

R007-06

C会場：11/25 PM2 (15:30-18:15)

16:45~17:00

## 次世代太陽風観測装置用アナログ信号受信系の開発

#渡部 温<sup>1)</sup>, 岩井 一正<sup>1)</sup>, 藤木 謙一<sup>1)</sup>, 加賀尾 勇典<sup>1)</sup>, 竹原 大智<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>名古屋大学 宇宙地球環境研究所

## Development of the Analog Signal Receiver System for the Next-generation Solar Wind Observation System

#Haruto Watanabe<sup>1)</sup>, Kazumasa Iwai<sup>1)</sup>, Ken'ichi Fujiki<sup>1)</sup>, Yusuke Kagao<sup>1)</sup>, Daichi Takehara<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

The solar system is filled with solar wind, which is a supersonic plasma flow blowing from the Sun. The solar wind can be observed by using interplanetary spatial scintillation, a phenomenon in which the solar wind plasma along the line of sight scatters radio waves from radio sources. We have observed the interplanetary scintillation with a radio observation system including a 4,000 m<sup>2</sup> radio telescope at a frequency of 327 MHz, and have analyzed the solar wind. We are now developing a next-generation solar wind observation system equipped with 2D phased array and digital beamformer systems. The next generation observation system will have the capability to generate solar wind velocity and density data approximately 10 times greater than the existing system and be expected to improve an accuracy of the space weather forecasting systems.

In this study, we are developing an analog receiver system for the next-generation observation system. The objective is to achieve high gain and noise performance for a sub-array consisting of 16 dipole antennas, assuming that the observation target is a weak radio source of 1 Jy or less. The three required functions of the receiver system are: 1.) combining the received signals from the 16 dipole antennas, 2.) amplifying the combined signal to the minimum required power by the digital backend, and 3.) bandpass filtering in the required frequency band.

We have made a level diagram of the receiver chain and studied the gain and noise figure of the entire receiver system. For the input noise, we have estimated the antenna noise temperature by convolving the sky model “pyGDSM-GSM2016” with the antenna pattern calculated by the electromagnetic simulator HFSS. For the signal power combiner, we have developed a 16-port combiner that can combine 16 signals at once with an input loss of 0.51 dB, and have evaluated its performance.

From the level diagram including the results of these evaluation measurements and simulations, we have determined the specifications for an amplification system. It consists of two stages: a low-noise amplifier with 30 dB gain and 0.8 dB noise figure, and an amplifier with 40 dB gain. It was also found that the coaxial cable between the antenna and the combiner had a large insertion loss of 1.32 dB. Replacing this cable with a 0.3 dB low-noise cable is expected to decrease the system noise temperature by 70 K or less. These specifications will achieve a gain performance that meets the minimum power requirement of the digital backend and a noise performance that can receive 1 Jy or less radio signals. As a perspective, we plan to prepare a prototype amplification system that meets the specifications and perform evaluation measurements of the gain and noise figure for the entire receiver system.

太陽系は太陽から吹き出す超音速のプラズマ流である太陽風で満たされている。太陽風の観測手法として、太陽風プラズマが観測視線の背景にある電波天体の電波を散乱する現象（惑星間空間シンチレーション）を利用できる。これまで我々は、観測周波数 327 MHz、物理開口面積は最大でおよそ 4,000 m<sup>2</sup> の大型電波望遠鏡群を用いて惑星間空間シンチレーションを観測し、太陽風の解析を行ってきた。そして現在、平面フェーズドアレイ・デジタルビームフォーマの技術要素を搭載した次世代太陽風観測装置の開発が進められている。次世代観測装置は既存の装置に比べて約 10 倍の太陽風速度・密度データを創出する性能で構想しており、宇宙天気予報システムとの融合により予報の高精度化が期待される。

本研究では、次世代観測装置のアナログ信号受信系の開発を行なっている。ダイポールアンテナ 16 本のアレイ化で構成されるサブアレイに対して、観測対象 1 Jy 以下の微弱な電波天体を想定し、高い利得性能・雑音性能を実現することが目的である。受信系に要求される動作機能は 3 点で、1.) 16 本のダイポールアンテナの受信信号合成、2.) デジタルバックエンドの最低要求電力への増幅、3.) 必要周波数帯域のバンドパスフィルタである。

これまで、受信機チェーンのレベルダイアグラムを作成し、受信系全体のゲイン・雑音指数の検討を行なってきた。入力雑音には、スカイモデル “pyGDSM-GSM2016” と、電磁界シミュレータ HFSS で計算を行なったアンテナパターンとの畳み込みによるアンテナ雑音温度を用意した。また、合成系には、16 本の信号を一度に合成可能、入力損失を 0.51 dB に抑えた 16 ポート合成器を用意した。

この評価測定やシミュレーションの結果を含むレベルダイアグラムから、現段階では、ゲイン 30 dB、雑音指数 0.8 dB の低ノイズアンプと、ゲイン 40 dB のアンプの 2 段で構成される増幅系の仕様を策定した。また、アンテナと合成系を繋ぐ同軸ケーブルの挿入損失が 1.32 dB と非常に大きいことが判明した。このケーブルを挿入損失 0.3 dB の低ノイズケーブルに置き換えることで、システム雑音温度を 70 K 以上低減する改善が見込める。これら仕様によれば、デジタルバックエンドの最低要求電力を満たす利得性能と、電波強度 1 Jy の天体を受信することができる雑音性能を達成できると考えられる。展望として、仕様を満たす増幅系プロトタイプを準備し、受信機チェーン全体に対するゲインと雑音指数の評価測定を実施する予定である。