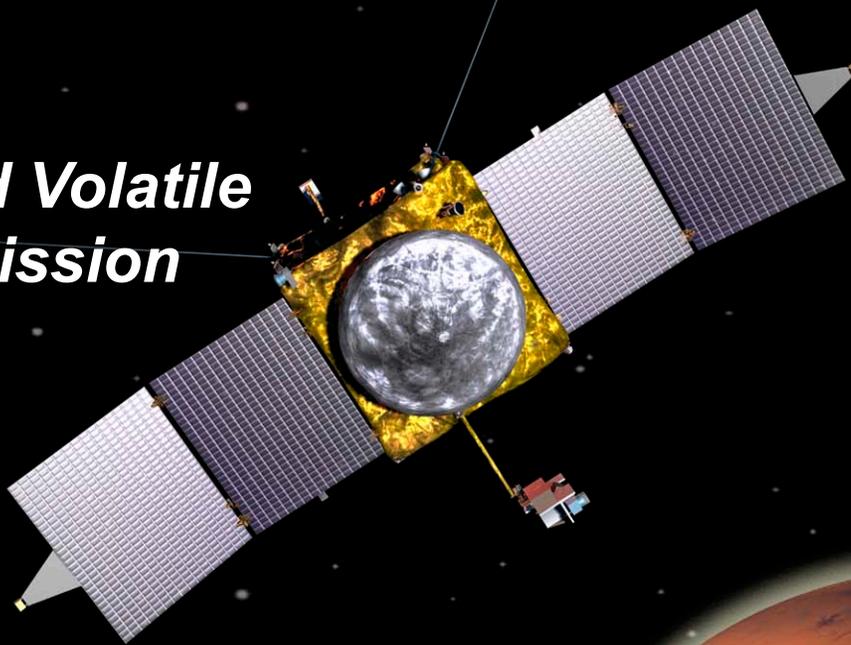




Mars Atmosphere and Volatile Evolution (MAVEN) Mission

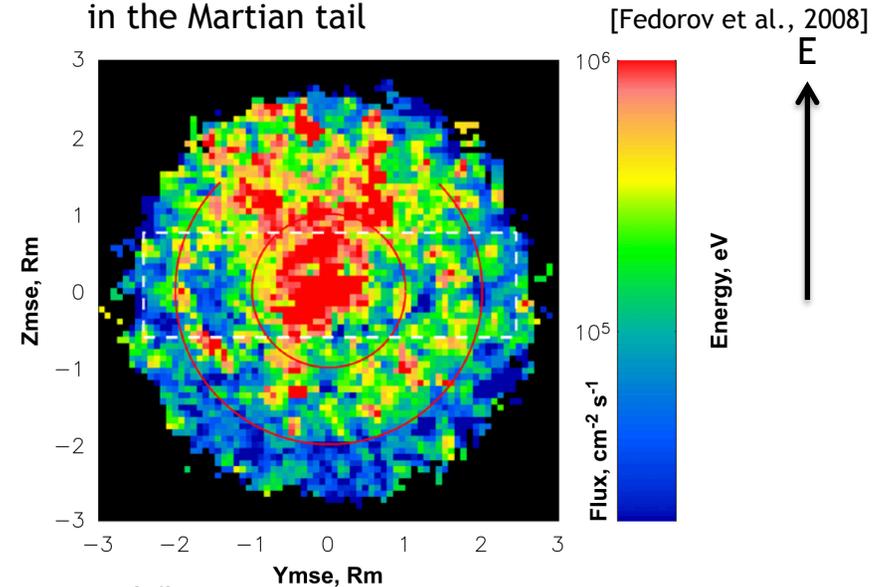


Harada, Y., et al. (2015),
Marsward and tailward ions in the near-Mars
magnetotail: MAVEN observations,
Geophys. Res. Lett., 42,
doi:10.1002/2015GL065005.

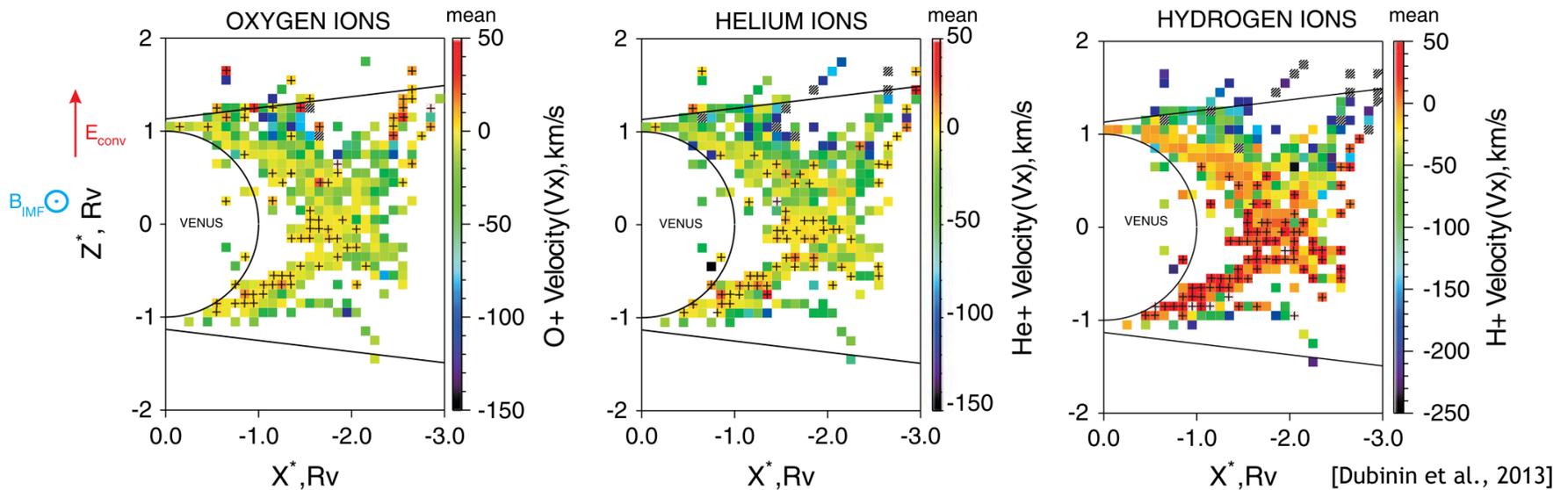
火星・金星テイルでのイオン観測

- 太陽風電場半球(+E半球)でフラックス大
- 金星テイルでは反電場半球(-E半球)で金星向きのイオン速度を観測

Tailward flux of planetary ions in the Martian tail

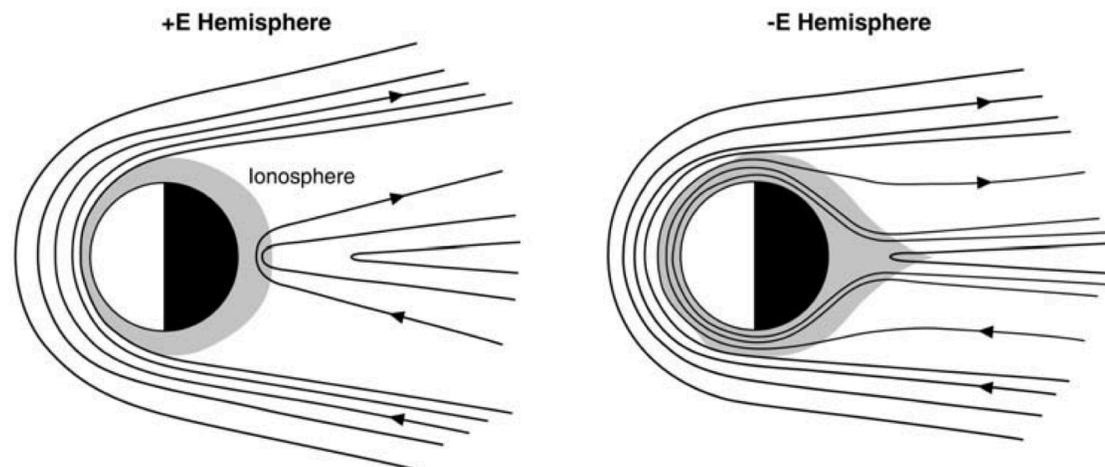
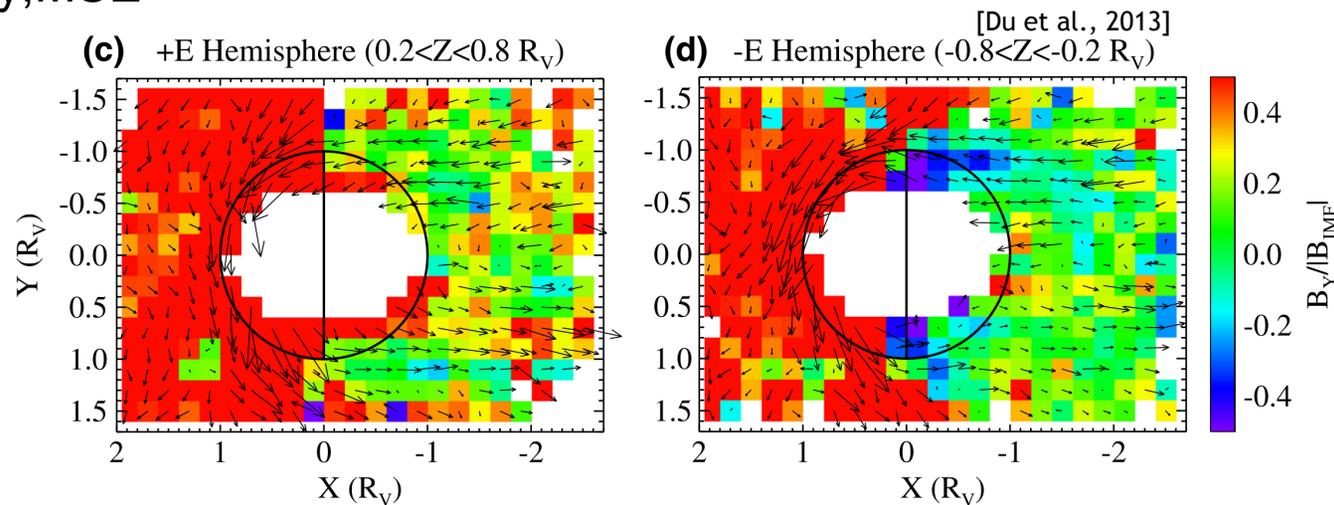


>10 eV V_x distributions in the Venusian tail (+ signs denote sunward flows)



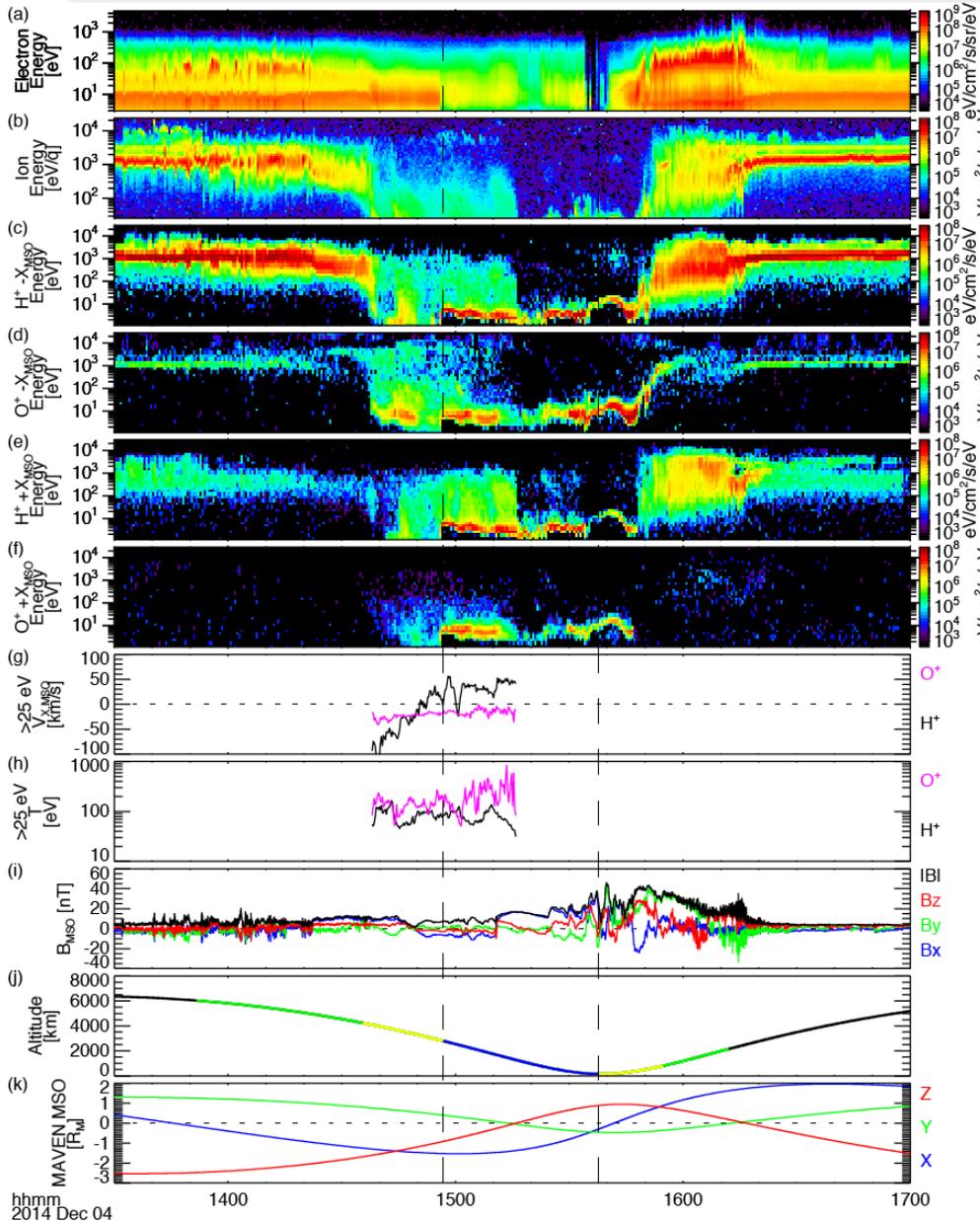
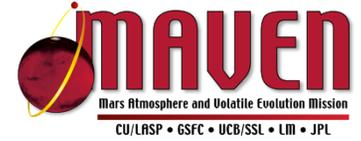
磁場構造の電場半球非対称性

- E半球では金星の周りに磁力線が巻き付いている ($B_{y,MSE} < 0$) => 金星向きの $J \times B$ / リコネクション?



[Zhang et al., 2010]

MAVENによる近火星テイル観測例



SWEA 電子エネルギー分布

SWIA イオンエネルギー分布

STATIC -X H⁺ エネルギー分布

STATIC -X O⁺ エネルギー分布

STATIC +X H⁺ エネルギー分布

STATIC +X O⁺ エネルギー分布

STATIC >25 eV イオン速度 X_{MSO} 成分

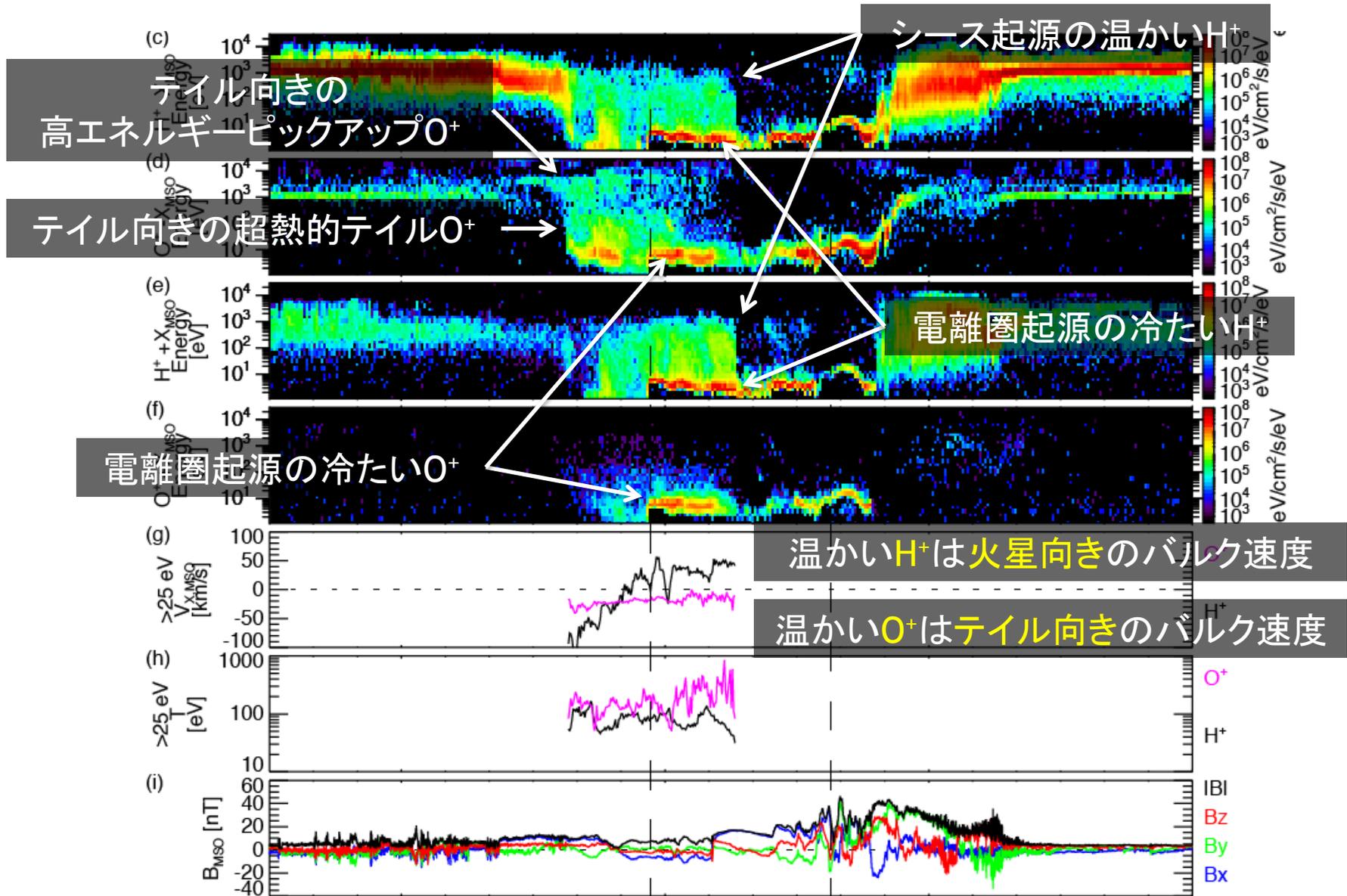
STATIC >25 eV イオン温度

MAG磁場

高度

衛星位置

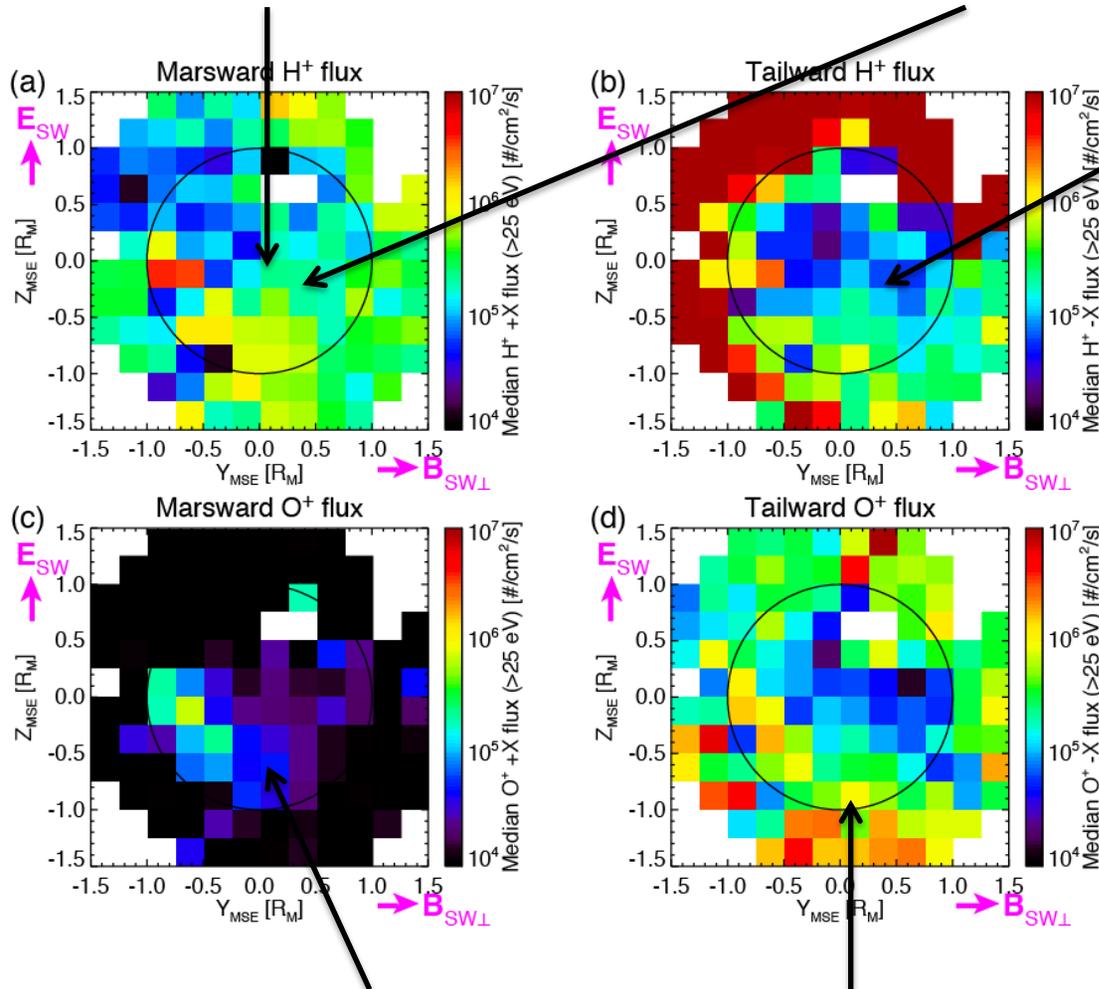
複数イオン成分の共存



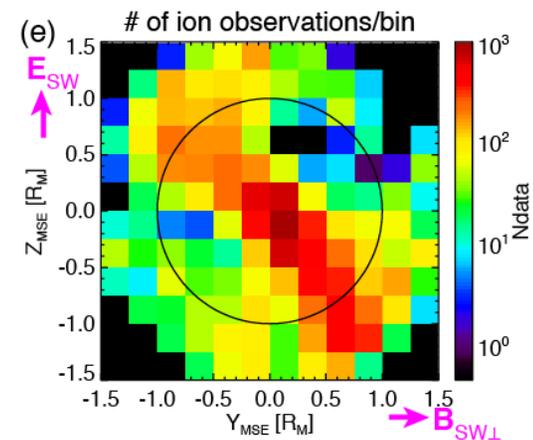
>25 eVイオンフラックス $Y_{MSE}-Z_{MSE}$ 分布

-E半球で火星向きH⁺フラックス大

火星向きH⁺フラックス > テイル向きH⁺フラックス



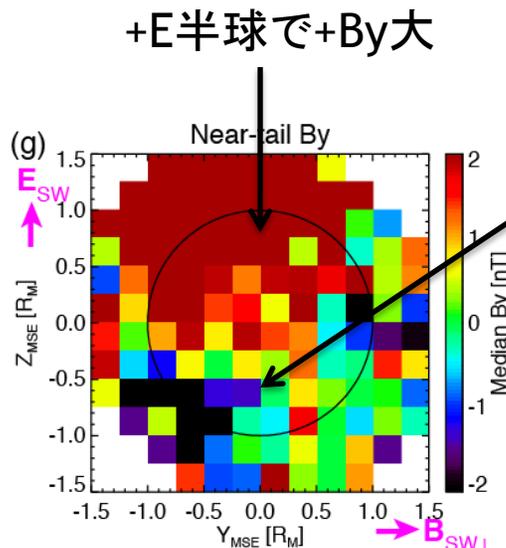
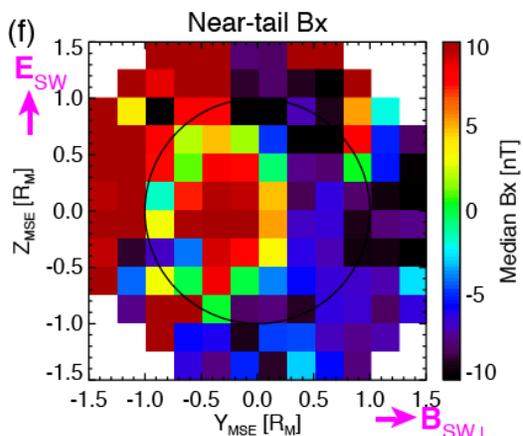
$-1.5 R_M < X < -1 R_M$
近火星テイル



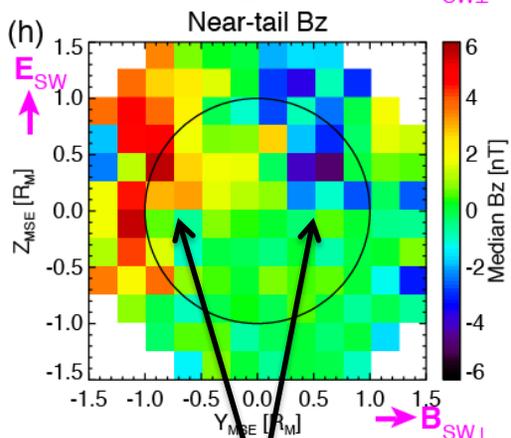
火星向きO⁺フラックス < テイル向きO⁺フラックス

磁場 $Y_{MSE}-Z_{MSE}$ 分布

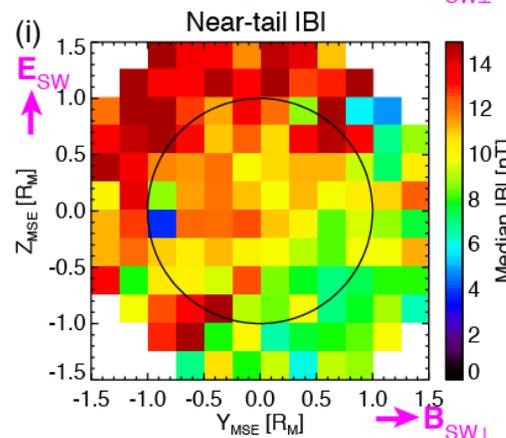
+Bx & -Bx ロープ



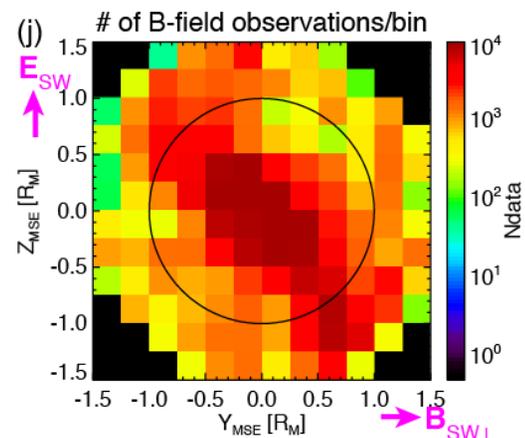
-E半球でBy小
By < 0 の場所も



+E半球の-Y, +Yで+Bz, -Bz

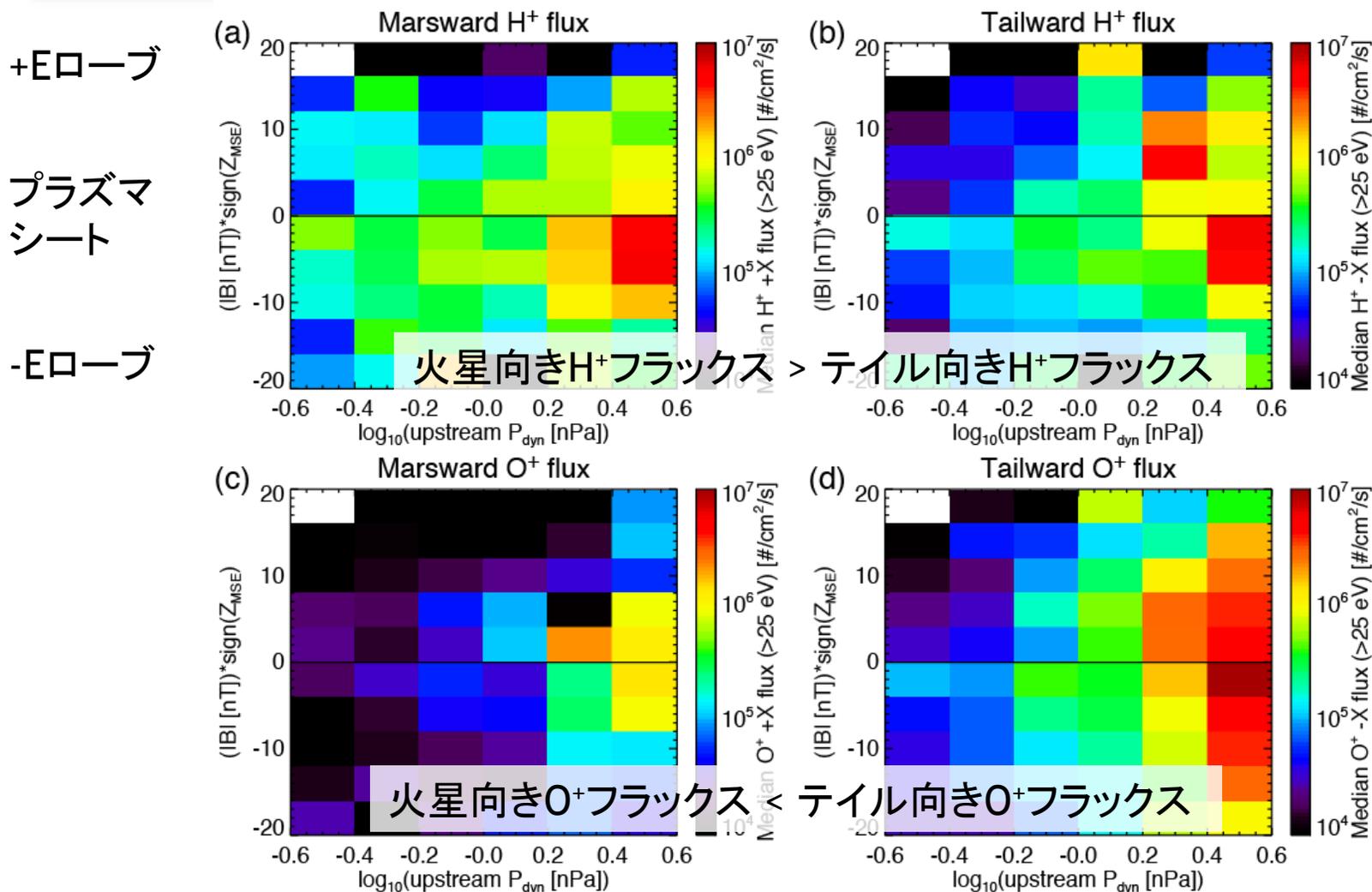


+E半球で|B|大



=> VEXの金星での観測と
同様の特徴 [Dong+15]

イオンフラックスのローカル磁場強度・ 太陽風動圧依存性



プラズマシートで $>25 \text{ eV}$ イオンフラックス大
 太陽風動圧が高いほどテイルのイオンフラックスも大きい [Lundin+08]

まとめと課題



- 火星テイルには複数のイオン成分が共存：
 - シース起源の温かいH⁺
 - 電離圏起源の冷たいH⁺
 - 電離圏起源の冷たいO⁺ (熱的コア成分+超熱的テイル成分)
 - 高エネルギーピックアップO⁺
- 火星テイルの超熱的 (>25 eV) イオンフラックスはローカル磁場強度 (ローブ v. プラズマシート) と太陽風動圧に依存
- 火星テイルの太陽風電場半球非対称性を観測：
 - 金星テイルと同様の磁場構造 (e.g., -E半球でB巻き付き)
 - 金星の-E半球ではH⁺もO⁺も金星向きの速度を持つのに対して、火星ではH⁺は火星向き、O⁺はテイル向き
 - 理由はまだ不明
- 冷たいイオンを含めてテイルの構造およびダイナミクスを理解する必要性

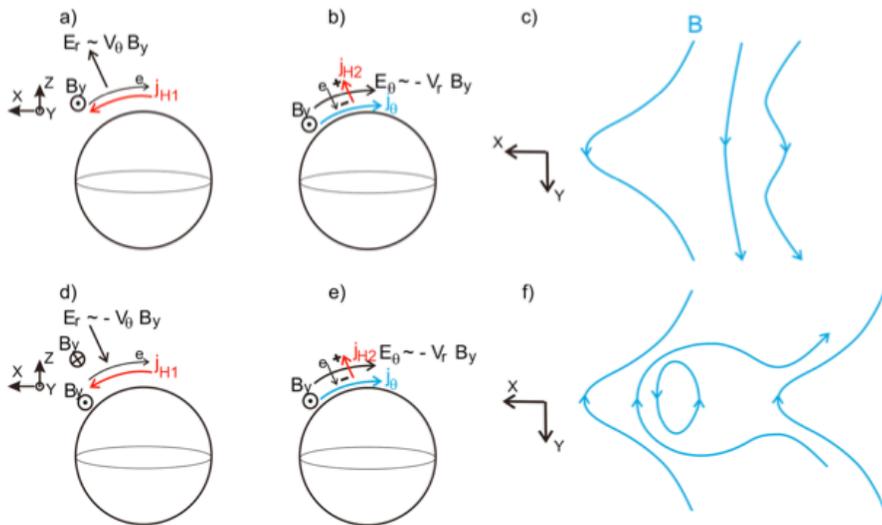
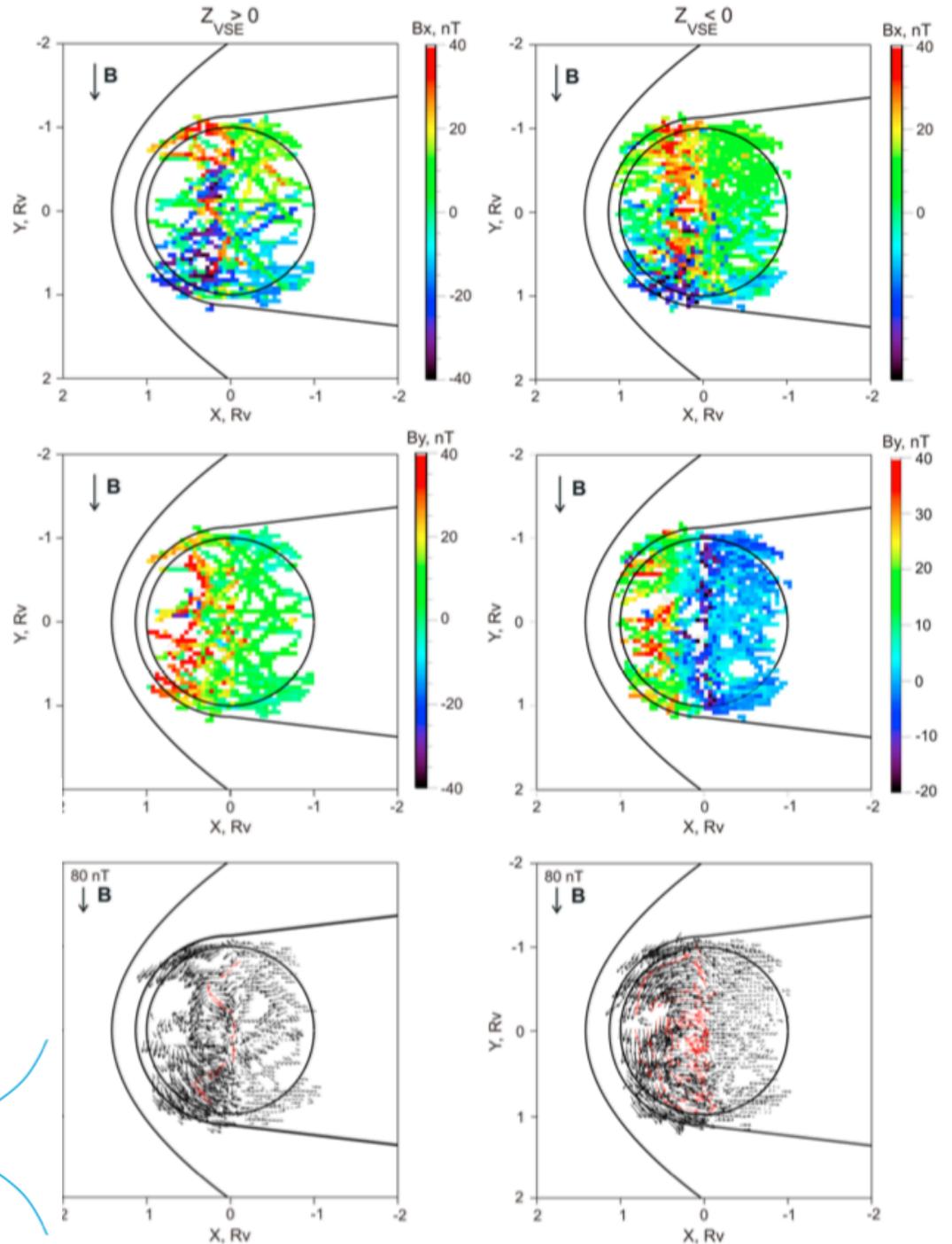
BACKUP

非対称な磁場構造の原因

- MHDでは対称な構造 => 複数流体／運動論的效果
 - 具体的なメカニズムについてはいくつか提案されており、相対的な重要性についての議論が継続中 [cf. Du+13]
- 非対称なマスローディング／ピックアップ電流の効果 [Phillips+87, Luhmann+06]
 - +E半球で昼側 $|B|$ 大
 - +E半球でマスローディング大(シース減速大) -> 磁場増大
 - ピックアップ重イオンが運ぶ垂直電流
- 複数流体効果 [Najib+11]
 - 複数イオン種間のデカップリングの効果
 - ホール項on/offでほとんど結果は変わらない
- ホール電流の効果 [e.g., Brecht90, Dubinin+14]
 - イオン-電子のデカップリングの効果
 - 重イオンなしでも非対称が生じる [Brecht90]

Dubinin+14, JGR

- +E半球ではホール電流 j_{H1} (-X方向の電子ドリフト、イオンは非磁化)によって低高度で+By増大する一方、-E半球では逆に+By減少または-Byに反転
- ホール電流の向き(+X)は+E/-E半球で変わらないため、 j_{H1} の作る磁場の極性がIMF Byに対して逆になる



$-0.75 R_M < Z_{MSE} < -0.25 R_M$
and $\rho < 1 R_M$

