

平磯リオX-タデータ中に見られる木星デカメータ波放射

近藤哲朗, 磯崎 進, 大内栄治
 (鹿島支所) (大吠電波観測所) (平磯支所)

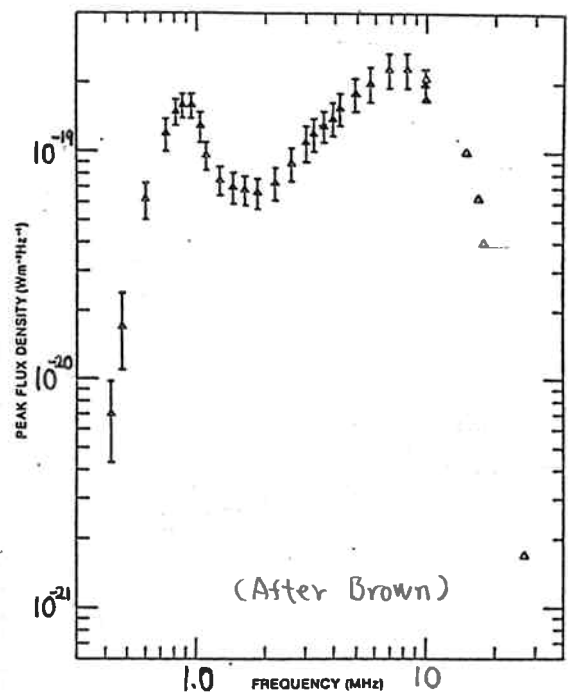
1. はじめに

太陽系最大の惑星である木星は、地球の10倍以上もの強い磁場を持ち早い自転の為(約10時間)、変化に富んだ巨大磁気圏をまとい、そのプラズマ中では激しく電磁現象が展開している。この木星から非常に強いバースト状の電磁波デカメータ波が放射されているがその放出エネルギーは 10^{11} watt にもおよび、地球上では時として太陽電波よりも強い電波として観測される。木星デカメータ波が発見⁽¹⁾されてから20年以上経ち木星デカメータ波の性質が詳しく調べられその発生メカニズムが明らかになりつつある。しかし、木星デカメータ波放射の長年月に亘る出現特性が太陽活動(約11年周期)に関係があるのか、木星の公転周期(約12年)に関係があるのかは明らかになっておらず興味深い問題である。長周期の出現特性を明らかにする為には長期間のデータが必要となるが、日本での木星デカメータ波の定常観測は東北大学が一番古く、1974年からである。ところが、平磯支所では、さらに古い1965年よりリオX-タ(Rio-meter: Relative Ionospheric Opacity-meter)を用いて銀河電波の電離層による吸収量の測定を20, 25, 30, 40 および50 MHz帯に行なっている。このリオX-タデータを木星デカメータ波放射という観点より解析した結果、数多くの木星デカメータ波放射の受信が確認できた。今回は、解析を行なった期間の出現特性について報告する。

2. 木星デカメータ波放射とは

2.1. パワースペクトラム

木星デカメータ波放射のスペクトラムを第1図⁽²⁾に示す。10MHz以下では電離層の影響で地上からは観測することができない為、IMP-6という米国の人工衛星で観測したものであるが、10MHz付近と1MHz付近にピークのある事がわかる。デカメータ波放射の高域カットオフ周波数は木星極域の磁場強度と関係があり約38MHzである。これは後に述べる。木星電



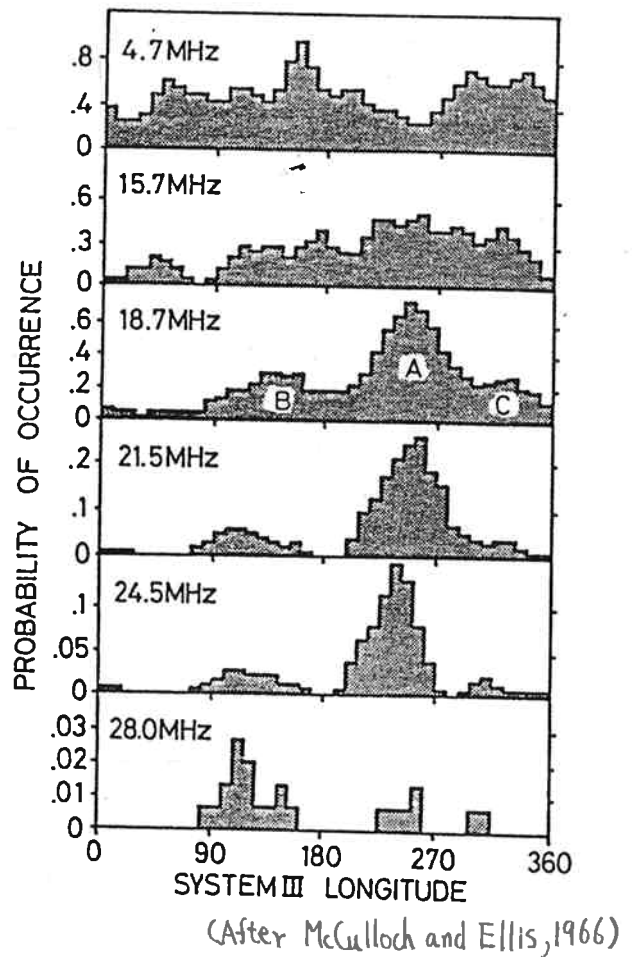
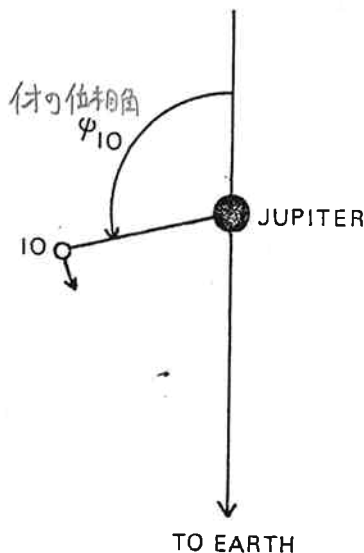
第1図 スペクトラム

波の判定方法のところで用いられる。

2.2 電波源

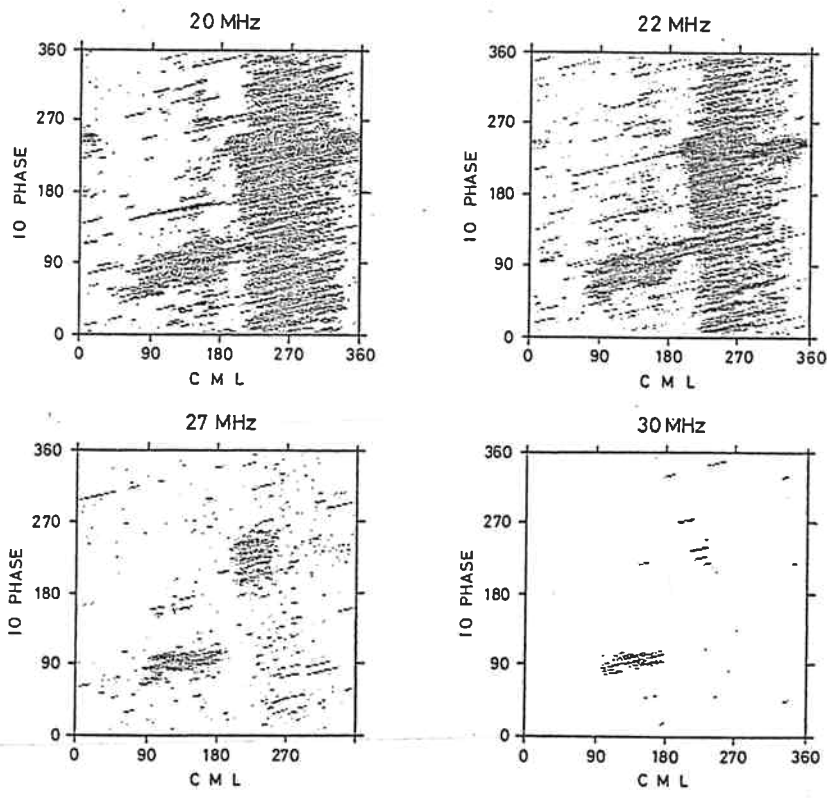
電波源には、実際に電波の発生している場所という意味と、統計的に処理をした場合の電波の出現頻度の多い場所という意味の2つの意味があるが、ここでは後者の統計的に処理をした場合の意味で使用する。

木星の固核の部分の自転周期は、9時間55分29.711秒であり、この自転周期をもとに体系Ⅲ経度が定義されている。オ2図は横軸に地球から見た場合の木星中央子午線経度(CML: Central Meridian Longitudeとも呼ぶ)をとり、たて軸に木星デカメータ波の出現頻度をとったものである。18.7MHzの図に示されているがCMLに対して大きく3つの電波源に分かれる。経度の若い方から、それぞれB, AおよびCソースと呼ばれる。BおよびAソースは先行電波源(Early Source)および主電波源(Main Source)とも呼ばれる。木星デカメータ波放射にはもう一つ、木星のオ1ガリレオ衛星イオの位置においてコントロールされる成分がある。



オ2図(3) 出現特性

オ3図 イオ衛星の位相角



(After Thielemann, 1979)
 第4回 Io-CML ダイアグラム (4)

イオ衛星の位相角(第3回で定義した)をたて軸にとり、横軸に中央子午線経度CMLをとったIo-CMLダイアグラム上での木星デカメートル放射の出現特性を第4回に示す。現象は黒い部分で示されるが、周波数が高くなるにしたがってIoの位相角が90°および240°付近の放射にかぎられることがわかる。このようにイオ衛星の位置によってコントロールされるデカメートル放射をイオ依存性電波源(Io-related Source)、イオ衛星の位置によらず、CML 270°付近に出現する電波源を

非イオ依存性電波源(Non Io-related Source)と呼ぶ。先に述べたA、BおよびCソースの分類よりイオ依存性電波源はIo-A、Io-BおよびIo-Cソースと呼ばれる。

2.3. 偏波特性

木星デカメートル放射のほとんどが右旋円偏波であり、Axial ratioは1に近く、完全円偏波である。楕円偏波成分および左旋偏波はイオ依存性電波源においてのみ見られる。

2.4. 現象タイムスケール

木星デカメートル放射はバースト状に放射される電波であるがその継続時間は数分から1時間程度である。バースト自体は数秒から数10秒のタイムスケールを持つバーストと呼ばれるグループより構成され、バーストはさらに短い数ミリ秒のタイムスケールのサブバーストから構成される場合がある。このサブバーストは直接に電波発生メカニズムを反映しているものと考えられている。

2.5 発生メカニズム

木星デカメートル波の発生のメカニズムおよびその発生領域に関して、この電波発見以来種々の議論がなされてきている。1970年代初頭までは、サイクロトロン放射およびセレンコフ放射といった放射線帯に存在する高エネルギー粒子から直接に電磁波が発生するという放射機構が考えられた。これらの理論は発生メカニズムとしては理解できるものであるが、木星デカメートル波の場合の強大な放出エネルギーを説明することが不可能であった。現在は、惑星プラズマ中に大量に存在する比較的lowエネルギーの粒子との相互作用によって生じる静電的プラズマ波から電磁波へのモード変換によってデカメートル波放射が起こると考えられている⁽⁶⁾。このモード変換理論は従来の理論では説明できなかった木星デカメートル波の巨大なエネルギーを十分に説明する事ができる。

3. リオメートルデータ解析

リオメートルの受信アンテナは5素子垂直固定八木アンテナである。受信検波器出力の充放電時定数の比は大きくとり、検波出力の最小値のみがとり出される。平磯支所でのリオメートル測定は1965年春ごろから30MHzにおいて開始され引き続き、20, 25, 30, 40および50MHz帯での測定が開始された⁽⁵⁾。

今回のデータ解析では、1965年12月からのデータを使用した。

3.1 木星電波判定方法

リオメートルデータから木星デカメートル波放射現象を抽出する為に以下の述べる4つの条件を用いた。

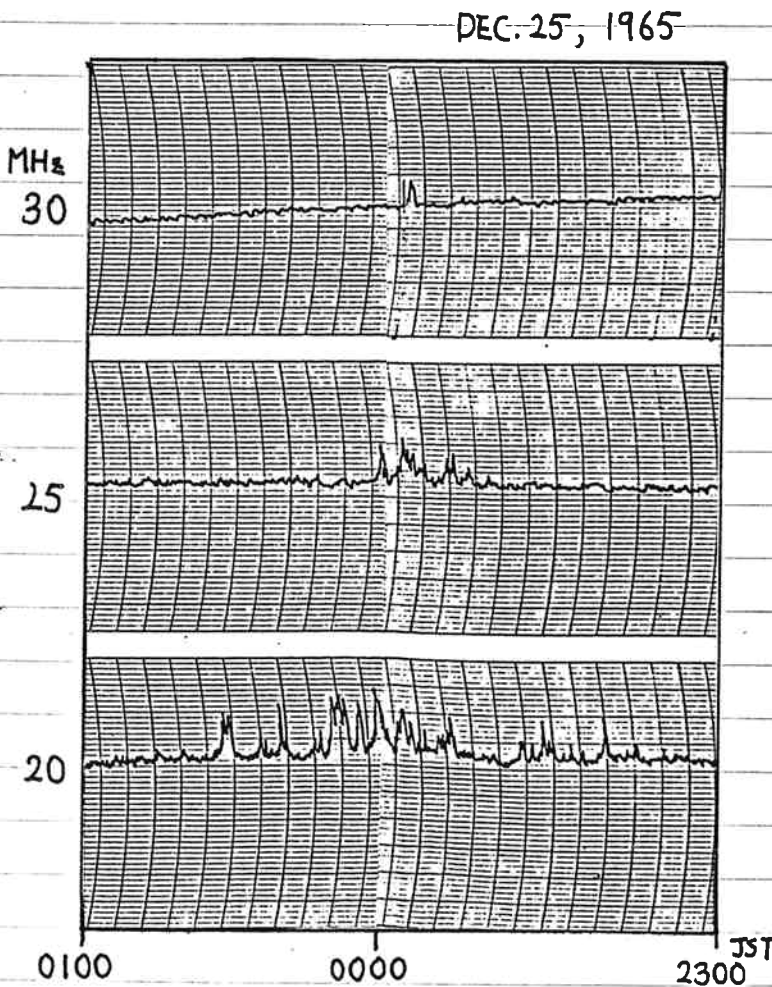
- ① 木星が地平線上に出ている時間のデータである事
- ② 夜間のデータである事
- ③ 20, 25, 30MHz帯の少なくとも2周波で受信され、40および50MHz帯では現象がない事
- ④ 現象がバースト状であり、継続時間が10分以上2時間未満である事

①の条件は当然の事であるが、②は太陽電波の混入および混信をさける為である。③の条件は、木星デカメートル波放射の高域カットオフ周波数が約38MHzであり、それ以下の周波数で広帯域に放射されることによる。④は木星

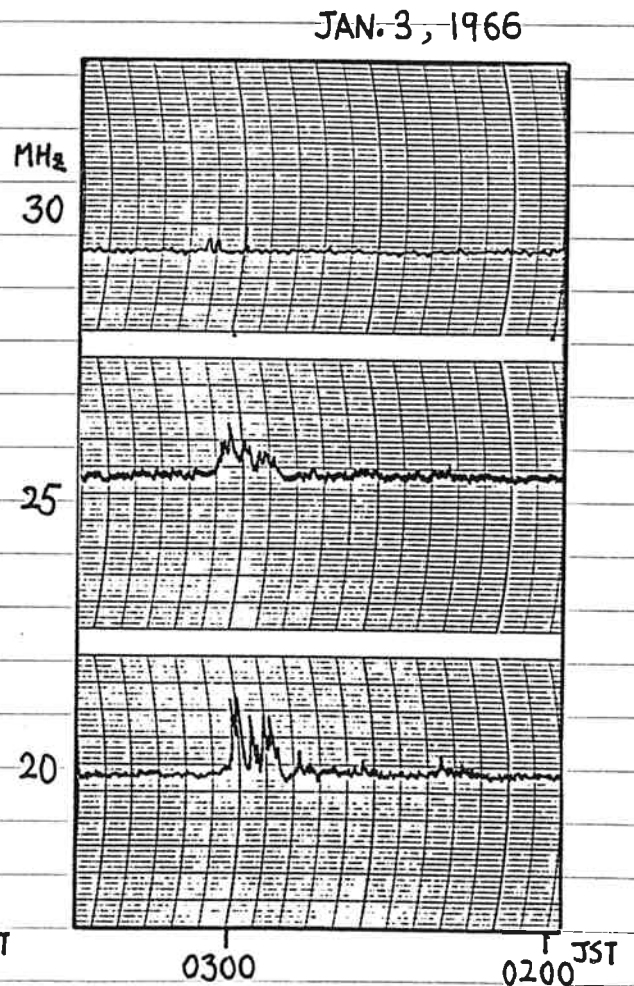
デカX-タ波放射のタイムスケールが与えた条件である。以上の4つの条件を満たす現象を木星デカX-タ波放射であるとした。

3.2 リオX-タデータ中に見られる木星デカX-タ波放射

リオX-タデータ中に見られた木星デカX-タ波受信例をオ5図からオ18図に示す。1965年12月から1969年12月までのデータでの典型的な受信例である。

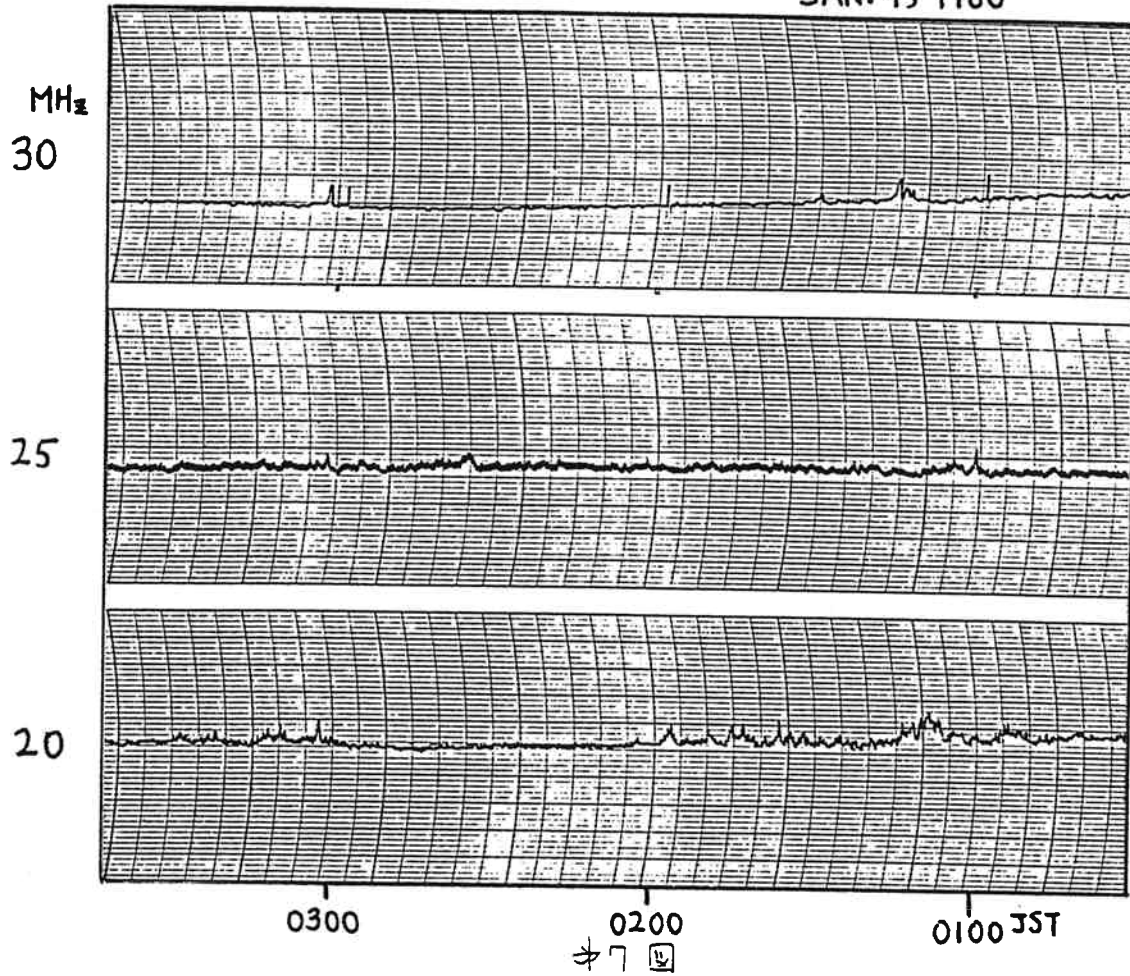


オ5図



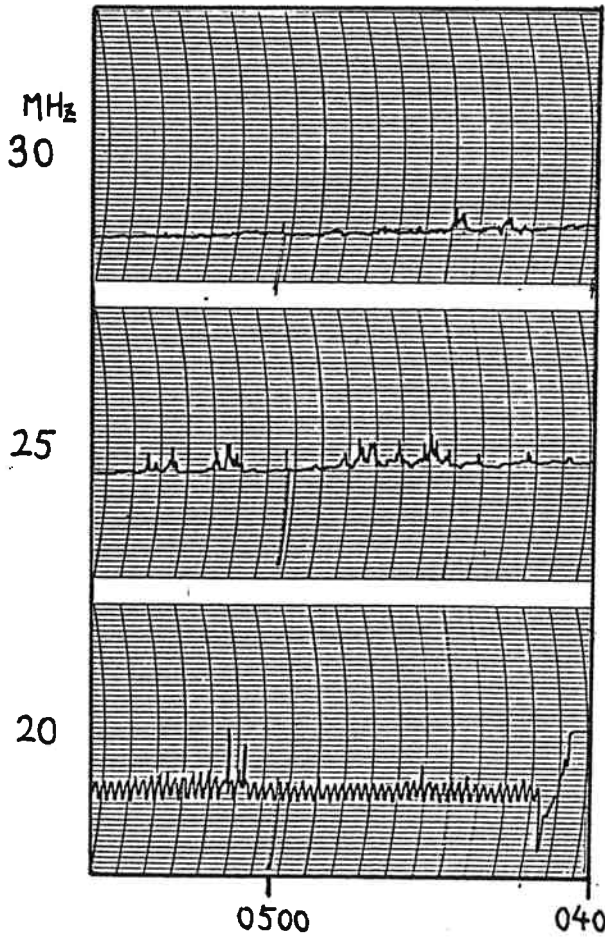
オ6図

JAN. 9, 1966



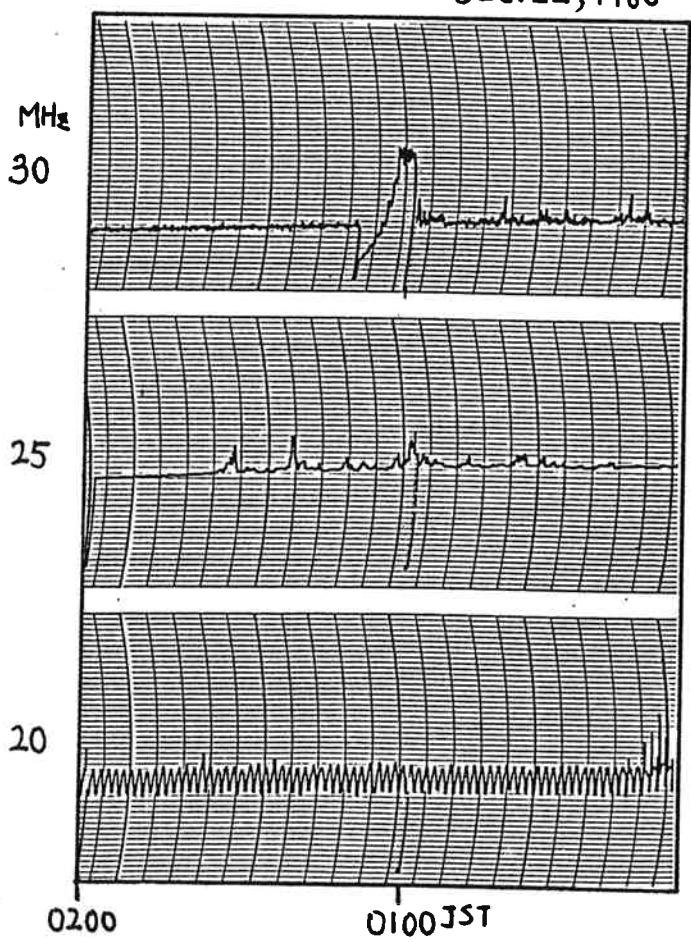
※7回

NOV. 20, 1966



※8回

DEC. 22, 1966



※9回