

太陽デカメータ電波観測を目的とした干渉波除去型偏波計による観測

Observations of decametric Solar radio burst by an interferometric polarimeter

石塚 健太郎[1], 近藤 哲朗[2], 冨澤 一郎[3]

Kentarou Ishizuka[1], Tetsuro Kondo[2], Ichiro Tomizawa[3]

[1] 電通大・電子, [2] 通総研鹿島, [3] 電通大・菅平

[1] Electronic Eng., Univ. of Electro-Comm., [2] KSRC,CRL, [3] Sugadaira Space Radio Obs., Univ. of Electro-Comm.

太陽からはデカメータ波帯において、パースト的な電波が放射されている。これらの電波の詳細な性質を解明するためには、偏波状態の広帯域かつ高精度計測が不可欠である。しかし近年、社会生活の利便性の向上と共に低周波数帯での混信や人工雑音が増大し、自然電波観測環境は悪化の一途をたどっている。そのため、微弱な自然電波放射の偏波計測は難しくなっており、特に通信や人工雑音の多い昼間の太陽電波観測における広帯域偏波計測は、非常に困難な状況である。そこで本研究では、混信波成分を効果的に取り除き、デカメータ波帯における太陽からのパースト的な広帯域電波放射の偏波観測を可能とするため、干渉波除去型偏波計という新しい考え方でのシステム開発を行った。このシステムの原理、および実観測により有効性を評価した結果について報告する。

偏波の観測では、直交アンテナの同一局(A局)でのX成分(A_x)とY成分(A_y)の位相差を求めることにより、右旋・左旋の偏波強度がわかる。したがって $A_x - A_y$ の相関関数から位相差を求めれば良い。しかし同一局での観測ではアンテナが空間的に同じ位置にあるため、 A_x 、 A_y 双方に混信波成分が混入してしまい、これが取り除ききれないために精度が落ちる。そこで本研究では、空間的に離れた位置にもう1局のアンテナ(B局)を立ち上げ、 $A_x - B_x$ 、 $A_y - B_y$ の相関関数から間接的に $A_x - A_y$ の位相差を計算する事により、混信波成分の影響を取り除く方法をとった。

2局に同一の干渉波が入る場合には、2局間の空間的な距離、地球の自転による影響を利用して、干渉波を除去する方法をとる。2局(A、B)での干渉計方式で行った場合、2局間に空間的な距離があることから遅延時間差が生まれる。太陽などの宇宙電波源は地球の自転の影響により時々刻々と移動することから遅延時間が変化するが、地球上のアンテナと同一座標系で固定された干渉波源からの信号は、常に同一方向から来ることから遅延時間の変化はない。また、太陽・木星からの電波はパースト的に放射されるため、レベルが一定ではないが、干渉波は時間的な変化が少なく、おおむね一定である。干渉波は変動せず、信号波は変動するという性質を利用し、相関関数を時間軸方向に平均した値を計算して、これが干渉波成分であると考え、元の相関関数より引き去る。この方法を用いて信号源の情報のみ残す方法をとった。

通信総研鹿島内において干渉波除去型偏波計システムのプロトタイプを構築し、既存の KaRAS システム(低周波自然電波観測装置:受信周波数 25~70MHz)と対になるもう一方の局の整備を行った。観測周波数帯は 25~30MHz とし、木星電波観測への応用も考慮した。フロントエンド部で必要となるビデオ変換器・映像周波数除去ミキサ(IRM)を製作し、その性能評価を行った。製作した IRM 回路は 7MHz の帯域幅を持ち、8~30MHz の入力周波数において、20dB 以上のイメージ分離度が得られたことから、観測に適応できることが確認できた。

開発したシステムにおいて、まず干渉波の影響の少ない夜間に木星デカメータ電波を対象とした試験観測を行い、干渉波除去効果の確認を行った。この結果、2点間の相関による干渉波成分の除去効果を確認できた。これに加えて、定常相関成分除去効果により、従来の直交アンテナ偏波計では安定した偏波成分検出が不可能であった低 S/N 状態においても、安定な右旋偏波成分の検出を確認できた。

次に夜間に比べて 30dB 以上強い干渉波の存在する昼間に、太陽デカメータ電波の試験観測を行った。その結果、従来の同一局での偏波計測では実現できなかった、微弱な信号においても干渉波が効果的に除去でき、偏波状態が精度よく測定できることが確認できた。

太陽、木星の試験観測結果より、本研究の有効性が示されたと考えられる。今後は定量的な観測を行い、さらなる精度向上を目指す。