

紫外・赤外発光モデルによる土星極域赤外発光の起源

埜 千尋 [1]; Badman Sarah[1]; 笠原 慧 [1]; 藤本 正樹 [2]; 笠羽 康正 [3]
[1] ISAS/JAXA; [2] 宇宙研; [3] 東北大・理

Origin of IR emission in Saturn polar region using UV/IR emission model

Chihiro Tao[1]; Sarah Badman[1]; Satoshi Kasahara[1]; Masaki Fujimoto[2]; Yasumasa Kasaba[3]
[1] ISAS/JAXA; [2] ISAS, JAXA; [3] Tohoku Univ.

Recent in-situ and remote observations including Cassini spacecraft have been greatly improving our knowledge concerning Saturn's magnetosphere and aurora. Saturn's aurora in ultraviolet (UV) and infrared (IR) wavelengths show interesting similarity and differences. Several characteristics of the main auroral oval, circle- and spiral-shapes, are observed in both wavelengths. On the other hand, UV image in the polar region is very dark while several IR images show enhanced emission. In order to clarify the origin of the polar emission in Saturn, we investigate sensitivity of UV/IR emission to auroral electron energy and background atmospheric temperature.

We estimate UV and IR emission rates with background temperature and precipitating electron energy and flux as input parameters. Our results show that the observed feature, e.g., 10% UV and comparable IR of main oval, is achieved in the case with 10% flux of that of the main oval and 40 K temperature enhancement, or in the case with electron with 0.8 keV (if the main oval is assumed to be 10 keV) and 40 K temperature enhancement.

土星は、太陽系内で木星に次ぐ惑星半径と固有磁場を持ち、高速自転するガス惑星である。近年の Cassini 探査機による直接観測や、探査機および地球周辺の望遠鏡によるリモート観測から、土星電磁圏やオーロラの情報が、飛躍的に増えつつある。磁力線 open-closed 境界に位置すると考えられている土星のメインオーロラオーバルは、紫外および赤外波長域で類似した発光分布が観測される。他方、メインオーロラオーバルより極側の領域は、紫外波長では観測限界より暗いのに対し、赤外波長ではメインオーロラオーバルと同程度の発光が観測される。極域は、プラズマが自転速度で運動している観測例もあり、太陽風応答と自転効果を併せた、ダイナミックな変動を示す。発光の成因を通してこの極域環境を探索するツールとしても、この極域における発光現象は大変興味深い。

そこで本研究は、極域における赤外発光の起源を明らかにすることを目的に、土星大気発光モデルを作成し、降り込み電子のエネルギーおよびフラックスと背景大気温度の、紫外・赤外波長域の発光強度への寄与を調べた。

このモデルは、温度・中性密度分布を仮定した土星大気に、あるエネルギーおよびフラックスの電子を降り込ませたときの紫外・赤外放射強度を以下の手順で見積もる。電子の降り込みによる大気イオン化率・励起率の高度分布を作成したパラメータ式で得る。励起率から紫外の放射スペクトルを求め、炭化水素化合物による吸収を考慮する。透過する強度を観測される量とする。また、降下電子および太陽光に起因する電離大気イオン化学を解き、 H_3^+ の密度を求める。背景大気温度に依存した熱励起状態の H_3^+ からの放射強度を、non-LTE 効果を考慮して、赤外放射強度を導出する。メインオーバルを模した条件 (e.g., 降下電子は 10 keV と仮定) で見積もった紫外・赤外放射強度は、観測値と類似の値が得られていることが確認できた。

このモデルを用い、紫外・赤外放射強度の、降下電子のエネルギーおよびフラックス、背景大気温度への依存性が得られた。極域の紫外発光強度がメインオーバルの 10% 弱であり、赤外放射はメインオーバルと同程度となる条件を満たすには、(i) 極域の降下電子フラックスがメインオーバルの 10% で 40 K の外圏温度の上昇、あるいは、(ii) 極域の降下電子エネルギーが 0.8 keV で 40 K の外圏温度の上昇、が必要であると評価できた。

極域赤外発光増大時に対応する磁力線付近を観測していた Cassini の粒子計測器の観測データを調査中である。これにより、降り込み電子スペクトルを制限し、本モデル結果と合わせて現象の理解に迫りたい。