

低温高密度プラズマ・シート (CDPS) 内のダンベル型イオン分布: 1995年3月24日イベント再訪

Dumbbell-type ion distributions observed in the cold dense plasma sheet: Revisit of March 24, 1995 event

中井 仁 [1]; 関 華奈子 [2]; 上出 洋介 [3]

Hitoshi Nakai[1]; Kanako Seki[2]; Yohsuke Kamide[3]

[1] 茨木工科高校; [2] 名大 STE 研; [3] 名大・STE 研

[1] Ibaraki Technical High School; [2] STEL, Nagoya Univ.; [3] STEL, Nagoya Univ

筆者達は、ジオテイル衛星の LEP 実験によって得られたイオンの 3 次元位相空間密度分布を、コンピュータ画面上で 3 次元的に表示するプログラムを開発した (第 120 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, 2006)。本講演では、このプログラムを用いて行った解析例を報告する。

ジオテイル衛星は、1995年3月24日 0450 UT から 0910 UT にかけて夕方側の $X \sim 15$ RE 付近の Magnetopause を横切った。衛星は、この間にシース領域から、シース起源の低エネルギー粒子とプラズマシート起源の高エネルギー粒子の両成分を含むプラズマが反太陽方向に流れる (V_x L.T. ~ 100 km/s) LLBL (Low-Latitude Boundary Layer) を経て、同様のプラズマが太陽方向に流れる ($V_x \sim 50$ km/s) プラズマシートに進入した。このイベントについては、Fujimoto et al. [1998] によって Cold Dense Plasma Sheet の存在が、また Fairfield et al. [2000] によって K-H 不安定による Magnetopause に生じた渦の存在が論じられている。Fujimoto et al. は、0804 UT イオンの B-C 平面分布図を描いて、低エネルギー領域のイオンが磁力線に沿った分布型を持つことを示唆した。我々は、このイオン分布を詳しく調べ、磁気圏対流におけるその意味を考察した。

まず、磁力線に直角方向のプラズマ流に固定された座標において、磁場方向から 30 度以内の PSD (位相空間密度) の平均値と、磁場に垂直方向 (75 度 - 105 度) の PSD 平均値の比 (DP)、および反磁場方向から 30 度以内の PSD 平均値と、磁場に垂直方向の PSD 平均値の比 (DA) を、分布型を量的に表すための指標として定めた。DP、DA が共に 1.0 より大きいときは磁力線に沿って双方向にイオン分布が卓越していることを意味する。共に 1.0 より小さいときは、磁場に垂直方向の PSD が高いこと、いわゆるパンケーキ型の分布、を意味する。ここでは、両方向で D 値が 2.0 以上の場合を、沿磁力線方向に卓越した分布と考え、ダンベル型の分布と称することにする。(注記: 磁気圏尾の赤道領域に解析を限るために、磁場の仰角 (GSM 座標) が 60 度以上の場合のみを扱う。)

1995/3/24 の事例において、沿磁力線方向に卓越したイオン分布がもっとも顕著に見られるイオン・エネルギーは 1 keV 付近である。そこで、平均エネルギーが 1.08 keV のイオン分布を調べた。UT 8 時台は、ジオテイル衛星はまだ稀に Magnetopause を横切ってシース領域 (T.L.T. 100 eV) に戻るが、その間に観測された全データ 287 例のうち 275 例 (95.8%) は、磁気圏内であったと考えられる。磁気圏内で採られたデータ・ポイントのうち、プラズマの尾部方向の速度 (V_x) が -100 km/s 以下であったのは、100 例であった。その内、1.08 keV のイオンがダンベル型分布を示しているのは、12 例である。Fujimoto et al. が取り上げた例は、この 12 例の一つである。これに対して、 V_x が -100 km/s 以上であるデータ 175 例の内、ダンベル型の分布は 71 例だった。言い換えると、ダンベル型分布を示すデータポイントの内、85.5% が停留プラズマの時であった。また、この事例においてダンベル型の分布が最も持続的に観測されたのは、ジオテイルが最終的に太陽向きの対流域に進入した 0910 UT 以降であった。

このような観測から、ダンベル型のイオン分布は、磁気圏プラズマが反太陽方向へ流れている領域と太陽方向に流れている領域の境界付近から、太陽方向に流れる領域にかけて観測されると結論される。電離圏に投影すると、対流の境界から低緯度側になる。今回の事例が観測された位置を、磁気圏モデルを用いて電離圏に投影すると、18 MLT の地磁気緯度約 70 度に達するから、地上および低高度からの観測される対流境界の位置と矛盾しない。同じ事例において、電子は LLBL、と CDPS (Cold Dense Plasma sheet) の両領域に亘るより広い領域で磁力線に沿って強い異方性を持っている [Fujimoto et al., 1998]。この異方性が Magnetopause のすぐ内側から現れることから、高緯度における磁力線再結合がその原因の有力な候補と考えられている。これに対して、イオンの異方性は対流境界付近から現れるため、別の原因を考えなければならない。今回見出されたイオン分布の特徴は、電離圏 - 磁気圏結合に関して新たな示唆を与える。