

ところで2009年の7月22日に日本の南西諸島を中心に皆既日食が観測されることを知り、皆既日食の観測のために奄美大島に行くことになった。この皆既日食の時太陽電波を観測すれば、太陽電波が日食の食とともに変化する様子がわかると思い、この研究をすることにした。また、同時に部分日食となる磐田南高校でも、太陽電波を観測して比較することにした。さらに、当日はあいにく曇りであったため、雲の電波観測に対する影響も調べることにした。

図1 奄美大島で撮影した日食
2009年7月22日9時45分21秒

図2 奄美少年自然の家での日食観測

図3 磐田南高校での日食観測



図1 奄美大島で撮影した日食
2009年7月22日9時45分21秒



図2 奄美少年自然の家での日食観測



図3 磐田南高校での日食観測

- ① BSアンテナを用いて皆既日食時の太陽電波の変化を奄美大島で観測する
- ② BSアンテナを用いて部分日食の太陽電波の変化を本校で観測する
- ③ ①と②の結果を比較する

地球と太陽、月が図4のような位置関係になると、月の影が地球に写る。本影の領域では皆既日食、半影の領域では部分日食になる。なお、今回の日食の時刻や食分と観測場所については、図5と以下に示す。

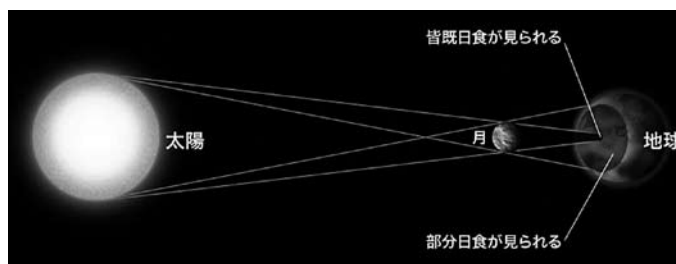


図4 皆既日食の原理（国立天文台 天体情報センターより引用）

(磐田市での日食時刻9:51:28 ~ 12:29:14)

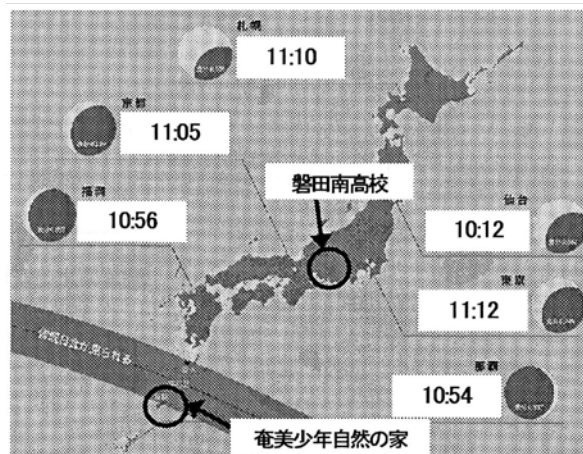


図5 2009年7月22日の日食の食最大時刻と皆既帯の位置

(3) 太陽電波について

太陽電波は放射される電波の波長と強度により図6のとおり分類される。太陽の放射する電波のうち、ミリメートル波から波長約20m（15MHz）のデカメートル波までが地上で観測でき、このうちBSアンテナで観測できるのは波長2.5cm（12GHz）である。

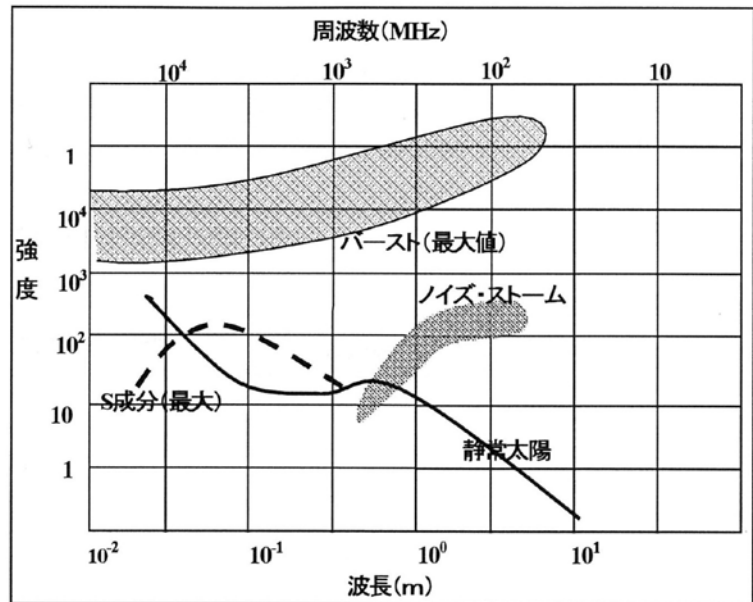


図6 太陽電波の分類のグラフ

(4) 方法

観測装置を図7のように配置して観測する。BSアンテナを望遠鏡用赤道儀にセットし、太陽からの12GHzの電波を観測する。受信した電波は、ブースターで増幅され、検波器で検波して、AD変換器でデジタル信号に変換し、パソコンに入力し記録する（図8参照）。

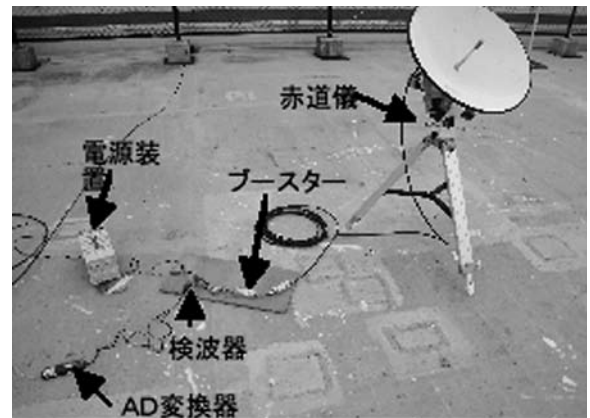


図7 観測装置の配置

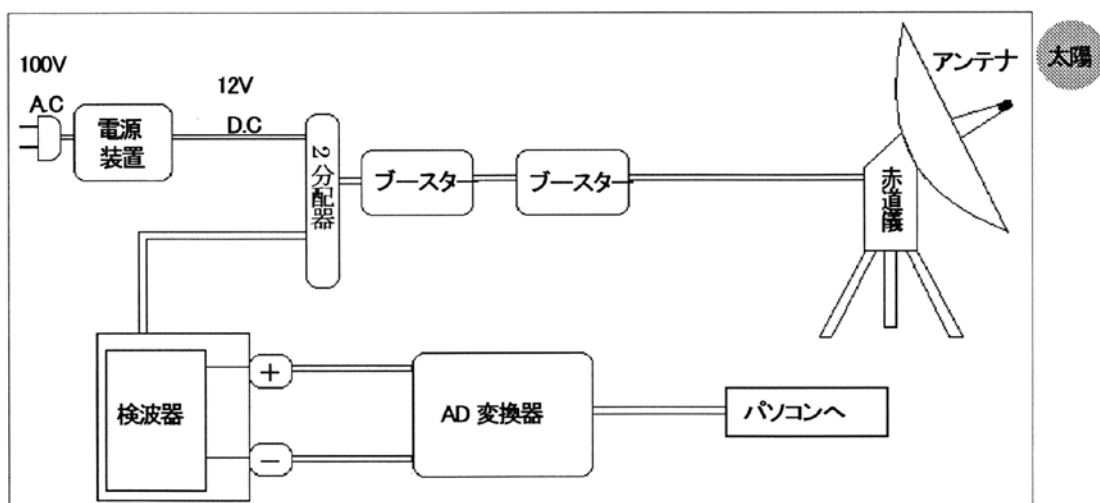


図8 観測システム図

(5) 結果

奄美大島で、皆既日食の電波観測を行った結果、図9のとおり皆既時刻である10：55：43～10：58：01に向けて電波強度が減少する様子が観測された。食最大の10：56前後で電波強度が最小値を示した。

また、本校での部分日食でも図11のとおり皆既日食の時と同様、食最大時刻の11：10前後で最小値を示した。

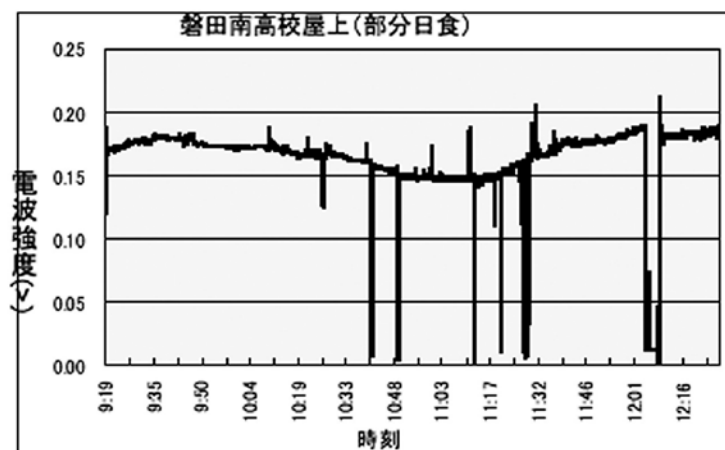


図11 部分日食時の電波観測



図12 部分日食の変化

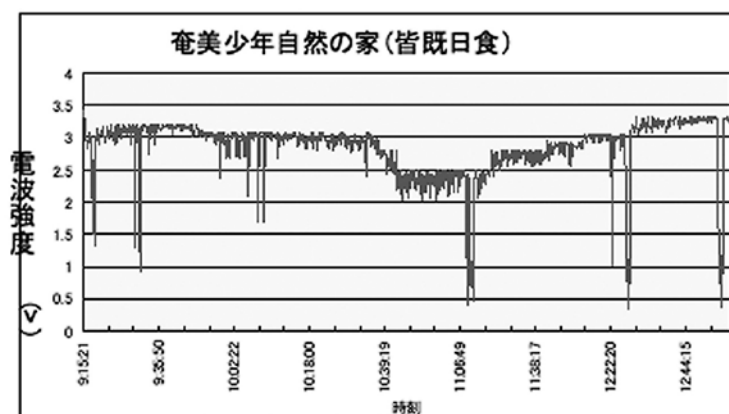


図9 皆既日食時の電波観測

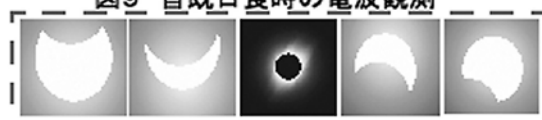


図10 皆既日食の変化

(6) 考察

解析の結果、部分日食時の電波強度は18%減少し、皆既日食時には、約32%減少した。したがって、皆既日食に対する電波強度の減少率の比は $18 \div 32 = 0.56$ である。また、両地点の最大の欠け具合の比は文献より0.8である。ゆえに、それぞれの比を比べると一致しないので、電波強度の減少率の比は欠け具合の比には比例しないことがわかった。このことから、電波は太陽本体以外の部分からも放射されていることが予想される。この電波源について、皆既中においても太陽コロナは確認されたので、コロナからも電波が放出されていると考えられる。

3. 太陽電波の雲の影響

日食当日は、奄美大島も磐田も曇りであったため、雲が太陽電波を弱めているのではないかと予想して太陽電波に対する雲の影響を検証してみることにした。

(1) 目的

BSアンテナによる太陽電波観測が天候の影響を受けるのかどうかを調べ、皆既日食の電波観測のデータに活用する

(2) 検証方法

図13のように観測する前日の正午にアンテナに太陽を導入し固定する。そして、その翌日にアンテナの前面を太陽が通過する前後約1時間の太陽電波の変化を観測する。予想される電波の変化は図14のとおりである。これを快晴の日と曇りの日に行い、2つのデータを比べて電波観測に対する天候の影響を調べる。

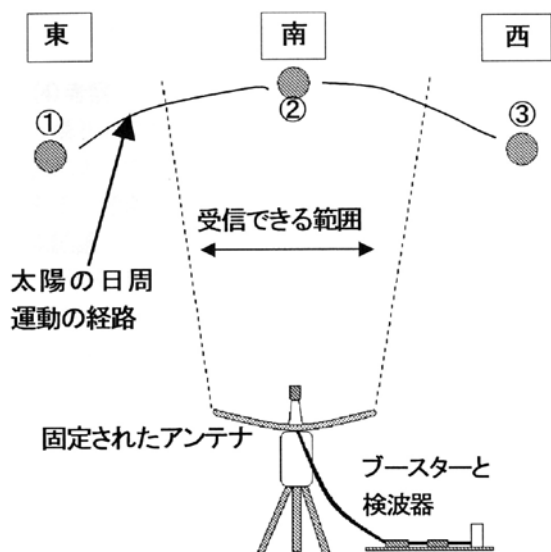


図13 日周運動に伴う太陽電波の変化の観測方法

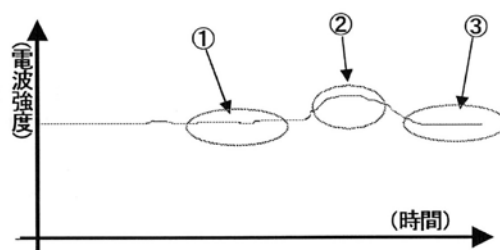


図14 予想される電波の変化

(3) 検証結果

図15より晴れの日電波強度の最大値が0.10 (V)、図16より曇りの日の電波強度の最大値が0.08 (V) と曇りの日の方が電波強度の最大値が約20%晴れの日よりも低くなった。しかし、この原因が両者の観測した日が3日間ずれていたにもかかわらず、アンテナを一定の方向に向けてあったため、天候による差なのか、太陽の高度の変化による差なのか不明である。

そこで、データの値を8月21日に揃える補正を行った結果、晴れの日の方が曇りの日よりも約11%高くなった。太陽高度の変化の補正を加えても、晴れの日が曇りの日よりも高くなったことからこの差は天候によるものであることが分かった。

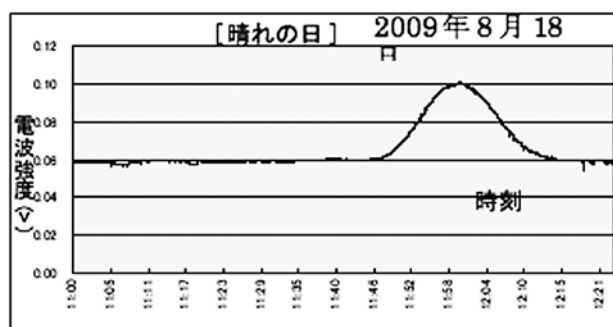


図15 晴れの日電波強度の変化

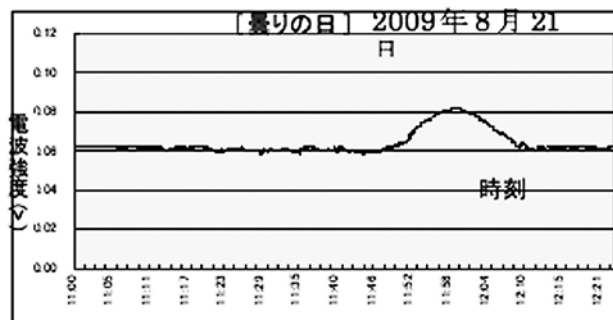


図16 曇りの日電波強度の変化

また、電波強度が一定である11:00～11:40の時間帯の電波強度ごとの頻度を表すグラフを作成し、比較した。この結果図17、18のとおり雲の日のほうが分散が大きく安定していないことが分かった。

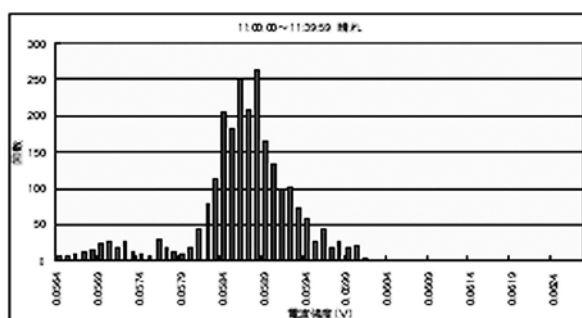


図17 晴れの日の電波強度分布

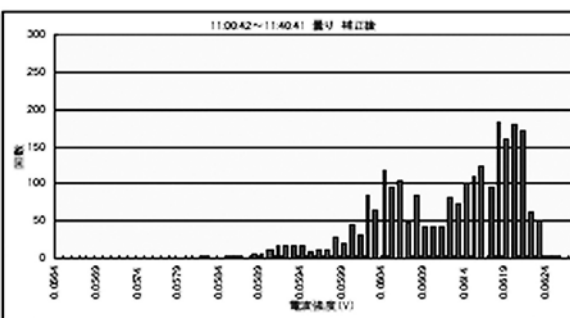


図18 曇りの日の電波強度分布

(4) 考察

曇りの日は晴れの日に比べ、電波強度が低く、やや広い範囲に分散して観測された。これは曇りの日は雲によって太陽からやってくる電波が反射、吸収、散乱、されて電波の強度が低くばらつきがでたためであると考えられる。

4. 結論

- ① 皆既日食・部分日食時の食と共に電波強度が減少し、食最大時に最小値を示す
- ② 皆既日食の太陽電波の減少率は部分日食の減少率より大きい
- ③ 曇天の日の太陽電波は晴天の日より約11%低い
- ④ 曇天の日の電波強度の分散は晴天の日より大きく安定しない

5. 参考文献・ホームページ

(文献)

・「2009年天文ガイド」(2009年) 誠文堂新光社

(ホームページ)

- ・ CSRT Observation Home Page ; <http://www.nhao.go.jp/~tokimasa/12gHzRadio/12g.html>
- ・ 国立天文台天文情報センター暦計算質 ; <http://www.nao.ac.jp/koyomi/>
- ・ ROOT INC ; http://www.root-hq.com/products/antenna_at373.html