

衛星搭載波形観測機用デジタル信号処理 FPGA モジュールの評価用ボードの開発

松井 大樹 [1]; 笠原 禎也 [1]; 小嶋 浩嗣 [2]; 後藤 由貴 [1]
[1] 金沢大; [2] 京大・生存圏

Development of the FPGA board for evaluation of onboard digital signal processing of plasma wave

Hiroki Matsui[1]; Yoshiya Kasahara[1]; Hirotsugu Kojima[2]; Yoshitaka Goto[1]
[1] Kanazawa Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.

In recent years, a lot of satellites are launched to measure space environment as a consequence of plasma dynamics controlled by solar activity. Measuring plasma wave is one of important clues to understand plasma physics around the earth, and it is necessary to implement intelligent signal data processing techniques into the plasma wave instruments. In the conventional wave instruments, these data processes are executed by a CPU, and thus the computation speed is not fast enough to enable real-time processing. It is necessary to reduce the weight and size of the instruments to meet the requirements of flying formation satellites and planetary exploration spacecraft. Recently, FPGA is often used to solve these problems. In such a background, we develop a FPGA board, which enables us to develop arbitrary digital signal processing applicable for the future missions. The developed FPGA board is designed to evaluate the performance of the developed module easily. In the presentation we will introduce the FPGA board as well as the current status of our development of digital signal processing modules especially for the real-time signal processing technique.

地球磁気圏をはじめ、太陽系内惑星近傍のプラズマ環境探査の目的で、数多くの科学衛星が打ちあげられている。プラズマ波動観測は、観測領域のプラズマ電磁環境を知るうえで重要な観測手段であるが、一般にプラズマ波動の生波形観測は、地上に送信可能なデータ量に対して膨大であるため、取得した波形データに対して、機上で数多くのデジタル信号処理を必要とする。従来、これらの多くはCPUを使ったソフトウェアによって処理されているが、搭載可能なCPUのリソースの制約から、リアルタイム処理が困難である。また今後、地球磁気圏内の複数衛星による編隊観測や、惑星探査用の搭載機の開発を考えると、観測器のさらなる小型・軽量化が必須である。この問題に対し、近年、FPGAを使用することでデジタル信号処理の高速化と観測装置の小型化が図られている。このような背景のもと、我々は、衛星機上におけるデジタル信号処理のFPGA化のための開発を効率化するために、汎用的に利用可能なFPGAボードを開発し、今後開発を目指す各種のデジタル信号処理の動作を評価できる環境整備を進めている。本稿では、評価に用いるFPGAボードの概要を紹介するとともに、それを使った信号処理モジュールの検証および評価について述べる。本研究では、サブバンド圧縮処理を評価の対象とし、リアルタイム処理可能なモジュールを構成した。

評価に使用するFPGAボードは、電磁界各3成分、計6成分の信号入力を想定し、それらの信号処理結果を容易に確認・評価できることを目的としている。この目的のために、同評価ボードは、入力された6系統の信号を保管・処理を行うためのモジュール(Mod#1)に加え、任意の信号を6系統同時に出力できるモジュール(Mod#2)を備える。各モジュール共に、FPGA(Cyclone iv)とDDR2メモリ(128MByte)が各1個ずつ搭載されている。またMod#2からの出力信号をMod#1に入力するための仕組みとして、Mod#2にはDAC(Digital Analog Converter)が6系統、Mod#1にはADC(Analog Digital Converter)が6系統搭載されているほか、両モジュール間で直接デジタルデータを流すラインも設けられている。また、両モジュールにつながるCPUが1つ搭載されており、TeraTermを通じてMod#2上のDDR2(MEM#2)への任意波形の書き込みや、双方のモジュールのDDR2(MEM#1, MEM#2)内のデータ読み出しが可能となっている。これらの機構を通じて、評価者は任意の波形をMod#2側から送出し、処理後のデータをMod#1側から読み出して確認することが可能である。

現時点では、Mod#2・Mod#1間でデジタルデータを直接受け渡して開発を進めているが、将来的にはADCおよびDACを用いてアナログ信号の入出力機能も用いたテストも行うことを想定している。現在、最も喫緊の課題のひとつに、観測波形のリアルタイムでの圧縮処理があり、今後、同評価システムを利用して、サブバンド圧縮モジュールの動作検証および評価を行う。