

氏 名	しん 新 こう 浩 いち 一
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2805 号
学位授与の日付	平 成 19 年 3 月 23 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	工 学 研 究 科 電 気 工 学 専 攻
学位論文題目	Study on Electrostatic Waves in the Terrestrial Bow Shock Region via Spacecraft Observations (衛星観測による地球磁気圏バウショック領域における静電波動に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 橋 本 弘 藏 教 授 北 野 正 雄 教 授 大 村 善 治

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は地球磁気圏バウショック近傍で観測される静電プラズマ波動に注目し、科学衛星 Geotail によって観測されたプラズマ波動を解析したものであり、6章からなっている。

第1章は序論であり、地球磁気圏や本論文の対象であるバウショックを説明するとともに解析に用いる観測装置について説明を行った。さらにこれまでのバウショック周辺でプラズマ波動観測を行う科学衛星を示し、Geotail 衛星による波形観測を含めた詳細なプラズマ波動の解析の意義を示した。

第2章では、バウショック周辺で観測されるプラズマ波動の、主に波形に注目し、実際に Geotail 衛星の波形観測結果を、周波数スペクトルの観測結果と合わせて示すことで、バウショック周辺でのプラズマ波動を新たに統一的に示した。さらにバウショック周辺のプラズマ波動の空間的な分布に関しても示すことで、合わせてバウショック周辺のプラズマ波動をより明確に示した。

第3章では、地球磁気圏バウショック下流域で、1 kHz 帯で頻繁に観測される準正弦静電 (EQM: Electrostatic quasi-monochromatic) 波動に注目した。これまでこの静電波動はドップラーシフトしたイオン音波であると考えられてきた。しかし一般にこの領域では電子温度がイオン温度より低くイオン音波の励起条件を満たさない。Geotail 衛星の観測から EQM 波の観測とともに、バウショックから伝搬していると考えられる 2000 km/s の速度を持つ電子ビームが観測されることを示した。さらに EQM 波とバウショックのパラメータとの統計解析を行った。これらの結果から EQM 波が、バウショックのショックポテンシャルによって加速された電子ビームによって励起した電子音波であることを明らかにした。

第4章では、バウショック上流のフォアショック領域で観測される静電孤立波 (ESW) に注目し、波形、統計解析から励起機構の検討を行った。この領域で観測される ESW はこれまでほとんど観測がなされてこなかった。

電子フォアショック領域では ESW がバウショックで加速された電子ビームと同時に観測されることを示した。推定した ESW のポテンシャル構造の大きさが背景電子の熱エネルギーの数%程度であることも考慮し、これまで磁気圏尾部等で観測されてきた ESW と同様な、電子2流体不安定性による ESW の可能性を示した。イオンフォアショック領域では非熱的イオンと共に ESW が観測されることを示すと同時に、バウショックから上流ならびにバウショックに向かって伝搬する異なる伝搬方向を持つ ESW の観測を行った。この領域で観測される ESW は電界強度が数 mV/m 以上であり、さらに推定したポテンシャル構造も電子フォアショックのそれに比べて大きいことを示した。バウショック上流に伝搬する ESW が電子-イオン2流体不安定性で励起されている可能性を示した。さらにバウショックに向かって伝搬する ESW が、上流で反射された ESW の可能性ならびに負ポテンシャルによる ESW の可能性を示した。

第5章は、新たにフォアショック領域で観測した外部磁場に対して斜めのポテンシャル構造を持つ ESW について示している。この ESW は外部磁場に対し平行な電界ベクトルを持つこれまでの多くの ESW とは大きく異なる。統計解析の結果から、この ESW がバウショック近傍で多く観測され、そのポテンシャル構造の傾きがショックノーマル方向と良い相関を

持つことが分かった。これらの結果から、バウショック面に平行方向に、観測する衛星に対し十分に様なポテンシャル構造が発生し、それが上流に伝搬することで、外部磁場に対して斜めのポテンシャル構造が観測されていると考えられることを提案するとともに、外部磁場に沿って伝搬するイオン粒子が ESW の励起および伝搬に寄与していることが考えられることを示した。

第 6 章は結論であり、本論文で得られた成果について要約するとともに、今後の課題を示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は地球磁気圏バウショック近傍で観測される静電プラズマ波動に注目し、Geotail 衛星搭載の波動観測装置 (PWI)、特に波形観測装置 (WFC) と低エネルギープラズマ観測装置 (LEP) のデータを解析し、その励起機構について議論したもので、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 地球磁気圏近傍のバウショック下流領域においては、1 kHz 帯で準正弦静電 (EQM: Electrostatic quasi-monochromatic) 波動が頻繁に観測される。これまでこのプラズマ波動はドップラーシフトしたイオン音波であると考えられてきた。しかし一般にこの領域では電子温度がイオン温度より低くイオン音波の励起条件を満たさない。そこで本論文では、Geotail 衛星では、EQM 波とともに、2000 km/s の速度を持つ電子ビームが観測されることを示すとともに、統計解析を行った。その結果 EQM 波が、バウショックのショックポテンシャルによって加速された電子ビームによって励起した電子音波であることを示した。
2. バウショック上流のフォアショック領域で観測される静電孤立波 (ESW) に注目し、波形、統計解析から励起機構の検討を行った。電子フォアショック領域ではバウショックで加速された電子ビームと同時に観測されることから、電子 2 流体不安定性による ESW の可能性を示した。イオンフォアショック領域では非熱的イオンと共に ESW が観測されることを示すと同時に、異なる伝搬方向を持つ ESW の観測も行った。さらにこの ESW が電子-イオン 2 流体不安定性で励起されている可能性を示した。
3. 外部磁場に対し平行な電界ベクトルをもつ ESW が多く観測されているのに対して、イオンフォアショック領域で、外部磁場に対して斜めの電界成分をもつ ESW を観測した。統計解析から、バウショック近傍でバウショック面に平行方向に様なポテンシャル構造が発生し、イオンフォアショック中で観測していると提案するとともに、外部磁場に沿って伝搬するイオン粒子が ESW の励起および伝搬に寄与していることが考えられることを示した。

以上、要するに、本論文は、バウショック近傍で観測される静電波動、EQM 波ならびに ESW に注目し、その励起機構を示したもので、学術上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成19年2月19日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。