

氏 名	たけ うち とも ひこ 竹 内 智 彦
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2454 号
学位授与の日付	平 成 14 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学位論文題目	Studies on Geomagnetic Sudden Impulses (SIs) in Relation to the Properties of Structures in the Solar Wind (太陽風構造の特性を考慮した地磁気インパルスの解析)
論文調査委員	(主 査) 教 授 荒 木 徹 教 授 町 田 忍 教 授 家 森 俊 彦

論 文 内 容 の 要 旨

太陽からは希薄で高速のプラズマ流(太陽風)が絶えず吹き出しており、その動圧により地球磁場は細長い空洞(磁気圏)に閉じこめられている。太陽風動圧が変化すると磁気圏のサイズが変わり、それに応じて磁気圏内の磁場やプラズマが変化する。動圧急増(急圧縮)による地上磁場の急増は、SC (Sudden Commencement), SI (Sudden Impulse) と呼ばれ、多くの研究者によって解析されてきた。

申請者は、解析が不足している太陽風動圧の急減少に伴う地上磁場変化の性質を詳しく調べた。それらは次のように要約できる。

1. 低緯度地上磁場から計算される地磁気活動度指数 SYM(H) が10分間に 20nT 以上減少するイベント (SI⁻) 28例を選び、対応する太陽風構造を調べた。その結果、地上で観測される SI⁻ 現象は、いずれも接線不連続面に対応するが、それを作る構造は、(a)太陽風共回転構造中の低高速流境界、(b)太陽から放出される磁気雲の前面境界、(c)非圧縮性密度増加構造の後面境界、(d)小規模プラズマホールの前面境界を作る接線不連続面、の4種に分かれる。また、地上観測から推測されていた後進衝撃波は、SI の原因としては皆無ではないが少ない。
2. SI⁻ の半数には SI⁻ が先行し、SI⁻—SI⁻ ペアーを作る。しかし、これは、推測されていた前進—後進衝撃波ペアーではなく、共回転構造中の前進衝撃波—低高速流境界ペアー、あるいは、磁気雲前面前進衝撃波—磁気雲境界ペアーによって作られていると見なせる。また、SI⁺—SI⁻ ペアーの振幅は、後続の SI⁻ の方が大きい。
3. 共回転構造中の小規模プラズマホールが作る SI⁻—SI⁺ ペアーが発見された。これは、パークースパイラルに沿う Heliospheric Current Sheet (HCS) と関係があるとみられる。
4. 地上で観測される S⁻ の波形・振幅分布は、SI⁺ のモデルの3次元電流の向きを逆転させることによって説明できる。
5. 地上高緯度地方で観測される SI⁻ の偏波は、SI⁺ の偏波と同じであり、磁力線共鳴モデルではなく、電離層渦電流モデルで説明できる。
6. 1995年5月13日の SI⁻ のケーススタディを行った。これを起こした太陽風接線不連続面は大きく傾いており、そのために生じた磁気圏前面バウショックの非等方膨張象が検出できた。磁気圏内を伝搬する膨張波面の法線ベクトルの時間変化から、磁気圏非等方膨張を検出することができた。
7. 通常の鋭い太陽風衝撃波によって生じているにもかかわらず異常に長い立上がり時間(30分)を持つ SI⁺ 現象を見つけ、これが衝撃波面の大きな傾きによって解釈できることを示した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

太陽風と磁気圏の相互作用は、主として太陽風の動圧と磁場によって決まる。動圧効果のうち、動圧急増加による磁気圏急圧縮は、SC 又は SI⁺ と呼ばれる明確な地上磁場急増加を起こすので、古くから多くの研究がなされてきた。最近になっ

て、磁気圏と電離層を流れる3次元電流系によってSC/SIの波形と振幅分布を統一的に説明できるモデルが提唱されるようになり、現在、そのモデルの検証が行われている。

一方、太陽風動圧急減少は、低緯度地上磁場の急減少(SI^-)を生じさせるが、これについての解析は極めて少ない。特に、地上磁場変化と太陽風変化を対応させて論じたものはほとんど無かった。

申請者は、最近になって充実してきた太陽風現場観測と地上磁場観測のデータを総合的に解析して、地上では同じように見える SI^- に対応する太陽風構造が4種類あることを明らかにした。また、地上で観測される $SI^+ - SI^-$ ペアは、太陽風中の前進—後進衝撃波ペアに対応すると考えられて来たが、後続の SI^- は後進衝撃波ではなく、上記4種のうちの2種の境界面によって生じていることも示した。さらに、 $SI^- - SI^+$ ペアの存在を発見し、対応する太陽風共回転構造中の密度減少をプラズマホールと呼ぶことにした。これらは、 SI^- に対応する太陽風構造を初めて同定したものと評価できる。

次に申請者は、太陽風動圧急減少を伴う不連続面が傾いていると、動圧減少によるバウショックの太陽方向への運動が、太陽と地球を結ぶ線に対して非対称的になること、この時の磁気圏内膨張波の伝搬も膨張の初期には非対称になることを示した。このような非対称性の存在は、本論文で初めて示されたものである。

さらに、本論文では、 SI^- は、 SI^+ のモデルの電流系の向きを逆転させることにより説明できるが、高緯度水平磁場ベクトルの偏波の回転方向は、 SI^+ のそれと同じになることが示された、これは、偏波を説明する主な二つの機構のうち電離層渦電流の移動を支持する証拠として採用できる新事実であり、提唱されているSCモデルが妥当であることを示している。

最後に、申請者は、通常の立上がりの鋭い太陽風衝撃波によって作られているにもかかわらず立上がり時間が異常に長いSC(SI^+)を発見し、それが衝撃波面の傾きによって解釈できることを示したが、これは、幾つもの機構が提案されているSCの立上がり時間の解釈に、決め手を提供するものとしての価値を有する。

以上、本論文は、惑星間空間、磁気圏、地上の観測データの詳細な解析から、太陽風動圧が磁気圏に及ぼす影響について新しい知見を付加し、その理解を深めるのに貢献したと認められ、博士(理学)の学位として価値あると判断できる。