

## MEX/PFS 観測データを用いた火星大気酸化成分 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の探索

# 青木 翔平 [1]; 笠羽 康正 [2]; 中川 広務 [1]; 村田 功 [3]  
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理; [3] 東北大院・環境

### Search of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in the Martian atmosphere using MEX/PFS data

# Shohei Aoki[1]; Yasumasa Kasaba[2]; Hiromu Nakagawa[1]; Isao Murata[3]  
[1] Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Tohoku Univ.; [3] Environmental Studies, Tohoku Univ.

Recently, a non-negligible amount of CH<sub>4</sub> was detected in the Martian atmosphere. This discovery is remarkable because possible sources include biological or geological activities. Recent observations show fast temporal and large spatial variation of CH<sub>4</sub>. These results imply that the lifetimes of CH<sub>4</sub> is the order of weeks or months which, in turn, imply a strong sink, about 600 times faster than predicted by standard photochemistry processes. It would suggest the existence of strong oxidants. Hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) is possibly one of the most important tracer elements for possible oxidants in the Martian atmosphere. However, only ground-based investigations are currently available. The long-term characteristics for the abundance, variability, and spatial distribution of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> are uncertain. The detection of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> has not been reported yet by instruments onboard Martian orbiters. It requires higher spectral resolution in order to distinguish the weak absorption of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> from the stronger absorptions by major constituents. At the moment, the Planetary Fourier Spectroscopy (PFS) aboard Mars Express (MEX) is the best instrument for this objective, which has the highest spectral resolution in the mid-IR range (~1.3 cm<sup>-1</sup>) in previous orbiters. It has been operated for seven years on orbit. In this study, we derive the long-term averaged amount of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> from this data set, and try to evaluate the possible loss scenario of CH<sub>4</sub> in the Martian atmosphere by oxidants in the atmosphere.

We derived the long-term averaged abundance of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in the Martian atmosphere among three Martian years (from January 2004 to December 2009). By careful rejections of weak instrumental noises and averaging several thousands of measurements, we got the mixing ratio of Martian H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> with the accuracy of several tens ppb in the spectral range from 360 cm<sup>-1</sup> to 385 cm<sup>-1</sup>. The annual averaged H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mixing ratios were 45 ± 23 ppb at the MY 27, 43 ± 36 ppb at the MY 28, and 37 ± 17 ppb at the MY 29, respectively. The seasonal variation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mixing ratio was 5 - 80 ppb during the observational period. Our results are slightly larger than past ground-based and space-born observations and the photochemical models. This discrepancy can possibly be due to (1) artificial - the criteria used for our data selection, i.e., surface temperature between 250K and 270K and local time between 10 and 16; or (2) natural - unexpected transient enhancement might be included (by electrostatic discharge appear during dust storms and dust devils). In both cases, this little discrepancy are not sufficient to explain the short lifetime of CH<sub>4</sub> recently observed. By the assumption of photochemical steady state, we conclude that the atmospheric oxidation loss by OH cannot promote the observed fast variation of CH<sub>4</sub>. We suggest that atmospheric oxidation loss by O(1D) and O may play an important role. On the other hand, no correlation between the variation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> has been found. This also suggests that the atmospheric electrochemical loss do not play major role in the fast variation for CH<sub>4</sub>. Our future analysis of data during dust storm would constrain the atmospheric electrochemical process.

近年火星大気中に微量の CH<sub>4</sub> が発見され、その起源が生命活動もしくは地学活動である可能性が高いことから、大変注目を集めている。最新の観測により、CH<sub>4</sub> は時空間変動していることが明らかになった。それらの観測結果から演繹される CH<sub>4</sub> の寿命は、数週間から数ヶ月と非常に短く、先行観測結果に基づいた大気化学反応より約 600 倍早い消失過程が必要であることが示唆されている。私達が注目した H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> は、代表的な大気中酸化成分の指標である。これまでの H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 観測は、地上望遠鏡/中間赤外分光などが数例あるのみであり、長期的な時空間変動は明らかになっていない。長期モニタリングには周回衛星観測が有用であるが、波長分解能の制約から、これまで検出された例はない。このような制約は、微弱な H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の吸収線を他の大気主成分と切り分ける波長分解能不足に起因している。MarsExpress 衛星 (MEX) に搭載された赤外フーリエ分光計 (PFS) は、現存の中間赤外分光計では最高の波長分解能 (~1.3cm<sup>-1</sup>) を有し、既に 7 年以上観測が行われていることから、同目的には最適な観測装置である。本研究の目的は、同分光計の観測データから、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 量を長期モニタリングし、火星大気中の酸化成分の変遷を導出し、CH<sub>4</sub> の消失過程を評価することである。

本研究では、2004 年 1 月から 2009 年 12 月まで約 3 火星年の長期的な H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の平均量を初めて導出した。非常に弱い装置雑音を定量的に評価・除去し、数千の観測データを平均することで、360cm<sup>-1</sup> から 385cm<sup>-1</sup> 帯に存在する微弱な H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 吸収線から、数十 ppb の精度で存在量を導出する事に成功した。3 火星年の年平均量はそれぞれ、45 ± 23 ppb (MY 27)、43 ± 36 ppb (MY 28)、及び 37 ± 17 ppb (MY 29) であり、5 ppb から 80 ppb の間で季節変動していることを導いた。同結果は、先行観測研究や理論研究 (0 - 40 ppb) と比べて、やや高い値である。この不一致の考察として、(1) データ選定の偏り: 高い火星放射温度のみ、昼面のみデータ選定による偏り、(2) 未解明の H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 量急増現象: ダストデビルに伴う放電現象の大気化学過程への寄与の 2 点が考えられる。しかしどちらの場合でも、導出したやや高い H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 量では近年観測された CH<sub>4</sub> の短寿命は説明できない、という事が本研究の重要な結論である。同結論は、火星大気中の化学平衡状態を仮定し、大気中で最も CH<sub>4</sub> と酸化反応を起こす OH (導出した H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 量から存在量を推定) による消失割合の計算から導いた。加えて同計算から、本研究からの制約が可能である OH 量の他に、O(1D) や O の存在量も CH<sub>4</sub> の寿命を決める重要な要素であることを示唆した。また、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 量と CH<sub>4</sub> 量の季節変動の傾向を比較すると、相反する変動傾向はみられなかった。これは、ダストデビルに伴う放電現象が CH<sub>4</sub> 消失に寄与していないことを示唆している。今後、ダ

ストストーム中の H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 量導出を行うことで、同現象のさらなる制約が可能である。