

12 短波帯の自然電波の観測

1 研究の動機

私たち地学部は、毎月行っている天体観測の際に、先生から「銀河の中心からは、光だけでなく、電波も届いている。」ということを知り、大変興味を持った。目で見ただけでは解らない天体の活動を知りたいと思い、電波観測をやってみようと考えてこの研究を始めた。そして、銀河からの電波だけでなく、太陽や木星からの電波や、自然界の電波を幅広く観測してみようと考えた。

2 研究の目的

電波観測のできるアンテナを製作し、電波を受信することができる観測システムを構築することを第一の目標とした。

そして、観測されたデータから自然電波を探りたいと考えた。

3 研究の方法

(1) 半波長ダイポールアンテナの製作

観測にあたって、まず初めに観測の中心となる「アンテナ」の製作を行った。

文献を調べて、構造が簡単で、かつ私たちにも製作しやすい「半波長ダイポールアンテナ」を製作することにした。

アンテナの素子として直径が18ミリのアルミパイプを用いた。アンテナの長さは、受信周波数を24MHzとするために、片側の長さを3.00メートルとした。

アンテナは、副室棟の屋上に、素子を東西に向けて設置した。(図1)



図1：設置風景

(2) ダイポールアンテナの指向性

半波長ダイポールアンテナの指向性を文献で調べたところ、後方に完全導体の平面反射板を持つ半波長ダイポールアンテナの指向性は、図2のようになることがわかった。

製作したアンテナは、設置高さを、四分の一波長にしたので、この指向性にほぼ近い状態になっていると考えられる。またアンテナパイプを東西方向に向けて設置したので、東西方向には約70°、南北方向には約120°の指向性があり、特にこの範囲での感度がよいことになる。

しかし、アンテナ後方に完全導体の平面反射板を置いていないわけではないので、これを全く同じ指向性を持っているかどうかはわからない。

また、水平に近い方向からやってきた電波の受信感度は低下するが、まったく受信できないわけではない。

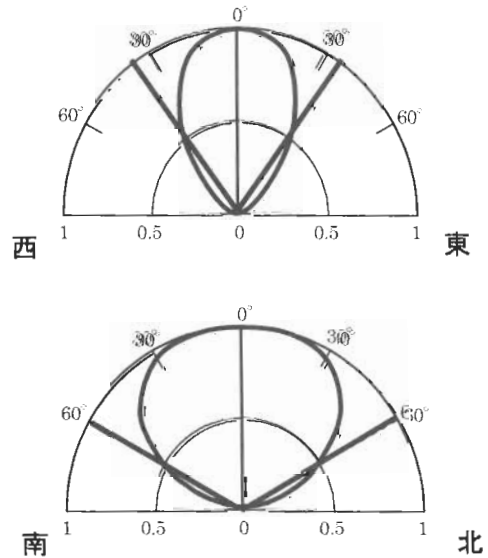


図2：後方に完全導体の平面反射板を持つダイポールアンテナの指向性

(3) 観測システムの構築

アンテナから同軸ケーブルを用いて受信機と接

続し、受信機は地学室に設置した。受信した電波の信号は受信機・検波回路・PCレコーダーを経て、パソコンに送られる。パソコンではPCレコーダーに付属していたソフト「MSRI6H」を使ってデータを取り込み記録した。(図3)



図3：観測システム

(4) データの解析

コンピュータに記録されたデータはそのままで利用できないので、以下の手順でデータを解析した。観測データは0.5秒ごとに記録されている。

- ① 記録データをCSVファイルとして書き出す。
- ② CSVファイルをエクセルに取り込む。
- ③ エクセルのグラフ機能を用い、データをグラフ化する。

(5) 2本目のダイポールアンテナの製作

予備観測を行ってみたところ、記録をとることに成功したため、7月の中旬から2本目のダイポールアンテナの製作を行った。

同じアルミパイプを使って、片側の長さが2.77メートルで、受信周波数が26MHzの2本目のアンテナを製作した。

このアンテナも同じく部室棟の屋上の高さ2.8メートルに設置した。受信周波数は1本目が24MHz、2本目が26MHzである。

(6) 24MHzと26MHzのアンテナを製作した理由

文献によると、図4に示されるように天体によって放射する電波には特徴がある。

しかし、受信機の感度から、ある一定の強さ以下の電波は受信できないため、目的とする銀河電波の受信には、30MHz以下が好ましいということが分かった。

また、上空中の電離層によって、宇宙からの電波は吸収され、20MHz以下になると、地上まで到達しにくいということも示されていたので、20MHzから30MHzの間で受信できるアンテナを作ることにした。

この周波数帯であれば、木星からの電波や、太陽バーストによる電波も観測できるので、24MHzと26MHzとした。

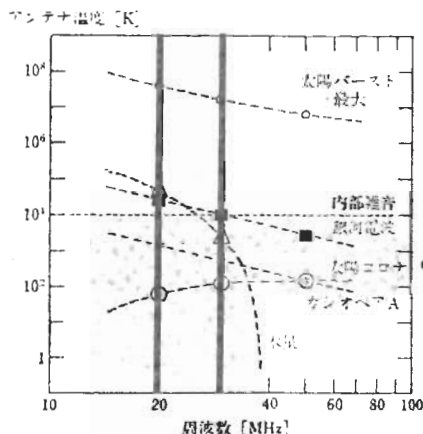


図4：電波強度の周波数スペクトル

(7) 2つの周波数帯で観測することの利点

通信などの電波は狭帯域のため、図5のグラフのように2MHz離れた違う周波数では、片方のみに受信されることが多くなる。

一方、自然電波の場合は、両周波数帯に同時に受信される可能性が大きい。したがって、2つの周波数帯で観測することにより、通信などの人工の電波と自然電波を区別できると考えられる。

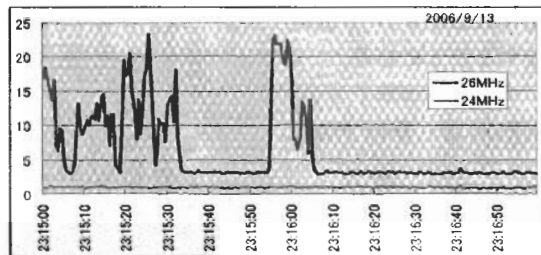


図5：観測された人工電波

4 研究の結果

9月11日 日中、雨は降らなかったものの雷が鳴っていた。

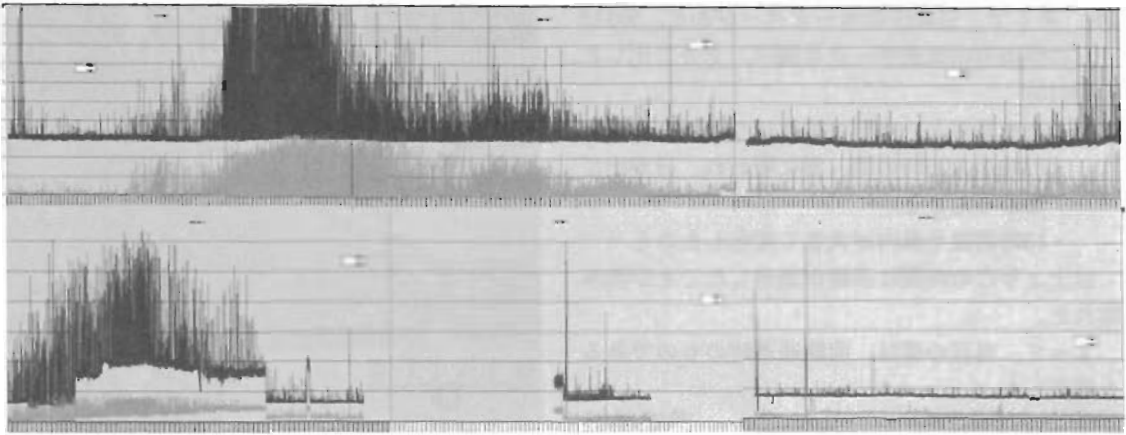


図6：9月11日の観測データ

その日に受信したデータを解析してみると、図6のように今までに見たことのない強い電波が観測されていた。二つの周波数に強い電波が記録されているため、これは自然電波であると考えられる。

初め、日中にも関わらず、強い電波が観測されていたので、太陽活動による電波ではないかと推測した。そこで、NiCT(独立行政法人情報通信研究機構)の太陽地球環境情報サービスのホームページで、太陽の活動を調べたところ、太陽面には活動的な領域がなく、2006年7月7日以降大きな太陽フレアは起きていないことが確認され、太陽活動による電波ではないことがわかった。

そのため、当日鳴っていた雷の放電による電波ではないかと考えた。

この電波が雷の放電によるものであることを確かめるために、次のようにした。

(1) 図7のように時間間隔を広げてグラフを作成してみると、二つの周波数に同時に電波が観測されているので、このうち26MHz帯のデータを使って解析することにした。

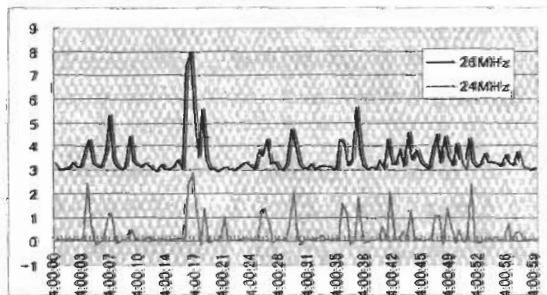


図7：時間間隔を広げたグラフ

(2) 26MHzのみのグラフを作り、この中から比較的強い電波と思われるものの回数を測定した。(図8)この場合、受信レベルが3.5以上の電波の回数(放電回数)を測定した。

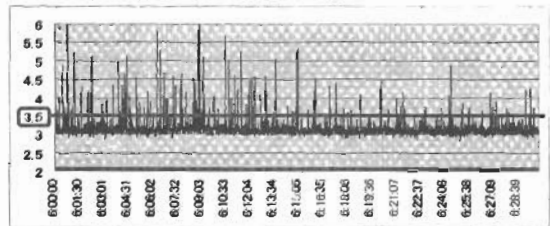


図8：26MHz帯のみの観測データ

(3) その結果をグラフにした。(図9)データは0.5秒に一回の割合で記録されているので、30分間に3600回のデータがある。このうち、強い電波が記録された回数を数え、その割合を放電頻度として表した。横軸に時間、縦軸に放電頻度とした。これを見ると、明け方と午後の二回にわたり放電頻度が大きくなっていることが分かる。(黒帯のところはデータの無いところ)

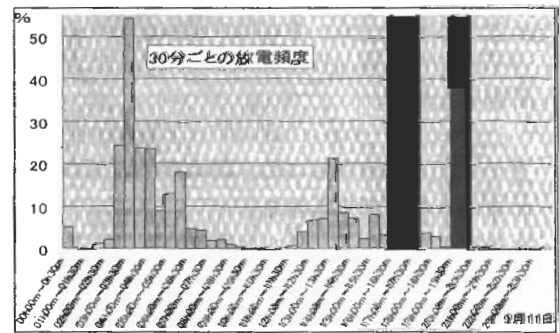


図9：30分ごとの放電回数

- (4) そこで、気象庁のホームページから、9月11日の静岡市の気象データを調べ、グラフ化した。(図10)

これを見ると、当日は降水はなかったものの、
 ・13時から15時の間、雲に覆われ、日が出なかったこと
 ・13時前後で風向が大きく変化したこと

以上よりこの時間に前線が通過したことが読み取れた。

よって、当日の雷は、前線通過時のものであると推定した。

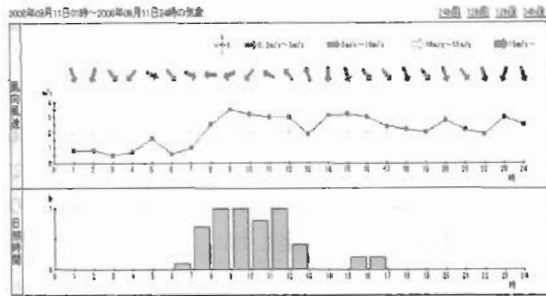


図10：9月11日の静岡市における気象

- (5) 図9と図10を比べると、この午後の放電は、前線通過時のものであると考えられた。

しかし、これまでのデータでは、明け方の放電は説明することができない。

原因を話し合った結果、明け方遠方で雷が発生し、その電波を観測したのではないかと推測した。

- (6) 雷ならば、前線が通過したところで発生しているのではないかと考え、9月10日から11日にかけての前線の動きを調べてみた。(図11)

すると、前線は南下をしており、明け方、東北地方から関東地方を通過しているようだった。

- (7) 再び、気象庁のホームページで、各地の気象データを調べたところ、栃木県佐野市で、明け方雷を伴った激しい雨が降ったことが分かった。(図12)

- (8) 図12のデータが、図9の明け方観測された放電の時間と一致するので、栃木県での雷の放電によるものと考えられる。

先にも述べたように、太陽等の活動による電波である可能性がないため、明け方は栃木県での、午後は静岡県での、雷の放電による電波であると推定した。

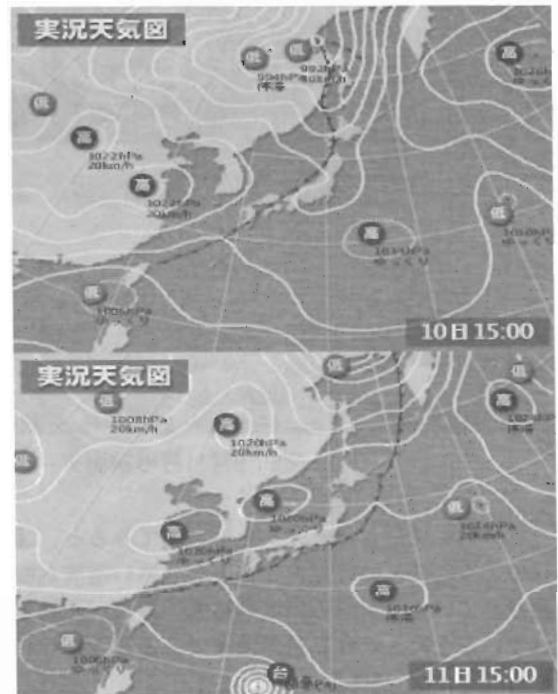


図11：9月10日と11日の天気概況図

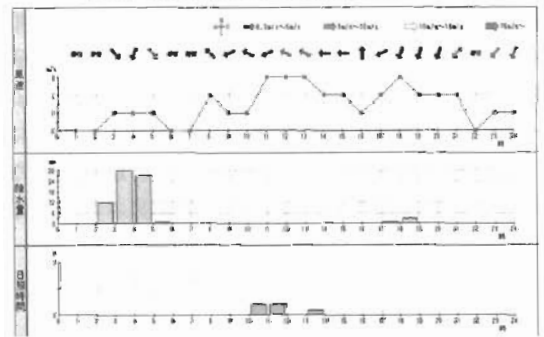


図12：9月11日の栃木県佐野市における気象

- (9) その後、高知大学のホームページ上に、9月11日の衛星からの赤外線画像があることが分かり、その画像をしてみることにした。(図13)

3時から4時にかけて、関東地方に雷雲が発生していることがわかった。

また13時から14時にかけて、静岡の上空に雷雲が発生していた。

この画像は赤外線画像のため、温度の低いところが白く写ることになる。温度の低い雲は、上空に発生する雲のため、巻雲か積乱雲の可能性が高い。連続画像をしてみると、短時間に局所的に雲が発生しているのので、この場合は3時

から4時にかけて関東地方に発生した雲と、13時から14時にかけて静岡の上空に発生した雲は、積乱雲(雷雲)といえる。

以上のように、先ほどの推定と同じ時刻と場所に雷雲が発生していることが確認できたので、今回受信された電波は、午前中が栃木県の、午後が静岡県での雷の放電による電波で間違いのないと思われる。

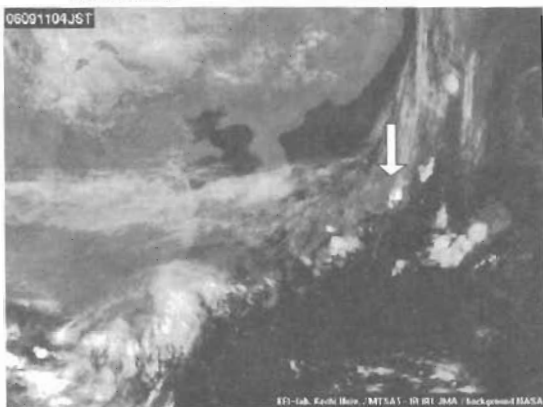


図13-1：赤外線画像4時

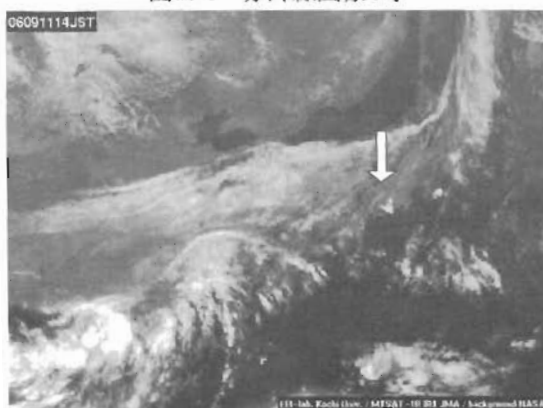


図13-2：赤外線画像14時

5 まとめ

今回の研究で、アンテナを製作し、電波を受信することができる観測システムを構築することができた。そして、次のようなことが確認できた。

- ・自然電波と人工の電波を区別することができた。
- ・雷の放電による電波が観測でき、確かめることができた。

今後は同様の観測を続けていくことにより、雷の記録を判別していくことができると思われる。

6 今後の課題

引き続き、この観測を継続し、データの蓄積を行うとともに、観測対象を広げていく。

- (1) 太陽の活動を調べ、観測データと比較することによって太陽電波をとらえること。
- (2) 木星からの電波をとらえること。
- (3) 観測データからの銀河電波を検出すること。

大きく分けて以上の3点に焦点をあてて、研究をすすめていきたい。

また、自然電波の判別が容易になれば、大地震の前に発生すると考えられている地震電波をとらえることが可能になるかもしれない。

7 参考文献

- ・前田耕一郎(兵庫医大)：「簡単な電波望遠鏡による低周波電波天文学」, 天文月報 第82巻 第7号 第9号 (1989年)
- ・早川正士：宇宙からの交響楽—超高層プラズマ波動—, コロナ社(1993年)
- ・饗庭貢：雷の科学, コロナ社(1998年)