

First measurements of composition and dynamics of the Martian ionosphere by MAVEN's Neutral Gas and Ion Mass Spectrometer

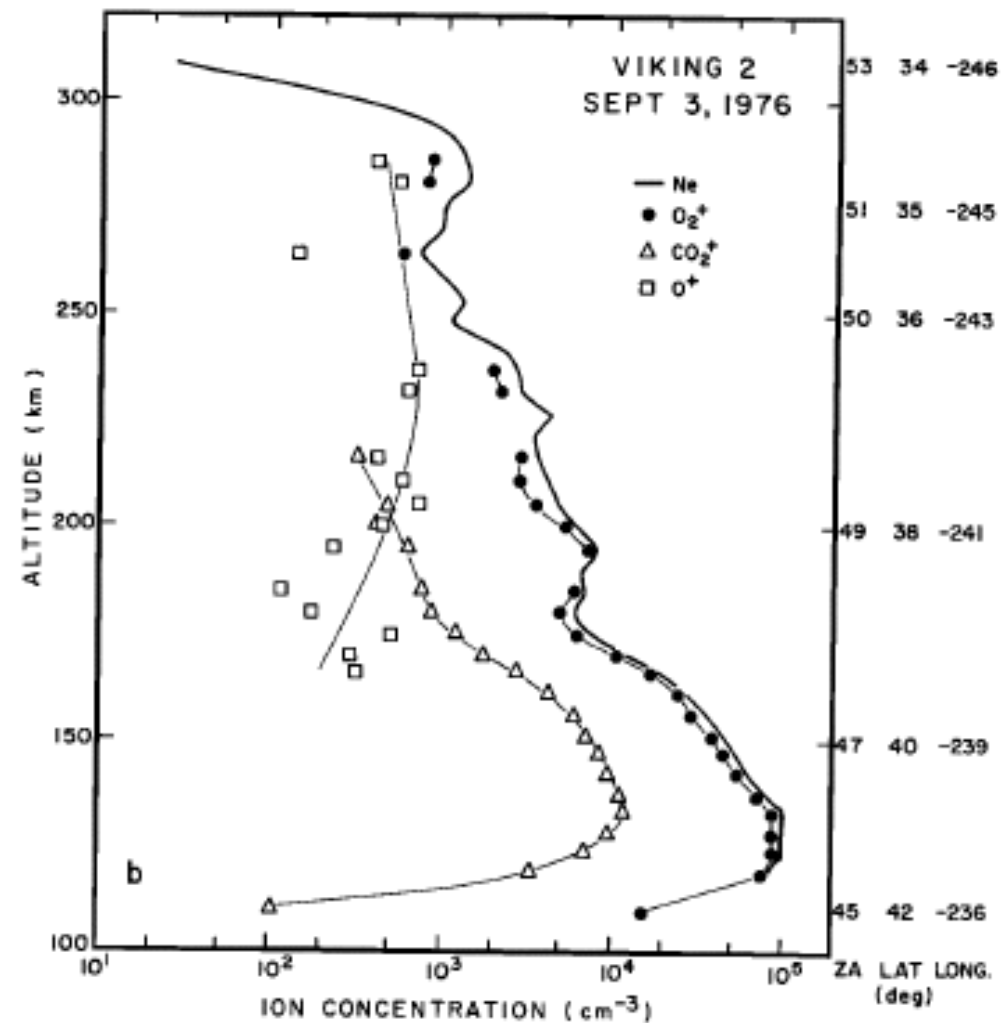
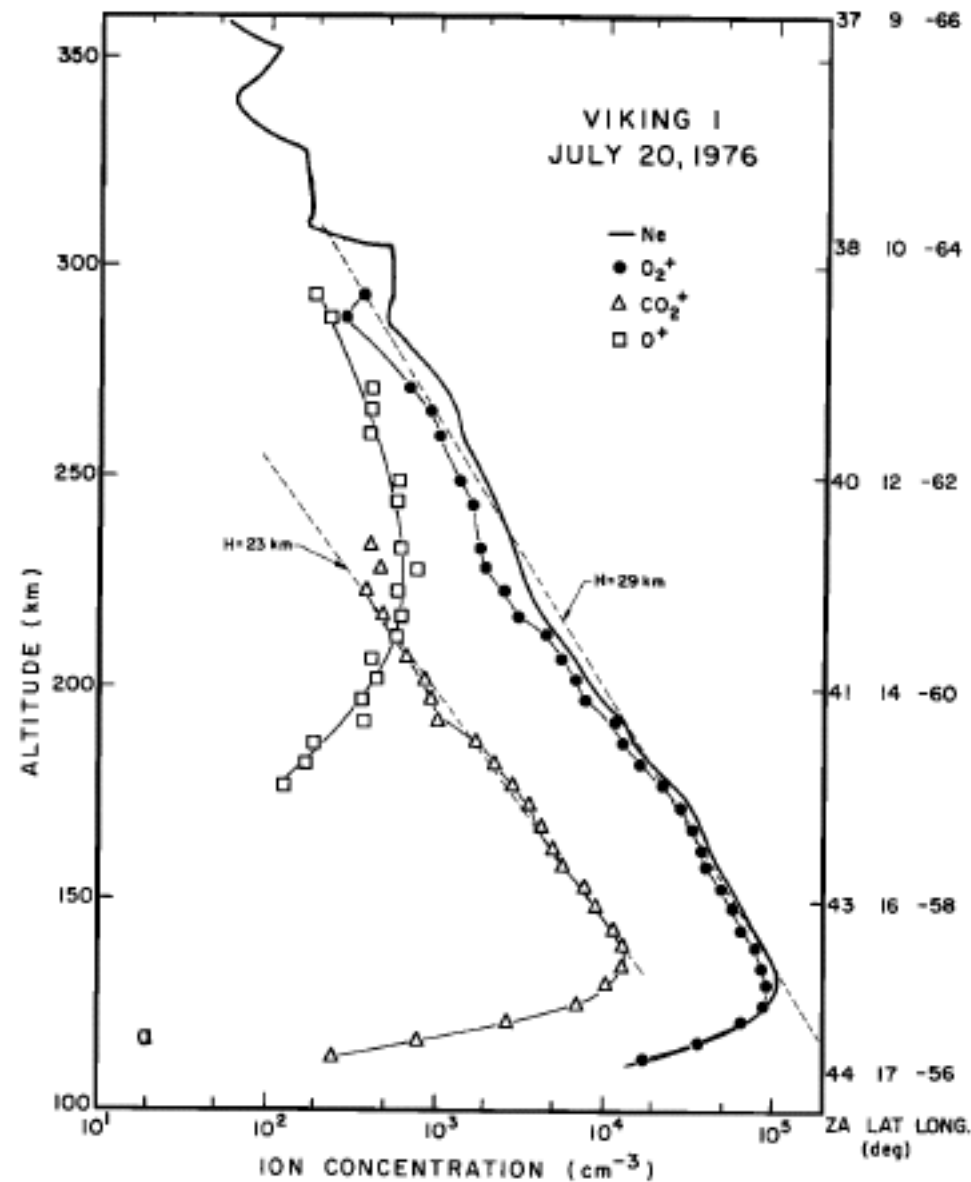
Benna et al. (2015), Geophys. Res. Lett., 42, 8958

担当：益永

要旨

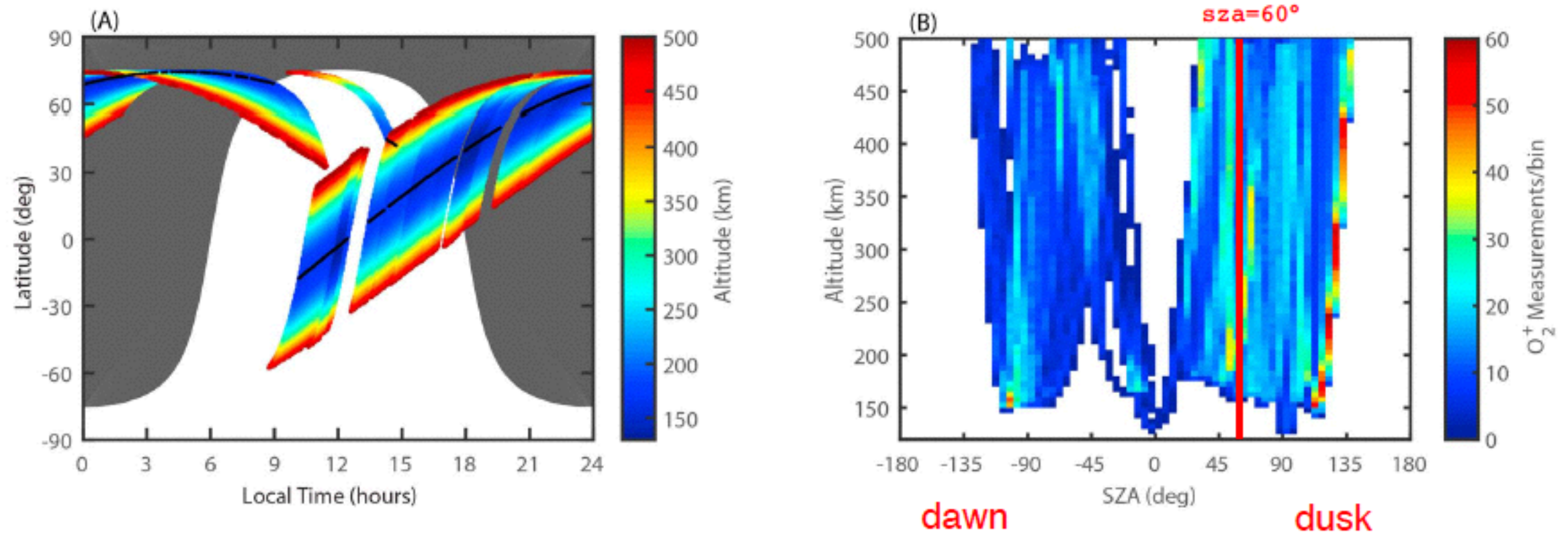
- ・ これまで火星電離圏のイオン直接計測はViking以来なされていない
- ・ MAVEN搭載のNeutral Gass and Ion Mass Specrometer (NGIMS)の8ヶ月の観測データを用い、22種の電離圏イオンの直接観測を行った
- ・ 複数回の観測から、電離圏イオンの平均的な高度プロファイルや空間密度分布を得た。
 - ・ 予想以上のProtonated ionsの存在
 - ・ 昼夜/朝夕非対称が観測された
- ・ 原因は不明だが、今後の観測、モデル研究により火星電離圏の化学反応・輸送プロセスの理解が進むと考えられる

Viking 1 & 2 observations



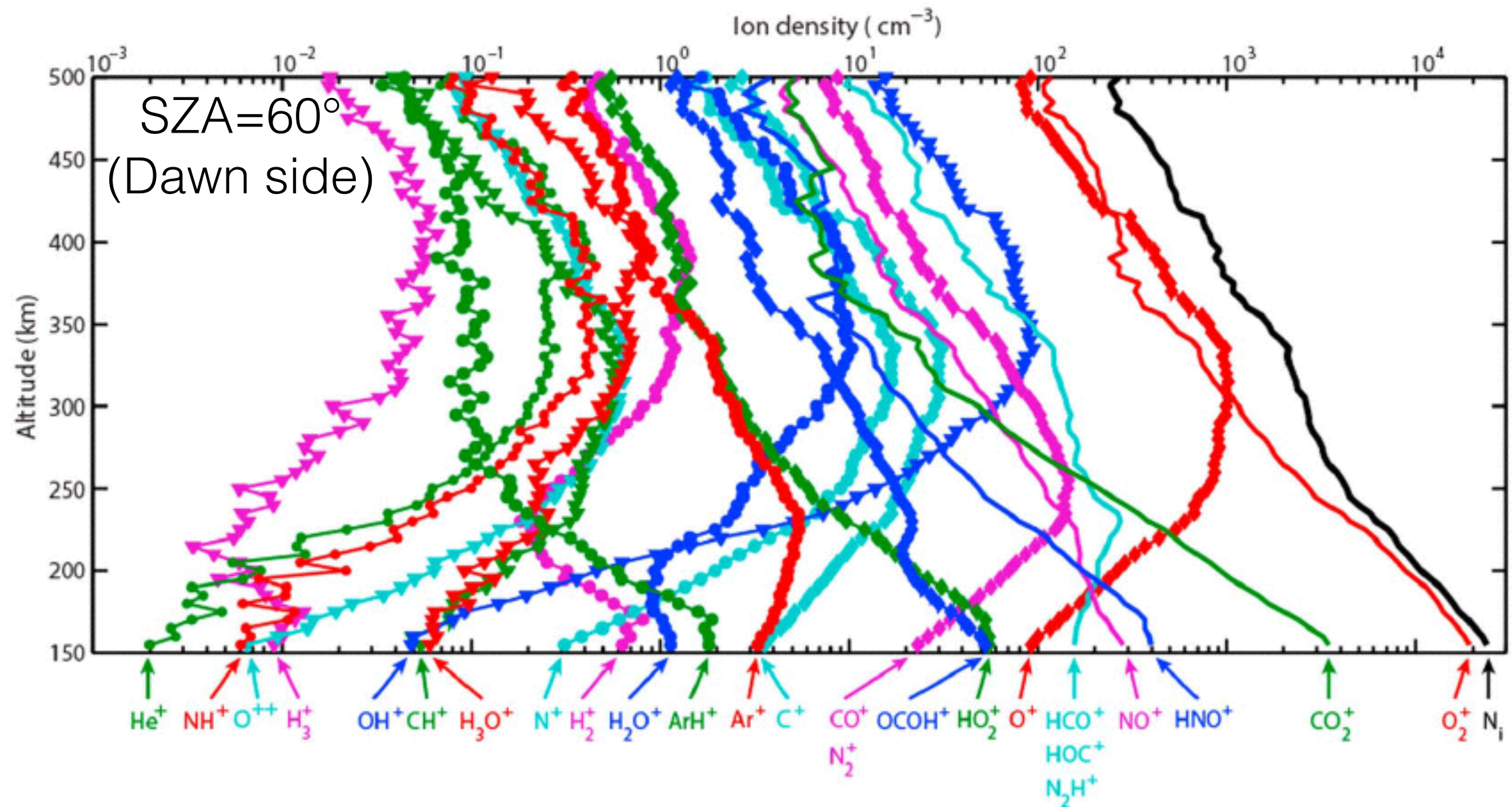
- ・ランダー降下時のその場観測により、 CO_2^+ , O_2^+ , O^+ の密度プロファイルが得られた
- ・その後はモデリングによる研究が中心

観測範囲



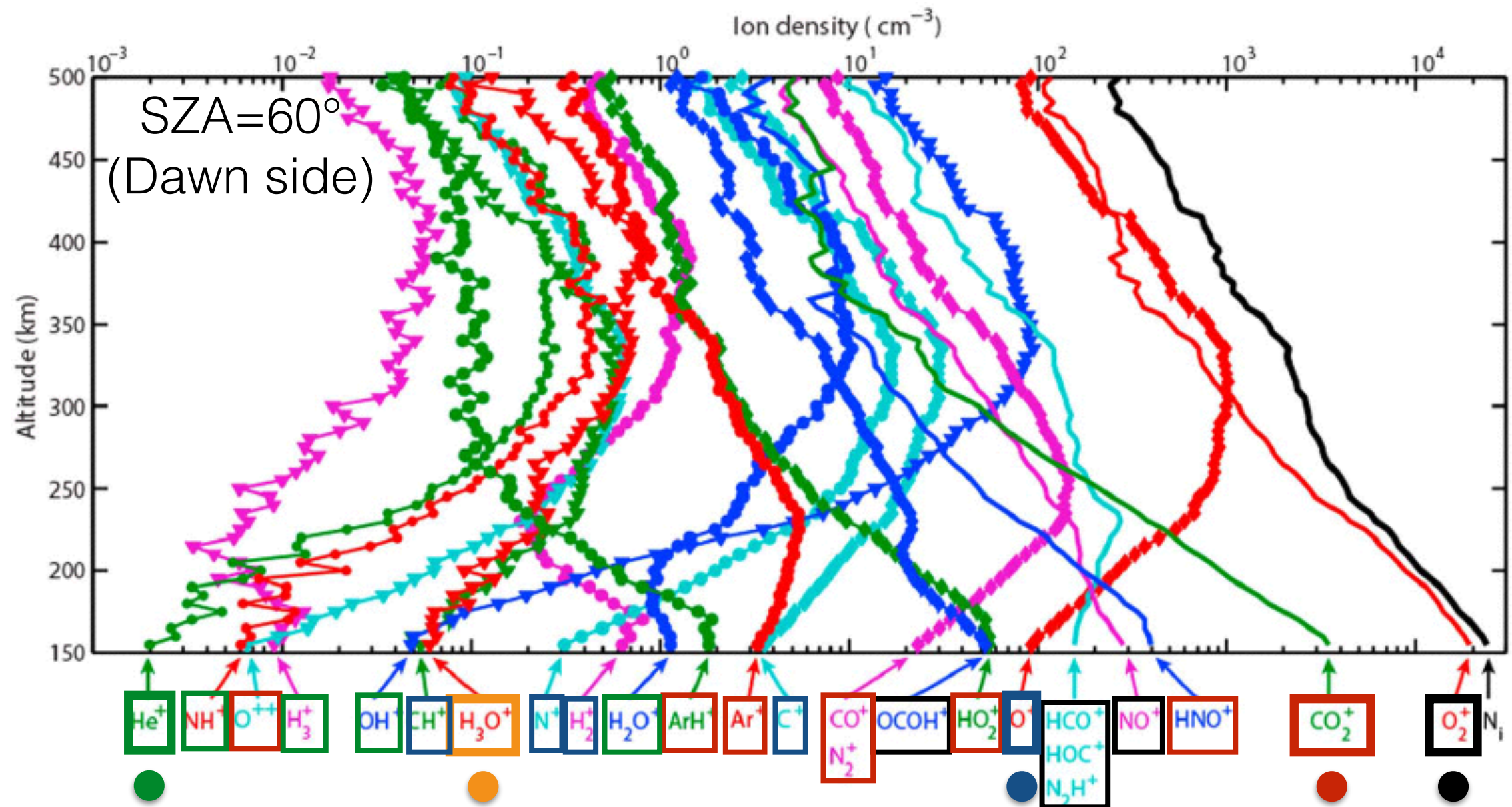
- ・ データ期間：Oct 18, 2014 - May 18, 2015
- ・ 観測領域に偏りがあることに注意

NGIMS密度プロファイル



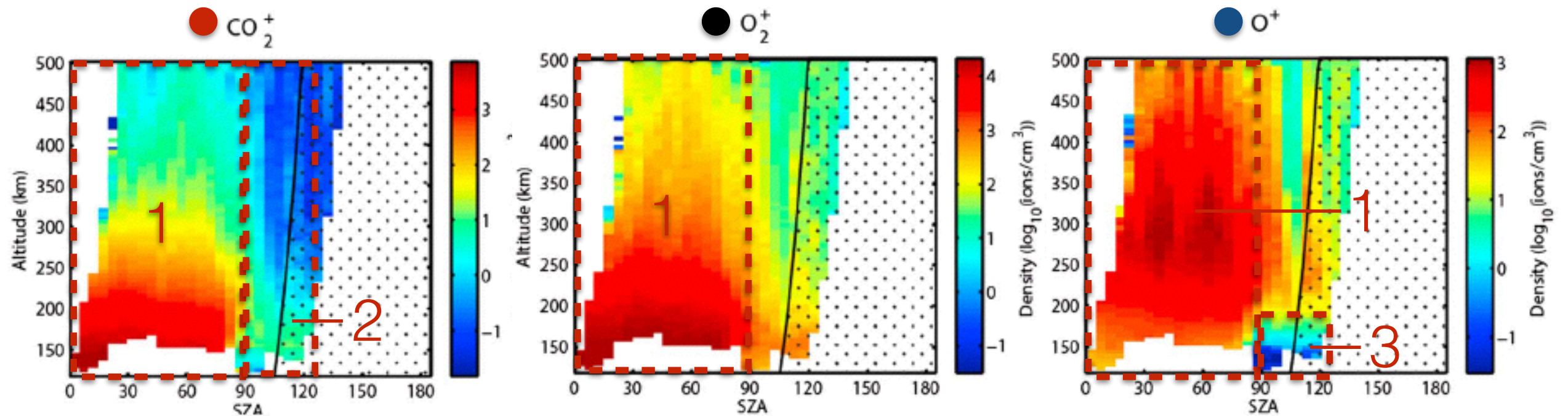
- ・ 主成分：O₂⁺ & CO₂⁺ (<220 km), O⁺ & O₂⁺ (>220 km)
- ・ 様々なProtonated ions (e.g., HNO⁺, HCO⁺, HO₂⁺, H₂O⁺, H₃O⁺) の存在

NGIMS密度プロファイル



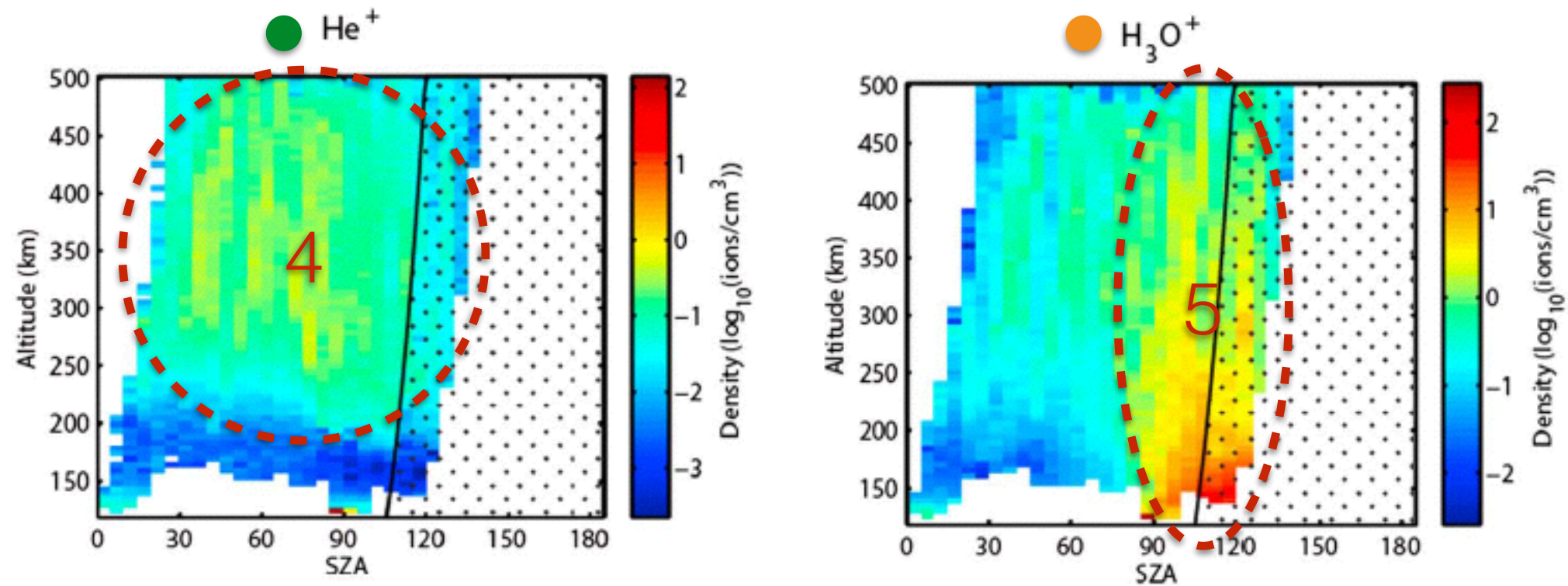
- ・ 主成分 : O_2^+ & CO_2^+ (<220 km), O^+ & O_2^+ (>220 km)
- ・ 様々なProtonated ions (e.g., HNO^+ , HCO^+ , HO_2^+ , H_2O^+ , H_3O^+) の存在

昼夜非対称



1. Daysideで密度が卓越、軽いイオンほど高高度まで広がっている
2. CO₂⁺は昼夜境界でシャープな密度減少
3. O⁺の夜側<200kmでシャープな密度減少

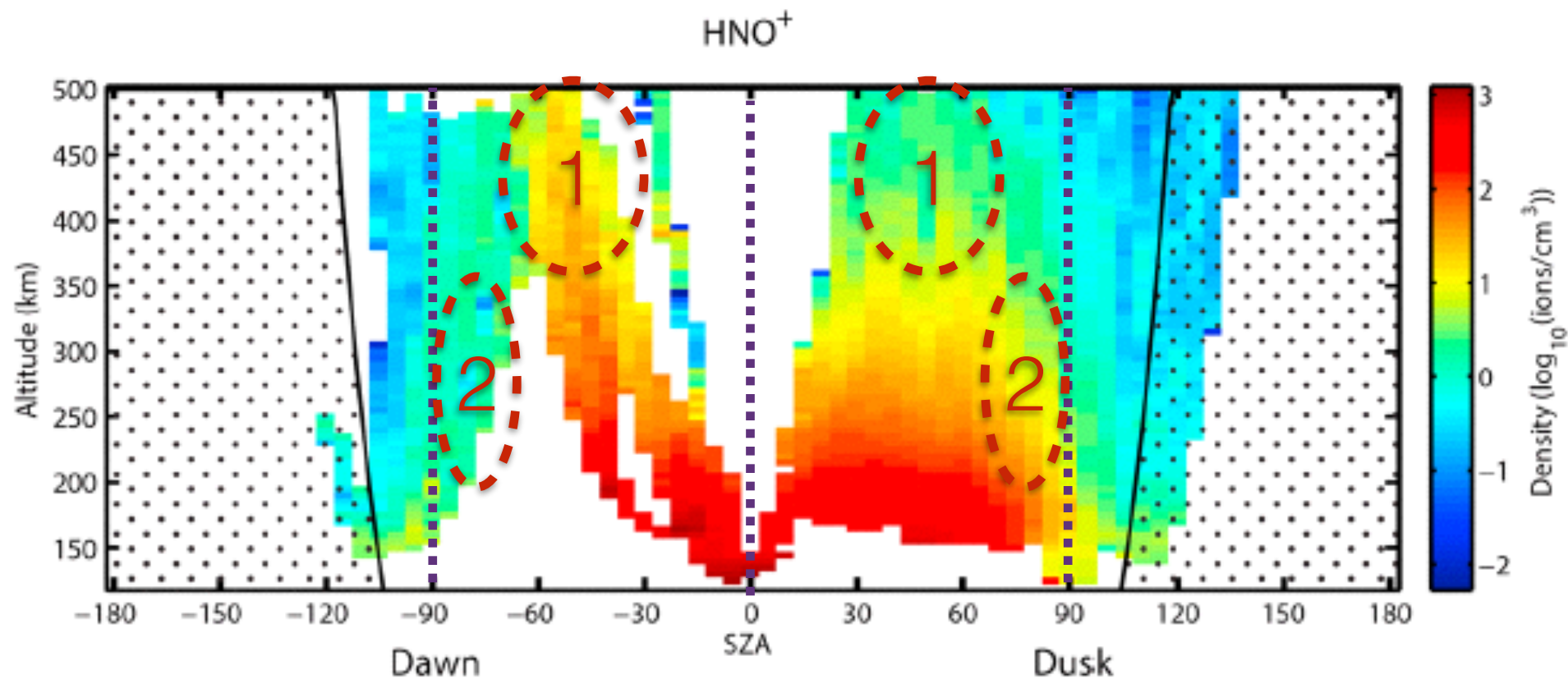
昼夜非対称



4. He^+ は高高度で高密度

5. H_3O^+ のみ、昼側よりも夜側で高密度

朝夕非対称



1. 高高度において、Dawn側の方がDusk側と比べ高密度

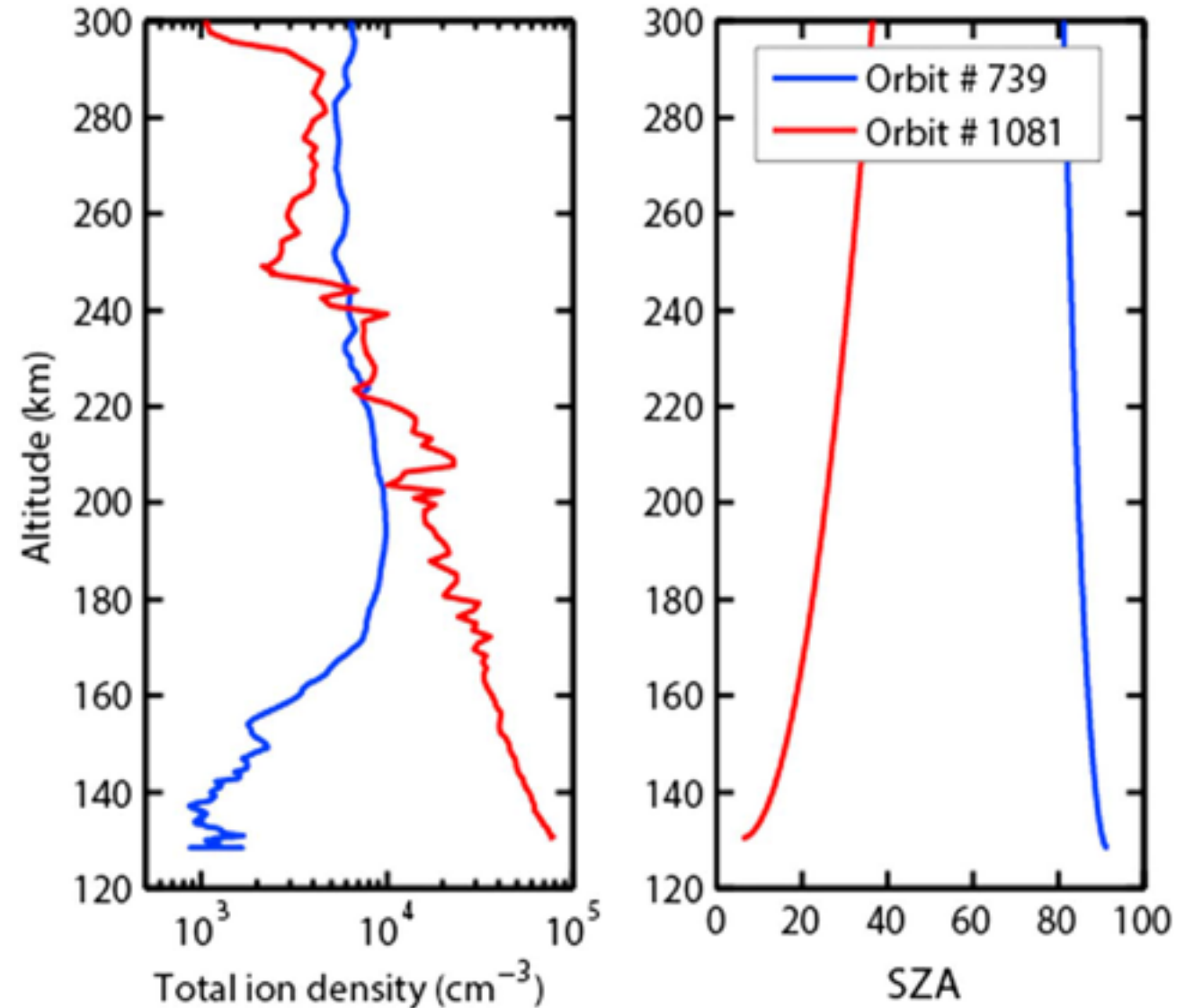
2. 低高度において、Dusk側の方がDawn側と比べ夜側へ広がっている

＊ これらの特徴は他のイオンでも同様

＊ Dawn側とDusk側で観測点の緯度が異なる。この違いが非対称を生んでいる可能性もあることに注意

その他: Deep dips

- ・ イオン密度ピーク
- ・ ~190 km (昼夜境界付近)
- ・ <130 km (太陽直下点付近)



Insights

- ・ Protonated ions (e.g., HNO^+ , HCO^+ , HO_2^+ , H_2O^+ , H_3O^+) が観測された。火星熱圏中に H_2O が存在することを示唆。
- ・ ほとんどのイオンは昼側に密度のピークが存在するが、 H_3O^+ は夜側に密度のピークが存在するユニークなプロファイル
- ・ 朝夕非対称(Dawn/Dusk asymmetry)が見られた。Dawn側では高密度領域がより高高度へ広がっていて、Dusk側では高密度領域がより夜側へ広がっている。（注：観測範囲）
- ・ 今後の観測・モデル研究により、火星電離圏の化学反応・イオン輸送プロセスの理解が進むと考えられる

Supporting information

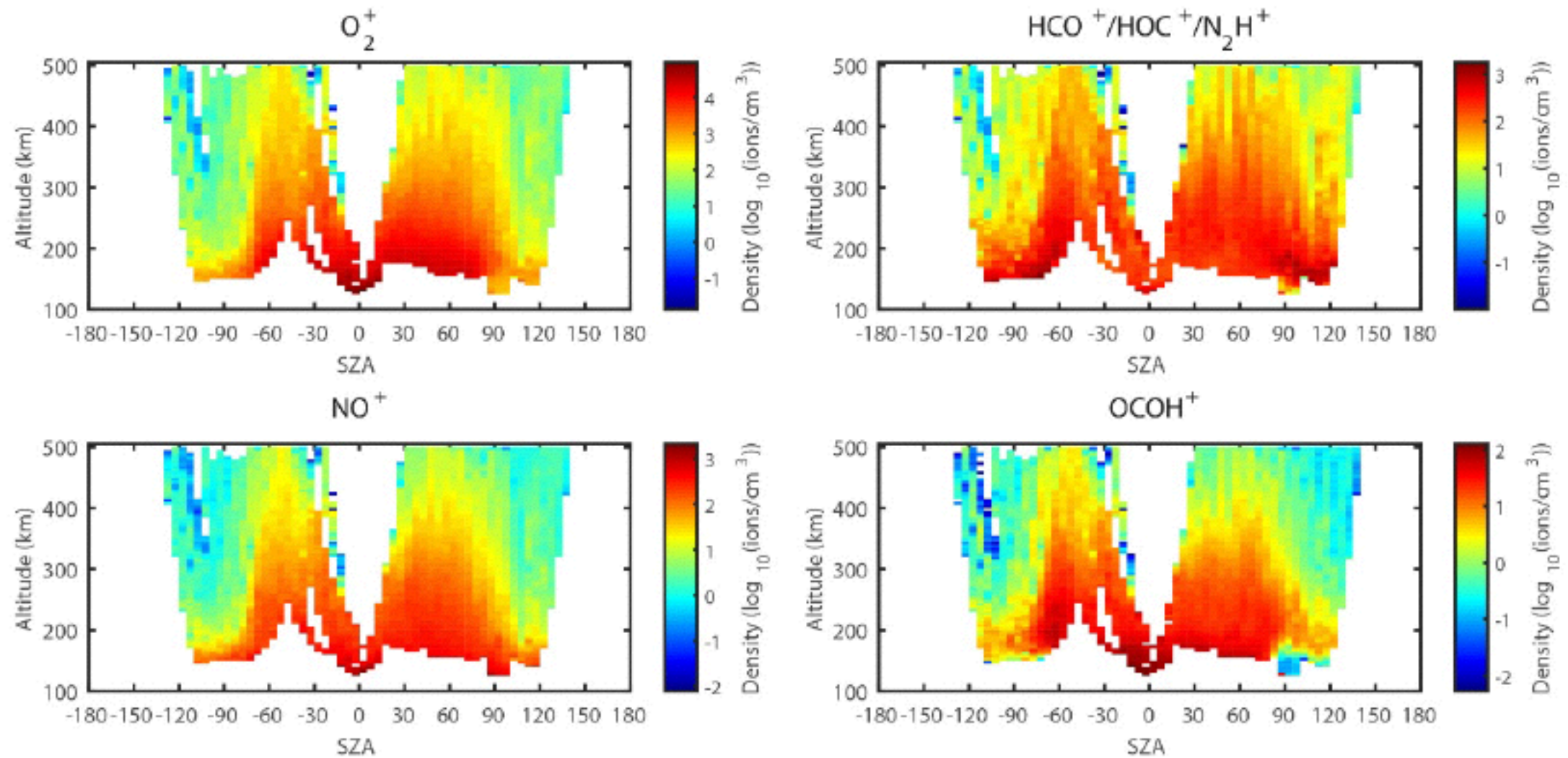


Figure. S1: Spatial distribution of O_2^+ , $\text{HCO}^+/\text{HOC}^+/\text{N}_2\text{H}^+$, NO^+ , and OCOH^+ as a function of altitude and solar zenith angle. Positive solar zenith angles are located on the dusk side of the planet, while negative solar zenith angles are on the dawn side.

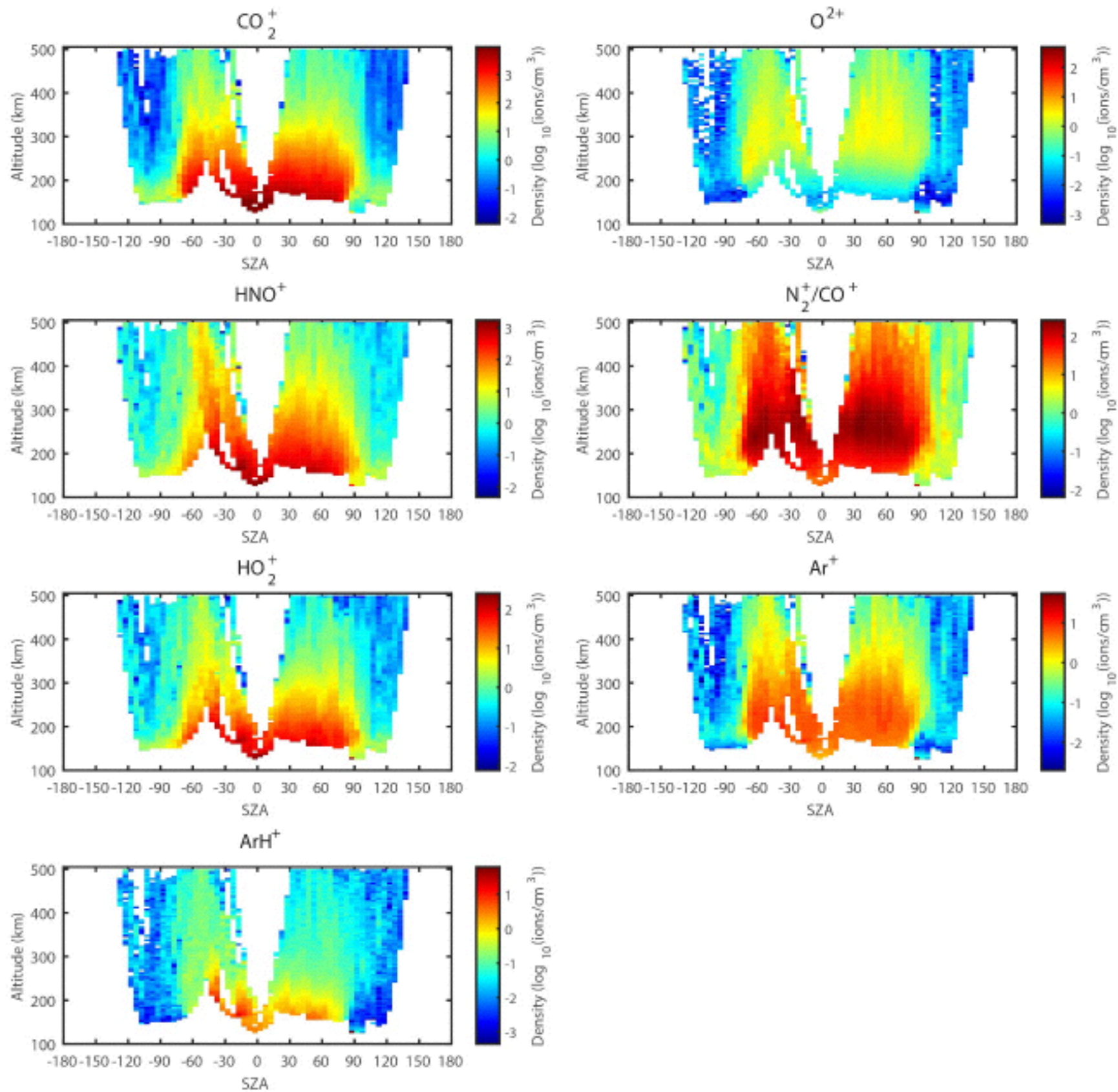


Figure. S2: Spatial distribution of CO_2^+ , O^{2+} , HNO^+ , N_2^+/CO^+ , HO_2^+ , Ar^+ , and ArH^+ as a function of altitude and solar zenith angle. Positive solar zenith angles are located on the dusk side of the planet, while negative solar zenith angles are on the dawn side.

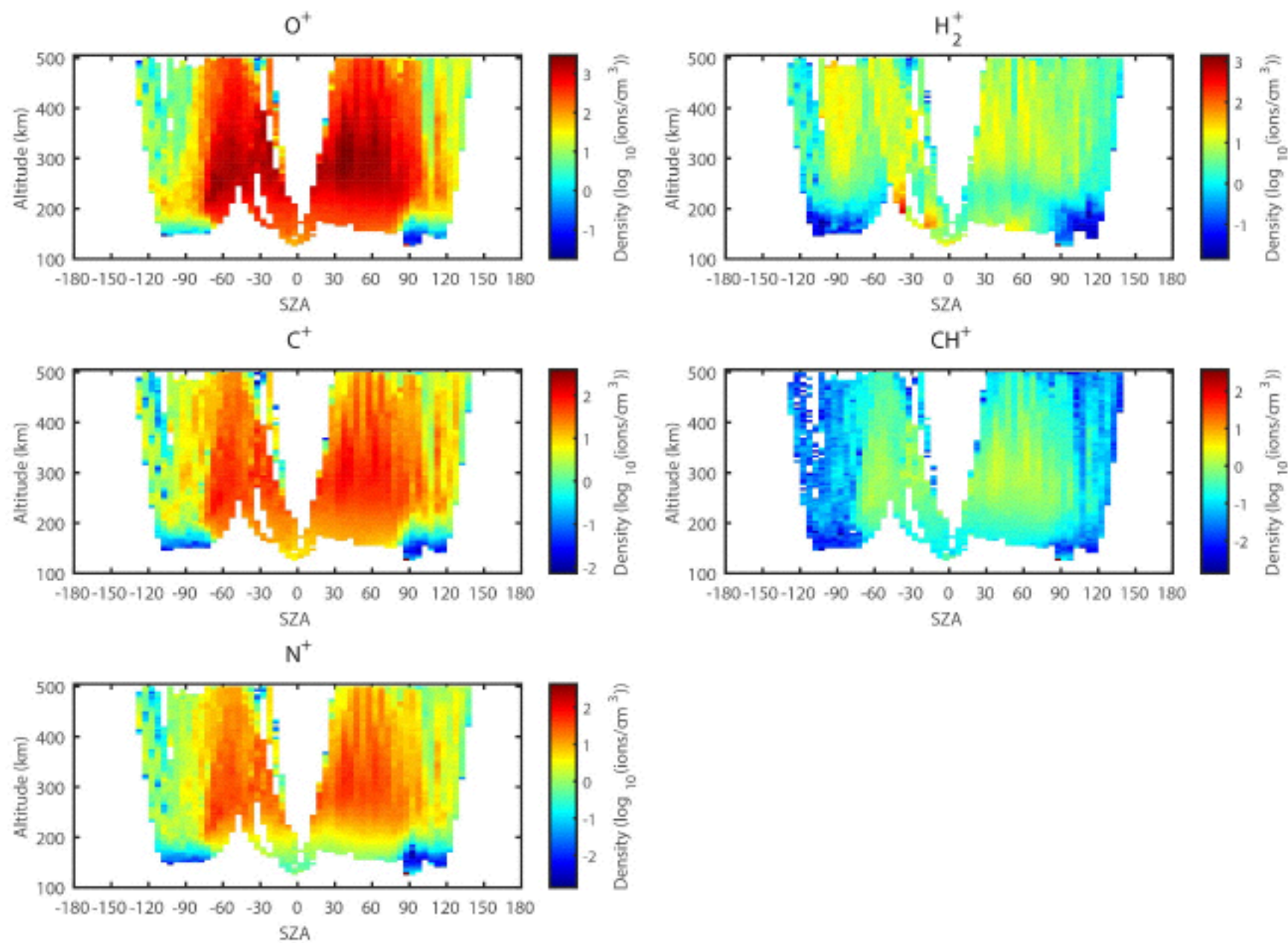


Figure. S3: Spatial distribution of O^+ , H_2^+ , C^+ , CH^+ , and N^+ as a function of altitude and solar zenith angle. Positive solar zenith angles are located on the dusk side of the planet, while negative solar zenith angles are on the dawn side.

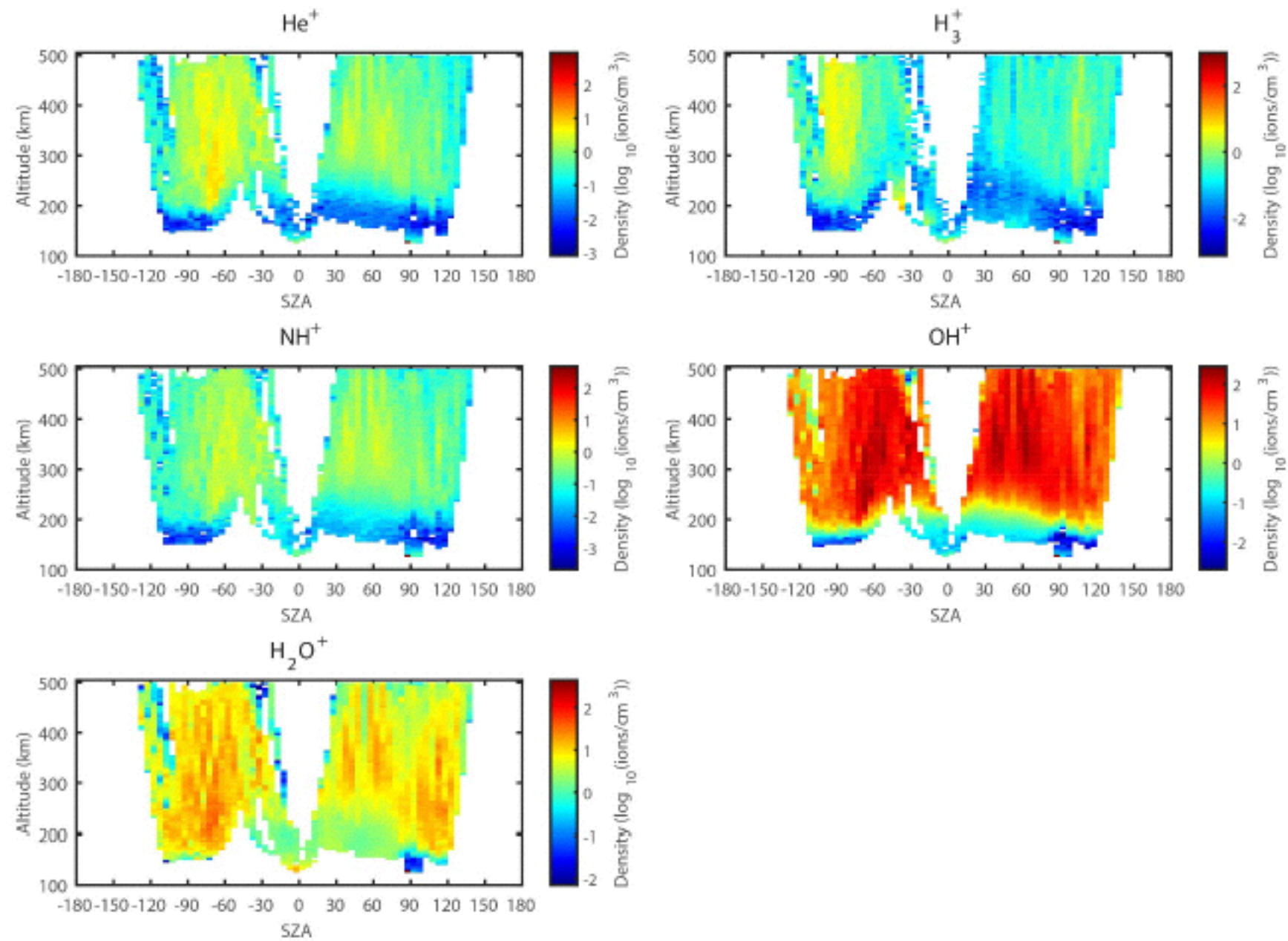


Figure. S4: Spatial distribution of He^+ , H_3^+ , NH^+ , OH^+ , and H_2O^+ as a function of altitude and solar zenith angle. Positive solar zenith angles are located on the dusk side of the planet, while negative solar zenith angles are on the dawn side.

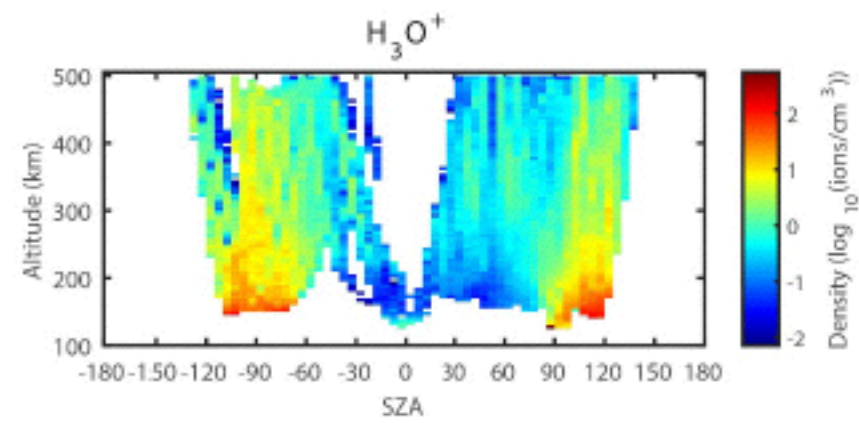


Figure. S5: Spatial distribution of H_3O^+ as a function of altitude and solar zenith angle. Positive solar zenith angles are located on the dusk side of the planet, while negative solar zenith angles are on the dawn side.