

木星デカメートル波放射の新しいビームモデルについて

今井 一雅 [1]; 今井 雅文 [2]; 生田 万祐子 [1]
[1] 高知高専・電気工学科; [2] 高知高専・専攻科

A new beaming model of Jupiter's decametric radio emissions

Kazumasa Imai[1]; Masafumi Imai[2]; Mayuko Ikuta[1]

[1] Department of Electrical Engineering, Kochi National College of Technology; [2] Advanced Course Kochi National College of Technology

It has long been recognized that there is a marked long-term periodic variation in Jupiter's integrated radio occurrence probability. The period of the variation is on the order of a decade. Carr et al. [1970] showed that such variations are much more closely correlated with Jovicentric declination of the Earth (De). The range of the smoothed variation of De is from approximately +3.3 to -3.3 degrees. This De effect was extensively studied and confirmed by Garcia [1996]. It shows that the occurrence probability of the non-Io-A source is clearly controlled by De at 18 MHz during the 1957-1994 apparitions.

We propose a new model to explain the De effect. This new model shows that the beam structure of Jupiter radio emissions, which has been thought of like a hollow-cone, has a narrow beam like a searchlight, which can be explained by assuming that the three dimensional shape of the radio source expands along the line of the magnetic field. Various computer graphics have been drawn for general understanding of the image of this searchlight beam model.

木星デカメートル波放射の発生頻度は、木星の太陽の公転周期である12年周期で大きく変動することが観測されてきた。これは、木星の自転軸が3度傾いているために、木星中心の木星の自転軸からの地球方向の傾きであるDe (Jovicentric Declination of the Earth) が、12年間でプラスマイナス3度変化することから、De効果と呼ばれている [Carr et al., 1970, 1983]。このDe効果が正しいとすると、プラスマイナス3度のわずかに6度の角度のずれで電波放射の発生頻度の大きな変化を説明できるモデルが必要となる。これは、単純な幾何学的な問題であるので、従来のコーン状のビーム構造では説明できないことになる。何故なら、コーン状のビーム構造の場合は、地球方向の赤道面を交差するのは2方向あり、わずかに6度のずれではこの2方向の解は必ず存在し、木星電波放射の発生頻度を大きく変えるような要因にはなり得ないからである。

そこで、我々はコーン状のビームの一部が強くなったサーチライト状のビーム構造を考えた。これは、従来のモジュレーション・レーン法で求められた電波源のCone half-angleの考え方と矛盾しないモデルである。このサーチライトビームモデルでは、De効果による木星電波放射の発生頻度の大きな変化を説明するために、緯度方向に5度程度のビーム幅を考える必要がある。この5度程度のビーム幅を実現するために、2次元的な広がりを持つコヒーレントな電波源の形状を考えてた。この2次元的な広がり方向は、緯度方向であるのが重要なポイントとなる。つまり、同じ経度で異なるLシェルの値を持つ磁力線上に電波源が連続的に分布しており、瞬時的にコヒーレント(同一周波数で同一位相)になる2次元的な広がりを持つ電波源の面が存在することである。これは、磁力線方向に1000m、緯度方向に200mのコヒーレントな2次元の電波源の形状を考えると、 $\theta = \lambda / d$ より、それぞれ1度と5度のビーム幅を考えることができる。前者の1度は、従来のコーン状のビームの厚さに対応するものであるが、後者の5度は、緯度方向の電波源の広がりを考えることにより生じたものである。つまり、この緯度方向の電波源の広がりが、電波源の緯度方向のビーム幅となる5度を決定することになる。したがって、サーチライトビームの断面は円とはならず、つぶれた楕円のような非等方性を持つことになる。

木星デカメートル波放射のDe効果を説明できるモデルは、今まで存在しなかったもので、今回の木星電波サーチライトビームモデルがその最初のものとなる。このモデルでは、木星電波源のコヒーレントな形状を2次元的に拡張して考えているので、従来のコーン状のビームモデルの延長線上のものであると言える。将来予定されているJUNOなどの木星探査ミッションでは、極軌道のもので計画されている。もし、木星デカメートル波放射の高い周波数成分(30MHz)までの観測装置を搭載することが可能であれば、この木星電波サーチライトビームモデルで予想される緯度方向の電波放射特性との比較を行うことができ、実際の検証が可能となる。また、このモデルからコヒーレントな電波源の大きさが1km程度であると考えられるので、25MHzで最高20kmの分解能を持つ月・地球間木星電波VLBI観測を実現することが可能となれば、十分フリンジを得ることができると期待され、この木星電波サーチライトビームモデルの検証が可能となると考えている。