

磁気圏から極域電離圏へ流入する電磁エネルギーと降下電子の関係

Relationship between dissipation of electromagnetic energy and energy deposition by precipitating particle in the polar ionosphere

半田 弘司 [1]; 藤井 良一 [2]; 小川 泰信 [3]; 野澤 悟徳 [2]

Hiroshi Handa[1]; Ryoichi Fujii[2]; Yasunobu Ogawa[3]; Satonori Nozawa[2]

[1] 名大・理・素粒子宇宙; [2] 名大・太陽研; [3] 名古屋大学太陽地球環境研究所

[1] Particle and Astrophysical Sci., Nagoya Univ; [2] STEL, Nagoya Univ; [3] STE Lab., Nagoya Univ.

磁気圏と電離圏・熱圏はエネルギーや物質の交換を通して強く結合し、相互に作用を及ぼし合っている。磁気圏から電離圏・熱圏に流入するエネルギーには、電磁エネルギーと降下電子に伴う運動エネルギーがある。これらの電磁エネルギーと降下電子に伴う運動エネルギーが磁気圏から電離圏・熱圏へ、どのような物理過程を経て流入・消費されるのかを理解する事は、磁気圏 電離圏 熱圏結合の未解明な中心課題の一つである。

本研究では、トロムソ（地理緯度：北緯 69.6 度）に設置されている欧州非干渉散乱レーダー（European Incoherent SCATter レーダー：以下、EISCAT レーダー）による観測から、磁気圏から電離圏に注入される電磁エネルギー及び降下電子に伴う運動エネルギーの空間分布を求め、相互の関係を比較研究することにより、磁気圏から流入するエネルギーが電磁および降下電子のエネルギーにどのように配分されるかを定量的に調べることを目的とする。具体的には、EISCAT UHF レーダーの、沿磁力線方向にビームを固定して観測するモード（Common Program One：以下、CP-1）で観測された全てのデータを用いて、電磁エネルギーと降下電子のエネルギーを定量的に評価する。電離圏でのエネルギー消費としてジュール熱消費があるが、ジュール熱消費を考える上で中性大気によるダイナモ電場をも考慮しなければならない。つまり、観測された電場を E 、中性風速度を U とすると、トータルな電場は $E' = E + U \times B$ となり、ジュール熱はペダーセン電気伝導度を sp とし、 $Joule = sp \times E'^2$ と表される。しかしながら、EISCAT UHF レーダーの CP-1 は、1980 年後半では 130 km 程度までの高度しか 3 点観測はカバーしていないので、電離圏全体のダイナモ電場 ($U \times B$) の推定が行えない。さらに、1992 年以降については、3 点観測は F 領域でしか行なっていないため、E 領域でのダイナモ電場の推定は行えない。以上の事を考え合わせて、本研究ではダイナモ電場の効果を考慮しない事とする。そのため、ジュール熱消費ではなく、磁気圏から電離圏への電磁エネルギーフラックス $J_p \times E = sp \times E' \times E$ (J_p はペダーセン電流) を用いる事とするが、 E' は観測から求められないので、その近似式として $J_p \times E = sp \times E^2$ を用いる事とする。また、降下電子の運動エネルギーは、全エネルギーが中性大気の電離に使われる事を仮定し、電離過程と再結合過程が平衡状態にあることを考慮して、電離密度の高度分布を用いて求められる、再結合に使われるエネルギーを用いる。このエネルギー量は、再結合係数を a_{eff} 、電子密度の高度分布を $N(h)$ とすると、 $a_{eff} \times N(h)^2$ に比例する。

本研究では、1987 年から 2005 年までに得られた CP-1 モードの全データを用いて解析を行なった。特に、降下電子のエネルギーが正確に見積もられる日陰時の統計解析結果から、電磁エネルギーと降下粒子エネルギーが反相関となる傾向があることが分かった。本発表では、沿磁力線電流や降下粒子の特性が磁気緯度や経度方向の領域によることを考慮し、場所毎の相関・反相関の様相についても報告する。