

金星大気散逸に惑星間空間磁場方向が及ぼす影響

益永 圭 [1]; 二穴 喜文 [2]; 山内 正敏 [3]; Barabash Stas[2]; 寺田 直樹 [4]; 鍵谷 将人 [5]; 笠羽 康正 [6]; 岡野 章一 [7]
[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気
; [2] IRF; [3] IRF-Kiruna; [4] 東北大・理・地物; [5] 東北大・理・地球物理; [6] 東北大・理; [7] 東北大・理・PPARC

Plasma environment of Venus controlled by IMF directions

Kei Masunaga[1]; Yoshifumi Futaana[2]; Masatoshi Yamauchi[3]; Stas Barabash[2]; Naoki Terada[4]; Masato Kagitani[5]; Yasumasa Kasaba[6]; Shoichi Okano[7]
[1] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.
; [2] IRF; [3] IRF-Kiruna; [4] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [5] Dep. of Geophys., Tohoku Univ.; [6] Tohoku Univ.; [7] PPARC, Tohoku Univ.

<http://pparc.geophys.tohoku.ac.jp/>

Venus has quite a different plasma environment from the Earth. The lack of intrinsic magnetic field on Venus results in the direct interaction between its upper atmosphere and the solar wind. Oxygen and other heavy ion species escaping from the upper atmosphere to the space have been observed in the vicinity of Venus. The purpose of this study is to understand how the global structure of the Venusian plasma environment depends on the IMF direction. Recently, it is reported that the magnetic environment of Venus highly depends on the direction of the interplanetary magnetic field (IMF) [e.g. Du et al., 2009]. Usually, IMF has a component perpendicular to the Venus-Sun line. However, sometimes the IMF direction has only a component parallel to the Venus-Sun line. In this circumstance, the magnetic barrier of Venus appears to be vanished based on magnetometer observations. The disappearance of the magnetic barrier is also reproduced by a global simulation of Venus [e.g. Zhang et al., 2009]. It is also suggested by the global simulation that the IMF direction controls the atmospheric escape flux by the global change of the Venusian plasma environment [e.g. Liu et al., 2009]. By using ion velocity distribution functions measured by ASPERA-4 instrument onboard Venus Express [e.g. Barabash et al., 2007] for a period of 2006 - 2008, We investigated plasma environment of Venus and its dependence on the IMF directions that were obtained by magnetometer (MAG) [e.g. Zhang et al., 2006]. We classified all the orbits into two cases: perpendicular to the Venus-Sun line (perpendicular case) and parallel to it (parallel case). We found that the spatial distribution of high energy O⁺ fluxes (>100eV) is different between two cases. The O⁺ fluxes could be observed frequently coinciding with a reversal of magnetic field x component, B_x, (the x-axis points from Venus towards the Sun) on both cases. Reversal of B_x is known as a plasma sheet where planetary ions are accelerated [e.g. Barabash et al., 2007]. Most of B_x reversals are observed along a convection electric field formed by upstream IMF for the perpendicular case. On the other hand, the B_x reversals are scattered randomly for the parallel case. In addition, in many orbits for the parallel case, multiple B_x reversals are identified. It indicates that upstream IMF directions affect the formation of local plasma sheet. In the perpendicular case, IMF can drape the ionosphere of Venus forming large convective electric field and plasma sheet at the electric pole. On the other hand in the parallel case the plasma sheet configuration is not so simple. The magnetic field is disturbed in the induced magnetosphere forming many B_x reversal points, resulting in expansion of the ion acceleration regions more than the perpendicular case.

金星は固有磁場を持たないため超高層大気と太陽風が直接相互作用し、地球とは異なるプラズマ環境が形成されている。特に金星電離層からは酸素をはじめとする大気成分が荷電粒子の形で宇宙空間へ散逸していることが観測されている。近年、Venus Express に搭載された磁場観測器によって、金星の超高層磁場環境が金星上流の惑星間空間磁場 (IMF) の方向に大きく依存するということが報告された [e.g. Du et al., 2009]。IMF は平均的に金星と太陽を結ぶ線 (Venus-Sun line) に対して垂直な成分を持っているが、時にその垂直成分が弱まり、IMF が Venus-Sun line とほぼ平行になることがある。このような IMF のときの磁場観測によると、存在していた金星の誘導磁気圏が消失したように見える。この結果はシミュレーションとも一致しており、IMF が平行になるほど O⁺ の散逸量が増すという計算結果も報告されている [e.g. Zhang et al., 2009, Liu et al., 2009]。本研究の目的は Venus Express 搭載 ASPERA-4 センサーによって取得された、プラズマの 3 次元速度分布関数を用い、IMF の方向が Venus-Sun line に対して「垂直な場合」と「平行な場合」の金星超高層プラズマ環境を比較、検討することにより、IMF の方向に対する金星のプラズマ環境の差異、および、プラズマ散逸過程と散逸量への影響を明らかにすることである。金星付近の 2006 年から 2008 年にわたるデータを検討した結果、IMF が「垂直な場合」と「平行な場合」で高エネルギー O⁺ (>100eV) の観測される空間分布が異なることが分かった。このイオン流出は「垂直な場合」は上流の対流電場方向に依存して見られるのに対し、「平行な場合」はその依存性は見られず、様々な領域で観測された。また、両ケースにおいて、高エネルギー O⁺ が観測されるとほぼ同時に B_x の反転 (x 軸: 金星-太陽方向) を観測した。これはプラズマシートと呼ばれ、イオンの加速領域の一つであると考えられている [e.g. Barabash et al., 2007]。両ケースを比較すると、「垂直な場合」は IMF が電離圏に drape し、B_x の反転が 1 軌道につき 1 つ、電場が上向きになる極近辺で観測される確率が高いのに対し、「平行な場合」は様々な場所で、時に 1 軌道につき複数観測される傾向が見られた。以上の結果から、次のことが示唆される。上流の IMF 方向は金星起源のイオンを加速するプラズマシートの形成に寄与する。IMF 方向が「平行な場合」に近づくほど電離圏に drape しなくなり、誘導磁気圏内に擾乱が生まれる。結果、プラズマシートを多く形成し、加速領域が広がることが考えられる。