

CubeSat に搭載可能な超小型・省電力なプラズマ波動受信器の開発

#頭師 孝拓¹⁾, 山本 康輔²⁾, 小嶋 浩嗣³⁾

(¹ 奈良高専, ² 金沢大学, ³ 京都大学)

Development of a Compact and Low-Power Plasma Wave Receiver Compatible with CubeSat Platforms

#Takahiro Zushi¹⁾, Kosuke YAMAMOTO²⁾, Hirotsugu KOJIMA³⁾

(¹National Institute of Technology, Nara College, ²Kanazawa University, ³Kyoto University)

In recent years, the use of CubeSats has gained significant momentum. However, due to the extremely limited resources available on CubeSats, scientific applications have been restricted to basic observational missions. On the other hand, the use of CubeSats in scientific observation offers significant advantages for mission cost reduction and the realization of multi-point simultaneous observation missions. In this study, we develop an extremely compact and low-power plasma wave instrument suitable for using in CubeSats.

To achieve miniaturization, we developed the analog circuitry for the plasma wave instrument as an Application-Specific Integrated Circuit (ASIC). The IC includes a band-limited filter, main amplifier, and anti-aliasing filter. We successfully implemented circuitry for six electromagnetic field channels within a 5 mm × 5 mm chip. For further miniaturization and power reduction, we selected the low-power RP2350 processor for the digital components. The processor controls the six-channel analog-to-digital converters and performs Fast Fourier Transforms. Additionally, the analog circuitry was designed to allow adjustable bandwidth, dividing the entire observation bandwidth into three bands. The receiver performs FFTs on each band to calculate the frequency spectrum across the entire bandwidth. This approach enables significantly reduces the time spent in high sampling rate A/D conversion and decreasing power consumption.

In the presentation, we will show the detailed design of the ASIC and the instrument, along with performance evaluation results of the breadboard model.

近年、CubeSat と呼ばれる 10 cm x 10 cm x 10 cm を基準サイズとした衛星の利用が盛んになっている。しかしながら、衛星で利用可能なリソースが極めて限られることから、理学目的での利用は限定的な観測にとどまっている。一方で、理学観測における CubeSat の利用が可能となれば、低コストでのミッションの実現や、多点同時観測ミッションの実現など、大きな利点がある。そこで本研究では、CubeSat に搭載可能な超小型かつ省電力なプラズマ波動受信器の開発を行う。

小型化のため、プラズマ波動受信器に必要なアナログ回路を特定用途向け集積回路として開発した。集積回路には帯域制限フィルタ、メインアンプ、アンチエイリアシングフィルタを搭載し、電磁界 6ch 分の回路を 5 mm x 5 mm のチップ内に実現することができた。小型化および省電力化のため、受信器のデジタル部には省電力プロセッサである RP2350 を使用した。プロセッサでは 6ch 分の A/D コンバーターの制御および FFT を実行している。さらに、アナログ回路において帯域を変更可能とし、観測帯域全体を 3 つに分け、それぞれの波形について FFT を実行することで観測帯域全体の周波数スペクトルを計算している。これにより、高いサンプリング周波数で A/D 変換している時間を大幅に短くし、受信器の消費電力を減らすことに成功した。

発表においては、専用集積回路および受信器全体の詳細な設計と、作成したブレッドボードモデルにおける性能評価の結果を示す。