

(続紙 1)

京都大学	博 士 (理 学)	氏名	中村 紗都子
論文題目	Study on EMIC rising tone emissions observed by THEMIS probes (THEMIS衛星によって観測された電磁イオンサイクロトロン・ライジ ングトーン放射に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
本論文では、地球磁気圏の広い範囲を飛翔するTHEMIS衛星が5年間に取得した大量の磁場データの解析を行い、磁気圏の赤道域で生じている電磁イオンサイクロトロン(EMIC)ライジングトーン放射の特性を明らかにすることを目的としている。 まず、第1章では、地球磁気圏に生起するプラズマ波についての概要を説明したのち、EMICについての過去の観測に基づく研究を中心に解説し、それらをふまえた本研究の目的を示している。 第2章では、EMICに関するプラズマ分散関係式と特性周波数および近年明らかになってきた非線形成長の理論をまとめている。 第3章では、本研究で用いるTHEMIS衛星磁場観測データの特徴について述べたのち、大量のデータ解析の結果として、EMICライジングトーン放射が昼側磁気圏の5地球半径(R_E)より外側の赤道面付近において多数見られることを示している。ついで、代表的なイベントの事例研究を行っている。プロトンとヘリウムイオンに対応する周波数で同時にEMICライジングトーン放射が見られるイベントの解析をもとに、伝搬による偏波変調の特性を明らかにしている。また、このイベントが、地上でパル型の地磁気脈動とほぼ同時に起きている証拠を提示し、脈動のスペクトル形成にEMICライジングトーン放射が関わっていることを示唆している。さらに、EMICライジングトーンの励起には、太陽風による磁気圏の圧縮が関わっていることも示している。このような特徴をもつEMICライジングトーン放射について、非線形成長理論を適用することで、その初期部分の振幅成長が説明できることも示している。 第4章では、EMICライジングトーン放射のさらなる特徴を明らかにしている。ライジングトーンは2つから6つのサブパケット構造をもつことと、それぞれは約10秒の間隔をおいて発生することを示している。また、その全体構造やサブパケットの時間スケールについては、非線形成長理論の枠組みで再現できることも明らかにしている。 第5章では、イベントの自動検出方法を考案し、それを適用した統計解析結果が示されている。昼側磁気圏の5 - 10 R_Eの場所で観測される多くのEMICのうち、ほぼ半数において周波数の特徴的な変動が同定されることと、その中には周波数が下がるフォーリングトーン放射も見られるものの、周波数変動の主たる特徴はライジングトーンであることを明確に示している。また、ライジングトーン放射の出現頻度や磁気圏内での分布は、サブストームの活動を反映する地磁気のAE指数、太陽風動圧、惑星間空間磁場と関係があるという性質を見出している。ライジングトーン放射は、磁気圏の10 MLT付近で周波数上昇が最も大きくなり、周波数上昇が大きいほど振幅も大きくなる傾向をもつことを示している。さらに、ほとんどのイベントがサブパケット構造をもっていることも示している。これらの結果の主要なものについて、非線形成長理論に基づいた考察を行い、解釈を与えている。 最後の第6章では、全体的な結論を述べている。			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

地球の磁気圏の磁場が数Hzの低周波で変動する現象として捉えられるEMIC波は、近年になって、非常にダイナミックな特徴をもつ事例が報告されるようになってきた。その特徴は、イオンサイクロトロン周波数のバンドから突発的に周波数を上昇させる現象、すなわち、ライジングトーンである。本論文では、これまで限られた観測例のために理解が進んでいなかったEMICライジングトーン放射について、磁気圏の広い範囲を飛翔する人工衛星の長期間にわたる膨大なデータの解析をもとに、その性質を明らかにしようとしている。

申請者は、これまでEMICが観測される場所として考えられてきたプラズマポーズ付近よりも外側の領域に調査対象を広げた。それにより、多くの事例を見出し、観測例を飛躍的に充実させた。このことによって、EMICライジングトーン放射が特殊な条件においてのみ生成される稀な現象ではなく、磁気圏の広い領域で生成される現象であることが明らかになった。

また、プロトンとヘリウムイオンに対応する周波数で同時にEMICライジングトーン放射が生じているイベントを見出し、それに基づいて、伝搬による偏波変調の特性も明らかにした。さらに、EMICライジングトーン放射は、太陽風による磁気圏の圧縮がその励起に関係していることや、地上で見られるパール型地磁気脈動の生成に重要な役割を果たしていることを示した。EMICライジングトーン放射は、2つから6つのサブパケット構造をもっており、それぞれは約10秒の間隔をおいて発生するという性質も申請者は明らかにした。その全体構造やサブパケットの時間スケールについては非線形成長理論により説明できることも示した。

さらに申請者は、イベントを自動検出できる方法を考案して、昼間磁気圏の 5-10 R_E の場所で生じている多くのEMICを取り上げ、それらの主要な周波数変動はライジングトーンであるという確固たる証拠を提示した。また、ライジングトーンの出現頻度や磁気圏内での分布には、AE指数、太陽風動圧、惑星間空間磁場が関わっていることや、最大の周波数上昇が起きる場所は磁気圏の10 MLT付近であり、周波数上昇が大きいものは振幅が大きくなるという性質を見出した。さらに、ライジングトーン放射においてサブパケット構造が非常に重要であることを明確にした。これらの統計解析結果の主要なものについては、非線形成長過程を通してEMICライジングトーン放射が生成されるという考えと矛盾のないことを明らかにした。

以上のように、膨大な観測データの解析をもとに、理解の進んでいなかった現象の様々な重要な性質を明らかにし、その核となる部分を理論的に説明した本論文の意義は極めて大きい。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成28年1月18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。

要旨公表可能日： 年 月 日以降