

A comparison of 3-D model predictions of Mars' oxygen corona with early MAVEN IUVS observations

Yuni Lee, Michael R. Combi, Valeriy Tenishev, Stephen W. Bougher, Justin Deighan, Nicholas M. Schneider, William E. McClintock, Bruce M. Jakosky

概要

- これまで観測が限定的だった非熱的OをIUVSコロナ観測により実施. モデルと比較.
- O_2^+ に加え CO_2^+ 解離再結合によるO生成が重要でモデルに新たに考慮
- 高度・空間分布についてよく再現だが, モデル発光強度より観測が1.5倍強い.

目的・手法(データ)

- 直接計測困難な散逸率を, コロナモデルを制約することで見積もる事は重要.
- Hot-O観測はこれまで限定的 (Carveth+12;Lee+15) .
- IUVS v02r01: 2014/11/12~ 2015/01/17の12軌道 ($L_2=270, F10.7=130$)(熱圏高度から3,000kmまで)
- OI 130.4nm発光を用いる.
- 詳細はDeighan+15.

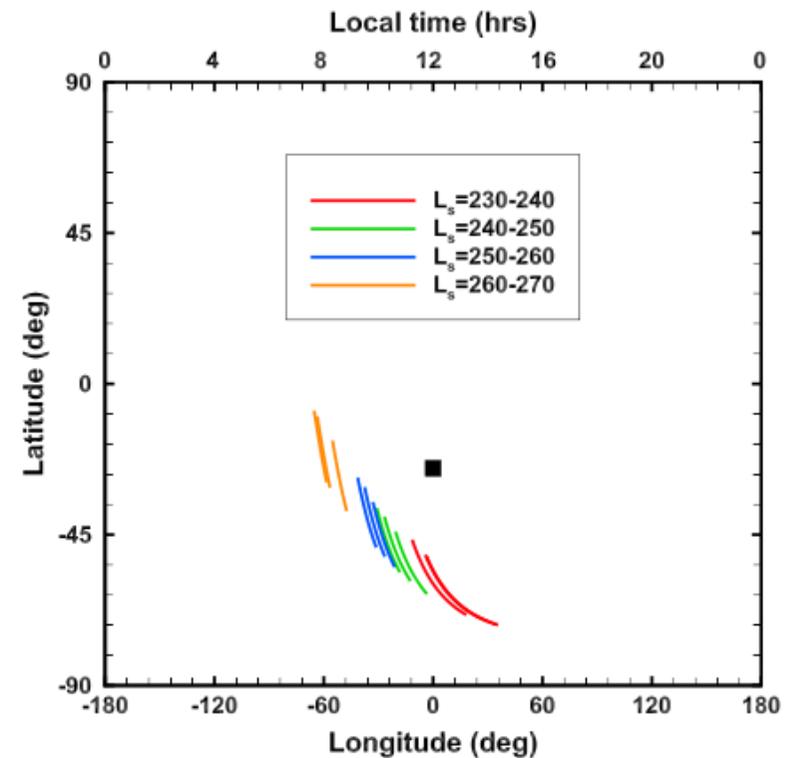


Fig. Position of MAVEN/IUVS.

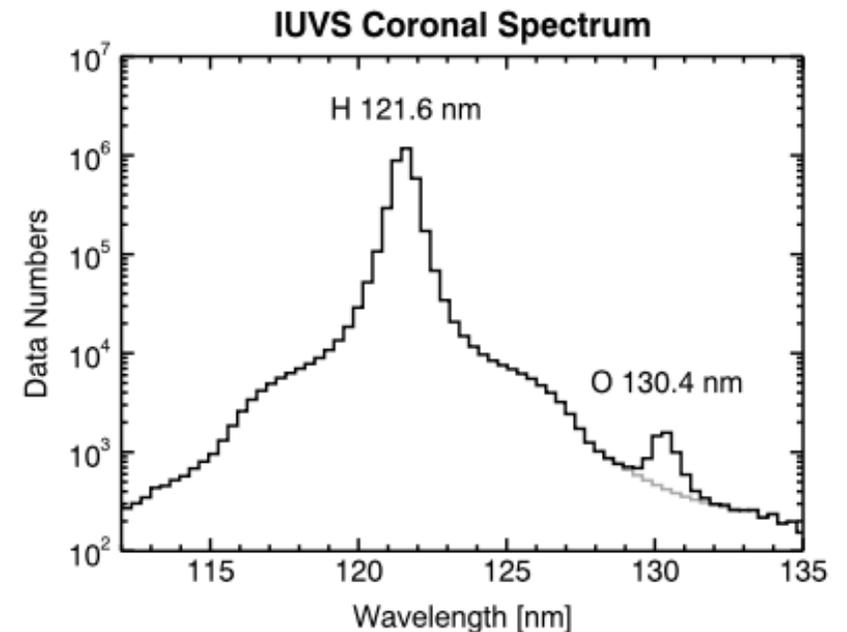


Fig. IUVS corona spectrum [Deighan+15].

比較する3Dモデル(特徴)

- M-AMPS(Tenishev+08)とM-GITM(Bougher+15)を結合
- M-GITM(O,CO₂,CO,N₂,O₂⁺,CO₂⁺,e,T,v;100-250km)をAMPSに受け渡し超高層側を計算.
- モデル密度は観測視線方向に積分. 光学的に薄いとし(600km以上で妥当), g-factor=5.74E-6/sで発光強度に.
- #DMSCと言っているがDMSCに非ず(by寺田さん)
- O₂⁺に加えCO₂⁺解離再結合によるO生成が(同程度に)重要でモデルに新たに考慮 (#我々のDMSCには考慮無し)
- 解離再結合: 生成率最大は太陽直下点, 夜側生成無し.

Tables. Dissociative recombination of O₂⁺ and CO₂⁺ (Groller+15).

Table 1

Excess energies (e.g. Fox and Hać, 2009) and branching ratios (Peverall et al., 2001) for dissociative recombination of O₂⁺ (X²Π_g). The branching ratios correspond to approximately zero collision energy.

Reaction	Channels	Excess energy [eV]	Branching ratios [%]
O ₂ ⁺ + e	O(³ P) + O(³ P)	6.99	20.4
	O(³ P) + O(¹ D)	5.02	44.0
	O(¹ D) + O(¹ D)	3.05	31.5
	O(³ P) + O(¹ S)	2.80	0.0
	O(¹ D) + O(¹ S)	0.83	4.1

Table 2

Excess energies (e.g. Fox, 2004) and branching ratios (Viggiano et al., 2005) for dissociative recombination of CO₂⁺; the uncertainties are given in parentheses.

Reaction	Channels	Excess energy [eV]	Branching ratios [%]
CO ₂ ⁺ + e	CO ₂ (¹ Σ _g)	13.78	0.0 (+2.0)
	C(³ P) + O ₂ (³ Σ _g)	2.29	0.0 (+4.0)
	CO(¹ Σ) + O(³ P)	8.27	100.0 (−6.0)
	C(³ P) + 2O(³ P)	−2.87	0.0

比較結果(12scan)

- 観測された高度分布 (=温度)をよく再現
- 熱的(赤)・非熱的(緑)の遷移高度650kmも合致
- 400km以下で過大評価(光学的に厚く熱的成分が支配的)
- 600km以上でよく一致(25%誤差).

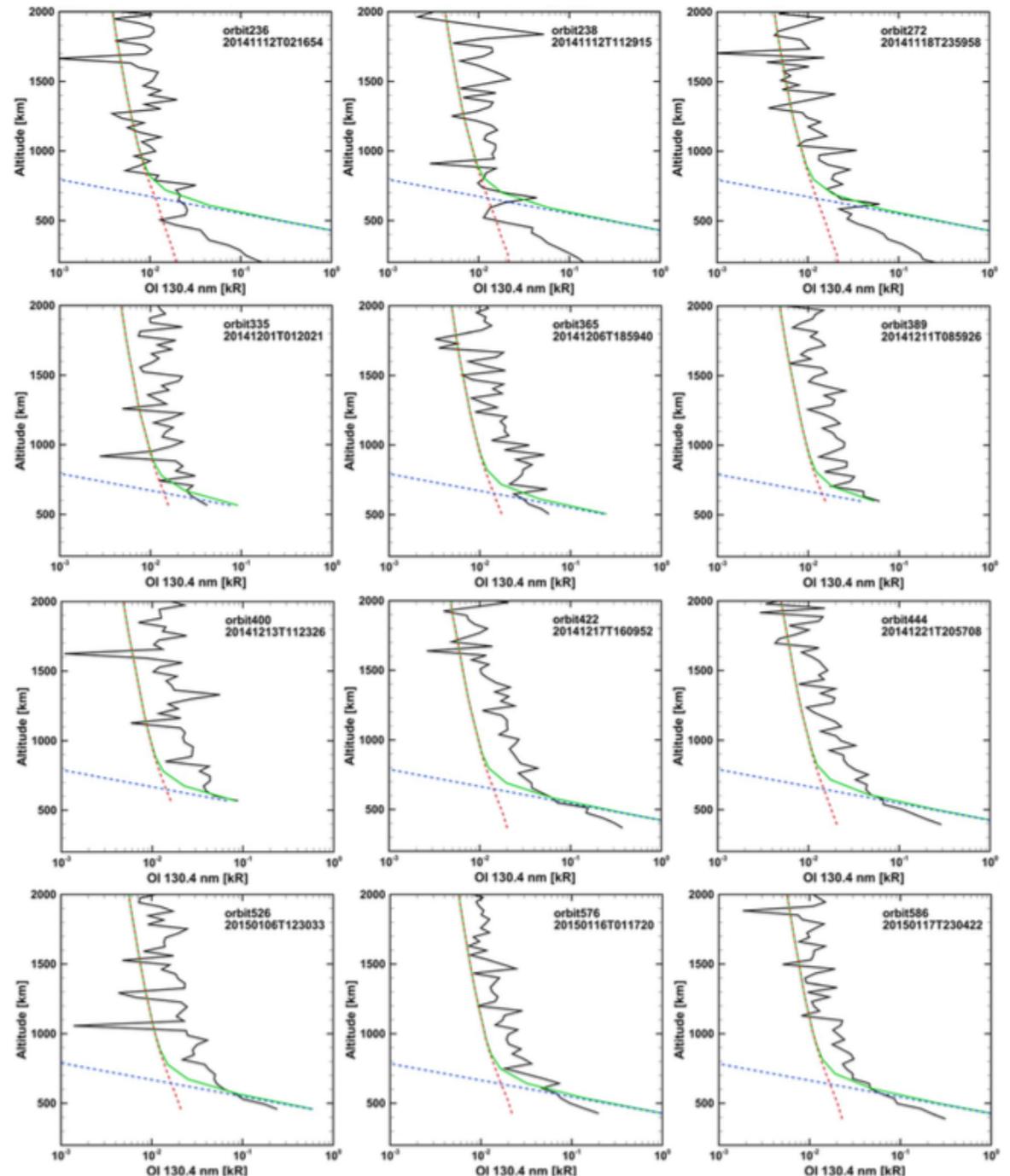


Fig. Comparison of the model and 12-scan IUVS profiles.

比較結果(平均)

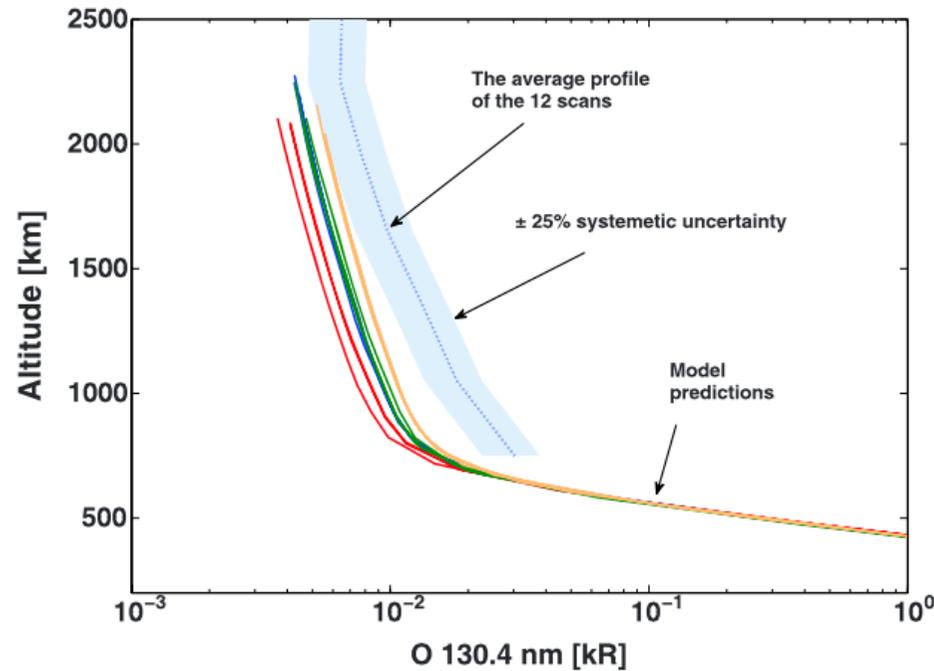
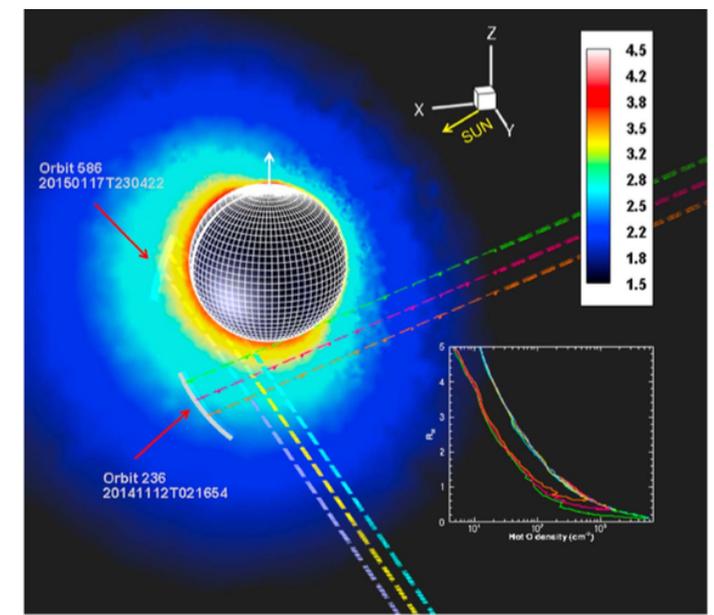
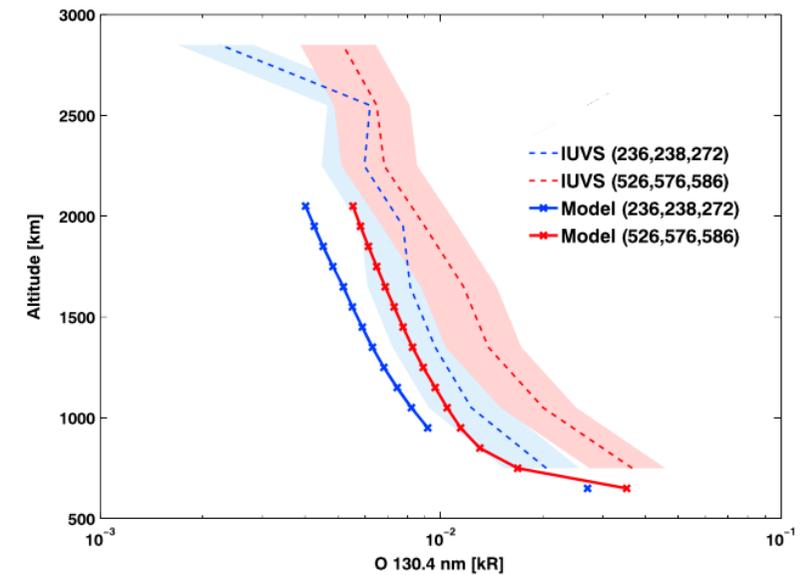


Fig. Averaged IUVS profile with models.

- 高度分布よく再現している。
- 観測された発光強度は、モデル予測より1.5倍強い。



(a)



(b)

Figs. Nightside and dawnside profiles.

- 地方時依存性(2.5倍;青:夜側,赤:朝側)を、モデルはよく再現。
- Oコロナ分布は、熱圏・電離圏構造を強く反映。

結論

- IUVSにより高度3000kmまでのOコロナを観測
- モデルは, (1)600km高度以上の非熱的酸素密度分布, (2)昼夜分布, (3)熱的-非熱的酸素の遷移高度をよく再現.
- CO₂⁺解離再結合によるO生成効果はO₂⁺と同程度重要(O₂⁺のみ考慮の場合より観測をよく再現(not shown))
- モデル発光強度より観測が1.5倍強い
- 非熱的酸素の散逸率は, 太陽活動[中]・近日点で 9.1×10^{25} atoms/s (CO₂+DRの寄与は62%)とモデル予測.
- 観測との差を考慮すると 10^{26} のオーダーに.