

AKEBONO 衛星データ解析に基づく地球プラズマ圏密度構造の変動に関する検討

The Dynamical Behavior of the Earth's Plasmasphere Detected by the AKEBONO Satellite

辻 健夫[1], 小野 高幸[2], 大家 寛[3]

Takeo Tsuji[1], Takayuki Ono[2], Hiroshi Oya[3]

[1] 東北大・理・地球物理, [2] 東北大・理, [3] 福井工大・宇宙通信

[1] Geophys., Tohoku Univ., [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ., [3] Space Commu. Fukui Univ.

AKEBONO 衛星に搭載された PWS から得られるプラズマ圏密度構造のうち, "ロバの耳"現象 [Oya, 1991] に関わるプラズマ圏密度構造の変動について検討した. 磁気圏対流理論に基づくプラズマポーズの位置は対流電場強度を反映する Kp 指数に応じて変動する. しかし, "ロバの耳"構造を特徴づける低密度領域の位置は Kp 指数に対応せず, ドリフト速度等の検討の結果, "ベータトロン・ドリフト" [Oya, 1997] がこの低密度領域の形成に重要な役割を果たしていることが確認された. このことは対流電場や共回転電場によるドリフトに加えてベータトロン・ドリフトを考慮する必要性を示している.

1. はじめに

準極軌道衛星である AKEBONO 衛星に搭載された PWS によって観測されているプラズマ圏プラズマ密度の呈する特異な構造である"ロバの耳"現象 [Oya, 1991] の形成過程を理解するために, この現象に特有な密度構造の形態とその時間変化の特徴を明らかにした. 本研究では PWS による自然プラズマ波動の観測データから upper hybrid resonance (UHR) 波動の周波数を読み取り, 衛星軌道に沿っての電子密度分布を求めた. さらに観測値に対して拡散平衡分布を適用して磁気赤道面上でのプラズマ密度分布を導出し, これを基に"ロバの耳"現象に伴うプラズマ圏プラズマ密度の形態とその変動についての究明が行われた.

2. データ解析

プラズマ圏およびプラズマポーズの形成に対しては従来より電離圏からのプラズマの供給と磁気圏内のプラズマ対流によって制御されていると考えられており, "ロバの耳"現象の形成がこれまでの磁気圏対流の強さの変動によって説明しうるかどうかはプラズマ圏の力学を考える上で重要である. 磁気圏対流理論によるプラズマポーズ形成モデルによれば, 太陽風との相互作用の結果, 地球磁気圏にかかる対流電場によるプラズマのドリフト運動とプラズマが地球自転と同じ回転をしようとする共回転電場による共回転運動が均衡する位置にプラズマポーズが形成されることとなる. 対流電場の強さを反映する Kp 指数と予測されるプラズマポーズの位置との関係は $L_{pp}=a-b \cdot K_p$ の形で表した従来の地上・衛星観測に基づく経験式を用いて得ることとし, 経験式から予測されるプラズマポーズの位置と AKEBONO 衛星観測によるプラズマ圏電子密度分布の解析結果とを比較した.

また, 本研究では"ロバの耳"現象を含むプラズマ圏密度構造の変動を究明するため, 1989年3月9日から3月12日までの期間について AKEBONO 衛星の PWS による連続観測の結果について解析を実施した. この期間中にデータの得られた21軌道の中から2つの"ロバの耳"現象の事例が観測された. 解析期間は順に5つの期間に分割でき, "ロバの耳"現象を含まない期間 (I, III, V) と"ロバの耳"現象を含みその直後の2-3軌道から成る期間 (II, IV) の2つに分類した. 期間 I, III, V では, 観測されたプラズマポーズの位置が Kp 指数から予測されるプラズマポーズの位置と対応して変動することが見出された. このことは観測されたプラズマポーズの位置が対流電場によって制御されているとする, 対流電場強度と Kp 指数との関係が成立していることを保証している. その一方で, 期間 II, IV に入ると Kp 指数から予測されるプラズマポーズの位置の変動とは全く同期せずに予測位置よりも内側に低密度領域が形成され, その2-3軌道後には再び通常のプラズマ圏が形成されていることが見出された. このことは, "ロバの耳"現象とそれに伴うプラズマ圏の擾乱が時空間に限定された領域に展開しているものであることを示している.

3. 結果

"ロバの耳"現象は磁気圏対流に沿うプラズマドリフト運動によってプラズマ圏本体から分離した detached plasma とは異なり, 対流理論に沿うプラズマポーズよりも内側の L 殻領域にて密度が低減する現象であるとの認識を得ることができた. また, 通常は磁気圏対流によるプラズマポーズの形成が支配的であるが, "ロバの耳"現象時には Kp 指数の変動とは同期しないプラズマ圏の密度擾乱が低 L 殻領域に見られ, 従来のプラズマ圏ダイナミクスとは異なった機構が働いていることが示唆された.

"ロバの耳"現象の形成を説明するプラズマ圏ダイナミクスに関するモデルは Oya [1997] によって提唱されて

いるベータトロン・ドリフトの効果を含むモデルが存在する．本研究では，このモデルを基とする AKEBONO 衛星観測結果についての解釈が進められた．低緯度の軌道を有する JIKIKEN 衛星による同様な形態のプラズマ圏構造の観測例を含めて検討した結果，定性的にはこのモデルを支持する結論を得ることができた．