

Spatial properties of dayside Pi2 pulsations : Implications for the generation of the oscillating current system from polar to equatorial ionosphere

今城, 峻

<https://doi.org/10.15017/1654647>

出版情報 : 九州大学, 2015, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 : 全文ファイル公表済



氏 名 : 今城 峻

論 文 名 : Spatial properties of dayside Pi2 pulsations: Implications for the generation of the oscillating current system from polar to equatorial ionosphere
(昼間側 Pi2 地磁気脈動の空間特性: 極域-磁気赤道電離圏振動電流系形成の示唆)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

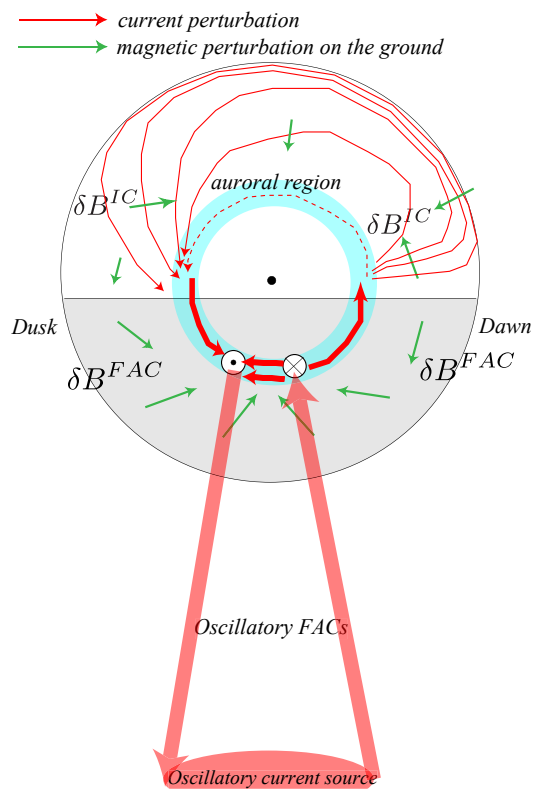
現象のソース領域や時空間スケールに応じた磁気圏の電磁擾乱伝播の物理過程の理解は、宇宙空間での擾乱の地上への影響を知る上で重要である。Pi2 型地磁気脈動(以下 Pi2)は夜側磁気圏に局在したソースから遠く離れた昼間側地上磁気赤道にどのように擾乱が伝播するかを調べるのに有用な天然の振動信号と言える。昼間側磁気赤道で観測される Pi2 は振幅の強化を示し、このことは極域-磁気赤道域電離圏結合の存在の根拠として考えられてきた。しかしながら、この解釈は定量的には確立されておらず、結合の構造的な理解は不十分である。この博士論文の目的は昼間側と昼夜境界付近の Pi2 の詳細な観測的描像を示し、さらに観測に対して数値的なモデルを用いて解釈を与えることである。

まず朝夕昼夜境界の Pi2 への影響を明らかにした。著者は昼夜境界付近に位置する中低緯度の複数の観測点で同時に観測された Pi2 を調べた。東西成分磁場の位相反転が昼夜境界付近で見られるのに対して、南北成分同士では同位相であった。また東西成分磁場は日陰側だけでなく、日射側でも南北半球で逆位相関係にある。2011/11/1 から 2012/10/31 の期間に起こった Pi2 の統計解析から、いくつかの Pi2 の性質は地方時よりもむしろ昼夜境界からの相対的位置に依存していることが分かった(高伝導度層である E 層の高度 100km で昼夜境界を定義)。南北成分磁場の位相の反転が日出後 0.5-1 時間付近、日入前 1-2 時間付近で見られた。東西/南北振幅比は朝側では日出後から上がりはじめ、約 2 時間後に極大に達する一方、夕方側では日入時刻付近で極大となることが分かった。このような昼夜境界に伴う性質の変化は過去のモデル(たとえばプラズマ圏共鳴モデルやくさび形電流系の振動)のみでは説明がつかない。著者は夜側沿磁力線電流の磁場効果と日射側南北電離圏電流の磁場効果の切り替わりにより、この昼夜境界効果が説明されると提唱した。さらにこの南北電離圏電流は赤道へと繋がる昼間側電離圏電流系の一部であると考えた。

次に昼間側電離圏電流系の存在を確かめるため、3 例の Pi2 イベントに対して少なくとも 36 点もの昼間側に広く分布した観測点を用いて解析を行った。電離圏電流を可視化に有用な等価電流分布を求めた。Pi2 の等価電流は Pi2 の水平方向摂動の極大時の Pi2 帯磁場ベクトルを 90 度時計回りに回したベクトルと定義した。Pi2 の水平方向摂動の極大時のタイミングは昼間側観測点間でほぼ同時であり、昼間側全体として Pi2 周期で同時振動していることを意味する。緯度方向の等価電流ベクトルは午前と午後で反転しており、赤道域の等価電流を高緯度側と繋ぐような構造になった。等価電流の経度方向成分に対する緯度方向成分の大きさの割合は午後側より午前側で大きく、午前午後で非対称な構造を示した。これらの特徴の一般性を確認するために、2011/11/1 から 2012/10/31 の

期間において、午前、昼付近、午後とそれぞれ経度方向に分かれた3観測点(ASB, HON, TUC)で同時に観測された69のPi2イベントを統計的に調べた。その結果、3観測点でのPi2の位相、振幅比の平均的描像は、イベント解析で示した特性と整合することが確認された。等価電流のゆがみを考慮に入れ、図のような3次元電流系によりPi2が昼間側まで運ばれていると考えた。

ここまでの観測結果は昼間側Pi2が振動する電離圏電流系に関係していることを示唆している。著者が提唱する電流系の妥当性を定量的に確認するために、著者は真夜中付近に局在した沿磁力線電流、磁気圏赤道面で閉じる電流、沿磁力線電流の作る電離圏電流で構成されるモデル電流系の作る地上磁場をビオサバールの法則を用い計算した。FACはダイポール型磁力線に沿っており、磁気圏赤道面で閉じる電流はFACの中心から完全に経度方向のみに流れる線電流であると仮定した。電離圏電流分布は全球の静電ポテンシャルを数値的に解くことで得た。再現された昼間側の電離圏電流系は観測された等価電流分布とよく似たパターンを示した。計算された昼間側等価電流分布も同様に観測された等価電流分布とよく似たパターンを示し、このことは電離圏電流が主に等価電流に寄与していることを意味する。一方、夜側低緯度では電離圏電流は弱く、主に磁気圏電流が等価電流に寄与している。南北、東西成分磁場の符号は共にPi2の経度方向の位相変化と整合していた。それぞれの電流要素の寄与を分けることにより、昼夜境界での東西成分磁場の符号反転はFACの磁場効果と南北電離圏電流の磁場効果の切り替わりによっておこることが示された。



過去の低緯度Pi2モデルが今回の結果を説明出来ないのに対し、著者の提案した振動電流系モデルはPi2に伴う摂動の磁場ベクトルをよく説明する。電流の非対称が生じるのはHall電流とその分極電場に伴う電流のためであると考えられる。極域-赤道域の電離圏電流系生成は2次Hall電流が赤道への電流と繋がるというglobal Cowling channel [Yoshikawa et al., 2012]が夜側に局在したFACの生成する昼間側電離圏電流の場合でも適用出来ることを示唆する。ここまでのすべての結果から、著者は沿磁力線電流の根元から昼間側赤道域に掛けて形成される準静電的な振動電離圏電流系により、Pi2は昼間側地上まで到達出来ると結論した。