

将来衛星計画に向けたプラズマ波動観測装置の超小型化とその展望 Miniaturization of plasma wave instruments and its perspective towards future space missions

小嶋 浩嗣^{1*}; 尾崎 光紀²; 八木谷 聡²; 頭師 孝拓¹; 大西 啓介¹; 笠原 禎也²; 斎藤 義文³
KOJIMA, Hirotsugu^{1*}; OZAKI, Mitsunori²; YAGITANI, Satoshi²; ZUSHI, Takahiro¹; ONISHI, Keisuke¹;
KASAHARA, Yoshiya²; SAITO, Yoshifumi³

¹ 京都大学, ² 金沢大学, ³ JAXA 宇宙科学研究所

¹ Kyoto University, ² Kanazawa University, ³ ISAS, JAXA

超小型衛星の活用範囲は技術的検証目的から実用目的まで多岐にわたっている。それにもかかわらず、宇宙環境を探索するミッションについては、未だに超小型衛星では実現できていない。宇宙環境探索には、多くの観測機器が同時に必要であり、超小型衛星には搭載が難しいというのが大きな理由の一つである(それくらい詳細な観測が可能なミッションである、ということである)。背景の電場、磁場、そして、プラズマ粒子、プラズマ波動これらを同時に観測するのが宇宙環境探索衛星である。そしてこれらそれぞれにセンサーがありセンサーが捉えた信号を処理する回路が存在する。この中でプラズマ波動観測器は電界センサー、磁界センサーそして電子回路部からなる。電界センサーは宇宙空間に到達してから伸展するもので打ち上げ時には小さいが、宇宙空間で伸展する際のダイナミクスが問題となり、小型化とは別の次元での課題となる。磁場センサーであるサーチコイルやループアンテナは、それそのものをプリアンプと同時に小型化が必要があると同時に、電界センサーと同じように伸展部の存在がある。一方、プラズマ波動観測器の電子回路部は、多数のフィルタや低ノイズアンプの集まりとなっており、自然とアナログ回路の規模が大きくなる。デジタル部においても、「波形」として観測するプラズマ波動観測器のアウトプットを、いかに効率良く機上処理して地上へ限られたテレメータ回線幅で降ろすか、という課題を担っており、ソフトウェアで実現することは可能でもその処理系の複雑さのためリアルタイム処理は難しくなっており、ソフトウェアのハードウェア化が鍵となる。

我々は、プラズマ波動観測器とそのセンサーがもつ電子回路部を極力小型化するために Mixed Signal ASIC による専用チップの開発を行ってきた。これまで、「波形捕捉型」のプラズマ波動観測器のアナログ部、および、センサープリアンプの ASIC 化に成功している。これによりプラズマ波動観測器のアナログ部の大きさや重量は、一桁小さなものになっており、従来ではまったく実現不可能であった、電磁界 6 成分のプラズマ波動の波形を同時に捉えることのできるアナログ回路を、5mm x 5mm 角のチップ内に実現できている。

また、このアナログ部に加え、波形圧縮、FFT など従来ソフトウェアで行っていた機上処理をハードウェア化することにも成功しており、これにより従来は不可能であったリアルタイム処理が可能となっている。そして、将来的には、上記のアナログ部とこのデジタル部を同じチップ上に実現するアナログ-デジタル混載型プラズマ波動観測チップは決して夢物語ではないところまでできている。これに加えさらに粒子の観測パルスプラズマ波動受信器内に取り込むためのインターフェースチップの開発も行っており、現在、ERG 衛星で機上ネットワークごしで行っている WPJA 処理もチップ内で行うことも可能となる予定である。本講演では、このようなプラズマ波動観測器のチップ化とその将来展望について発表する。

キーワード: プラズマ波動, ASIC

Keywords: Plasma wave, ASIC