

アレイ干渉計による木星電波微弱成分検出に関する研究

Detection of the weak components of Jovian decametric radiation by applying the fringe correlation method.

三浦 洋嗣[1]; 小野 高幸[2]; 飛山 泰亮[3]; 飯島 雅英[4]; 大家 寛[5]

Hirotsugu Miura[1]; Takayuki Ono[2]; Yasuaki Hiyama[3]; Masahide Iizima[4]; Hiroshi Oya[5]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理・地球物理; [4] 東北大・理・地物; [5] 福井工大・宇宙通信

[1] Geophysical Ins, Tohoku Univ; [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [3] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [4] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [5] Space Commu. Fukui Univ.

太陽系最大の惑星である木星は、地球の 30 倍以上の強力な表面磁場を持ち、約 10 時間という非常に早い周期で自転を行っていて、広大な磁気圏を有している。また、内部磁気圏にはイオのような特殊な衛星が存在し、木星固有の電磁環境を構成している。木星デカメータ電波は木星磁気圏の、この多彩な活動性を最も端的に反映した現象の一つである。木星デカメータ電波の出現特性は、その発生に衛星イオが関わるイオ関連電波とイオに関わらない非イオ関連電波に大きく分類される。非イオ関連電波は一般に微弱であるが、中でも non-Io-B 電波は特に放射強度が弱く、地上観測における観測の報告例が少なく、そのため、その存在は知られているが、その詳細に関しては未知の部分が多く謎に包まれている。

本研究では、東北大学飯館木星銀河電波観測所の 100m 級基線アレイ干渉計システムにフリンジ相関法を適用し、放射強度の弱いイオ関連電波の検出を目的とした観測を実施した。Oya et al. (2003) によって提唱されたこの手法は、単に空間分解能を上げるのみならず、注目する天体のフリンジ成分を積算型干渉計出力の中から選択的に抽出することによって、観測の SN 比を大きく改善させる要素を持っている。本研究では、フリンジ相関法の持つこの特性に注目し、デカメータ波帯の強い銀河のバックグラウンド放射に埋もれた、SN 比が 1 以下の微弱木星デカメータ電波の検出を試みた。

この目的のために、まず簡単なシミュレーションによりその有効性を確かめた。その結果、パワーで表した SN 比が数%であっても、相関処理における積分の効果によって SN 比が大幅に改善され、微弱な信号成分を検出できることが確認できた。

次に、このフリンジ相関法を 100m 基線干渉計へ適用し、デカメータ波帯において微弱な宇宙電波検出が出来ることを確認するため、同波長帯で比較的大きなフラックスを持つ定常的宇宙電波であるカシオペア A 及びシグナス A を対象とした観測を、観測周波数 24.19305MHz で 2003 年 8 月から 9 月の期間実施した。これらの電波源の強度は銀河背景放射に対して 2 から 3% 程度であるが、そのような低 SN 比の条件の下であっても、有効にこれらの電波源の信号を検出できた。このような位置が既知の天体は、観測システムの位相較正に用いることができる。人工通信等のコヒーレントノイズの影響が存在しない場合には、この手法による位相較正は有効で、 $\pm 30^\circ$ 程度の精度でアレイ干渉計システムの位相較正が可能である。

次に、同手法を木星デカメータ電波観測に適用した。観測は、2003 年 11 月から 1 月の期間、24.19305MHz 及び 21.86MHz で実施し、その結果、2003 年 11 月 14 日、16 日、12 月 5 日、7 日、9 日、21 日、22 日、2004 年 1 月 9 日において Io-A, B, C 及び non-Io-A, B, C の観測に成功した。この観測期間中は、Io 関連電波よりも non-Io 関連電波、特に non-Io-B が多く観測されたが、これらはいずれも $2.86 \times 10^{-22} \sim 5.35 \times 10^{-21}$ [W/m²/Hz] の強度のものであり、イオ位相角-CML ダイアグラム上で、東北大学の過去の観測においては事例の極めて少ない領域で捉えられたものである。

本研究の結果から、フリンジ相関法により、銀河背景放射のランダムノイズに埋もれた SN 比の極めて低い状況下でも微弱な木星デカメータ電波を有効に抽出できることが示された。今後 non-Io-B で代表される木星デカメータ電波の微弱成分の振る舞いを究明するために重要な手段の一つとなり得ると考えられる。