

太陽活動に依存した EUV スペクトル変化によって引き起こされる熱圏大気変動のモデル計算

Modeling of thermospheric variations caused by EUV spectral changes depending on solar activity

鈴木 美誉[1], 藤原 均[2], 福西 浩[3]

Miyo Suzuki[1], Hitoshi Fujiwara[2], Hiroshi Fukunishi[3]

[1] 東北大・理・地球物理, [2] 東北大学大学院理学研究科, [3] 東北大・理・地物

[1] Geophys, Sci, Tohoku Univ, [2] Graduate School of Science, Tohoku University, [3] Department of Geophysics, Tohoku Univ.

<http://pat.geophys.tohoku.ac.jp>

熱圏大気中の熱収支は様々な熱輸送過程により成立している。その中でも太陽極紫外線(EUV)放射による加熱は、熱圏加熱過程の中で最大であり、その大きさは様々な時間スケールで激しく変動することが知られている。本研究では、1次元中間圏・熱圏モデルを用いて太陽 EUV スペクトル密度の変化に対する熱圏大気の応答について調べた。本モデルでは、太陽活動度に応じて EUV スペクトルを変化させることにより、波長に依存した紫外加熱を詳細に評価することができる。得られた外気圏温度は太陽活動極小時で 730K、極大時で 1174K である。また熱圏の上端高度は、極小時で 410K、極大時で 560km となるなど、激しく変動する熱圏大気の振る舞いが再現されている。

地球超高層大気のエネルギ収支は、さまざまな加熱・冷却・熱輸送過程により釣り合いが保たれている。たとえば、極紫外線領域(EUV)の太陽放射による加熱は、上部熱圏において最も大きな加熱源である。また、磁気嵐や磁気圏サブストーム時に増大する対流電場によるジュール加熱と、オーロラ粒子の降り込みに伴う加熱は、高緯度熱圏に特有の加熱過程である。さらに、中間圏・下部熱圏では下層大気から伝播してきた重力波や潮汐波などの大気波動が砕波し、その結果として生じる乱流拡散による熱輸送が温度場に影響を

与えていることが明らかになってきた。

熱圏大気に入射する EUV 放射のエネルギは、太陽活動極小時においてさえも地球全体でおよそ 5.7×10^{14} W であり、地球磁気圏に注がれる太陽風エネルギに比べ 1 桁以上大きいことからその重要性は明らかである。また EUV 放射は、太陽活動度により激しく変動することが知られている。短波長側で、太陽活動極大時の連続スペクトル強度は、極小時の約 8 倍にも達する。このような変動が熱圏上部の温度構造に大きな影響を与え、エネルギ収支のバランスを変化させる。したがって、太陽活動度による熱圏大気温度場の変化を知るためには EUV スペクトルの情報が必須となるが、EUV スペクトルは観測・解析が困難なデータの一つであり、より精度の高い観測データを使用することが望まれる。

近年、新しい EUV フラックスの経験モデルが開発されたり、衛星観測によるリアルタイムでの EUV データが取得されるなど、EUV スペクトルに関する研究は大きく進展しつつある。これらの成果を導入することにより、より正確な熱圏大気温度場の議論ができるものと期待される。

本研究では、我々のグループで開発を進めている 1次元中間圏・熱圏モデルを用いて太陽 EUV スペクトル強度の変化に対する熱圏大気の応答について調べた。本モデルでは、太陽活動度に応じて EUV スペクトルを変化させることにより、波長に依存した紫外加熱を詳細に評価することが可能である。得られた全球平均での外気圏温度は、太陽活動極小時で 730K、極大時で 1174K であった。また、EUV による加熱が最大となる高度約 300km 付近では極大時の EUV 加熱率は極小時の約 3.2 倍になるとの結果が得られた。上記の温度変化に伴い、熱圏の上端高度は、極小時で 410km、極大時で 560km と変動する。このように、本研究において、激しく変動する熱圏大気の振る舞いや、エネルギ収支に関わる物理過程について平均的な描像が得られた。

今後、衛星・地上観測によるリアルタイムの EUV スペクトル情報を採り入れることにより、それに伴うリアルタイムでの熱圏応答に関して議論が可能になるものと考えられる。