

木星デカメータ電波の arc 構造と電波源構造の対応

The correspondence between the arc structure of Jovian decametric radio emission and structure of its sources

服部 真[1], 大家 寛[2]

Makoto Hattori[1], Hiroshi Oya[2]

[1] 東北大・理・地球物理, [2] 東北大・理・地球物理学

[1] Astron.and Geophys.,Tohoku Univ., [2] Geophysical Ist. Tohoku Univ.

<http://stpp1.geophys.tohoku.ac.jp/>

木星周辺磁場モデルを基本とした、数値計算による放射モデルを用いて、木星デカメータ電波の arc 構造を試みた。電波源をイオフラックスチューブに置き、放射角を、高度 0km で 80 度、高度 15000km で最小 75 度、更に高高度では再び 80 度に漸近する電波源高度の関数としたモデルはボイジャーによって観測される arc とよい一致を示した。またその放射条件は放射角を非常に狭い範囲に限定することを示しており、イオに関連する放射メカニズムがサイクロトロンメーザー不安定である可能性を示している。

木星デカメータ電波放射の観測頻度・強度分布を示す CML-イオ位相角ダイアグラム上において、イオ A、B は互いに対称な分布を示している。この対称性からは、イオ A、B 放射電波源が同一である可能性が示唆されるが、一方でこれらの電波の arc 構造は異なる様相を呈している。本研究では、木星周辺の磁場ベクトル分布を再現した vip4 モデルを基本として、木星電波源における電波の放射条件を仮定した放射モデルを数値計算し、観測されるような arc 構造を得るための条件を探った。

モデルにおいて電波源は、イオ軌道を通る磁力線であるイオフラックスチューブ (IFT) 上に存在し、電波はサイクロトロンメーザー不安定 (CMI) によって放射されるとする。したがって、電波は源の磁場と一定の角をなす方向 (hollow cone angle 以下 hca) に、サイクロトロン周波数で放射される。また、1 本 1 本の arc は、各々 1 本 1 本の IFT に対応する。この放射モデルにおいて hca が電波源の高度に依存するとしてその関数を定義し、数値計算の結果を観測された arc 構造と比較した。hca の高度依存関数として、高度 0km で hca 最大、指定高度で hca 最小、更に高度が増加すると hca が最大値に漸近するものを用い、各変数を変化させた。

観測による arc は、A、B 各電波源の位置で周波数の上限が最大 40MHz に達し、広い帯域にわたるものと、上限が約 20MHz 以下にとどまり、曲率の大きいものに大別されるが、計算により得られた arc 構造モデルにおいてもこの 2 つの arc の様相が再現されている。これは、観測者が木星の明け方側と夕方側の 2 箇所の電波源を同時に観測するためである。しかし、arc の曲率を観測と一致させるためには hca が高度とともに変化する必要があり、最も一致するモデルは、最大 hca 80 度、最小 hca 75 度で、そのときの高度が 15000km としたものであった。

計算によって得られた arc 構造の形は、電波源と観測者の間の幾何学によって決定されているため、この結果は、電波源における hca が非常に狭い範囲で決定されていることを示唆している。CMI の放射機構は、電波放射を非常に狭い方向に限定することを理論的に示しており、本研究により、arc 構造を示す木星デカメータ電波が CMI の放射機構で放射されていることが裏付けられた。但し、今回示された hca の高度分布は観測結果と最も合うように選択されたものであり、今後理論的な裏付けが必要とされる。また、今回の解析で用いられた、ボイジャーによる arc 構造の観測結果からは、イオ依存性の arc とイオ非依存性の arc を明確に分離することは困難であり、両者の arc 構造の比較も今後必要となる。