

500km 級長距離基線干渉計を用いた木星デカメータ電波源構造の解明に関する研究

Study on the source structure of Jovian decametric radiation by using 500 km class long baseline interferometer

中城 智之 [1]; 大家 寛 [2]; 小野 高幸 [3]

Tomoyuki Nakajo[1]; Hiroshi Oya[2]; Takayuki Ono[3]

[1] 福井工大・宇宙通信; [2] 福井工大・宇宙通信; [3] 東北大・理

[1] Space Commu. Fukui Univ.; [2] Space Commu. Fukui Univ. Tech.; [3] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.

1. 序

木星デカメータ電波は双極子型の磁場を持つ天体が放射する特徴的な電波として注目されてきたが、放射機構の理解は未解明な部分が多く残されている。特に、伝搬路の影響の問題のために、長距離基線干渉計による電波源の位置および構造の直接観測例は少ない。国内では東北大学のグループが 1970 年代から 100km 級基線干渉計を用いた観測により伝搬路の影響の問題に取り組んできているが、本研究では従来の観測を拡張し、さらに基線長の長い 500km 級長距離基線干渉計を用い、伝搬路の影響および電波源構造に対する検討を行った。

2. 500km 級長距離基線干渉計ネットワークを用いた 2008 年の観測

2008 年の観測では、東北大学の飯館および米山観測局、福井工業大学のあわら観測局の 3 点を観測局として用いた。基線長は、あわら - 米山が 540km、あわら - 飯館が 450km、飯館 - 米山が 111km である。2008 年 3 月から観測を開始し、3 月 29 日 4 時 30 分 (JST) に木星デカメータ電波の受信に成功した。受信された木星電波は衛星イオに関連して発生する Io-B 電波に分類される成分で、全ての観測局において銀河背景雑音に対して最大で約 10dB の良い SN 比で受信された。観測周波数は 22MHz および 22.5MHz の 2 周波である。フリッジ解析の結果、全ての基線で明確なフリッジが得られ、理論フリッジパターンとの比較の結果、木星起源であると結論された。

3. データ解析および考察

3-1. IPS 解析による電波源構造の推定

全ての観測局で数秒周期の強い強度変動が観測された。このような周期の強度変動は従来、太陽風プラズマによる惑星間空間シンチレーション (以下、IPS) であると報告されてきたが、あわら局において飯館、米山局と比較して約 1 秒遅れて強度変動パターンが出現することが確認され、プラズマ通過速度として約 422 km/s という結果を得た。この結果から、数秒周期の強度変動が IPS であることが改めて確認され、太陽風密度構造の空間スケールが約 400km ~ 1500km の範囲で変動する様子が観測された。また、密度構造の空間スケールの検討結果から、今回受信した電波の電波源サイズの上限值は 3.4 秒角であるとの結論を得た。

3-2. 相関処理による電波源構造の推定

一方、相関処理によって得られた相関係数は IPS の影響により激しく時間変動する様相を示したが、その最大値を採用することによって IPS の影響を最小とし、電波源サイズの上限值を推定した。SN 比の影響を補正した結果として、あわら - 米山基線では 0.93、あわら - 飯館基線では 0.97、飯館 - 米山基線では 0.98 という結果となり、電波源サイズの上限値は約 3 ~ 5 秒角と推定された。また、3 基線のフリッジ位相を用いた closure phase 解析では、SN 比から予測される標準偏差 6 度の精度で 0 に収束し、コンパクトな電波源という結果を支持することとなった。

3-3. フリッジ位相に対する伝搬路の影響

各基線のフリッジ位相は、飯館 - 米山基線 (基線長 111km) では数分程度の時間スケールのゆっくりした変動を示したが、あわら局を含む 500km 級基線では非常に不安定な様相を示し、位相がジャンプする現象が観測された。このことは、フリッジ位相に対する伝搬路の影響は、100km 級基線では地球電離層が、500km 級基線では IPS が支配的となることを示している。

4. 結論と今後の展望

IPS 解析および相関解析により、3 月 29 日に観測された Io-B 電波は数秒角以下の非常に小さな領域から放射されていることが改めて確認された。また、IPS のフリッジ位相に対する影響は太陽風密度構造の空間スケールに関係し、今回の観測では 100km 級基線では影響が小さいが、500km 級基線ではしばしば支配的になる様相を示した。最後に、closure phase が 0 となったことから、IPS および地球電離層、観測システム起源の位相誤差は closure phase 法で除去可能であることが示された。このことは今後の木星デカメータ電波源の長距離基線干渉計観測において closure phase が重要な役割を果たす可能性を示唆しており、これまで取り組んできた 2 周波数観測法と共に今後検討が必要である。