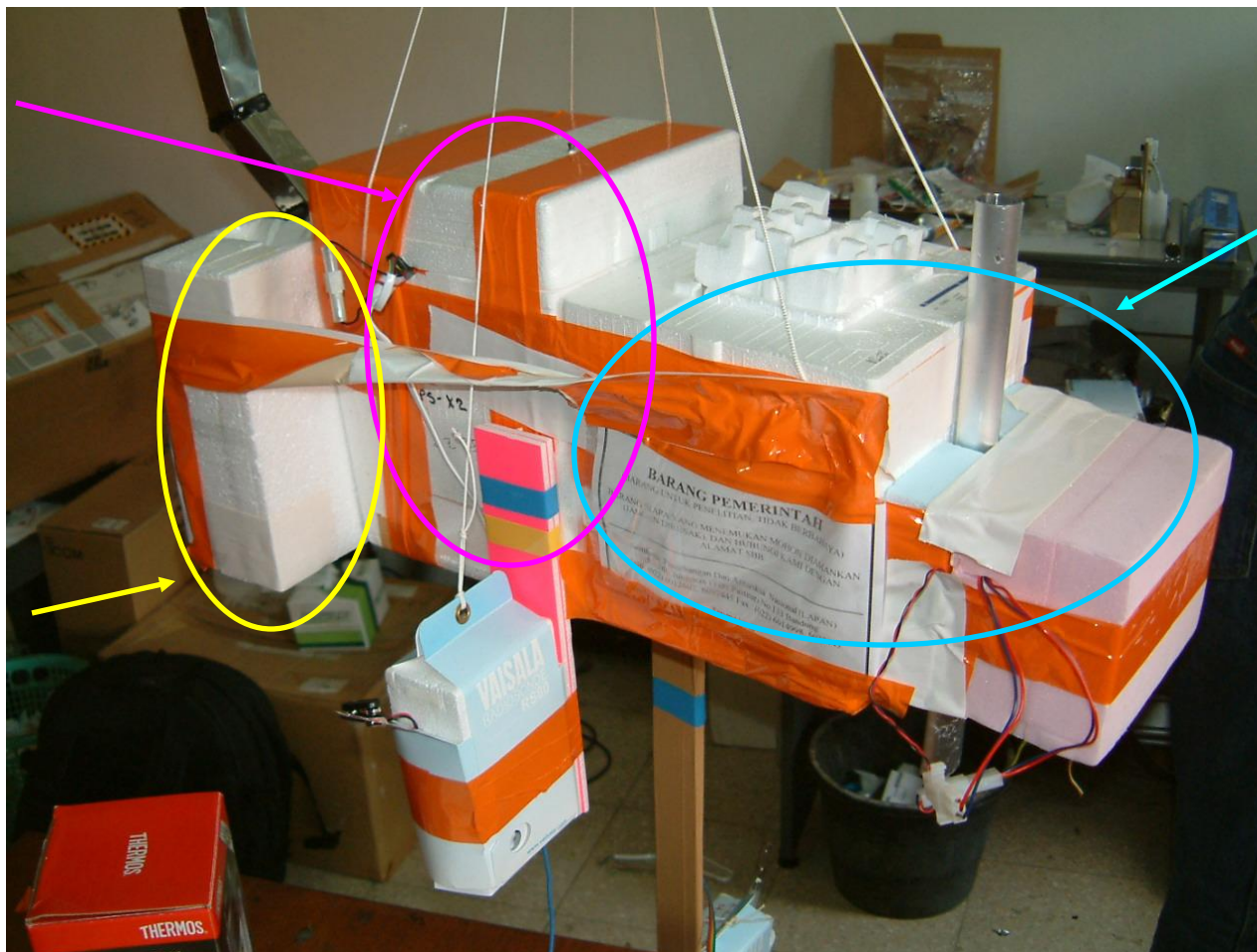


水蒸気ゾンデ(+オゾンゾンデ)

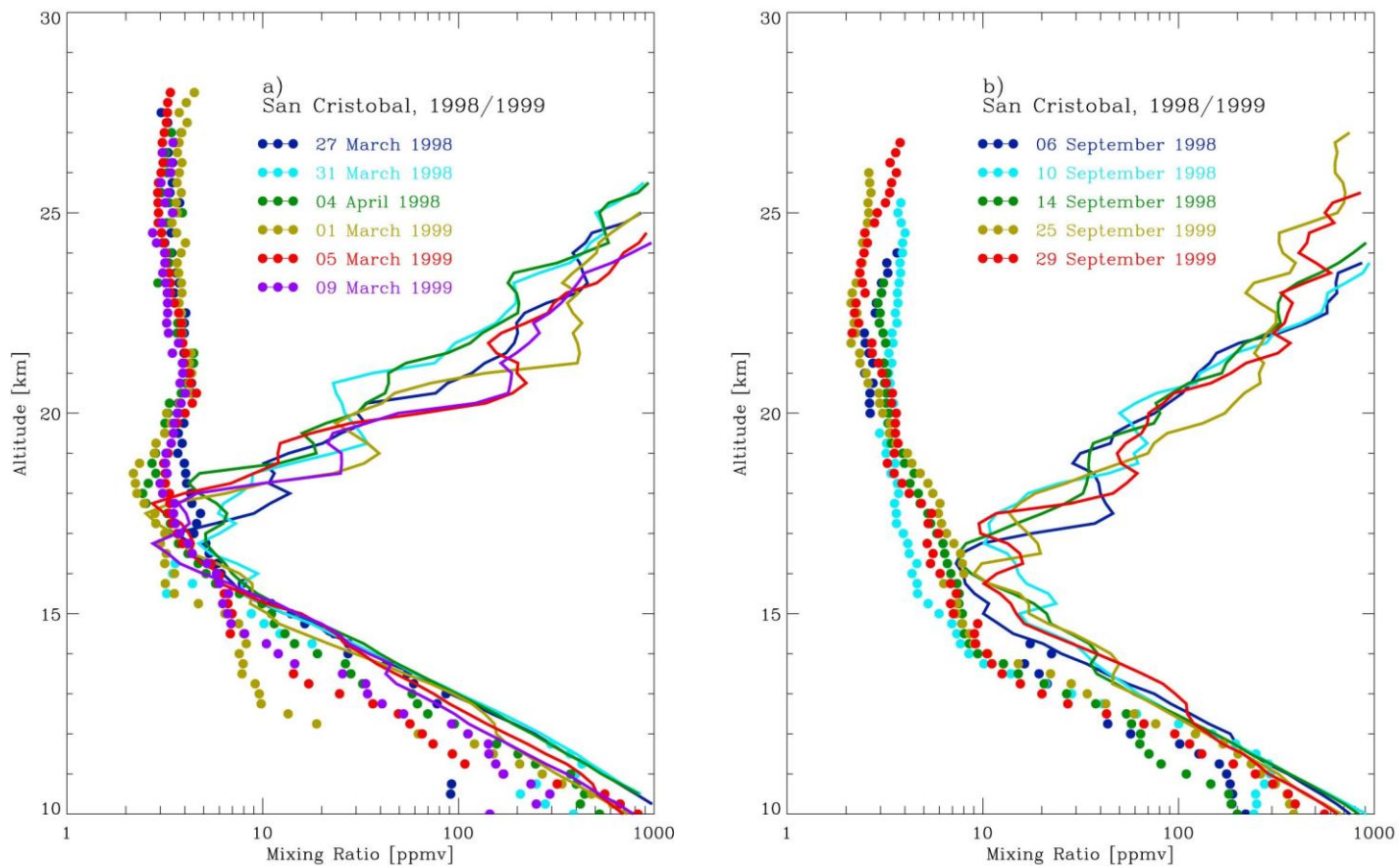
オゾンゾンデ

NOAA
水蒸気ゾンデ

Snow White
水蒸気ゾンデ

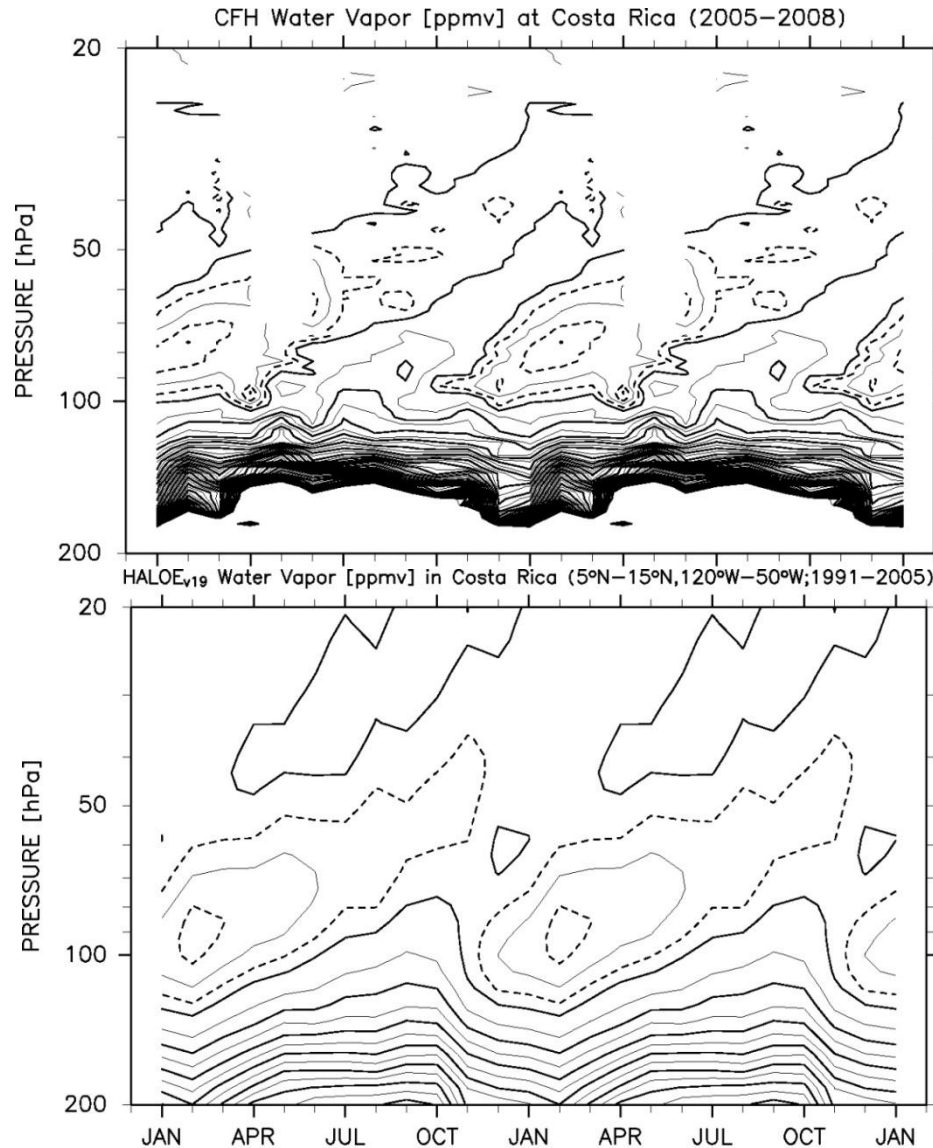


ガラパゴスにおける水蒸気観測

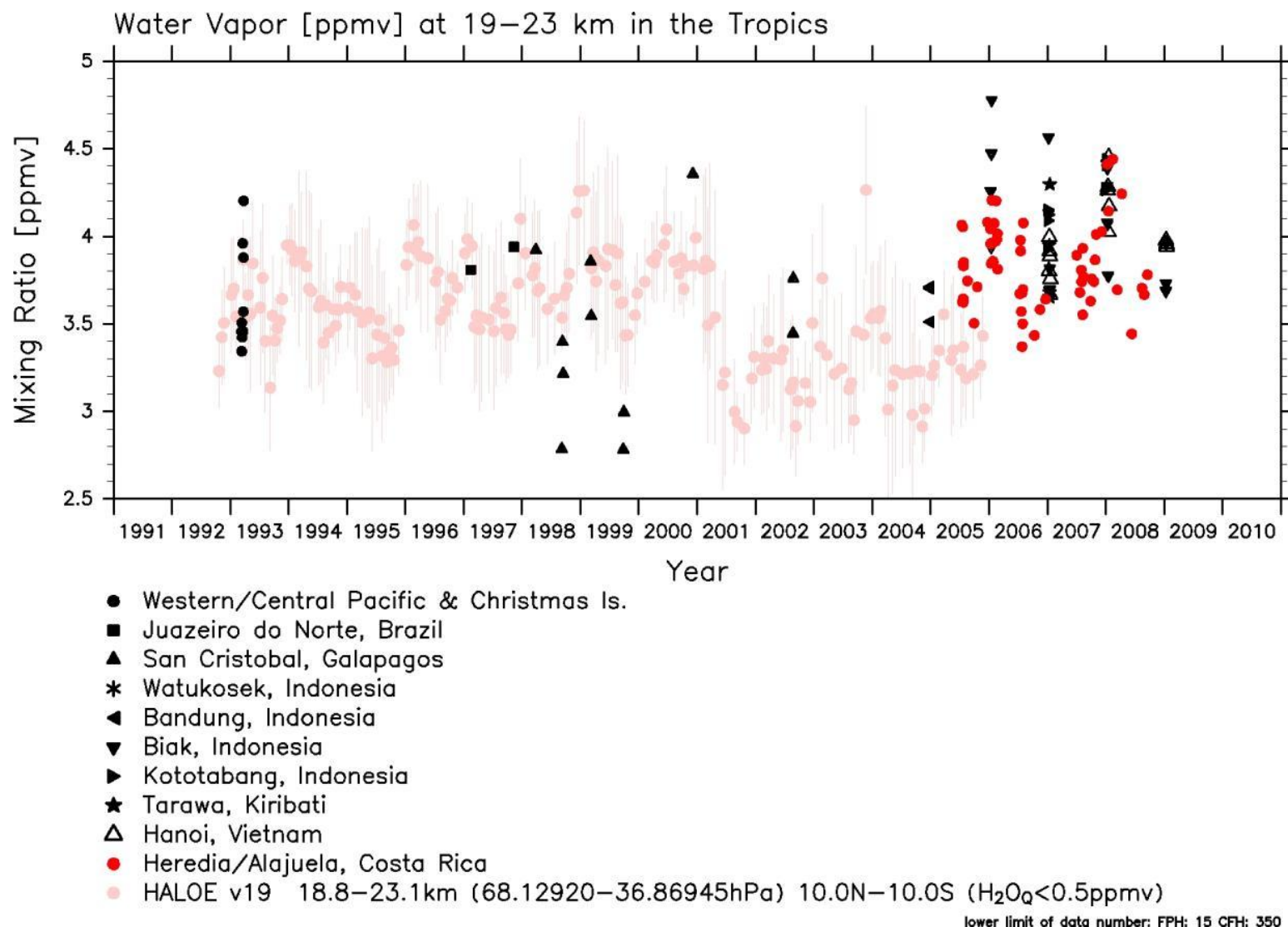


(Voemel et al., JGR, 2002)

ゾンデ観測によるテープレコーダシグナル



熱帯域における水蒸気ゾンデ観測



(Fujiwara et al., JGR, 2010)

タラワにおける観測



地上からのライダー観測の例(2005/12/30)

Height [km]

20

10

0

0

6

12

18

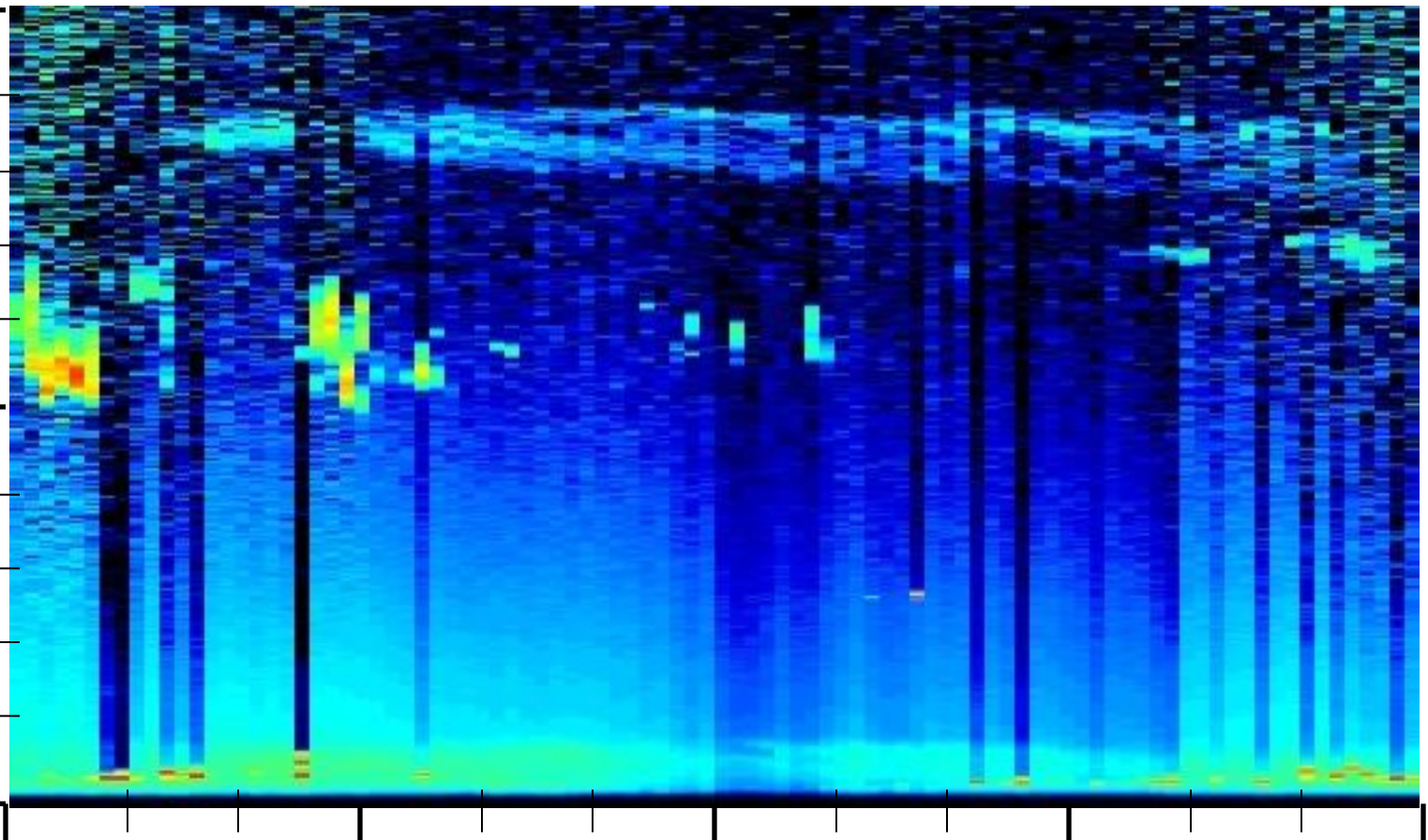
24

Time (UT)

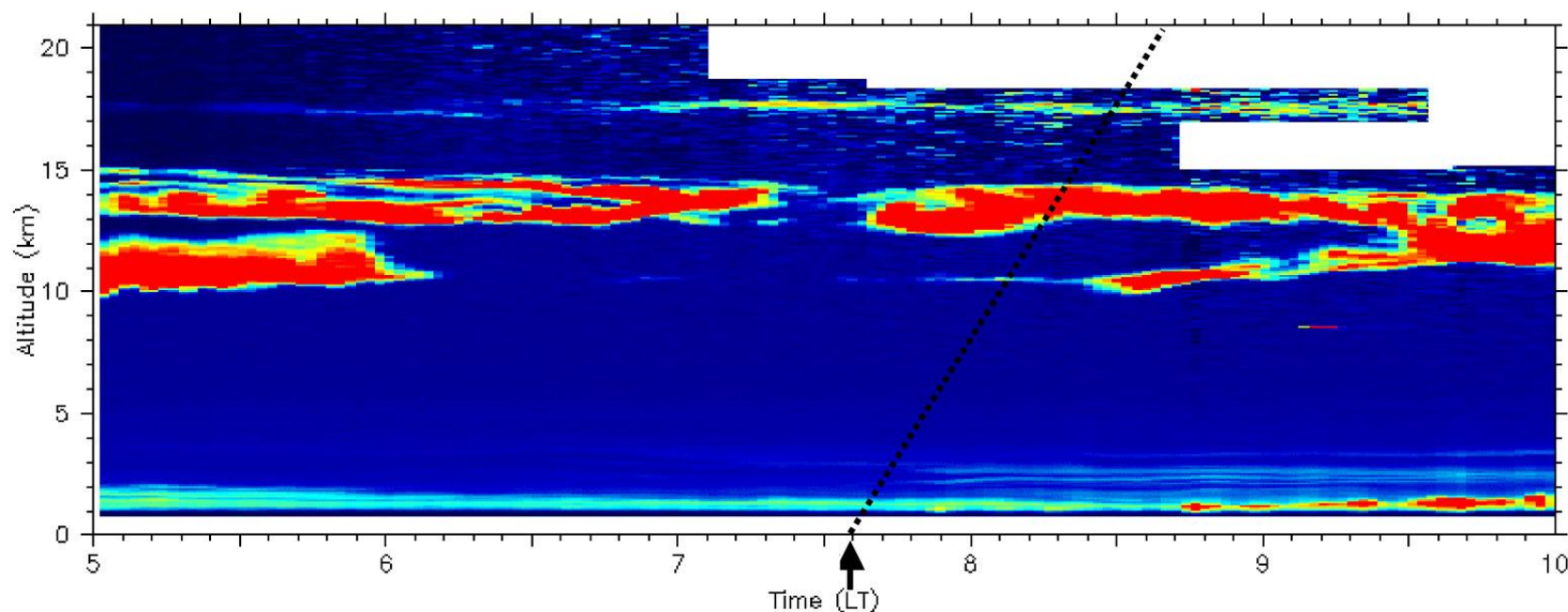
(Iwasaki, unpublished figure)



$\log_{10} \beta(532//)$
[1/m/str]



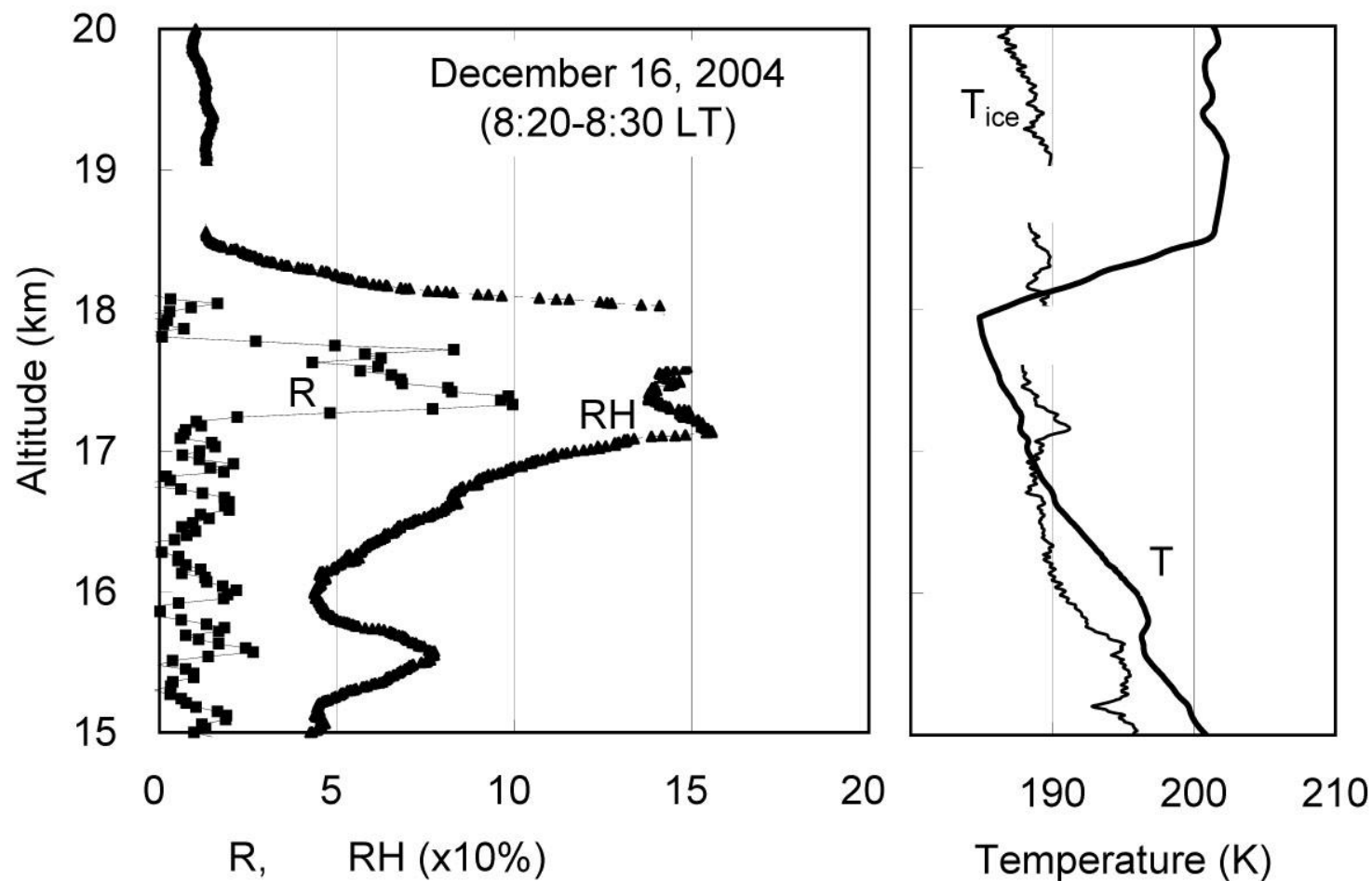
インドネシア(バンドン)における ライダーと水蒸気ゾンデの同時観測



2004年12月16日の観測例

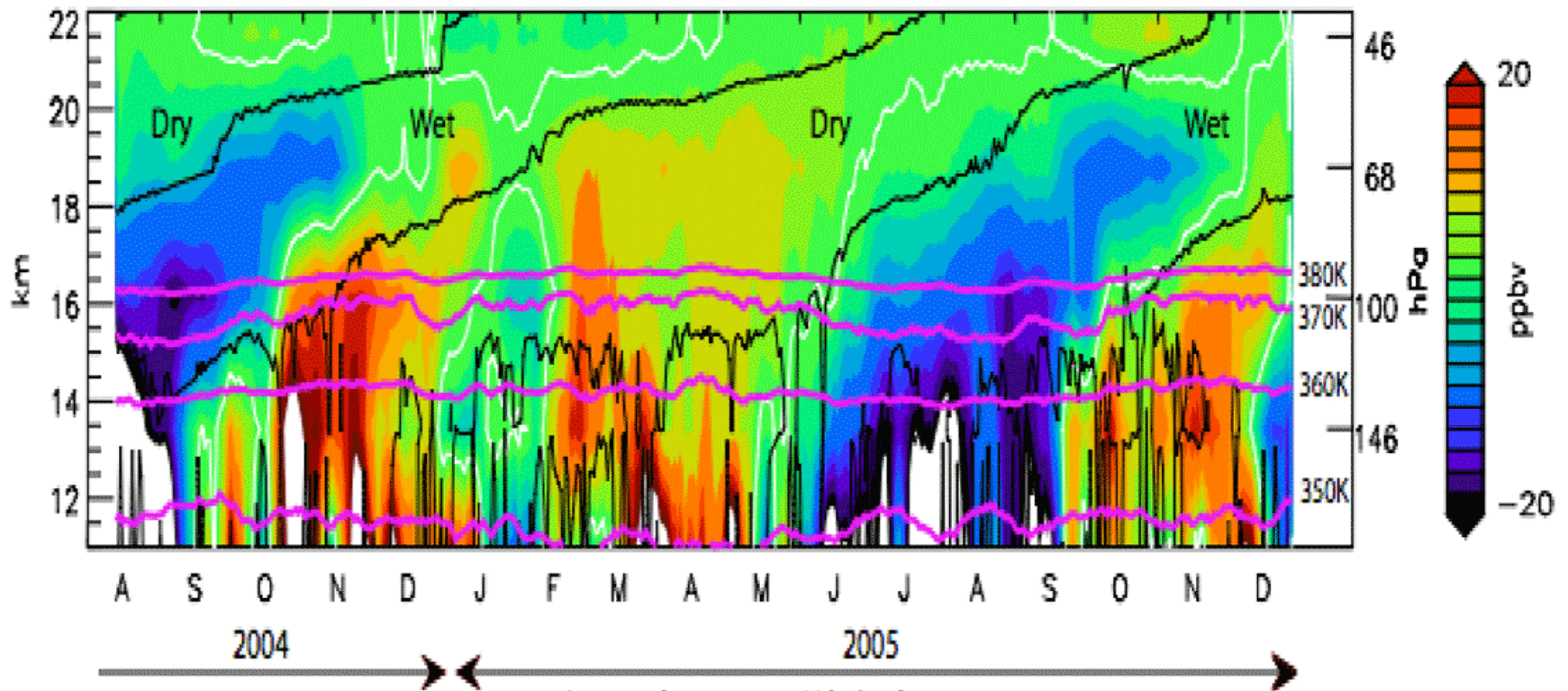
(Shibata et al., JGR, 2007)

水蒸気ゾンデ(CU-CFH)観測



(Shibata et al., JGR, 2007)

上部対流圏から下部成層圏のCO



Slow UT/LS lifting of CO at 18km and rapid convective lifting of CO at 15km

(Schoeber et al., GRL, 2006)

References(1)

- Mote et al, 1996: An atmospheric tape recorder: The imprint of tropical tropopause temperatures on stratospheric water vapor., J.Geophys. Res., 101, 3989-4006,
- A.W.Brewer, Q. J. R. Meteorol, 1949:Evidence for a world circulation provided by the measurements of helium and water vapour distribution in the stratosphere. Soc. 75, 351–363
- D. Kley et al, 1982:TRANSPORT OF WATER THROUGH THE TROPICAL TROPOPAUSE., G. Res. Lett., 9 , 617-620
- K. K.Kelly et al, 1993 :Water vapor and cloud water measurements over Darwin during the STEP 1987 tropical mission, J.Geophys. Res., 98, 8713 – 8723
- Masato Shiotani, 1992 : Annual, Quasi-Biennial, and El Niño-Southern Oscillation (ENSO)Time-Scale Variations in Equatorial Total Ozone., J.Geophys. Res., 97, 7625-7633,

References(2)

- Hu Yang, Ka Kit Tung, 1996 :Cross-isentropic stratosphere-troposphere exchange of mass and water vapor., J.Geophys. Res., 101, 9413-9423
- D. Kley, J.M. Russell III, and C. Phillips Eds , 2000: SPARC Assessment of Upper Tropospheric and Stratospheric Water Vapour.
- [IPCC](#) Climate Change 2007: [The Physical Science Basis, Summary for Policymakers \(2007\)](#), 996
- William J. Randel et al,2004:Interannual Changes of Stratospheric Water Vapor and Correlations with Tropical Tropopause Temperatures., J. Atmospheric Sci, 61, 2133-2148
- Takashi Shibata et al, 2007: Tropical cirrus clouds near cold point tropopause under ice supersaturated conditions observed by lidar and balloon-borne cryogenic frost point hygrometer., J.Geophys. Res.,112, 11