

“Discovery of diffuse aurora
on Mars” (Schneider, 2015)

論文紹介

2015年12月23日

東大吉川研 修士一年 疋田伶奈

オーロラの分類

- discrete aurora : 閉じた(両端が惑星表面につながっている)磁力線上で加速された電子により大気が励起されて発生するオーロラ。
- diffuse aurora : 上記機構で加速されていない電子により大気が励起されて発生するオーロラ。

過去の観測

Mars Express/SPICAM によって、火星の残留磁場が強い領域で discrete aurora が観測された (Bertaux, 2005)。

論文の概要

2014年12月に、MAVENにより、高エネルギー電子の突発に伴う、広い領域でのオーロラの発光が観測された。高エネルギー電子は、惑星付近で加速を受けていない。

これは、**火星のdiffuse auroraの発見**である。

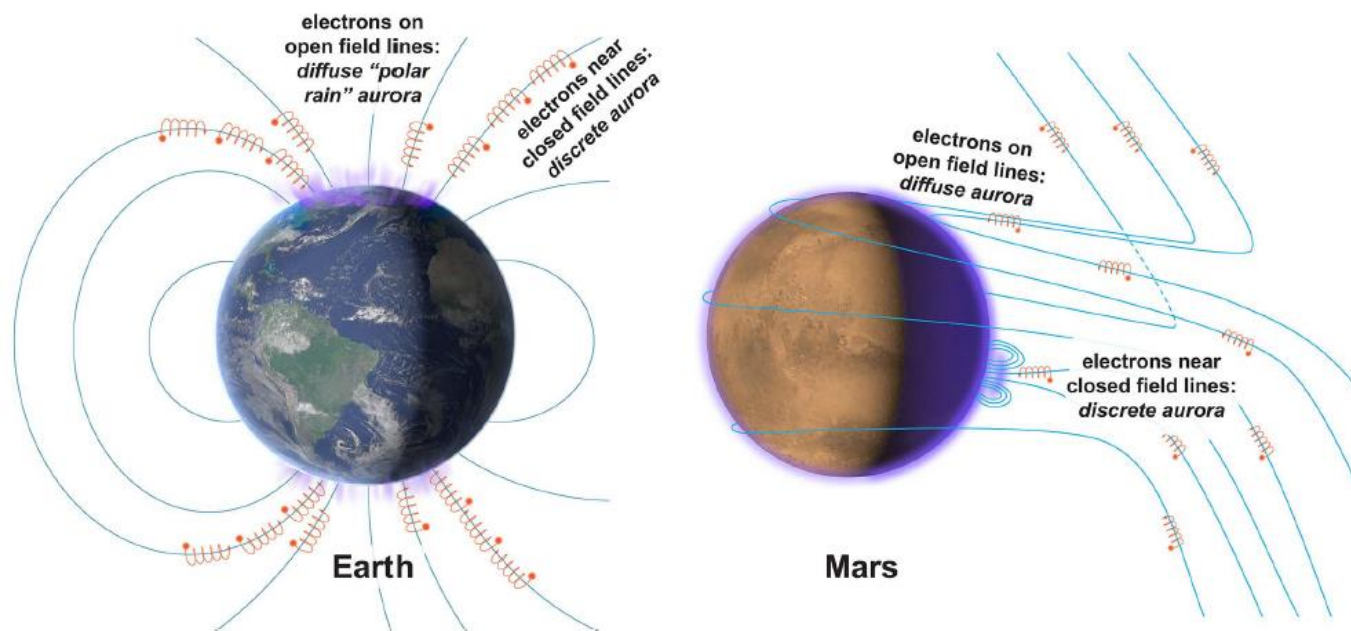


Fig.5. 地球と火星のオーロラ・磁力線の比較。

火星には固有磁場がほとんど無いため、広い領域で、太陽風の磁力線(開いた磁力線)が火星大気と接する。この磁力線に沿って運動する電子と火星大気の衝突により、diffuse auroraが発生する。

観測機器

- MAVEN/Imaging Ultraviolet Spectrograph (IUVS)
 - : 紫外光領域を観測する分光装置。
 - 観測波長域は110 nm～190 nm (FUV)と180 nm～340 nm (MUV)。
- MAVEN/Solar Energetic Particle (SEP)
 - : 25 keV - 200 keV の電子のエネルギーフラックスの計測器。
- MAVEN/Solar Wind Electron Analyzer(SWEA)
 - : 3 eV - 4 keV の電子のエネルギーフラックスの計測器。

MAVEN/IUVSによるオーロラのスペクトル

- ・ 昼間大気光のスペクトルには、 CO , CO_2^+ , O の輝線が見られる。夜間大気光のスペクトルには、 NO の輝線が見られる。

- ・ 夜側の観測にもかかわらず、**昼間大気光に特徴的な輝線**が含まれたスペクトルが観測された。

→ 高エネルギー電子によって火星大気が励起されている(**オーロラが発生している**)ことを示している。

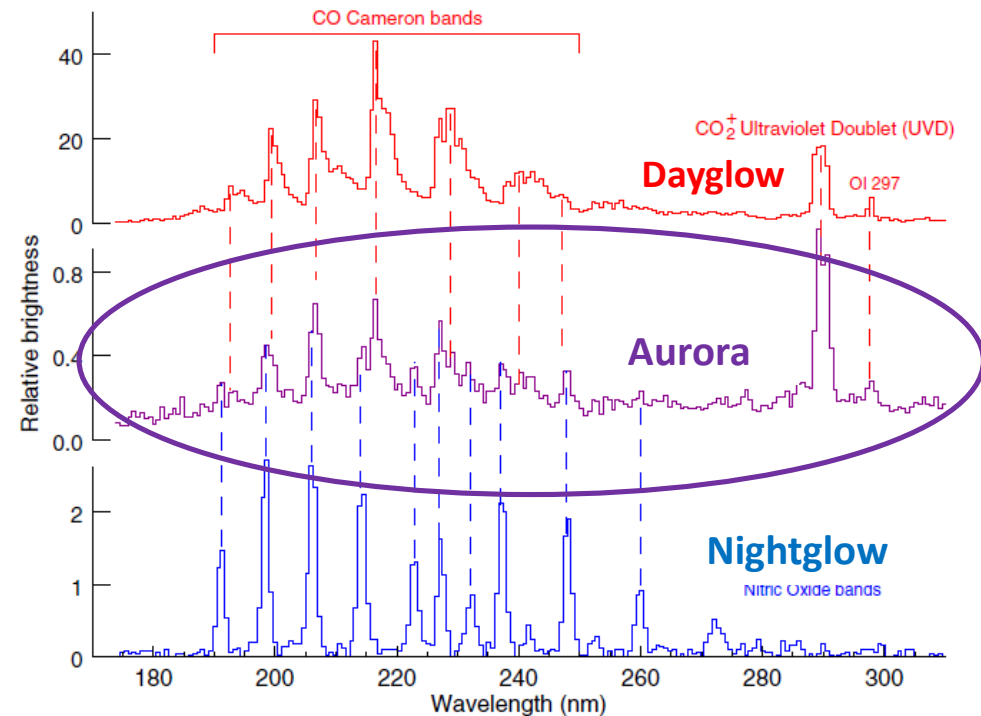


Fig.1. MAVEN/IUVS (MUV) によって得られた火星大気のスเปクトル。

(上段) Dayglow のスเปクトル(orbits 114)。

(中段) オーロラ発生時の火星の夜側の大気のスเปクトル(orbits 437)。

(下段) Nightglow のスเปクトル(orbits 387)。

電子のエネルギーフラックスとオーロラの輝度の変動

- 電子のエネルギーフラックスとオーロラの輝度の変動に関係性が見られた。
- オーロラ発生時の電子のエネルギー分布は、エネルギーに対して単調かつ滑らかに減少しており、中間のエネルギーでのピークが無い。よって、惑星付近での電子の加速は起きていないことが示唆される。

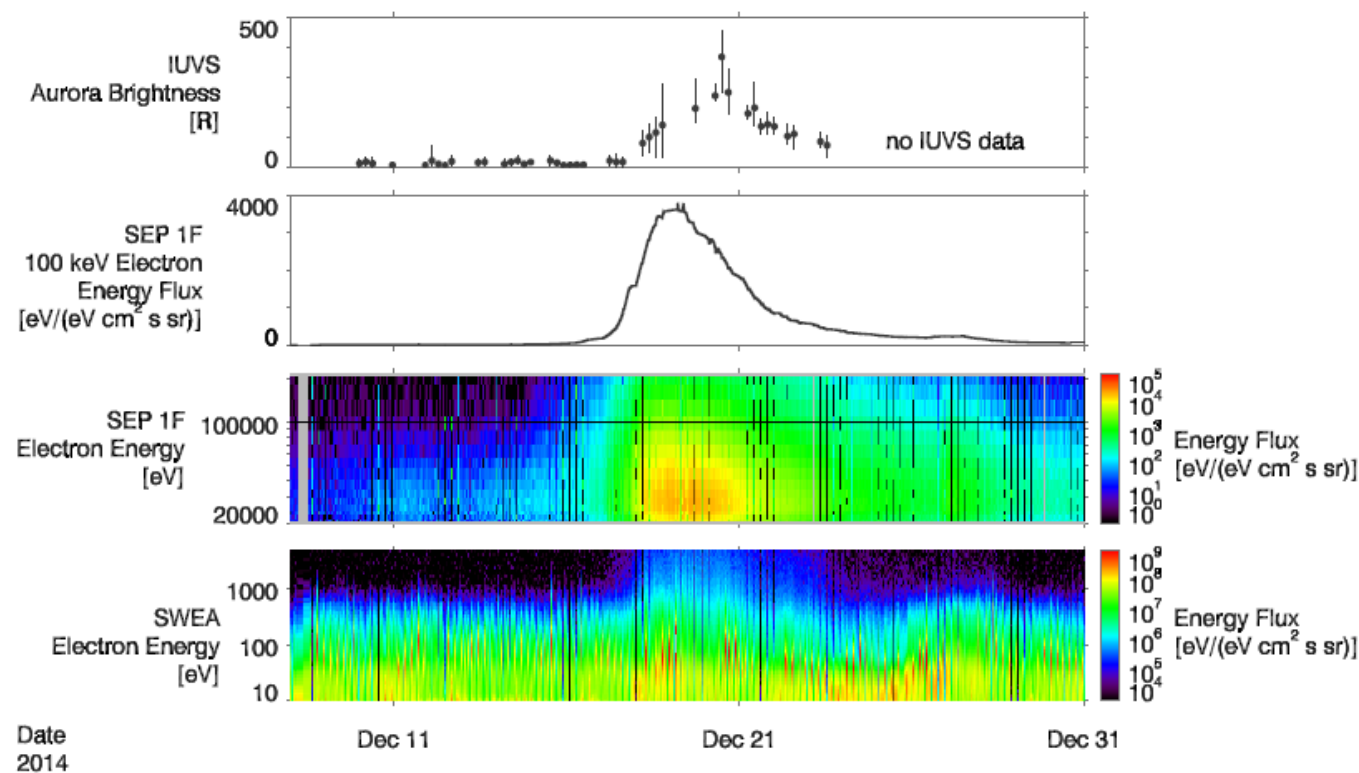


Fig.2. (1段目)IUVS で観測されたオーロラの輝度の変動。(2段目)100 keV の電子のエネルギーフラックスの変動。(3段目)SEPにより観測された電子のエネルギーフラックスの変動。(4段目)SWEAにより観測された電子のエネルギーフラックスの変動。

オーロラの発生領域

- 高エネルギー電子が増えていた5日間、MAVENは17周回したが、その全ての軌道でオーロラが観測された。オーロラの輝度と緯度・経度との関係性は確認されなかった。
- 観測領域が限られていたため、実際にはもっと広い領域でオーロラが発生していた可能性がある。

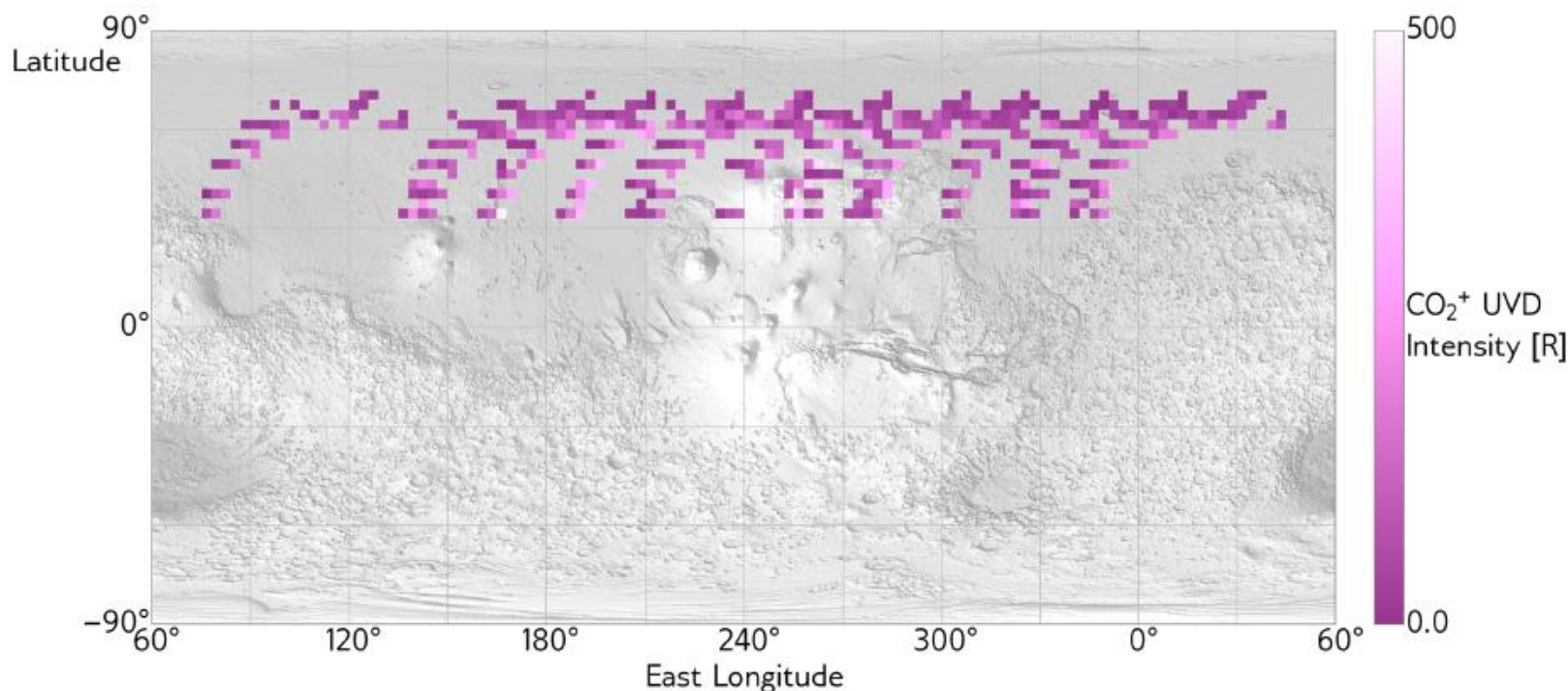


Fig.3. 2014年12月の観測による オーロラの発光の分布。

オーロラの輝度の高度分布

- 電子のエネルギーの最大値を100 keVと仮定したモデル (Strickland, 1976)により、オーロラの輝度のピークの位置が再現された。
- オーロラの輝度のピークは高度70 kmであり、discrete aurora や dayglow の輝度のピーク(130 km)より低い。

→ 観測されたオーロラは、discrete aurora や dayglow を発生させる粒子より高いエネルギー(～100 keV)の電子によって発生している。

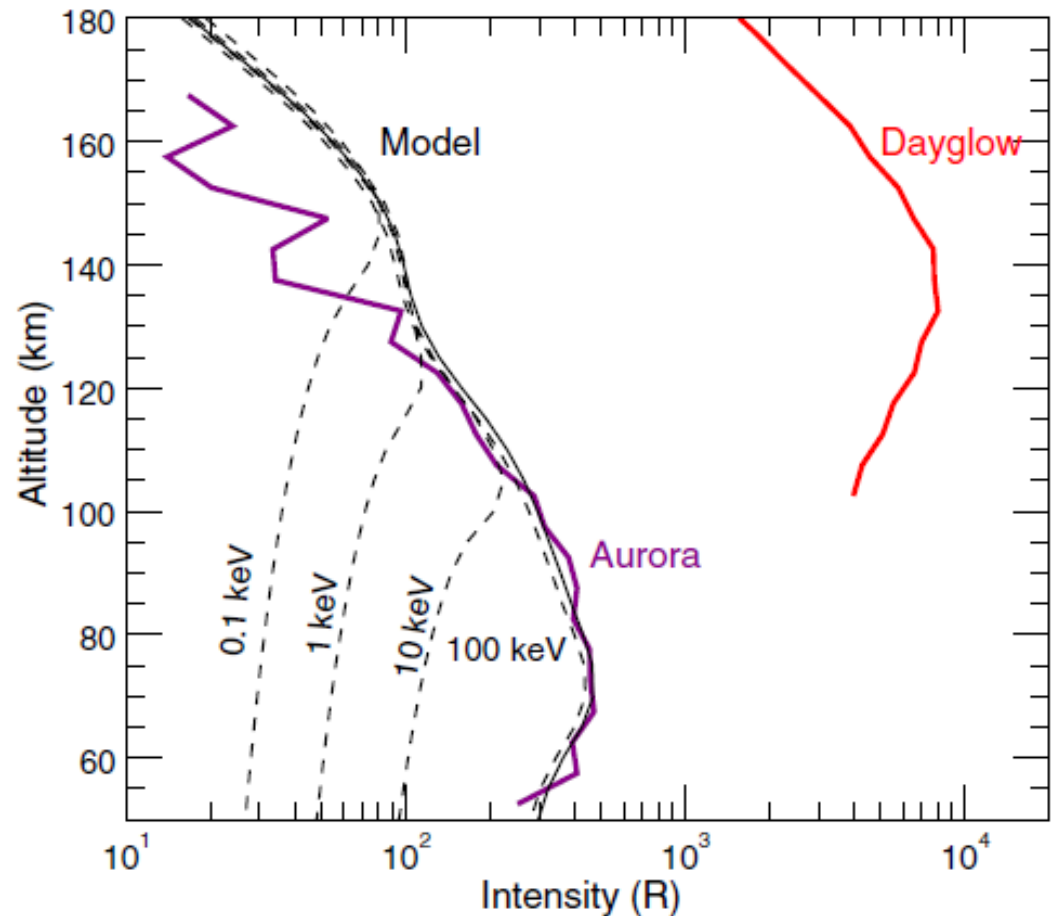


Fig.4. オーロラと dayglow の輝度の高度分布の観測値とモデル。

紫線はオーロラの、赤線はdayglowの輝度分布の観測値。黒線は、電子のエネルギー分布の観測結果を用いたオーロラの輝度のモデル。点線は、電子のエネルギーの最大値を仮定したときのオーロラの輝度のモデル。

結論・議論

太陽風の磁力線に沿って運動する粒子と火星大気の衝突により、diffuse aurora が発生する。

→ Diffuse aurora は遍在しており、これは粒子の大域的な降りこみが存在することを示唆している。

→ 火星大気の散逸率を考える際には、粒子の降りこみによって大気が電離・加熱される効果を考慮する必要がある。

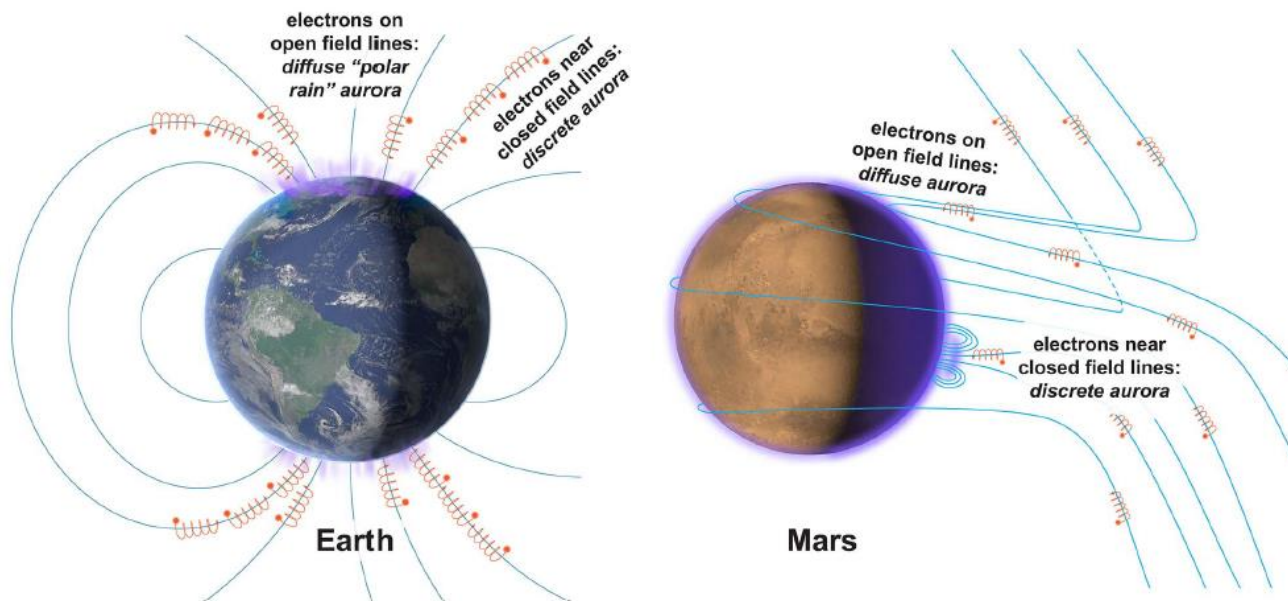


Fig.5. 地球と火星のオーロラ・磁力線の比較。