

木星磁気圏 duskside における磁気圏境界面のダイナミクス：Ulysses データ解析

Dynamics of the duskside Jovian magnetopause: Ulysses analysis

土屋 史紀[1], 森岡 昭[1]

Fuminori Tsuchiya[1], Akira Morioka[2]

[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気

[1] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ., [2] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.

[序]

巨大な磁気圏を構成する木星磁気圏の構造は、極めて変化に富んでいる事がこれまでの木星探査から知られている。昼間側磁気圏の subsolar point における磁気圏境界面の位置は、太陽風動圧の変化に対して、木星半径(R_j)の50倍~100倍のスケールで変化する。一方、木星磁気圏内には hot plasma が広く分布し、これらのプラズマ分布が、木星磁気圏における磁気圏境界面の形状及びダイナミクスに重要な役割を果たしている可能性がある。

Ulysses 探査機は1992年2月に木星をフライバイし、8回の磁気圏境界面通過を観測した。このうち、木星磁気圏の dusk side で観測された5回の磁気圏境界面通過は1992年2月12日~14日の間に木星中心から82 R_j ~124 R_j という広い範囲で生じており、木星磁気圏 dusk side における磁気圏境界面の様相を議論する有用なデータを取得している。本研究ではUlysses 探査機が観測した数百 keV ~ 数 MeV の proton について、磁気圏境界面における異方性とスペクトルの特徴から木星磁気圏 duskside における磁気圏境界面のダイナミクスについて議論する。

[解析]

磁気圏内において、探査機の粒子検出器は探査機から粒子のサイクロトロン半径離れた位置に旋回中心がある粒子を観測する。サイクロトロン半径より小さい空間スケールで急激な粒子フラックスの勾配('`particle boundary`')が探査機近傍に存在する場合は、観測される粒子の角度分布には磁場に垂直方向の強い異方性が生じる。また、探査機がフラックスの高い領域から``particle boundary``に近づくにつれ、フラックスの低い領域から入射するフラックスの角度範囲が拡大するため、異方性の角度分布から、探査機と``particle boundary``間の距離を導出できる。地球の昼間側磁気圏境界領域では、磁気圏内の energetic particle flux は空間的に急激に減少し、粒子の異方性から磁気圏境界領域の位置やその変動が研究されている(e.g. Williams, 1979)。

本研究では、Ulysses 探査機に搭載された COSPIN(COSmic Ray and Solar Particle INvestigation)が観測した energetic proton データ(2次元の異方性を計測)を用いて、木星磁気圏 dusk side で観測された5回の磁気圏境界面通過における粒子異方性を調べた。解析に使用した磁場及び粒子データはNational Space Science Data Center(NSSDC)より提供された。木星磁気圏境界付近では、1MeV proton のサイクロトロン半径は10,000km ($B=10nT$)のスケールに達する。また、磁気圏内の粒子フラックスはシースに比べて10倍~100倍であり、磁気圏境界面では大きなフラックスの勾配が存在するため、粒子異方性から磁気圏境界面の位置を導出することが可能である。

磁気圏境界面における energetic proton の異方性を調べた結果、フラックス勾配('`particle boundary`')の存在ために生じたと思われる異方性を5回中4回の磁気圏通過時において同定した。また、これらのイベントで、``particle boundary``は磁気圏境界面より energetic proton のサイクロトロン半径の距離だけ磁気圏側に位置している。これは、磁気圏境界面に衝突する energetic proton が磁気圏から loss する事を意味する。

[モデル]

同定された異方性の角度分布の様相からUlysses 探査機と磁気圏境界面間の距離を導出するため、Ulysses から磁気圏境界面までの距離と、境界面の向きを与えた時にUlysses 探査機で観測されるべき粒子の異方性をモデル計算により求め、観測された異方性と比較することによって、Ulysses 探査機と磁気圏境界面間の距離を求めた。境界面の傾きは実際の磁場観測データより、Minimum Variance Method を用いて導出した結果を用いた。

観測とモデル計算の比較から求められた磁気圏境界面の位置から、探査機を考慮して磁気圏境界面の移動速度を計算した結果、4回の磁気圏通過時における移動速度は、境界面に対し垂直方向に最大で150km/s となった。1992年2月12日の17:00UT と19:10UT には、約2時間の時間差で2回の磁気圏境界面通過が生じたが、この時の境界面の移動速度はそれぞれ外向きに150km/s から内向きに10km/s に変化していた事が明らかとなった。

[結果]

Ulysses 探査機が観測した energetic proton の異方性が、磁気圏境界領域におけるフラックスの空間構造により生じていることが示された。更に、モデル計算を用いてUlysses 探査機から磁気圏境界面までの距離を導出し、磁気圏境界面の移動速度を求めた。境界面は最大で150km/s という速度で動いており、短時間に境界面速度が急激に変化する様相が明らかとなった。講演では、木星磁気圏境界面ダイナミクスの要因について考察する。