

小型電磁界センサープロブの地上実証実験に向けた設計開発

大西 啓介 [1]; 頭師 孝拓 [1]; 小嶋 浩嗣 [1]; 八木谷 聡 [2]; 尾崎 光紀 [3]; 山川 宏 [1]
[1] 京大・生存圏; [2] 金沢大; [3] 金沢大・理工・電情

Design and development of the small electromagnetic sensor probe system for the evaluation experiment

Keisuke Onishi[1]; Takahiro Zushi[1]; Hirotsugu Kojima[1]; Satoshi Yagitani[2]; Mitsunori Ozaki[3]; Hiroshi Yamakawa[1]
[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] Kanazawa Univ.; [3] Electrical and Computer Eng., Kanazawa Univ.

The present paper shows the achievements in designing and developing the small sensor probe system dedicated to the measurement of electromagnetic waves. The proto-type model we will make is used for the evaluation experiment on the ground. We have been developing the one-chip plasma wave receiver for the purpose of miniaturization of plasma wave instruments. The sensor probe system makes use of the miniaturized plasma wave instrument. The plasma wave receiver chip is implemented inside the small body of the sensor probe as well as other peripheral devices such as a CPU, and small wireless communication device.

In the evaluation experiment, the waveform capture chip which our study group miniaturized is installed in the sensor probe. The sensor probe has four functions. They are: 1. Extension of the electric field sensors remotely by a command, 2. Measurements of the JJY standard signal as the measurement target, 3. Detection of the attitude of the sensor probe, and 4. Transmission of the observed data by using wireless LAN devices. The purposes of this experiment is evaluation of the self-extending antenna, the waveform capture chip, and the small sensor probe system.

The sensor probe has dipole antennas and loop antennas which can measure three-axial data of electric and magnetic fields. The chassis of the sensor probe is a cubic body with an edge of 9cm and it needs many electric components. As the CPU of the sensor probe, we selected a very simple CPU, so-called dsPIC, in which A/D converter was installed. We designed A/D converter which has four simultaneous sampling to meet requirements which is determined from the sensitivity of antennas and the electromagnetic intensity of measurement target. As the attitude sensor, we use the small magnetic sensor which measures the three-axial intrinsic magnetic field. From the data, we can know the attitude of the sensor probe. They are transmitted to dsPIC by I2C communication. Installing the program to dsPIC and wireless LAN devices, we realized data transmission by radio communication.

In our poster, we show the evaluation of the small sensor probe system we designed and the result of the evaluation experiment.

科学衛星ミッションの高度化などにより搭載する観測器の小型化が求められている。一方、この小型化された観測器と通信などの周辺装置を小型の筐体に収めたセンサープロブを用いて、科学衛星では不可能な「多点同時観測システム」を実現することも可能である。我々の研究グループでは小型電磁界センサープロブの実現に向けて、特定用途向け集積回路 (ASIC) 技術を用いてプラズマ波動受信器のワンチップ化に取り組んでいる。一方、センサープロブを実現するためには、ワンチップ化されたプラズマ波動受信器ばかりではなく、観測システムを制御する CPU、観測データを伝送する無線システム、センサープロブの姿勢捕捉、および、これらを支える電源システムが必要である。本研究発表では、この小型電磁界センサープロブのシステム設計、および、機能を制御するソフトウェアの開発の観点で、そのシステムの実現に向けた地上試験のためのプロトタイプモデルについて発表を行う。

現在、小型センサープロブの地上での実証実験が計画されている。センサープロブ本体は 9cm 角の筐体であり、3 軸の自己展開型ダイポールアンテナ (1.6m tip-to-tip) とループアンテナ (1 辺 12cm, 100turns) を有している。受信器にはワンチップ化した波形捕捉受信器を用いる。実証実験では、ダイポールアンテナのコマンド制御による自己展開を行い、観測対象である 60kHz の JJY 標準電波の電磁界 6 成分の観測を行う。観測した電磁界データはセンサープロブの姿勢データと共に無線によるデータ伝送を行う。

センサープロブには、コマンドによる遠隔制御でのダイポールアンテナの展開、電磁界 6 成分のデータ取得、姿勢データや HK の取得、無線データ伝送の 4 つの動作が求められ、これらの動作を支えるシステムを、9cm 角の筐体内にすべて収める必要がある。そのため搭載するプラズマ波動受信器以外の機器も可能な限り小型・軽量なものを選定した。センサープロブの CPU 及び A/D 変換器として、Microchip 社製のワンチップマイコンである dsPIC を採用した。採用した dsPIC は 4ch 同時 A/D 変換が可能であり、これを用いて電磁界それぞれ 3 成分の同時刻のデータの取得を行う。要求されるサンプリング周波数と連続サンプリングデータ数は、センサーのノイズレベル及び観測対象の JJY 標準電波の周波数と信号強度から設計する。得られた要求値を満足できるように、サンプリング周波数 220kHz、連続サンプリングデータ数 950 個の 4ch 同時 A/D 変換を設計し、dsPIC にプログラムを実装した。また、波形捕捉受信器のゲイン及び電磁界選択の切り替えを dsPIC によって行えることを確認し、波形捕捉受信器によってチャンネル間に生じる位相差の測定も行った。多点観測システムの実現には、センサープロブ自体の位置及び姿勢を知ることが重要となる。姿勢センサーとして、地球磁場を 3 軸計測可能な磁気センサーを用いた。これによりセンサープロブの位置及び向きを知ることができる。磁気データは I2C (Inter-Integrated Circuit) 通信を用いて dsPIC へと伝送するプログラムの実装を行う。dsPIC の UART 機能を用いることで電磁界データと姿勢データを小型無線器に出力し、2.4GHz の高周波信号を用いた無線通信を

行う。dsPIC からのデータ出力と、無線器間通信のプログラムを両者を実装した。なお、実証実験では送信側のアンテナにはパッチアンテナを用いる予定である。また、データフォーマットを考案し、その実装も行う。

本発表では、上記のセンサープローブに実装した各動作の評価及びシステム全体の評価について述べる。また、実証実験の結果についても述べる予定である。