

電波による太陽活動の長期観測とその評価方法

岩井 一正 [1]; 篠原 徳之 [2]; 久保 勇樹 [1]; 下条 圭美 [3]; 南谷 哲宏 [2]; 齋藤 正雄 [2]
[1] 情報通信研究機構; [2] 国立天文台・野辺山; [3] 国立天文台・チリ観測所

Observation of solar cycles using radio wavelength and its evaluation

Kazumasa Iwai[1]; Noriyuki Shinohara[2]; Yuki Kubo[1]; Masumi Shimojo[3]; Tetsuhiro Minamidani[2]; Masao Saito[2]
[1] NICT; [2] NRO, NAOJ; [3] Chile Observatory, NAOJ

Long-term monitoring observation of the Sun provides the basic data for investigating the variation of the solar activity. The solar radio emission in the micrometer range is thought to be generated between the upper chromosphere and the corona. Hence, the total flux of the solar radio emission in this wavelength range has been widely used as an indicator of the solar activity. Especially, a F10.7 index, which is a total radio flux of the Sun at 2.8 GHz (wavelength is 10.7cm), have been widely used in the solar and geophysical studies. In Japan, the F10.7 index has been observed by National Institute of Information and Communications Technology (NICT) in Hiraiso. In addition, the Nobeyama Radio Polarimeters (NoRP) have been continuously observed the total solar flux at 1.0, 2.0, 3.75, and 9.4 GHz for more than 60 years. The continuous observation of them will be a useful data to study the variation of the solar activity that has about 11 years cycle and its influence to the upper atmosphere of the Earth. The total solar flux monitors are usually optimized to the solar observation. Hence, it is difficult to calibrate the system by using the radio standard sources. On the other hand, the solar cycle studies require the highly accurate continuous observation up to 0.1 to 1 %. In this study, we developed standard horn antennas and evaluated the accuracies of the solar radio total flux monitors.

We fabricated a standard pyramidal horn that observes at 3, 9, and 17 GHz bands. This horn antenna can switch the observation band by changing the cartridge type coaxial waveguide adapters. The developed horn antenna was calibrated in the large-scale anechoic chamber of NICT. This anechoic chamber is a fully anechoic room (FAR) and its room size is 23.4m and 11.9m. This large-scale chamber enables us to approximate the experimental condition as a far-field. We calibrated the horn antennas using the well calibrated standard antenna. We also examined the so-called three antenna method that uses three different antennas. Our experimental results indicate that the actual gains of the developed antenna are within 0.5 dB from the designed value. Then, we examined the accuracy of the total flux of the NoRP at 3.75 and 9.4 GHz using the horn antenna. For further study, we will develop more horn antennas that can observe the lower frequency range and extend the calibration frequency band.

太陽の長期モニタリング観測は太陽活動の変動を理解するための基礎情報である。太陽活動の指標の一つとしてマイクロ波帯域の太陽電波強度が挙げられる。この帯域の太陽電波は彩層上部からコロナにかけての領域から放射され、太陽活動度の良い指標とされている。特に 2.8GHz 帯域 (波長 10.7cm) の電波強度 F10.7 は、太陽のみならず地球電磁圏環境でも広く用いられている。日本では情報通信研究機構 (NICT) の平磯太陽観測施設において F10.7 の観測が行われてきた。加えて野辺山強度偏波計 (以下、偏波計) は、観測周波数 1GHz から 9GHz 帯の太陽電波定常観測が 60 年以上に渡って行われてきた。これらの観測データは約 11 年の周期を持つ太陽活動の変動やその地球環境への影響を評価するためにも有用なデータである。マイクロ波の太陽電波強度計は太陽観測に特化しており、太陽以外の天体の観測には適さない。よって電波強度が既知の標準天体を用いた一般的な較正は難しい。一方で、近年必要とされる太陽活動変動の検出精度は 0.1 から 1% の桁であり、高精度な定常観測であることが求められている。そこで本研究では、これら太陽電波観測装置の精度の検証を行った。

本研究では、新たに較正用の標準ホーンアンテナを作製した。このホーンアンテナは、同軸導波管変換器への接合部分を取り換えることで 3GHz、9GHz、17GHz 帯に対応した標準ホーンになる。このホーンを情報通信研究機構 (NICT) が所有する大型電波暗室を用いて較正した。NICT 大型電波暗室は室内空間寸法で縦 23.4m、横 11.9m の 6 面電波暗室であり、本研究で扱うほとんどの周波数帯域で遠方界近似が成り立つ。計測には、既に利得が計測されたアンテナと開発したホーンアンテナに同じ距離から同じ信号を受信させ出力を比較することで利得を決定する置換法と、ホーンアンテナを含む 3 つのアンテナで送受信を繰り返し、出力を比較することで利得を決定する 3 アンテナ法という 2 種類の測定方法を用いることで、厳密な利得の計測を可能とした。測定の結果、開発したホーンアンテナの利得は設計値から ± 0.5 dB 未満であることが分かった。その後、較正されたホーンアンテナを用いて、偏波計の 3.75、9.4GHz バンドの精度検証実験を行った。今後はより低い周波数のホーンを開発し、較正可能周波数を拡張する予定である。