

IMAGE FUV と SuperDARN による極域ジュール加熱率の導出

尾崎 直紀 [1]; 細川 敬祐 [1]; 小川 泰信 [2]
[1] 電通大; [2] 極地研

Deriving Joule heating rate in the polar region from IMAGE/FUV and SuperDARN

Naoki Ozaki[1]; Keisuke Hosokawa[1]; Yasunobu Ogawa[2]
[1] UEC; [2] NIPR

In the past studies, it has been tried to model the currents and the Joule heating rate in the polar ionosphere from a set of observations. However, the availability of the convection electric field and the conductance used for the modeling is not always perfect in time and space due to several limitations in the observations. Hence, the temporal evolution of the response of the ionosphere-thermosphere system to the energy input from the magnetosphere has not been understood well; thus, there still exist several unclarified issues.

In this paper, we established a method for deriving a global map of the Joule heating rate by combining the Pedersen and Hall conductivities as estimated from the global UV auroral observations of the IMAGE spacecraft and the convection electric field as obtained from Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN). To test the procedure, we estimated the Joule heating rate for two auroral substorm events identified from the IMAGE spacecraft observations on September 25, 2001 and January 12, 2002, and discuss its temporal evolution in detail.

As a result, it was found that there is no remarkable difference in the Joule heating rate between regions of high (due to the auroral substorm) and low conductivities. This implies that the Joule heating rate depends more on the convection electric field than on the conductance. In particular, during the event on September 25, 2001, when an auroral substorm occurred in a large area in the nightside, the significant enhancement of the Joule heating rate was not seen within the auroral bulges. This suggests that the convection electric field decreases in the regions of bright auroral activity and then the Joule heating rate does not increase in the auroral bulges. In the presentation, the derived temporal evolution of the Joule heating rate will be compared with observations of the neutral mass density anomalies in terms of the heating of the thermosphere caused by auroral substorms. In addition to the estimation of the Joule heating rate, field-aligned currents (FAC) will also be derived from the IMAGE/FUV and SuperDARN observations and their temporal evolution will be discussed in the framework of magnetosphere-ionosphere coupling system.

極域電離圏における電流やジュール加熱率をグローバルなスケールで推定する試みは、これまでも多くの研究によって成されてきた。但し、その推定の基礎となる電気伝導度や対流電場については、必ずしもグローバルにかつ連続的に値が得られる訳ではなかった。このため、オーロラサブストームなどの突発的な擾乱現象に応答する形で、電離圏・熱圏システムがどのような時間発展を示すのかについては、未だに解明されていない部分が多い。本研究では、IMAGE 衛星による紫外オーロラの広域撮像観測データから推定したペダーセン、ホール電気伝導度と、極域大型短波レーダーネットワーク (Super Dual Auroral Radar Network: SuperDARN) から導出した電離圏対流電場に基づいて、ジュール加熱率のグローバルな分布を算出し、その時間変動を明らかにすることを目的としている。まず、電気伝導度については IMAGE 衛星がオーロラサブストーム時の極域を撮像した紫外線画像を基に、経験モデルから推定を行った。推定された電気伝導度の信頼性については、ノルウェートルムソに設置されている EISCAT レーダーが同じ時刻に計測した値と直接比較し、経験モデルの妥当性を含めて検証を行っている。次に、SuperDARN から得られた視線方向ドップラー速度データを、極域静電ポテンシャルを球面調和関数で仮定することで展開し、求められた静電ポテンシャルの勾配をとることで電離圏対流電場を算出した。これらの物理量を用いて、2001年9月25日、2002年1月12日の2例のオーロラサブストームに関して、ジュール加熱率の分布を求め、その時間発展を追跡した。

ジュール加熱率は電場により強く依存しているため、オーロラサブストームの発生により広域に電気伝導度が上昇した領域においても、電気伝導度が低い場所と比べて顕著な違いは見られなかった。特に2001年のイベント中には、大規模なオーロラサブストームが起こったことが確認されているが、その領域においてジュール加熱率の大きな変動は見られなかった。この結果は、拡大するオーロラバルジの内部においては、電気伝導度が増大する代わりに電場が相対的に弱まるため、顕著なジュール加熱が起きていないことを示唆するものである。発表では、ジュール加熱による熱圏大気の変動が引き起こすと考えられている中性大気質量密度異常との関連性についても検証を行う。また、ペダーセン、ホール電気伝導度と電場から沿磁力線電流 (FAC) を導出した結果についても報告し、オーロラサブストーム時の磁気圏-電離圏結合プロセスの可視化についても議論を行う予定である。