

短距離基線干渉計観測による微弱な木星デカメータ電波の出現判定 Objective detection of weak Jovian decametric radiation by using a short baseline interferometer system

中城 智之^{1*}, 青山 隆司¹, 大家 寛²
Tomoyuki Nakajo^{1*}, Takashi Aoyama¹, Hiroshi Oya²

¹ 福井工業大学, ² 東北大学

¹Fukui University of Technology, ²Tohoku University

1. 序

木星デカメータ電波 (DAM) は、木星オーロラ帯から放射される電磁波であり地球のオーロラキロメータ電波 (AKR) に対比されるが、AKR とは異なり、惑星の自転が主なエネルギー源であると考えられるため、DAM の観測は木星型磁気圏の活動度を捉える重要なツールとなっている。しかし、従来の DAM の出現判定では、受信信号の強度変化やスペクトル形状を目視で判定する方法が採用されており、微弱な信号の判定結果が主観に左右されるという問題点があった。そこで本研究では、微弱な DAM の客観的な出現判定法の確立を目的として、短距離基線干渉計によって観測されたフリンジ波形のデータ解析を行った。

2. 福井工業大学あわらキャンパスの短距離基線干渉計システム

本研究では、福井工業大学あわらキャンパスの基線長 100m 級の 3 基線短距離基線干渉計によって 2007 年から 2010 年にかけて観測されたフリンジ波形データを解析に使用した。本干渉計システムでは、23.31MHz の固定周波数での連続観測が行われており、干渉処理の結果のフリンジ波形を 5Hz でサンプリングし HDD に保存するシステムとなっている。

3. フリンジ相関法による微弱な DAM の出現判定

観測されたフリンジ波形から木星起源のフリンジ波形を検出するため、観測フリンジと木星から電波が一定の強度で放射され続けたと仮定して計算されるフリンジ波形の相関係数を求め、ある閾値を越えた場合に機械的に DAM と判定した。相関係数を求める際の積分時間は 2 時間に設定し、1 分ごとに相関係数を求めた。2 時間の積分時間は、本干渉計システムで得られるフリンジの周期が最小で 30 分程度と長いために必要となるもので、典型的な DAM の継続時間と比較すると長い。したがって本研究では、継続時間の長い DAM のみを検出することになる。また、閾値として、観測期間において得られた全ての相関係数の確率分布の 4 を採用した。

4. 出現判定の妥当性の評価

本研究で DAM と判定した信号 (以下、検出信号) について、以下の 3 つの観点から判定の妥当性を検討した。

(1) 従来の CML - イオ位相角ダイアグラムとの比較

本研究による検出信号について CML - イオ位相角ダイアグラムを作成し、標準的なダイアグラムと比較した結果、よく似た出現頻度パターンが得られ、検出信号が木星起源であることが示唆された。

(2) 検出日と太陽風ショック構造の木星到達予想日との比較

観測条件の良い衝の前後 1ヶ月の期間において、検出信号の検出日と太陽風ショック構造の木星への到達予想日との比較を行った。比較に用いる検出信号として、非イオ電波に分類される信号のみを用いた。また、太陽風データは WIND 衛星の観測結果を用い、太陽風のスパイラル構造を考慮して、木星への到達予想日を計算で求めた。比較の結果、太陽風ショック構造の木星への到達予想日の前後 1 日の範囲でほとんどの検出信号が検出されており、検出信号が木星起源であることを強く示唆する結果となった。

(3) ナンセイ観測所の高感度スペクトル計との比較

観測条件の良い衝の前後 1ヶ月の期間において、検出信号の検出日とフランスのナンセイ観測所での DAM 検出日の比較を行った。ナンセイ観測所のスペクトルデータは WEB 上に公開されており、2007 年から 2010 年の全データをダウンロードして画像化し、スペクトル上のアーク構造と呼ばれる出現パターンを目視で検出することによって DAM の出現判定を行った。比較の結果、2009 年および 2010 年では、本研究で得られた検出信号の検出日は概ねナンセイでの DAM 出現日と一致、あるいは相補的な関係にあり、本研究の検出方法の妥当性が補強された。一方、2007 年および 2008 年では、本研究では信号が検出されているが、ナンセイ観測所では明確な DAM を確認できなかった。このことは、本研究の信号検出方法がナンセイと比較して積分時間が極めて長く、その結果、検出感度が高いためと考えられる。

5. 考察と今後の展望

以上の結果から、本研究で検討した短距離基線干渉計データに対するフリンジ相関法解析が微弱な DAM の検出に非常に有効であることが確認された。解析の結果として、太陽風ショック構造が木星に到達する日の前後 1 日の間に DAM が放射される例が多いことが示唆された。加えて、従来 DAM の出現頻度が極めて低いと考えられてきた非イオ B 領域のイオ位相角 240 度付近で出現頻度が高くなっており、従来の認識とは異なる新しいイオ関連電波が検出されている可能性がある。今後、観測を継続してこれらの結果の確認を行うと同時に、本研究では検出できない継続時間の短い DAM の検出を目的として、基線長が数 km 級の干渉計システムを構築していきたい。

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



PCG31-25

会場:301A

時間:5月23日 17:15-17:30

キーワード: 木星, デカメータ, 電波, 干渉計, 太陽風

Keywords: Jupiter, decametric, radio, interferometer, solar wind