

13 木星電波の観測

1 動機

宇宙から届く電波に興味を持ち、電波を受信して目で見るだけではわからない天体の活動を知りたいと思い研究を始めた。平成18年度から研究は積み重ねられ、成果を上げ、私たちはその研究を受け継いだ。

- (1) 平成18年度：電波観測が可能な観測システムを構築し、雷の放電による電波の受信に成功。
- (2) 平成19年度：銀河電波を検出し、はくちょう座・いて座（銀河中心）の方向の日周運動と年周運動が原因の変化をとらえた。

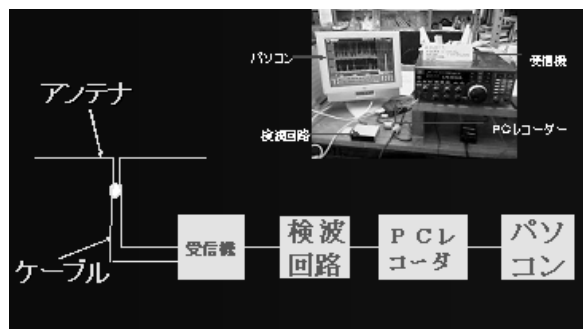
2 目的

前年度までに静岡高校に構築された観測システムをさらに整備して電波観測を行い、木星電波の検出を試みる。

3 方法

(1) 観測システムの概要（前年度まで）

観測システムのブロック図を図1に示す。部室屋上に建てられた2本のアンテナから、2本の同軸ケーブルを地学教室まで引き、2台の受信機・検波回路に接続する。受信機の出力はPCレコーダを経てデジタル信号に変換されパソコンに送られる。パソコンではPCレコーダ付属のソフト「MSR16H」を用いてデータが自動的に取り込まれて記録される。なお、この観測システムは前年度までに構築されたものである。



〈図1〉観測システム

(2) 本年度の研究

- ア 平成19年9月の台風でアンテナが損傷を受けていたため、観測シーズンになる前にアンテナを一新した。
 - イ 木星電波は一方向から到来するので、周囲からの人工ノイズによる影響をできるだけ無くして観測できるようにするため、指向性の良いアンテナを設計した。
 - ウ 木星電波が出現するときは同時に広い周波数帯に電波が現れる。これを生かして通信などの人工の狭帯域ノイズと区別できるようにするため、2つの周波数での同時観測を行う。このために新しいアンテナは2本製作した。
 - エ 人工ノイズの少ない夜半から日の出前までの時間帯における観測データの取得に努めた。
 - オ 木星電波は、木星の自転と同期して出現する「A」「B」「C」の電波源が、イオ衛星の位相角^(注)によって強度を増すことが知られているが、これら「イオA」「イオB」「イオC」の電波源の出現予報時刻を対象にして、記録されたデータを解析し木星電波の同定を試みた。
- （注）地球と木星を結ぶ方向において、木星の真裏側を0°とし、北極側からみて反時計回りにイオの位置まで測った角度をいう。

4 アンテナの製作

(1) 製作したアンテナの種類

ア 半波長ダイポールアンテナ（写真：左側のアンテナ）

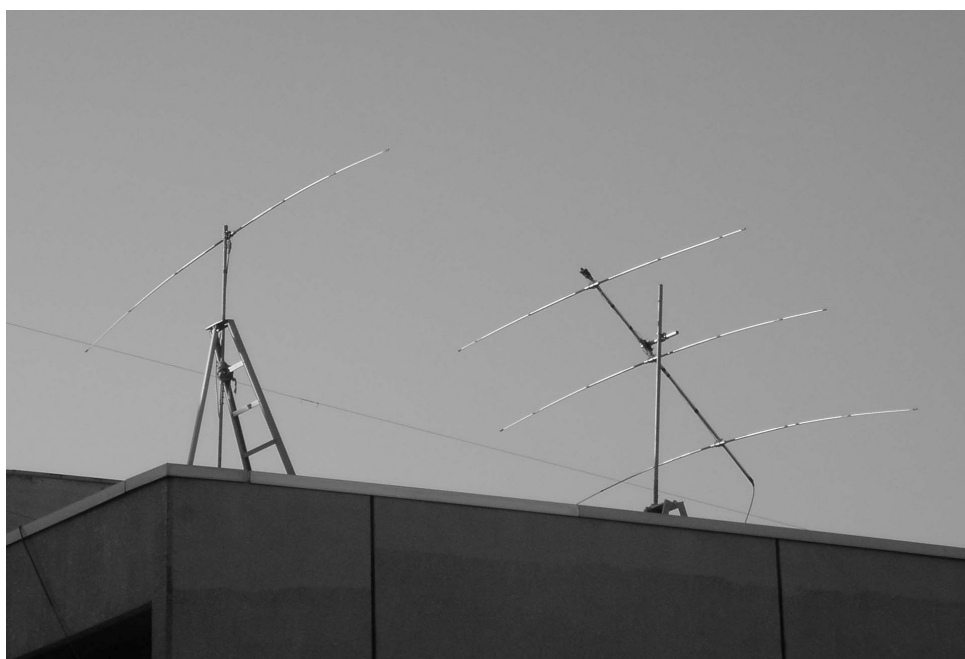
到来する電波と共振するように、アンテナ素子の全長は電波の波長の半分の長さに設計されている。

イ ログペリアンテナ（写真：右側のアンテナ）

長さの違う3本の半波長ダイポールアンテナを組み合わせることで受信周波数を広げ、指向性を高める設計になっている。

(2) 仕様

	ダイポール	ログペリ
片側の長さ	2.80m	2.19m 2.46m 2.76m
設置の高さ	3.0m	2.0m～2.6m
受信周波数 (設計値)	26.0MHz	約 25～28MHz



〈写真〉 アンテナ

5 観測とデータ解析

(1) 観測

平成20年4月28日、半波長ダイポールアンテナが完成し、17時30分より受信周波数26.0MHzで観測を開始した。5月7日にはログペリアンテナが完成し、27.5MHzで観測を開始した。その後、平成20年8月6日まで観測が継続され、データの取得が行われた。

次の表は昨年度までの研究の成果および文献や電波出現の予報表をもとに、観測周波数帯での自然電波の特徴をまとめたものである。

電波の種類	出現する時間帯	継続時間	記録波形の特徴等
雷 (18年度の研究より)	雷雲発生時	1 秒程度かそれ以下	パルス状
銀河電波 (19年度の研究より)	銀河中心方向が天空上にある時により強い	背景雑音電波として常時存在する	日周運動等による変化がある
木星電波 (予報表・文献より)	木星の自転周期（約10時間）とイオ衛星の公転周期（約1.8日）に関係する	数分から数時間	バースト状

〈表〉 自然電波の特徴

(2) データ解析

ア 解析手順

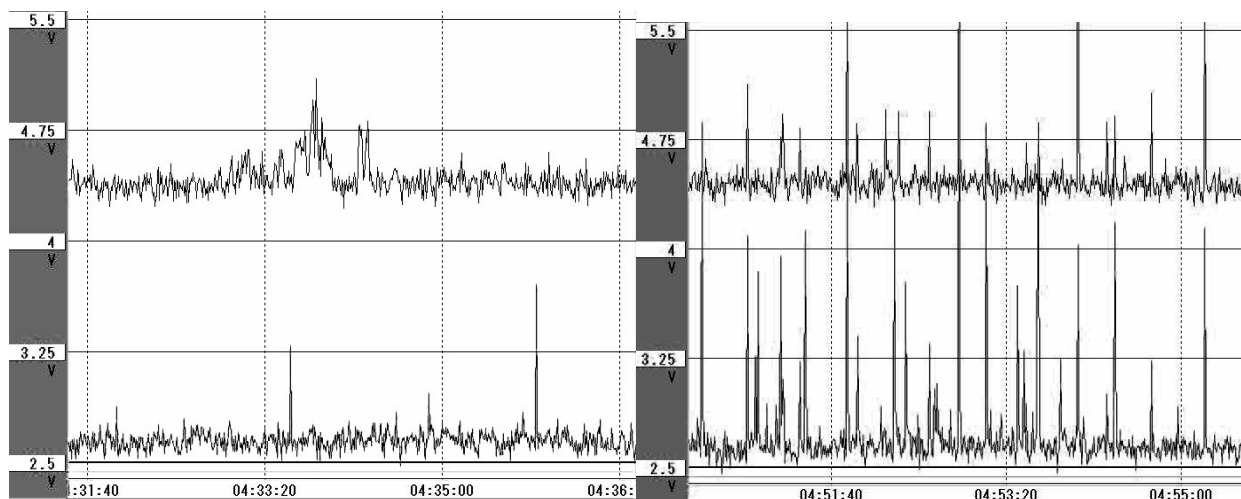
- ①データが取得された5月7日から8月6日までの期間において、人工ノイズの少ない23時頃から明け方の6時頃までの時間帯を対象に、「イオ A」「イオ B」「イオ C」電波源の出現予報時間のデータを再生し、2周波数で同時に受信されている記録を探す。波形を調べ、明らかに雷や人工の電波であるものを除き、木星電波である可能性の高いデータを抽出する。なお、出現予報はフロリダ大学がインターネット上で公表している予報表を利用する。
- ②詳細な波形の検討が必要な場合は、記録データを CSV ファイルとして書き出し、エクセルに取り込んだ後、エクセルのグラフ化機能によりグラフに表して調べる。
- ③福井工業大学から、今年度の木星電波の出現時刻の情報を提供していただき、時刻の一致を調べる。このことにより、木星電波であることの確実性をより高めることができる。

イ 結果

55時間分の観測データの解析作業を通して、記録をいくつかの典型的な波形に分類することができた。

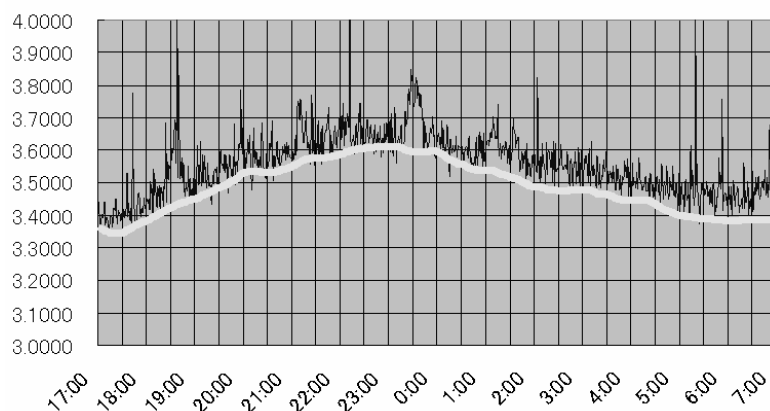
図2は通信の電波を受信したものである。通信であることは、受信機のオーディオ出力を同時にモニターすることにより確かめることができるが、狭帯域であるため、波形上では片方の周波数のみに現れるという特徴がある。図3は雷の電波を受信したものである。広帯域に出現し、2周波数同時にパルス状の波形が見られる。一つ一つのパルスの継続時間は1秒かそれ以下、かなり短いものまで見られる。図4は昨年度の研究により検出された銀河電波の日変化の波形を示している。

今回の解析により、木星電波の可能性が極めて高い記録が見つかった。平成20年5月30日4時21分（日本標準時 JST）ごろのデータである（図5）。福井工業大学が提供してくださった出現時刻とも一致している。木星電波の特徴である「広帯域のバースト状の電波の出現」が見られたので、これを木星電波であると同定した。このような例はさらに他の2つのイオ電波源の時間帯でも得られた。

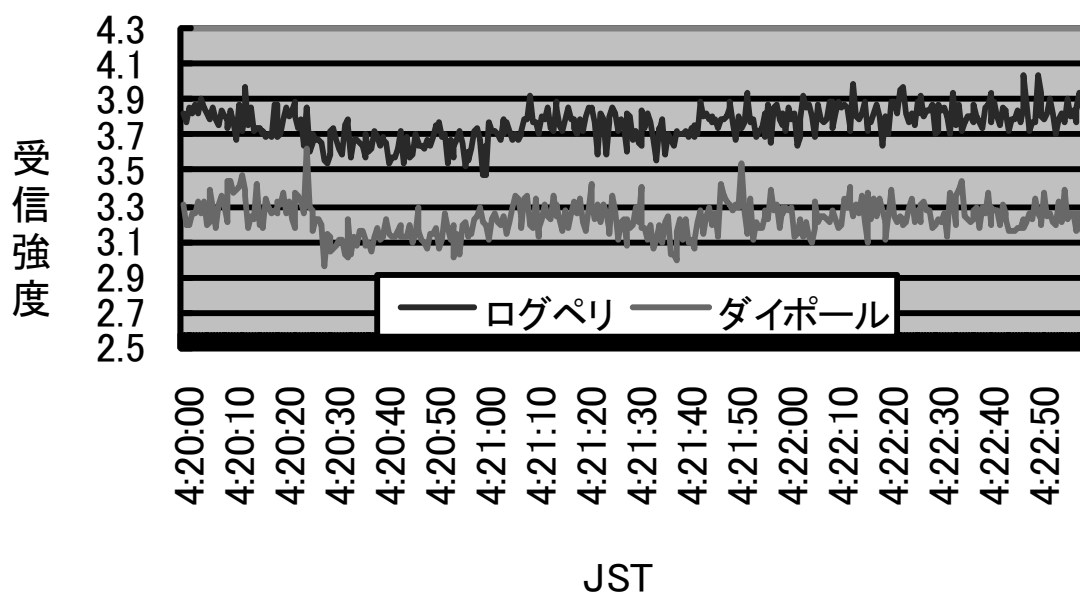


〈図 2〉 通信の電波の記録波形

〈図 3〉 雷の電波の記録波形



〈図 4〉 銀河電波の日変化を示す波形



〈図 5〉 同定した木星電波の記録波形

上側：ログペリ（27.5MHz） 下側：ダイポール（26.0MHz）

6 まとめ

- (1) ダイポールとログペリという2種類のアンテナを製作し、過年度に構築した観測システムのアンテナ部分をこれらの新しいアンテナに取り替え、より確実なデータの取得が可能となった。
- (2) 観測を行って取得されたデータの解析から、木星電波の受信が確認できた。木星電波はその記録波形から、雷や銀河の電波とは異なった時間スケールの変動を示すことが判明した。

7 今後の課題

- (1) 観測データの蓄積を行うとともに、木星電波についてさらに解析を継続し、より質の高いデータの取得をめざす。
- (2) 太陽活動の極大期に向けて、太陽電波の受信をめざす。
- (3) 大きな地震の前に発生するという地震電波の受信の可能性について考える。

8 参考文献

- (1) 前田耕一郎 「簡単な電波望遠鏡による低周波電波天文学」 天文月報 1990 年 1 月
- (2) 中城智之(福井工業大学宇宙通信工学科)他
「木星デカメータ電波を対象とする 400km 長距離基線干渉計観測」
生存圏波動分科会 WAVE10-05, January 2006
- (3) アンテナ・ハンドブック (CQ 出版)
- (4) 吉本猛夫 基礎から学ぶアンテナ入門 (CQ 出版)
- (5) 天文年鑑(2008 年度版) (誠文堂新光社)
- (6) UFRO(フロリダ大学電波観測所)Online <http://ufro1.astro.ufl.edu/>