

New observations of molecular nitrogen in the Martian upper atmosphere by IUVS on MAVEN

MAVEN/IUVSによる火星上層大気の窒素分子の観測

M. H. Stevens, J. S. Evans, N. M. Schneider, A. I. F. Stewart, J. Deighan, S.
K. Jain, M. Crismani, F. Montmessin, S. W. Bougher, and B. M. Jakosky

Geophys. Res. Lett., 42, doi:10.1002/2015GL065294.

東北大学 M1 高見康介

先行研究、意義

Previous study

過去の N_2 は現在よりも多かったことが明らかにされている。

[e.g., Dalgarno and McElroy, 1970; Brinkmann, 1971; Fox, 1993]

Vikingのlanderの質量分析器により、130-160kmで微量の N_2 を検出に成功

[Nier et al., 1976; Nier and McElroy, 1977]

しかし、UV spectrometer/Mariner 6では検出できなかった。

[Barth et al., 1969]

Recent study

Leblanc et al. [2007]はSPICAM/MEXでVegard-Kaplan (VK)帯を観測したが、予測値の3倍小さかった。

Topic of this study

IUVS/MAVEN放射量が極めて小さい N_2 のVK帯、Lyman-Birge-Hopfield (LBH)帯を検出した。LBH帯は火星で初の検出

観測

観測機器 *Imaging UltraViolet Spectrograph (IUVS/MAVEN)*

波長	FUV channel	110-190 nm
	MUV channel	180-340 nm
観測高度	90-210 km	
高度分解能	~5 km	
スリット	0.06°×11°	
積分時間	2 min	

観測条件

2014/10/18	UT 16:44 dayglow
MAVEN Orbit	109
太陽天頂角	44°
$F_{10.7}$	65 solar flux units
Local time	14.3
緯度	12°N
経度	131°E

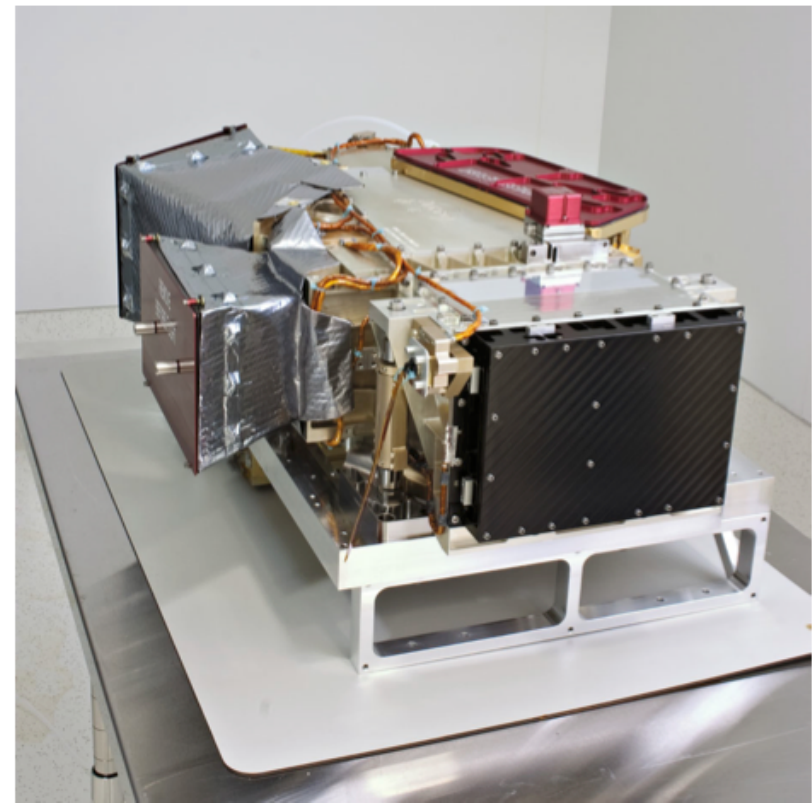


Figure1: Imaging Ultraviolet Spectrograph (IUVS/MAVEN)

解析 -MUV channel-

MUV channel (180-340 nm)

観測波長帯 N_2 VK帯 ($\text{A}^3\Sigma^+-\text{X}^1\Sigma^+$)
使用波長範囲 258-287.5 nm

Dominant

CO Cameron帯 ($\text{a}^3\Pi-\text{X}^1\Sigma^+$) [180-250 nm] >250 nm に影響

Medium

CO_2^+ ultraviolet doublet (UVD)
 CO_2^+ Fox-Duffendack-Barker (FDB)帯
O [297.2 nm]

Weak

CO^+ first negative bands
Aerosols or dust of solar scattered light
Metal emissions (Mg^+ , Mg, Fe^+ , and Fe) 彗星接近の前
Baseline offset
装置関数(FWHM 1.0nm)

結果 -MUV channel-

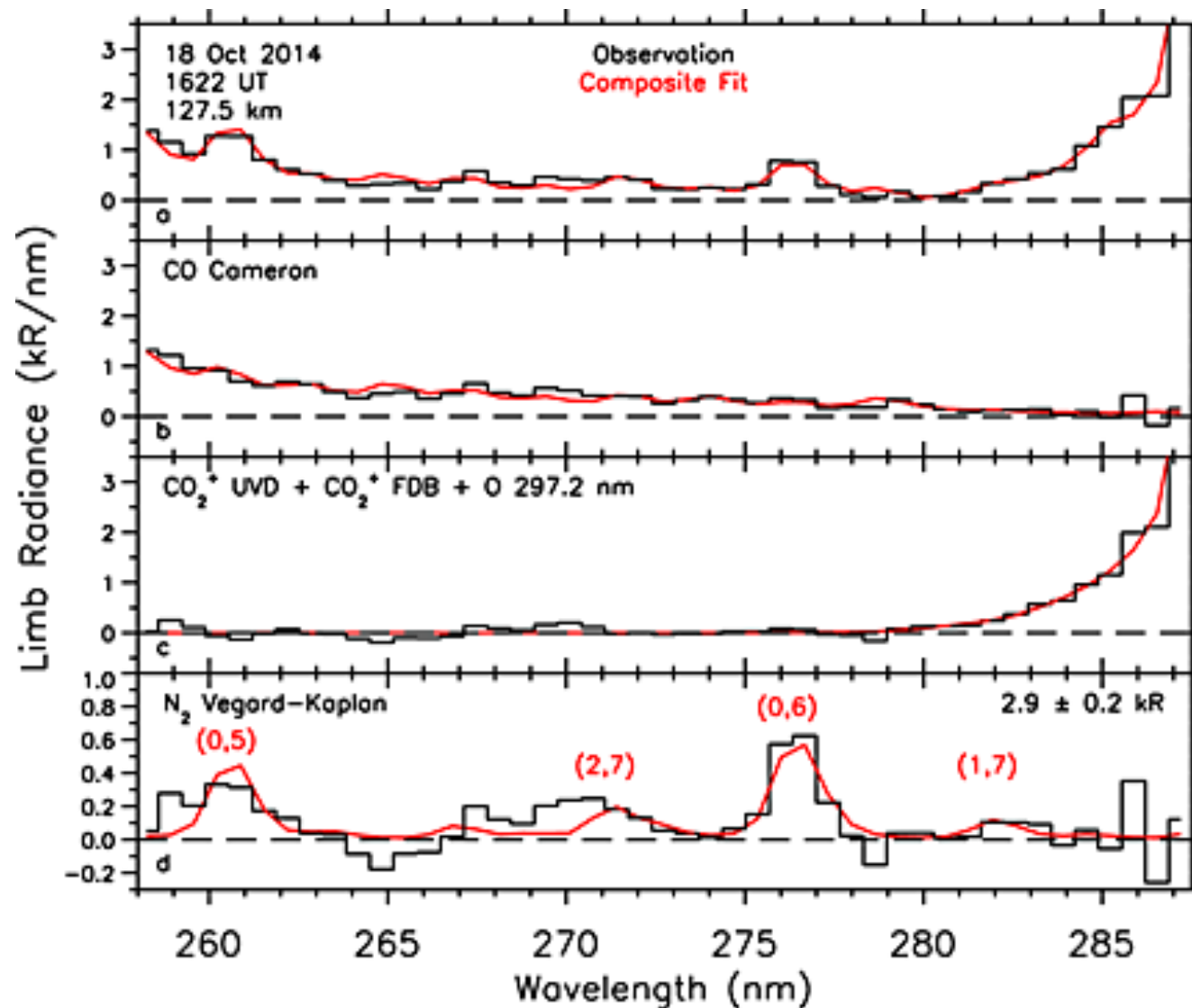


Figure2: VK帯 (127.5 km)

– CO (Cameron帯)

– CO₂⁺(UVD)

– CO₂⁺(FDB)帯

– O (297.2 nm)

– 他

VK帯の(0,5)と(0,6)
[Leblanc et al., 2006]
が検出

解析 -FUV channel-

FUV channel (110-190 nm)

観測波長帯	N_2 LBH帯($a^1\Pi_g-X^1\Sigma_g^+$)
使用波長範囲	131.0-142.5 nm

Dominant

O multiplet	135.6 nm
O multiplet	130.4nm

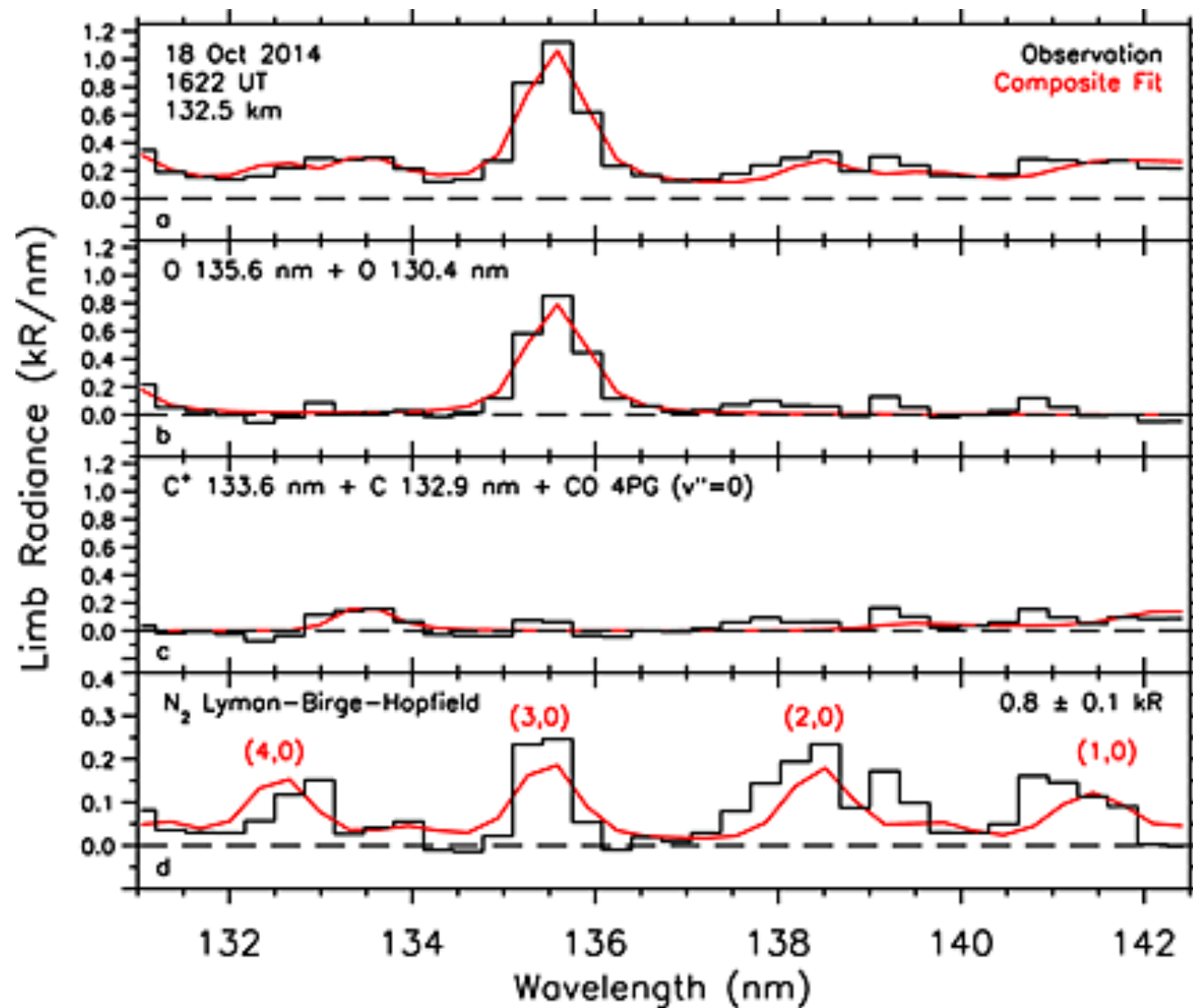
Medium

C^+ multiplet	133.6nm
CO	Fourth Positive (CO 4PG)帯
C multiplet	132.9nm

Weak

装置関数(FWHM 0.7 nm)

結果 -FUV channel-



- O (135.6 nm)
- O (130.4 nm)
- C⁺ (133.6nm)
- CO 4PG帯
- C (132.9 nm)
- 他

LBH帯の(4,0), (3,0), (2,0), (1,0)が検出

Figure3: LBH帯 (132.5km)

結果 -Radiance-

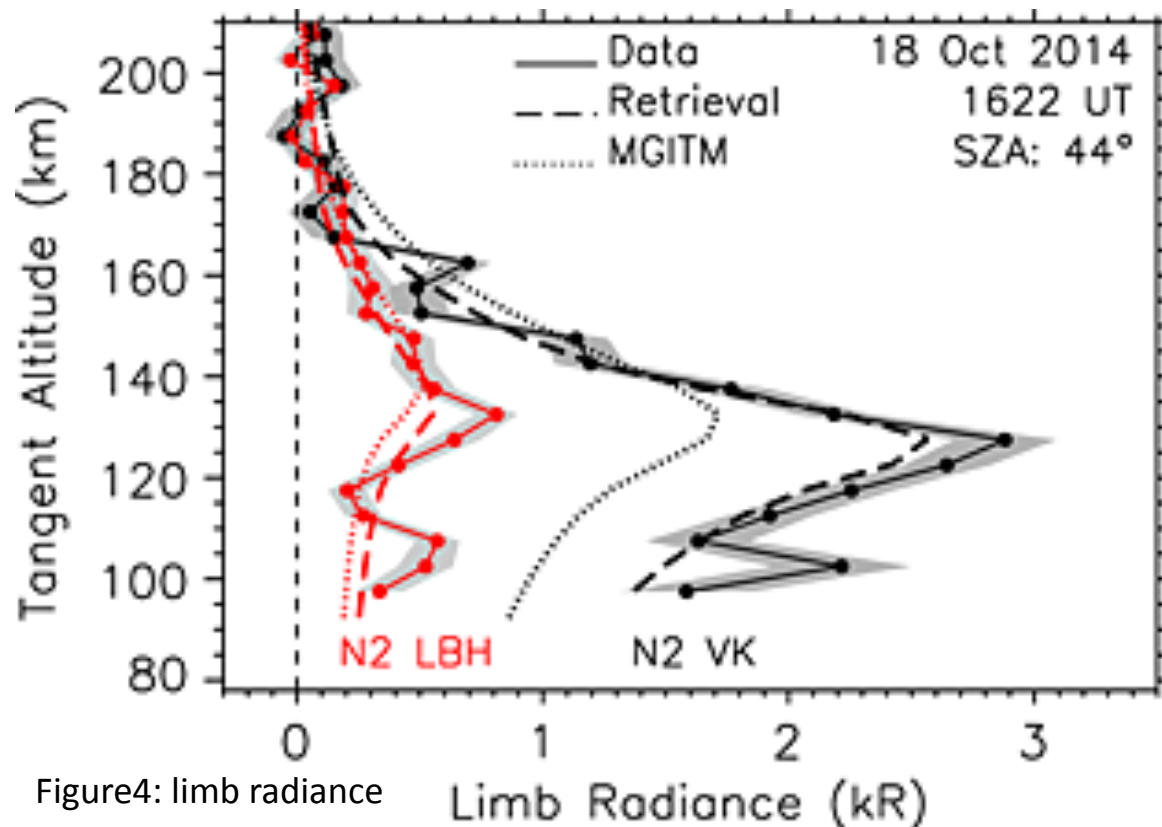


Figure4: limb radiance

破線は、Generalized Retrieval and ANalysis Tool (GRANT)によって、FigureのVK帯放射を N_2 密度に変換。Evans et al. [2015]のForward modelによって、その N_2 密度をVK帯、LBH帯 radianceに変換
これにより、2つのradianceの予測値を得る。

点線は、Mars Global Ionosphere-Thermosphere Model (M-GITM) [Bougher et al., 2015]をEvans et al. [2015]によって、radianceに変換

赤破線がLBHとよく一致。破線はVK帯のみから導出した予測値なので、火星上層大気で初めてLBH帯を特定できた証拠になる。

黒点線とVK帯は、150kmでは一致しているが、130kmではかなり小さくなっている。
対して、LBH帯がよく一致しているのは、 CO_2 が光学的に厚いせいでLBH帯は N_2 に対する感度が少ないことになる。

結論、ポイント

結論

N_2 のような弱い放射は混合気体の寄与をそれぞれ分けて特定し、計画的に元の放射から取り除くことによって、火星の N_2 のUV発光を明確に導出できる。

元の放射から別の気体の寄与を取り除いていくMLR法は、波長域、装置関数などの正確な放射表現が必要になる。

VK帯のradianceプロファイルの解析から、 N_2 密度は高度130 kmでGCMを大きく超える。

N_2 のLBH帯の検出は火星では初となる。

ポイント

火星の微量な N_2 のradianceの導出方法の確立
火星dayglowからのFBH帯を初検出