

BS アンテナで見た太陽電波

工藤 順次

〈〒 004 札幌市厚別区厚別南 2-16-1〉

太陽から放射される定常的電波は熱的放射でバーストなどの非熱的電波とは反対に、周波数が高くなるほど強度が増し、10 GHz 付近に向かって強くなっていく。身近な物を使ってこの電波を観測するために衛星放送受信用の BS アンテナの利用を考えた。BS アンテナは周波数 12 GHz の放送電波を受信できる構造になっているので、観測したい目的の周波数に近く、取り扱いも簡単である。口径 45 cm の BS アンテナと専用の小型レベル測定器、プリアンプを使ってためしてみると、太陽の熱的な定常電波を観測できることがわかった。

はじめに

太陽電波には S 成分、静かな太陽、バースト等があり、そのうち強度が非常に大きいバーストは簡単な受信機とアンテナでも受けることができる。これまでに自宅で、50 MHz と 144 MHz の二つの周波数で太陽バーストを多数記録することができた。しかし最近になって太陽活動がピークを過ぎ静穏になってきたので、定常的な太陽電波を観測することを考えてみた。太陽の定常的電波は熱的電波であり周波数が高いほど強度が高い。しかし 780 MHz まで測れる電界強度計と 14 素子の八木アンテナを 4 本組み合わせても検出できな

かった。そのため一気に周波数をあげて 10 GHz 以上にすることにした。身近な通信機器で 10 GHz 以上の周波数を扱う物のひとつに、BS アンテナがある、このアンテナは 12 GHz 前後の衛星放送電波を受信できる(写真 1)。太陽の熱的電波は 10 GHz 付近にむかって強くなっていく。この周波数は BS アンテナの周波数範囲に近い。また、衛星放送を受信している時、一年のうち太陽が赤道にくる春分の 2 週間前と、秋分の 2 週間後のそれぞれ数日間、午後 1 時 40 分ころに数分間だけ太陽の熱雑音の影響を受け、放送電波の受信レベルが少し低下する。これらの事実から、BS 用アンテナで太陽の熱的電波を受信することができるとの確信が持てたので、口径 45 cm の BS アンテナと専用のレベル測定器、プリアンプなどを使ってためしてみると、小口径アンテナのため分解能は良くないものの、太陽の熱的電波が予想以上にはっきりと記録された。以下に今回の観測システムと観測結果を紹介する。

BS アンテナの構造

BS アンテナは図 1 のように、オフセット反射鏡 a とコンバータ b からできている。12 GHz の電波は反射鏡で集められてコンバータに入り、

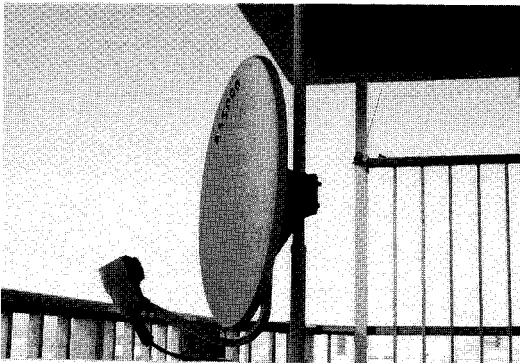


写真 1 BS アンテナ
口径 45 cm

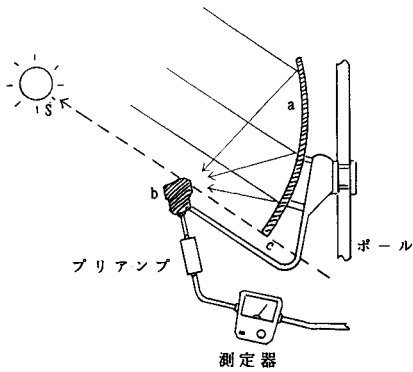


図1 BSアンテナの構造

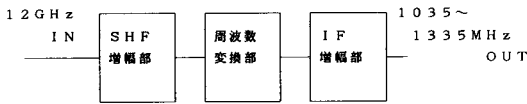


図2 コンバータのブロック図

SHF増幅部、周波数変換部、IF増幅部を経て1035~1335MHzの周波数で出力される(図2)。図1のようにオフセット型アンテナは鏡面を上に向ける必要がなく、雨や雪の影響を受けにくい。また普通のパラボラアンテナのように電波の到来方向にホーンアンテナのような遮蔽物がないので効率がよい。コンバータには動作電源として同軸ケーブルを通してDC15Vの電流が供給されるようになっている。同じ同軸ケーブル内を直流と高周波電流とが同時に流れていることになる。大小色々な口径のBSアンテナが市販されているが、今回は45cmの物を選んだ(マスプロBS45)。

測定器

コンバータ内で周波数変換されて取り出される1035~1335MHzの出力は、BSアンテナ専用の測定器に入力して電波の強度を測る。今回使用した測定器は手の平に乗るほどのコンパクトな型で(東芝HT-6)、レベルメータの針の振れによって強度を読み取ることができる。この測定器もコンバータと同じように同軸ケーブルを通して

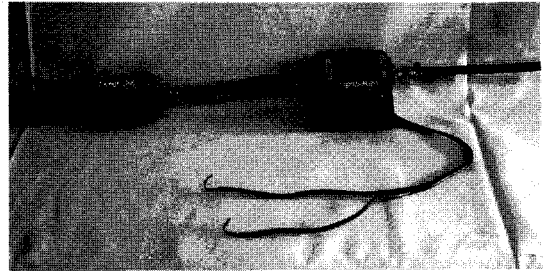


写真2 右~BSレベル測定器
左~BS用プリアンブ

DC15Vで動作する(写真2右)。

プリアンブ

最初にテストした時はレベルメータの針は振れなかったので、アンテナと測定器の間にBS用プリアンブ(前置増幅器; NEC NE-BT100; 写真2左)を入れ全体のゲインを上げた。このプリアンブも同じく同軸ケーブルを通じてDC15Vで動作する。アンテナ、コンバータ、プリアンブのゲインはそれぞれ33.2dB、50dB、20dBとなっているので、アンテナに入射した電波は 2×10^{10} 倍に増幅されて測定器に入力されることになる。

記録計への入力

測定器に入力された電波の強度は、レベルメータで読み取ることができる。この強度の変化をペンレコーダで記録するためには、次のように簡単な改造をする。測定器本体の裏側のふたを開くと、レベルメータの+、-端子が見える。各端子へそれぞれリード線をハンダ付けしてペンレコーダの入力端子に接続する。ペンレコーダの測定レンジは250mV、記録スピードは3cm/hとした。

電源

コンバータ、プリアンブ、測定器はDC15Vで動作するが、電源器からの電源は測定器のTUNER側に接続する。電源器のかわりにBSチューナーのBS-IF入力端子に接続し、チューナーの電源を入れることでもDC15Vが得られる。測

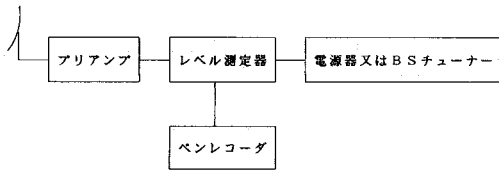


図3 観測システムの構成図

定器への電源を供給することで、同軸ケーブルを通じてプリアンプ、コンバータに同時に電源が入るようになっている。図3に観測システム全体の構成を示した。

アンテナの設置

アンテナは、南西向きになっている自宅のベランダに設置した。仰角や方向を変えやすいようにアンテナ固定には突張りポールを利用した。太陽がベランダから見える位置に移動して来た時に、図1の点線のように、反射鏡の最下端cとコンバータbを結ぶ線の延長線上に太陽Sが来るようにして、太陽がコンバータにちょうど隠れる所にアンテナ全体の位置を合わせる。次に電源をONにし、測定器のレベルメータを見ながらアンテナを左右に少しずつらしてみると、レベルメータの針が2 dBほど大きい方にピクンと振れる位置がある。太陽がアンテナビームから外れると針はまた戻る。最大の値を示す所でアンテナの向きを固定する。測定器にはゲイン調整ダイヤルがついている。始めはこのダイヤルを最小の位置にしておき、アンテナの位置が大体決まってからゲインを少しずつ上げて、アンテナを動かしながら最大の強度になった時に、針が振り切れない程度にまでゲインを上げる。これでアンテナの設置が完了する。

観 測

アンテナの設置後いったん電源を切り、翌日に太陽がアンテナのビーム内を通過する2～3時間前から電源を入れペンレコーダを回しておく。図

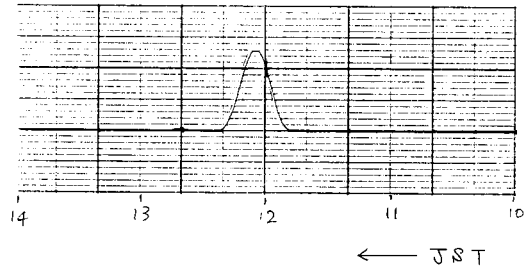


図4 太陽熱的電波の記録
1993年12月10日

4はこのようにして観測した、太陽熱的電波の記録である。アンテナの分解能は、電波の波長÷アンテナの口径で決まる。このアンテナの場合は波長が2.5 cm、口径45 cmなので約3度の分解能になる。一方、太陽の光球の大きさは約0.5度だから6倍に引き伸ばされた、大まかな記録となっている。このアンテナで太陽面の詳しい電波源の分布を観測することなどはとうてい無理だが、太陽電波の大局的な様子を見ることはできる。アンテナを同じ位置にしたまま何日か記録を取ると、太陽がアンテナのビーム内から少しずつずれていき、強度もだんだん小さくなっていく様子が見られる(図5)。

最 後 に

太陽をアンテナのビーム内に入れるために、アンテナの向きを調整するのは始めは少々やっかいだったが、馴れてくるとそうでもない。調整する時は、プリアンプとレベル測定機をアンテナ直下に接続すると見やすい(図1)。アンテナの位置が確定してからプリアンプとレベル測定器を室内に移す。調整時には太陽を見ながら狙いをつけるので、目を痛めないようにサングラスを使い短時間にする。また、同軸ケーブルには15 Vの電圧がかかるので、ケーブル、コネクタの加工や接続の時は芯線(プラス側)とアミ線(マイナス側)がショートしないように注意する。ケーブルを接続する時は必ず電源を切っておく。今回はアンテナを固定しておき、地球の自転を利用して強度の変

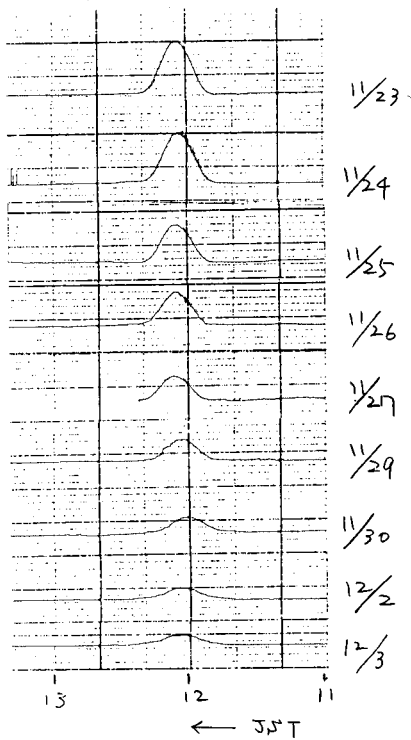


図5 1993年11月23日～12月3日

化を観測したが、太陽を自動追尾する装置があれば約27日周期で増減するS成分を観測できるし、アンテナの口径も大きくなるほど詳しい観測ができるようになるので機会があれば試したい。

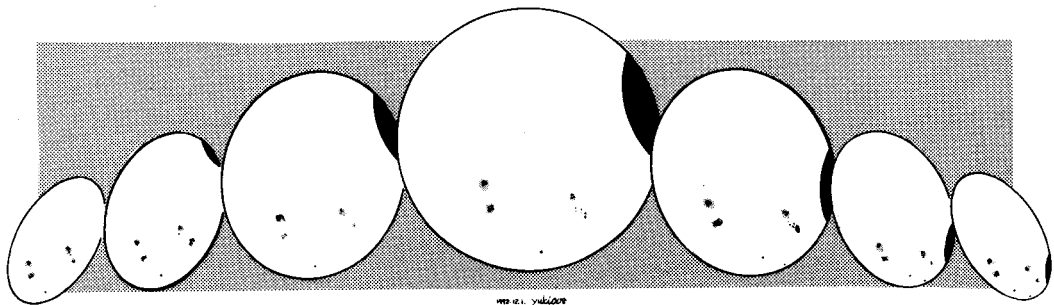
参 考 文 献

後藤尚久, 1988, アンテナの科学 (講談社)
 赤羽賢司, 海部宣男, 田原博人, 1988, 宇宙電波天文学 (共立出版)
 森本雅樹, 甲斐敬造, 1976, 電波でみた太陽 (出光書店)
 マスプロ電工編, 1992, BS衛星放送受信 技術資料 (マスプロ電工)

Observations of Solar Radio Emission with Broadcasting Satellite Antenna

Junji Kudo

Steady radio emission from the sun is thermal. Its intensity increases with increasing frequency and shows peak at 10 GHz, although intensity of the non-thermal emission, such as the burst emission, decreases with increasing frequency. I try to detect the thermal emission using a commercial based antenna for satellite broadcasting. The antenna is designed using at 12 GHz and easy for handling. I confirmed that the solar thermal emission can be detected using my system which is composed by a 45-cm dish, a small power meter, and an amplifier.



1990年7月22日の部分日食 大森幸子 (東京都)