

BSアンテナを利用した太陽電波望遠鏡

[宇宙・地球]グループ(指導教員: 中野俊夫)

大島義文・小山銀仁・嶋村渉・達川昌洙・松村元樹・三田村健史

はじめに

今年度のサイエンス・ゼミではグループでテーマを決めて、探究活動を行うことになった。そこで、私たちの「宇宙・地球」グループでは宇宙を観測しようと大きな目標を立て、その観測手法として電波望遠鏡を選んでみた。しかし、電波望遠鏡そのものは市販されているものは無く、観測方法や作り方などを調べることからはじめた。調べていくうちに、電波望遠鏡用に開発されたマイクロ波検波ユニットが市販されていることを見つけ、今回はそれを利用して、BSアンテナと組み合わせて太陽電波の観測を行い、太陽の輝度温度の測定を試みることにした。

観測装置

- ・ マイクロ波検波増幅ユニット RFD-1500 (エレクトロデザイン社製)
- ・ BSアンテナ BS-TA352 (TDK社製)
- ・ デジタル・マルチ・テスター KM-320 (コーナンで購入)

実験方法と計算方法

太陽の輝度温度(T_{ant} :アンテナ温度)は、温度が既知の物体温度(T_a)からの電波強度との比によって次の式から求めることができる。また、温度既知の物体 A として、日陰の地面および人体を選び、その温度を使ってみる。

$$T_{ant} = \frac{V_{sun} - V_{sky}}{V_a - V_{sky}} (T_a + 273) \quad (V_{sun}: \text{太陽を観測した電圧}; V_{sky}: \text{何も無い空を観測した電圧};$$

V_a : 温度が既知の物体を観測した電圧; T_a : 温度が既知の物体の温度(°C))

さらに、太陽の温度を求めるためには、パラボラアンテナのビーム面積を考慮しなければならない。太陽からの電波は、パラボラアンテナのビーム面積一杯に受けるが、太陽のビーム面積に占める比は小さいので、換算しなければならない。換算太陽輝度温度(T_{sun})は、次の式で求められる。

$$T_{sun} = \frac{\alpha^2}{r^2} T_{ant} \quad (\alpha: \text{パラボラアンテナのビーム幅}; r: \text{太陽の視直径})$$

・パラボラアンテナのビーム幅(α)は、次の式で求めることができる。

$$\alpha = \frac{180\lambda}{\pi D} (\text{°}) \quad (\lambda: \text{波長})$$

BSパラボラアンテナの受信周波数(f)は 11.7–12.0GHz なので、12GHz とし、光速(c)を 3.0×10^8 (m/s)すると、

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.0 \times 10^8}{1.2 \times 10^{10}} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ (m)}$$

D : 望遠鏡の口径: 35cm = 3.5×10^{-1} (m)、また、太陽の視直径(r)は 0.5° である。

結果

$V_{sun}=0.423\text{V}$; $V_{sky}=0.323\text{V}$; $V_a(\text{地面})=0.628\text{V}$; $T_a(\text{地面})=31.8^\circ\text{C}$; $V_a(\text{人体})=0.535\text{V}$; $T_a(\text{人体})=36.5^\circ\text{C}$

物体 A が地面のとき、 $T_{sun}=6700(\text{K})$

物体 A が人体のとき、 $T_{sun}=9790(\text{K})$

考察

物体 A を地面としたとき、観測電圧が安定しなかった。これは地面からの熱放射と太陽電波、BS 放送電波などの反射があるためと考えられる。物体 A を人体としたときの温度は太陽の彩層温度 9000~10000(K)とよく一致しており、太陽電波を受信し輝度温度を測定できたといえるだろう。また、人体は電波を比較的良好に吸収し、人体の熱放射のみを測定できたと考えられる。