

要旨

磁気圏から電離圏へ降下する電子やイオンは、磁気圏内のプラズマの分布・運動や加熱過程、沿磁力線加速過程、電離圏におけるオーロラの発光・運動や電離圏電流駆動に中心的な役割を果たしている。そのため、降下電子・イオンのエネルギーやフラックスの空間・時間変動分布を定量的に知ることは磁気圏電離圏物理をより良く理解する上で重要である。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。しかし、これらの観測は基本的に 1 点観測であり、オーロラの動きに伴うようなエネルギーやフラックスの空間的・時間的変動を観測することは難しい。

一方で、リモートではあるが、地上からの観測からも降下粒子の平均エネルギーやフラックスを求めることができる。非干渉散乱(Incoherent Scatter : IS)レーダーを用いた電離圏の観測は、その一つである。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、IS レーダーは本質的には 1 点観測であるため、広い空間を観測するためには長い時間がかかり、また非常に大規模な観測機器であり、極域の多数の地点に配置し広域の観測を行うことは難しい。

オーロラ発光を用いた降下電子の物理量の観測は、以前から行われてきた方法で、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。他の観測に比べ 2 次元的な観測が可能であり、観測機器も小規模なため多地点での観測を行いやすい。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。

本研究では、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 の電離圏観測と同時観測することにより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ルムソ(69.6° N)に 4 波長分光型フォトメーターを設置し観測を開始した。観測を行う波長は、427.8 nm (N_2^+ 1NG (0,1) Band)と 630.0 nm (OI)、670.5 nm (N_2 1PG (5,2) Band)、844.6 nm (OI)である。EISCAT UHF レーダーとの同時観測は、天候や EISCAT レーダー稼働時間、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た。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。

2001 年 10 月 16 日に EISCAT レーダーとフォトメーターの同時観測を行った。その結果、下部電離圏における電子密度の変動は、フォトメーター観測から得られた発光強度比(844.6 nm/427.8 nm と 844.6 nm/670.5 nm)により推定された平均エネルギーの変動とよく一致していた。このことからこれらの発光強度比は平均エネルギーの良い指標になることが確認された。今後、同時観測例を増やし導出される物理量の定量的な検証を行い、電離圏の 2 次元的な観測へと応用、発展させる予定である。