

EISCAT レーダーと多波長フォトメーター同時観測による降下電子エネルギーの研究

Derivation of the energy spectrum of precipitating electrons using EISCAT and multi-wavelengths photometer observations

足立 和寛[1], 藤井 良一[2], 野澤 悟徳[2], 山口 敏明[2], 大山 伸一郎[3], Asgeir Brekke[4], Chris M. Hall[5], 小野 高幸[6]

Kazuhiro Adachi[1], Ryouichi Fujii[2], Satonori Nozawa[2], Toshiaki Yamaguchi[3], Shin-ichiro Oyama[4], Asgeir Brekke[5], Chris M. Hall[6], Takayuki Ono[7]

[1] 名大・理・素粒子宇宙, [2] 名大・太陽研, [3] 通総研, [4] トロムソ大・オーロラ観測所, [5] トロムソ大・理, [6] 東北大・理

[1] Particle and Astrophysical Sci., Nagoya Univ, [2] STEL, Nagoya Univ, [3] STEL, Nagoya Univ., [4] CRL, [5] The Auroral Observatory, [6] Faculty of Sci., Univ. of Tromsø, [7] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.

磁気圏-電離圏結合の物理過程の解明は太陽地球系物理の重要な課題の一つである。オーロラ発光を引き起こす磁気圏から電離圏へと降り込む電子は、上向きの沿磁力線電流を担っており、磁気圏と電離圏間での電磁エネルギーの交換を行いながら3次元電流系の一端を形成している。3次元電流系は電離圏を介して閉じていると考えられており、電離圏における2次元電流の空間時間分布を観測することは、3次元電流系の物理メカニズムの解明に繋がる。我々は、電離圏観測から2次元電流の導出に必須な電気伝導度の空間時間分布を導出し、オーロラを伴う3次元電流系のエレクトロダイナミクスの解明を目指している。現段階では、方法論の書確立のため下記に示すような1次元の光学観測を行っているが、方法論が確立された場合、2次元観測(掃天型フォトメーターの2地点からの観測)3次元観測(複数点からの単色オーロライメージ観測)に拡張し、トモグラフィーの手法をあわせ用いることにより広い空間領域内の降下電子(電気伝導度)の情報を得る計画である。

降下粒子は、ロケットや人工衛星により直接観測が行われている。また、リモートではあるが、非干渉散乱(Incoherent Scatter : IS)レーダーを用いた電離圏の観測からも降下電子の情報が得られる。ISレーダー観測から得られた電子密度の高度分布と降下電子による大気電離度を計算したモデル、中性大気モデルなどを組み合わせることで降下電子のエネルギースペクトルを得ることができる(Brekke et al., 1989, Fujii et al., 1995)。しかし、これらの観測は本質的に1点観測であるため、オーロラに伴うような時間変動が激しく、局所的な現象を時間空間分解能良く観測することは難しい。

オーロラ発光を用いた降下電子の物理量の観測は以前から行われていた。オーロラ発光輝線間の強度比から理論に基づいて降下電子の平均エネルギーとフラックスの推定ができる。オーロラの発光を2次元的に同時に観測することができ、観測機器が他の観測機器に比べ小規模なため多地点での観測を行いやすいため、降下電子の情報を時間分解能良く広域で観測することが可能である。しかし、そこから得られた物理量の正当性について観測面から定量的には実証されてきていない。

我々は、光学観測から得られた降下電子の平均エネルギーとフラックスの妥当性をEISCAT UHFレーダーとの同時観測から定量的に検証するため、EISCATレーダーサイトであるノルウェートロムソ(69.6°N)に4波長分光型フォトメーターを設置し無人定常観測を行っている。観測を行う波長は、427.8 nm (N2+ 1NG (0,1) Band)と630.0 nm (OI)、670.5 nm (N2 1PG (5,2) Band)、844.6 nm (OI)である。不確定さを排除するため、視野角をEISCAT UHFレーダーとほぼ同じ1.2°とし、観測方向を沿磁力線方向に固定して行っている。EISCAT UHFレーダーとの同時観測は、天候やEISCATレーダーの稼働時間、オーロラの発生頻度から考えて非常に困難であるため、自動定常観測が行える観測システムを構築し用いている。同時にデジタルカメラを用いた画像撮像システムを構築し一分間に一枚の画像を取得している。

現在、2001年10月16日、11月13日、12月12日にEISCAT UHFレーダーとの同時観測に成功している。10月16日の初期解析から、EISCATレーダーにより観測された電子密度の変動と発光強度比から導出された降下電子の平均エネルギーには良い相関が見られた。本講演では、降下電子の平均エネルギー、及びフラックスを定量的に求めEISCATレーダーとの比較結果を中心に報告する。