

LWA1で観測された木星電波モジュレーションレーンのデータ解析

島内 良章 [1]; 今井 一雅 [1]; 今井 雅文 [2]; Clarke Tracy[3]; Higgins Charles A.[4]; Skarda Jinhie[5]

[1] 高知高専・電気情報工学科; [2] 京大・理・地惑; [3] Naval Research Laboratory; [4] Middle Tennessee State University; [5] Stanford University

Data analysis of Jupiter's decametric modulation lanes observed by LWA1

Yoshiaki Shimanouchi[1]; Kazumasa Imai[1]; Masafumi Imai[2]; Tracy Clarke[3]; Charles A. Higgins[4]; Jinhie Skarda[5]
[1] Kochi National College of Technology; [2] Department of Geophysics, Kyoto University; [3] Naval Research Laboratory; [4] Middle Tennessee State University; [5] Stanford University

We present new results in the study of Jupiter's decametric emission obtained using the newly commissioned Long Wavelength Array Station 1(LWA1). The LWA1 provides excellent spectral and temporal resolution of Jupiter's decametric radio emissions over the bandwidth of 10-40 MHz. The array consists of 256 dual polarization dipole stands.

The modulation lanes in Jupiter's decametric radiation are groups of sloping parallel strips of alternately increased and decreased intensity in the dynamic spectral plots. We present LWA1 observations of modulations lanes and the developed data analysis software to measure the slope of the modulation lanes.

木星電波の放射機構を解明するために、時間経過による各周波数成分の強度変動を表すダイナミックスペクトラムの解析・研究が進められてきた。この木星電波ダイナミックスペクトラム構造には様々なものがあるが、Lバースト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を調べることによって、木星電波源の構造や位置の情報を得ることが可能となることを、我々は示してきた。

この木星電波モジュレーションレーンを調べるための有力な観測手段として、世界最高レベルの感度を持つ広帯域低周波電波望遠鏡(LWA1: Long Wavelength Array Station 1)があり、我々は、このLWA1を用いて木星電波モジュレーションレーンのデータ解析を行っている。このLWA1は、ニューメキシコ大学のグループにより建設された低周波宇宙電波の研究を目的とするアレイアンテナで、256基の直交したV字型の広帯域な2系統のアクティブ・ダイポールアンテナで構成され、右回りと左回りの偏波観測が可能で、受信したアナログ信号は超高速サンプリングによりデジタル化され、データ処理の後、アーカイブされている。

木星電波モジュレーションレーンの重要なパラメータとして、その傾き(Slope)がある。この傾きの算出に当たっては、従来、手計算により求められてきたが、LWA1の大量の木星電波データについて調べるために、我々は画像処理を用いて自動的に計算することができるプログラムを開発した。画像処理プログラムは、OpenCVのライブラリを用いてC言語で記述した。モジュレーションレーンの画像データに対して、生成した直線画像と2通りの方法で演算を行った。一つの方法としては、生成した直線のピクセル数と直線に対応したダイナミックスペクトラムの黒のピクセル数の比率でモジュレーションレーンの角度を求めた。2つ目の方法は、直線と対応するダイナミックスペクトラム上の画素値の平均から求めた。前者の方法では、モジュレーションレーンが鮮明に確認できる場合には適応できるが、閾値で判断しているため、電波強度が弱い部分については求めることが難しく、直線に対応するモジュレーションレーンの全体の傾向が反映されないことがわかった。後者は、画素値の平均で求めているため、直線に対応する部分の強度を考慮することができることがわかった。画像処理で角度を決定することにより、周波数・時間軸とその軸のピクセル値の比で傾き算出を行うことが可能となる。またその他に、各周波数成分の時系列データに対して相互相関関数を計算し、時間差と相関係数値を求めることにより傾きを算出する方法についても検討した。

今回の解析では、ダイナミックスペクトラムから、1例のイベントに対して、そのダイナミックスペクトラムを一定の周波数範囲と一定の間隔で約1200枚の画像を切り出し、モジュレーションレーンが確認できる画像について処理を行った。この処理の結果、モジュレーションレーンが鮮明に確認できる場所では、画像処理による結果と手計算での傾きがほぼ同じ値を示していることがわかった。今後、LWA1による木星電波モジュレーションレーンの傾きを自動的に計算するプログラムにより、多くの電波源のケースについて、統計的な解析を行っていきたいと考えている。