

極域F領域における中性大気振動のイオン運動への影響

Effects of atmospheric oscillations on the field-aligned ion motions in the polar F region

大山 伸一郎 [1], 石井 守 [2], 野澤 悟徳 [3], Stephan C. Buchert [4], 藤井 良一 [3]

Shin-ichiro Oyama [1], Mamoru Ishii [2], Satonori Nozawa [3], Stephan C. Buchert [4], Ryouichi Fujii [3]

[1] 名大・理・素粒子宇宙, [2] 通総研, [3] 名大・太陽研, [4] 名大・太陽地球環境研究所

[1] Particle and Astrophysical Sci., Nagoya Univ, [2] CRL, [3] STEL, Nagoya Univ, [4] STEL, Nagoya University

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/>

1997年2月8日の夜間にノルウェーのトロムソにてEuropean Incoherent Scatter (EISCAT) レーダーと掃天型ファブリペロー干渉計との同時観測を実施した。地磁気静穏時において高緯度F領域で観測されたイオンおよび中性大気の磁力線方向の運動の比較は以下のことを示唆した。

(1) この領域におけるプラント・バイサラ周期(高度230 kmで約12分)以上の周期(約12~25分)でイオンと中性粒子が共に磁力線方向に振動し、(2) 両者の振幅はほぼ等しく、最大約70 m/sであり、(3) 両者の間に時間的ずれはなく、同調して振動していたこと、などが示唆された。

1997年2月8日の日没後から真夜中にかけてノルウェーのトロムソ(北緯69.5°、東経19.2°)にてEuropean Incoherent Scatter (EISCAT) UHF レーダーと掃天型 Fabry-Perot interferometer (FPI) との同時観測を実施した。EISCATレーダーによって高度165~297 kmを高度分解能約22 km、時間分解能90秒で磁力線方向のイオン速度を導出し、掃天型FPIによって波長630 nmのオーロラ光のドップラーシフト量から約90秒毎に磁力線方向の中性風速度を導出した。本同時観測により磁力線方向のイオン・中性風速度をそれぞれ独立に求めることができた。本講演では地磁気静穏時(2200~2330 UT)における高緯度F領域で観測されたイオンおよび中性大気の磁力線方向の運動に着目する。

電離圏擾乱と熱圏中性大気運動はHines [1960]によって最初に理論的な考察が与えられた。その後、Hook et al. [1968]と Testud and Francois [1971]は双極性拡散を含めた磁力線方向のイオン—中性大気相互作用に関して考察を加えた。これらの理論を支持する観測結果が中性大気観測(例: 全天イメージャー、光学干渉計、衛星に搭載された質量計)およびプラズマ観測(例: 非干渉散乱レーダー、HF 及び MF レーダー、イオンゾンデ、電離圏全電子数観測)によって報告されている[例: Taylor and Edwards, 1991; Williams et al., 1993]。これらの観測結果は移動性電離圏擾乱の伝播と大気重力波の伝播の結合、大気重力波の発生と高緯度電離圏擾乱との関係を示唆した。しかしプラズマと中性大気の運動をそれぞれ独立に同時観測し、熱圏・電離圏大気運動を研究した例はほとんどない。

磁力線方向のイオンの運動は中性風ドラッグによるものと双極性拡散で構成される。本研究で着目された高度165~297 kmは本観測に関してはF2ピーク以下の高度であった。従って双極性拡散速度が磁力線方向のイオン速度に寄与する割合は、第一近似的には高度上昇とともに大きくなる。しかし2200~2330 UTにF領域で観測されたイオン速度は、双極性拡散速度よりその観測高度における中性風の磁力線方向への投影成分をより顕著に反映していた。

FPI フリンジは、中性風によるドップラーシフト量と発光強度によって決定される。フリンジピークのカウンント数がピーク発光効率に比例すると仮定すると、FPIから導出される中性風速度は発光効率がピークとなる高度における中性大気運動を反映すると考えることができる。一方、ピーク発光効率の高度は電子密度およびプラズマ温度の変動に伴い変化すると考えられる。本研究においては、酸素原子(波長630 nm)の発光効率の高度プロファイルをMSISモデルから導出された中性大気パラメータとEISCATレーダーによって観測された電離圏パラメータを用いて計算した。導出した発光効率の高度プロファイルを用いてピーク高度を同定し、対応する高度におけるイオン速度と、FPIによって観測された中性風速度との比較を行った。そして、以下のことが明らかになった。

(1) この領域におけるプラント・バイサラ周期(高度230 kmで約12分)以上の周期(約12~25分)でイオンと中性粒子が共に磁力線方向に振動し、(2) 両者の振幅はほぼ等しく、最大約70 m/sであり、(3) 両者の間に時間的ずれはなく、同調して振動していた。さらに、(4) 本観測に関しては、磁力線方向のイオン運動へは、中性風の南北成分より鉛直成分の寄与が大きいと予想されること、(5) FPIはピーク発光効率を与える高度における中性大気運動を選択的にモニターすること、などが示唆された。講演ではこれらの結果を示すとともに、地磁気静穏時のF領域における磁力線方向のイオン運動について議論する。

Hines, C. O., Can. J. Phys., 38, 1441-1481, 1960.

Hooke, W. H., J. Atmos. Terr. Phys., 30, 795-823, 1968.

Taylor, M. J., and R. Edwards, Geophys. Res. Lett., 18, 1337-1340, 1991.

Testud, J., and P. Francois, J. Atmos. Terr. Phys., 33, 765-774, 1971.
Williams et al., J. Atmos. Terr. Phys., 55, 683-696, 199