

宇宙空間センサーネットワーク「宇宙圏電磁環境モニターシステム」

小嶋 浩嗣 [1]; 八木谷 聡 [2]; 岩井 誠人 [3]; 滝沢 泰久 [4]; 池田 博一 [5]; 水落 悠太 [6]; 福原 始 [7]; 山川 宏 [8]; 臼井 英之 [9]; 上田 義勝 [10]

[1] 京大・RISH; [2] 金沢大・自然研; [3] 同志社大・工; [4] ATR; [5] JAXA・ISAS; [6] 京大・生存圏; [7] 京大院・工・電気; [8] 京大・生存圏研; [9] 京大・生存圏/JST-CREST; [10] 京大・RISH

Sensor Network System in Space: Monitor System for Space Electromagnetic Environments

Hirotugu Kojima[1]; Satoshi Yagitani[2]; Hisato Iwai[3]; Yasuhisa Takizawa[4]; Hirokazu Ikeda[5]; Yuta Mizuochi[6]; Hajime Fukuhara[7]; Hiroshi Yamakawa[8]; Hideyuki Usui[9]; Yoshikatsu Ueda[10]

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] Kanazawa Univ.; [3] Dept. of Engineering, Doshisha Univ.; [4] ATR; [5] ISAS/JAXA; [6] RISH, Kyoto Univ.; [7] KUEE, Kyoto Univ.; [8] RISH, Kyoto Univ.; [9] RISH, Kyoto Univ./JST-CREST; [10] RISH, Kyoto Univ

The system design of the space electromagnetic environment monitor (MSEE) is presented. The objective of the MSEE is to monitor plasma wave activities in space via multipoint sensors, simultaneously. This is so-called "Sensor network" in space. Since space plasmas are essentially collisionless and kinetic energies are transferred through plasma waves, artificial disturbances as well as natural plasma phenomena can be monitored by the measurement of plasma waves. The MSEE consists of many small sensor nodes, which have the capability to measure the intensities of plasma waves. Sensor nodes are scattered around a target area such as a space station and provide us the data measured in multiple points. The sensor node should be small so that it could be located in a lot of points around target areas. In order to realize the small sensor node, the miniaturization of plasma wave sensors and electrical circuits is essential. Therefore, we developed the small analogue electrical circuits for the sensor node using the ASIC(Application Specific Integrated Circuit) technology. Further, we succeeded in developing the small electric field and magnetic field sensors and their peripheral circuits. Based on the ground tests of these sensors, they have good sensitivities enough to detect natural wave phenomena as well as artificial disturbances. Another important issue to be developed is the method of location estimation of each sensor node. We introduce the method called Self-Organizing Map (SOM) algorithm we use and report the evaluation of this method based on the field experiments.

我々は、宇宙圏における電磁環境を多点同時にモニターできるシステムの開発にこれまで取り組んできており、すでに、本学会においても発表を行ってきている。本システムでは、宇宙圏電磁環境をモニターするために必要となる「プラズマ波動」を計測する「小型センサーノード」とそれらをネットワークとして有機的に連携させるシステムとからなる。いわゆる宇宙圏におけるセンサーネットワークであるこの「宇宙圏電磁環境モニターシステム」では、開発項目として、「アナログ ASIC によるプラズマ波動計測部の小型化」、「電界、磁界センサーおよびその周辺回路の小型化」、「センサーノードの自律的位置捕捉手法の開発」、「センサーノードにおける姿勢捕捉部の小型化」、「センサーノードにおける小型制御系の開発」などが挙げられる。

これまで、アナログ ASIC 開発では、周波数スペクトル計測のためのバンドパスフィルタの小型化、微小信号を取り出す差動アンプの小型化を行っている。特に、バンドパスフィルタでは、外部からの制御信号により、中心周波数をステップ変化させる機能を組み込んだフィルタの開発に成功しており、現在、その中心周波数の温度シフトを抑える手法の開発などに取り組んでいる。

センサーにおいては、小型化したループアンテナとそのプリアンプの試作を行い、センサーノード筐体のプロトタイプの開発とともに、その特性が非常に良好であることを確認している。一方で、電界アンテナについても小型化の試作にかかっており、従来より、衛星ミッションとして用いられてきた低ノイズプリアンプの性能を保持したまま、小型簡易化した電界用プリアンプの試作も行っている。そして、ここまでのセンサー、および、周辺回路の設計・試作が進むことでセンサーノードの感度設定も精度があがってきた。従来、このセンサーノードは、科学衛星搭載プラズマ波動観測器に比べれば、感度が低くなるため、人工擾乱のような強度の高いプラズマ波動現象に対してのみ有効と考えていたが、自然発生のプラズマ波動に対しても感度があることがわかってきており、いわゆる科学ミッションに対しても有効性を示すことができるようになってきた。

位置捕捉手法においては、以前にその3次元化アルゴリズムの開発で発表を行っている「自己組織化アルゴリズムによる位置捕捉」の技術的試験を行うための測距用小型通信ノードの開発も行い、実際のフィールドにおける実験も計画している。

その他、小型磁場センサーによる姿勢捕捉の実験なども行っており、本発表では、宇宙圏電磁環境モニターシステムの開発報告と今後の展開および、科学衛星ミッションへの応用も含めた視点を含めて報告する。