

EISCAT-FPI同時観測データを用いた地磁気擾乱時における下部熱圏大気ダイナミクスの研究

Lower thermospheric wind dynamics during geomagnetic disturbance intervals using data from EISCAT and FPI

久保田 賢^{1*}, 大山 伸一郎¹, 野澤 悟徳¹, 津田 卓雄¹, 塩川 和夫¹, 大塚 雄一¹, 宮岡 宏², 堤 雅基², 小川 泰信², 藤井 良一¹

Ken Kubota^{1*}, Shin-ichiro Oyama¹, Satonori Nozawa¹, Takuo Tsuda¹, Kazuo Shiokawa¹, Yuichi Otsuka¹, Hiroshi Miyaoka², Masaki Tsutsumi², Yasunobu Ogawa², Ryoichi Fujii¹

¹名大・太陽研, ²極地研

¹STEL, Nagoya Univ, ²NIPR

北欧トロムソ(北緯69.6度、東経19.2度)において、電離圏観測に優れた能力を持つ、欧州非干渉散乱(European Incoherent Scatter: EISCAT)レーダーが運用されており、日本は加盟国の1つとして、EISCATレーダーを用いた各種実験を実施してきている。EISCATトロムソ観測所において、名古屋大学太陽地球環境研究所のグループは、プロトンイメージャー(波長486.1 nm)、4波長フォトメーター(427.8 nm, 557.7 nm, 630.0 nm, 844.6 nm)、ファブリペロー干渉計(FPI: Fabry-Perot Interferometer)、多波長全天カメラ(557.7 nm, 630.0 nm, OH band, 589.3 nm, 572.5 nm, 732.0 nm)、MFレーダーを、国立極地研究所のグループは、全天デジタルカメラ、全天高感度TVイメージャー、広視野高感度TVイメージャー、流星レーダーをそれぞれ運用している。これらの観測機器とEISCATレーダーを相補的に用いる事により、磁気圏?電離圏?熱圏結合過程(例えば、3次元電流系、下部熱圏・上部中間圏の変動等)を理解するための研究を進めている。

極域超高層大気では、磁気圏から太陽風エネルギーの注入(降下粒子加熱、ジュール加熱等)を受ける。このエネルギー流入の際に、加熱やイオンドラッグにより大気は変動すると考えられているが、どのような物理過程によってどの程度変動するかは理解は、未だ不十分である。3次元電流系、オーロラアーク内および近傍の電場変動、それらに伴う大気変動の解明は、磁気圏?電離圏?熱圏結合を解明する上で、重要な課題の一つである。Fujii et al. [JGR 114, A09304, doi:10.1029/2009JA014319, 2009]は、EISCATレーダーと光学観測機器を用いたイベント研究を行い、3次元電流系について以下の解釈を報告した。一つの電流系モデルとして、上向き及び下向き2方向の沿磁力線電流(FAC: field-aligned current)が電離圏ペダーセン電流により閉じる系を考えると、オーロラアークの近傍に存在する上向きFAC領域では、オーロラ電子が磁気圏から降り込み、電子密度が増加する。下向きFAC領域では、電流の連続性を保つ為に下向きの沿磁力線電場が増加し、電離圏電子が上向きに加速され電流の連続性を保とうとする。この沿磁力線電場の増加によって、磁気圏起源のプロトンが降り込み、電離圏電子密度増加に寄与する。また、電子密度減少により電離圏電気伝導度が低下するため、上向き及び下向きのFACを閉じるように、地球磁場に垂直方向の電離圏電場が増加する。Fujii et al.が解析したイベントでは、オーロラアーク発生時、電子オーロラとプロトンオーロラの発光領域を区別することができなかったが、時間経過とともに、プロトンオーロラはアーク状の電子オーロラの極側へと空間的に乖離した。また、プロトンオーロラが発生したとされる領域では、電離圏電場の増加が見られた。磁場データも、地磁気擾乱による西向き電流が増加したことを示唆しており、電離圏電場が増加するという解釈に一致した。

このイベント研究では、EISCATレーダーで電場データを取得できなかったため、電場情報としてFarley-Buneman不安定によるE領域電子温度上昇から推定した値を用いた。そのため、ジュール加熱率やイオンドラッグ加速度などを定量的に導出することはできなかった。また、下部熱圏風速を測定することができるFPIの運用は開始していなかった。今回我々は太陽風エネルギー流入時に熱圏大気の変動するのか、また変動するとしたらどのような物理過程によって変動するのかを明らかにするため、トロンソにてFPIが稼働し始めた2009年1月から3月、および2009年10月から2010年1月までに取得されたEISCATレーダーとの同時観測データを調べ、8例のイベントに注目して解析を進めている。特にこの中で、Fujii et al. [2009]のイベントと類似したイベント(2009年1月25日-26日)を発見し、集中的に解析を進めている。講演では、これらの解析結果について報告し、さらに、プロトンオーロラと電子オーロラの空間分布において、両者の乖離が見られないイベントについても、議論する予定である。

キーワード: EISCAT, ファブリペロー干渉計, 下部熱圏, 3次元電流系, オーロラアーク

Keywords: EISCAT, FPI, Lower thermosphere, 3D current, Auroral arc