

オーロラ発生時の極域電離圏・熱圏におけるエネルギー収支の理解に向けた研究

大山 伸一郎 [1]; 野澤 悟徳 [1]; 塩川 和夫 [2]; 栗原 純一 [3]; 津田 卓雄 [4]; 家田 章正 [2]; 藤井 良一 [1]; 高橋 透 [1]
[1] 名大・太陽研; [2] 名大 STE 研; [3] 北大・理・宇宙; [4] 極地研

Study of the energy balance in the auroral ionosphere and thermosphere

Shin-ichiro Oyama[1]; Satonori Nozawa[1]; Kazuo Shiokawa[2]; Junichi Kurihara[3]; Takuo Tsuda[4]; Akimasa Ieda[2];
Ryoichi Fujii[1]; Toru Takahashi[1]
[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] STEL, Nagoya Univ.; [3] CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [4] NIPR

www.stelab.nagoya-u.ac.jp/~soyama

A broad topic of the energy balance in the auroral ionosphere and thermosphere has been a fascinated objective for many researchers. One of the reasons for the long researching activity is that top three energy allocations associated with a substorm are enhancement of heating and convection in the polar ionosphere, auroral particle acceleration, and development of the ring current. First two terms directly relate to the energy balance in the auroral ionosphere and the thermosphere. It is well-known that Joule/frictional heating and Lorentz force are dominant mechanisms for thermospheric-wind acceleration and thermospheric-density changes associated with auroral activities. However, we need more studies regarding quantitative relationships between wind/density perturbations and amount of the dissipated energy. Actually, some literatures made quantitative discussion by estimating, for example, the heating rate from the energy equation; but often ignoring the time/spatial derivative terms.

We presented new observation results regarding mesoscale thermospheric wind/density changes at substorm onset and pulsating aurora at previous SGEPS meeting in 2011. Recent further analyses suggested that acceleration direction of the lower-thermospheric wind at substorm onset can be explained by the sum of Lorentz force and pressure-gradient force. Furthermore a few more events of the lower-thermospheric wind perturbations during pulsating aurora were found in addition to two events reported in our paper (Oyama et al., Ann. Geophys., 2010). In this paper these observational results will be presented. We also proposed a new observation plan to improve time resolution of the electric-field measurement by using the European Incoherent Scatter (EISCAT) radar at the previous SGEPS meeting. The experiment was conducted in winter 2011, and the initial result will be presented in this paper.

太陽風から地球磁気圏を経て超高層大気に輸送されるエネルギーと、その結果生じる地球大気の変動を理解することは我々の科学目的の一つである。例えば、サブストームで放出されるエネルギーの主な配分先は、極域電離圏の加熱と対流の形成、オーロラ粒子の加速、リングカレントの形成である。最終的にはこれらを三位一体として総合的に理解すべきであるが、我々は最初の2項目に関係する、オーロラ発生時の極域電離圏・熱圏におけるエネルギー収支をより理解していくための研究を進めている。

オーロラ活動に伴い熱圏密度・風速を変動させる物理メカニズムには、ジュール加熱（熱圏大気という抵抗中を電離圏電流が流れることによって発生する熱）や摩擦加熱（イオンと中性大気粒子との相対速度に起因した摩擦熱）による熱圏温度の上昇と圧力勾配の変化による力のバランスの変化、ローレンツ力による熱圏風速の加速が知られている。しかし加熱量や力の大きさと熱圏密度・風速の変化量との関係は必ずしも十分に理解されておらず、今後は定性的な議論（どんなメカニズムがあるのかという議論）より定量的議論（そのメカニズムがどれだけ寄与するのかという議論）が重要になる。これまでも定量的議論は行われてきたが、時間・空間分布の一様性を仮定するなど近似的推定に止まっており、基礎方程式（運動方程式、連続の式、エネルギー方程式等）の時間・空間微分項をより厳密に考慮した理論・観測研究が発展すべき状態にある。

前大会にて、メソスケール（空間分布・時間変動が概ね 100-1000 km で数時間以内の規模）の現象のなかで定量的理解が得られていない観測例としてサブストームオンセットや脈動オーロラに伴う下部熱圏密度・風速の急激な変動を紹介した。その後の追加解析の結果、オンセット時の下部熱圏風速の加速方向は、ローレンツ力と圧力勾配力の合力でかなり説明できることが分かった。また、それまで1つの発表論文（Oyama et al., AnnGeo, 2010）しかなかった脈動オーロラ中での下部熱圏風速の変動と類似した現象が他にも幾つか発見された。本大会では、これらの解析結果を報告する。また前大会で、今後これらの現象の理解を進めるために必要な観測計画の提案を行った。その一環として、電場測定の高時間分解能化を目指し欧州非干渉散乱（EISCAT）レーダーを用いた新しいデータ解析手法を、2011年冬に実施した特別実験データを利用して開発中である。その初期結果を紹介する。