

氏名	いま い かず まさ 今 井 一 雅
学位(専攻分野)	博士(情報学)
学位記番号	論情博第39号
学位授与の日付	平成15年1月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	Modeling of Modulation Lanes in Jupiter's Decametric Radio Spectra. (木星デカメートル波スペクトル中のモジュレーション・レーンのモデルに関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 橋本弘藏 教授 松本 紘 教授 大村善治

論 文 内 容 の 要 旨

木星からの短波帯の強力な自然電波放射である木星デカメートル波のダイナミック・スペクトラム上に現れる斜めの縞状構造であるモジュレーション・レーンについて、観測データを定量的に説明できるモデルは存在していなかった。本論文では、このモジュレーション・レーンが伝搬途中で生じる現象であるという観点からモデルを構築し、観測データと非常に良く一致することを初めて示したものであり、以下の5章から構成されている。

第1章は序論であり、木星デカメートル波放射の歴史的な背景を述べ、狭帯域から広帯域に渡るダイナミック・スペクトラムに見られるモジュレーション・レーンとその特性について述べ、この研究分野への本研究の貢献について説明している。

第2章では、モジュレーション・レーンの成因を説明することができるモデルを提案している。ここでは、モデルを組み立てるために必要となる仮定を述べ、その仮定において重要な役割を果たす木星の磁場構造やイオのプラズマトーラスの構造について説明している。さらに提案するモデルの3次元的な位置関係をもとにモジュレーション・レーンの傾きを計算する式を導き出し、その式をもとにシミュレーションを行う方法について述べている。このモデルは、木星電波源から放射された電波が、衛星イオの軌道近くを貫く木星の磁力線に沿ってあたかもスタレのように分布するプラズマのスクリーンにより変調を受ける伝搬現象を基本としている。

第3章では、本モデルを使ったシミュレーションにより得られたモジュレーション・レーンのパラメータと観測で得られたものとの比較を行い、モデルと、Io-BおよびIo-Aと呼ばれるイオ衛星の位置に依存した主要なデカメートル源について、電波源を北半球とした場合に両者がよく一致することを示した。さらにIo-Cと呼ばれる第3の電波源は南半球にあることを示した。これらの結果は、偏波観測に基づく方法などによる従来の結果とも一致している。さらに木星電波源の位置をパラメータとして、観測されたモジュレーション・レーンの様々な特性と比較することにより電波源の位置や放射円錐角などの構造を知ることができることを示した。

第4章では、このモデルをもとに、木星デカメートル波電波源の位置やビーム構造のパラメータを広帯域や狭帯域のダイナミックスペクトル上のモジュレーション・レーンを使って推定する方法について述べている。広帯域の場合には、カーブを描くレーン構造になっており、電波源の位置をより精度良く求めることができる。これをいくつかの放射に適用し、木星の自転とともに電波源も移動していくが、放射円錐角はほぼ一定であることを示し、放射円錐の厚さについても推定を行った。またイオ衛星の位置に依存しない電波源にも適用している。

第5章は、この研究のまとめと結論であり、提案されたモデルが電波源の位置や電波のビームの放射円錐の開き角の推定を有効行うことができた結論付けている。最後に今後の課題について述べている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は木星デカメートル波のダイナミック・スペクトラムで観測されるモジュレーション・レーンについて、そのモデルを提唱し、観測結果を説明したものであり、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 木星電波源から放射された電波が、衛星イオの軌道近くを貫く木星の磁力線に沿ってスダレ状にプラズマのスクリーンにより変調を受ける伝搬現象により、モジュレーション・レーンが説明できるモデルを提唱した。

2. このモデルを木星デカメートル波の主要な電波源であるイオ衛星の位置に依存した放射源に適用し、シミュレーションの結果が観測されたモジュレーション・レーンの周波数の時間変化と良く一致することを示した。

3. 上記の結果を元にイオ衛星の位置に依存した放射である Io-A, Io-B, Io-C およびイオによらない non-Io-A の放射源について、その位置、放射円錐角の大きさなど、放射のパラメータを導いた。

4. モジュレーション・レーンの広帯域観測では、カーブを描くレーン構造となっているが、この事実も本モデルで説明でき、放射のパラメータや源の位置を高精度で推定できることを示した。また放射円錐の厚さの上限も示した。これは最近の他の観測とも一致している。

5. イオ衛星の位置によらない電波源についてもその位置の推定が可能となり、その位置と放射円錐角の関係を導いた。

以上のように、従来の手法と比較して精度の高い木星デカメートル波電波源の位置やビーム構造を調べることが可能になり、未だに解明されていない木星デカメートル波放射機構を調べる上で重要な情報を得ることが可能となった。本論文は、木星磁気圏における電波放射や電波伝搬に対する新しい知見を得ただけでなく、新しい木星磁気圏のリモートセンシング観測技術を開拓することに大きな貢献をした。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成14年12月20日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。