

金星雲上HDO定量

H. Matsui [a], M Hosouchi [a], N. Iwagami [a]

[a] Department of Earth Planetary Science, University of Tokyo

1. アブストラクト

金星昼面の雲上に存在するHDOを $2.3\ \mu\text{m}$ の分光器で地上から4日間計測した。観察した緯度分布には目立った構造は見られなかった。代表的な高度62-67kmでの緯度平均混合比は $0.23 \pm 0.02\text{ppm}$ で一致していた。

過去の観測で高度30km~40kmにおけるHDO/H₂O比は地球の比の120倍であり、高度80km以上におけるHDO/H₂O比は250倍であった。今回観測した高度62-67kmにおけるHDO/H₂O比はポラックのモデルを用いると140倍程度となりHDO/H₂O比に高度分布があることが発見された。

2. イントロダクション

惑星大気においてD/H比は大気の進化の歴史を紐解く上で重要な物質であると考えられてきた。De Bergh et al. (1991) では低空大気からの夜面の熱放射の $2.3\ \mu\text{m}$ 高解像度スペクトルからD/H比、 120 ± 40 。KAOスペクトルではD/H = 157 ± 15 。VEXで観測されたSOIR掩蔽像からは70-95kmでD/H = 240 ± 25 の値が得られる。

また、Krasnopolsky (2010) によると、高度74km付近でのHDOを金星の早朝と遅い夕方方に定量しており、この高度でのD/H比を200倍と仮定して、H₂O混合比の緯度分布を導出している。それぞれ、 2.9ppm と 1.2ppm であり、緯度分布には余り変化がない。

Liang and Yung (2009)はHDOのUV吸収スペクトルとHの優先的な散逸にあてはめ、SOIR観測での大きなD/H比を説明している。しかし、計算されたD/H比は彼らのモデル内の高度域(58-112km)で一定である。これらの中間の高度である65km付近を調べればヒントになるのではないかと考えた。ところで、この65km付近の定量というのはHDO分子による吸収スペクトルを見る必要がある。地上からの観測においては、地球大気の吸収が邪魔をするために、高度30-40kmでの観測対象が熱放射スペクトルでHDOの定量が比較的容易であることに比べ、非常に難しい。そのため過去の観測例は非常に少ない。この解決のために、今回は観測前にシミュレーションを繰り返し最もよい波長を探した。また、分解能を限界まであげる努力をした。これはS/N比を良くすることで解決される。S/N比を良くするためには質のよいデータを多く集める必要がある。そのため今回経度走査は諦め緯度情報はビンニングすることで解決した。

3. ディスカッション

まず、HDO/H₂O比を算出するには高度62-67kmのH₂O存在量を求めてやる必要があるとなる。

今回H₂Oの定量はできなかった。それは、IRTFの分解能では地球の水蒸気とドップラーシフトされた金星の水蒸気の吸収を分解できないためである。そこでH₂Oの過去の観測例をまとめてみると高度別に図のようになる。過去の観測によると高度62-67km付近でのH₂O混合比は5ppm程度である。したがって高度62-67km程度におけるHDO/H₂O比は地球の比の150倍程度となる。ところで最初に紹介したその他の高度のHDO/H₂O比は、高度30-40kmで地球の120倍、高度72kmで地球の200倍、高度80km以上で地球の250倍程度であった。従って残された謎は2つある。なぜ金星のHDO/H₂O比は地球より二桁も多いのか、なぜ高度分布があるのか、これらの疑問の答えとして、熱的散逸、非熱的散逸、光解離の違いなどが考えられている。MAO ChungらはVEX観測の80km以上についてのD/H比の変化についてはこれらの答えで説明しているが30-80kmについては未だ説明できていない。

4. サマリー

金星昼面の雲上に存在するHDOを2.3 μ mの分光器で地上から4日間計測した。観察した緯度分布には目立った構造は見られなかった。代表的な高度62-67kmでの緯度平均混合比はここ最近の計測では2.3 \pm 0.2ppmで一致していた。過去の観測で高度30km~40kmにおけるHDO/H₂O比は地球の日の120倍であり、高度80km以上におけるHDO/H₂O比は250倍であった。過去の観測によると高度62-67km付近でのH₂O混合比は5ppm程度である。今回観測した高度62-67kmにおけるHDO/H₂O比は150倍程度となりHDO/H₂O比に高度分布があることが発見された。金星のHDO/H₂O比が地球の比の100倍多いという謎は残されたままで解明されていない。

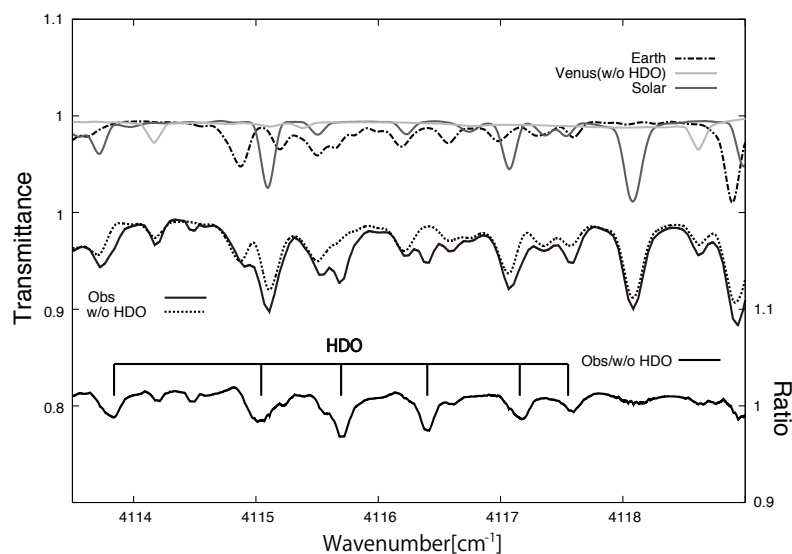


Fig. 1. 成分ごとの計算スペクトル、観測スペクトル、その比

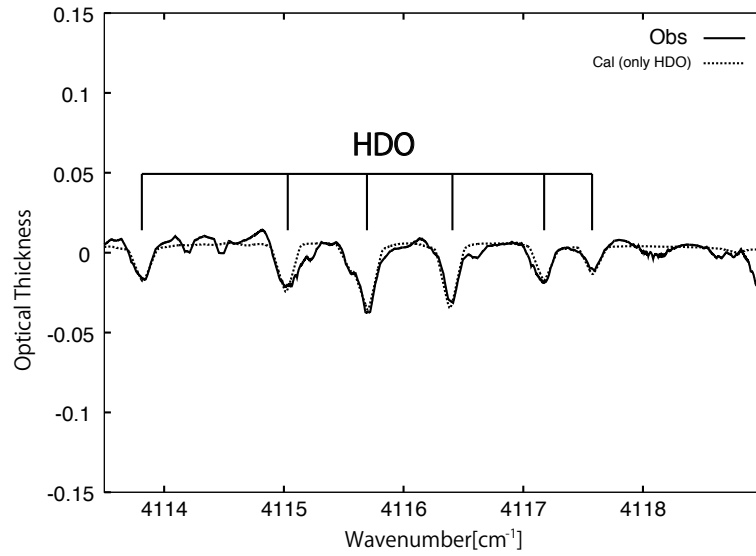


Fig. 2. 光学厚み次元でのフィッティング

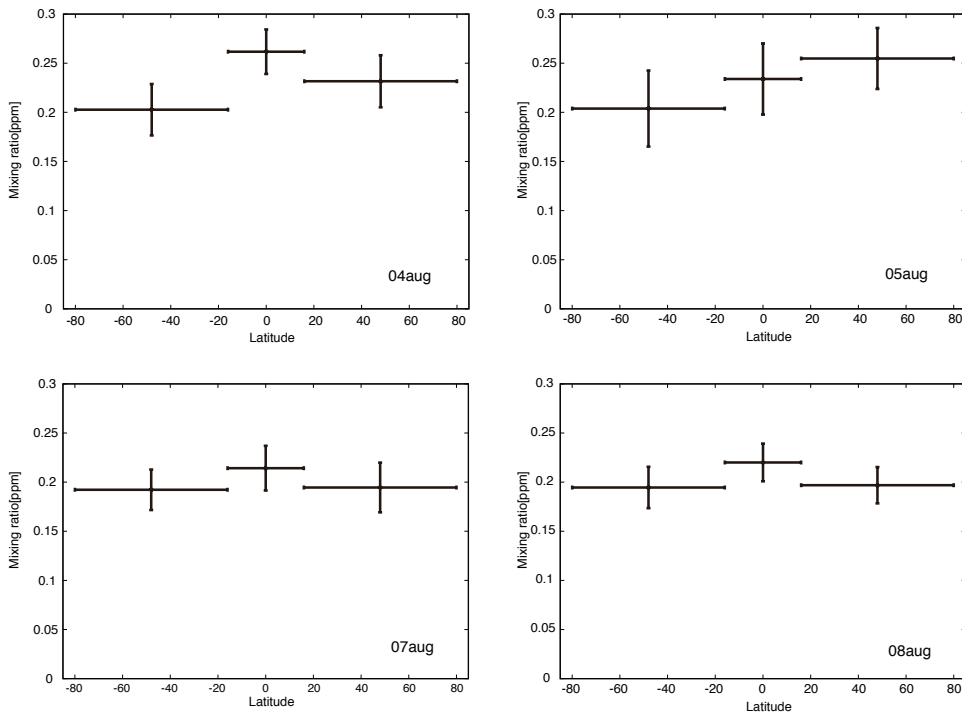


Fig. 3. 観測結果の図

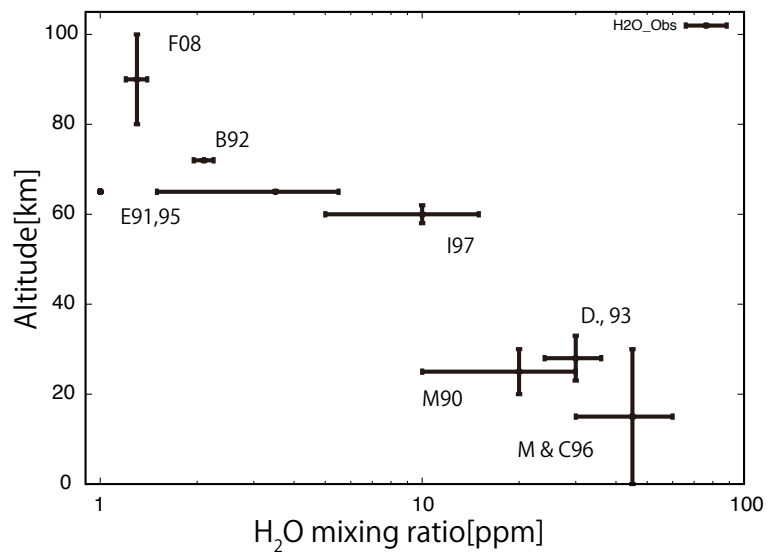


Fig. 4.過去の H₂O の観測結果