

金星電離圏における磁場形状と電子密度・温度の太陽風依存性

Dependence of solar wind on magnetic field, electron density and temperature in the Venus ionosphere

柿並 義宏[1]; 渡部 重十[1]

Yoshihiro Kakinami[1]; Shigeto Watanabe[1]

[1] 北大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ

金星は固有磁場を持っていない。そのため地球のように磁場で守られることなく、太陽風と金星大気が直接相互作用を行い、運動量・エネルギーを交換する。金星には、地球で見られない様々な特有の現象が見つっている。この多くは太陽風との相互作用によって生じると考えられている。

電離圏のプラズマは、太陽風および太陽風とともに流れてくる惑星間磁場 (IMF) の影響を非常に強く受ける。太陽風動圧や太陽風の向き、IMF の方向により刻一刻と電離圏は様子を変えていく。太陽風の変動に対応した電離圏プラズマ分布を調べることは太陽風と金星大気の相互作用を調べる上で不可欠である。電離圏に入り込んだ磁力線は太陽風の変動に応じて、その強さや形状を変化させ、電離圏プラズマの運動、熱収支に影響を与える。そこで、本研究では太陽風の向きと IMF の向きを基準とした太陽風座標系を定義し、その座標系において Pioneer Venus Orbiter (PVO) によって得られたデータを基に磁場形状、プラズマ分布を調べた。太陽風座標系 X-Y 平面上における X 軸からの角度を磁気経度とする。

PVO のデータから、太陽風動圧が低い場合、昼側で磁力線は地面に対して水平を向き、磁気経度 160 度付近で向きを変え、高度 300 km 以上で垂直を向く形状をしていることが分かった。磁気経度 200 度にも同じ形状の磁力線が観測された。これらの磁力線は電離圏の外側につながっている。これは磁気赤道域、磁気中緯度域とも同じ傾向である。磁気経度 180 度、高度 500 km 以上の場所では昼側からドレイブしてきた磁力線の向きと逆向きの磁力線が観測された。この磁力線は昼側に引っかかった磁力線が両極を回りこみ、夜側で電離圏の外のつながっている磁力線が存在することを示している。

太陽風動圧が高い場合、磁気赤道における昼側電離圏での磁場の方向は地面と水平向きであった。水平な磁場は磁気経度 160 度付近で垂直に向きを変え、磁気経度 180 度付近で山のような形状をした夜側電離圏全体を覆うようなループ状の磁力線が観測された。このループ状磁力線は太陽風動圧が高い磁気赤道域にのみ観測された。ループ状磁力線は磁気リコネクションの結果であると考えられる。

太陽風動圧が低い場合、電離圏の電子温度の高度分布は磁気経度によらず同じであった。磁気経度 80 度付近に 1500 km 以上まで電離圏が広がっていることが観測された。同様の構造が磁気経度 280 度で見られるが、1000 km 程度の高さまでしか広がっていない。磁気経度 110 度から 230 度、高度 500 km 以下では磁気経度によらず電子数密度はほぼ一定であった。磁気経度 180 度、高度 500 km 付近に周囲より電子数密度が高いセントラル・テイル・レイが見つかった。

太陽風動圧が高い場合、磁気赤道ではループ状磁力線が見られた磁気経度 150 度および 200~230 度付近において、周囲よりも電子数密度が低くなっている構造が見つかった。ループ状磁力線の中心部分ではやや密度が高くなっている。磁気経度 80 度、260 度付近の電離圏は高度 800 km と太陽風動圧が低い場合に比べ低くなった。

太陽風動圧が高い場合、低い場合に比べて電離圏全体の電子温度が高くなった。電子数密度が低くなる磁気経度 120 度および 230 度付近で電子温度が高くなっている場所が見つかった。ループ状磁力線の周辺では太陽風からの熱フラックスが流入しやすくなっていると考えられる。ループ磁力線の内側では、太陽風動圧が低い場合に比べてやや電子温度が高くなっているものの、ループ状磁力線の外側の電子温度と比べて低いため、熱フラックスは妨げられていると考えられる。磁気中緯度ではループ状の磁力線は見られなかったが、ループ状の磁力線が見られた磁気赤道と同じような場所、磁気経度 210 度付近に局所的な密度減少が見られ、電子温度は周囲よりも高かった。