

プラズマ波動観測装置-プラズマ粒子観測装置間インターフェース用チップの開発 Developing of a chip for the interface between plasma wave instruments and plasma particle instruments

大西 啓介^{1*}; 頭師 孝拓¹; 小嶋 浩嗣²; 斎藤 義文³

ONISHI, Keisuke^{1*}; ZUSHI, Takahiro¹; KOJIMA, Hirotsugu²; SAITO, Yoshifumi³

¹ 京都大学大学院工学研究科, ² 京都大学生存圏研究所, ³ 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・太陽系科学研究系

¹ Graduate School of Engineering, Kyoto University, ² Research institute for sustainable humanosphere, Kyoto University, ³ Solar System Science Division, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

宇宙空間は希薄なプラズマで満たされており、プラズマ粒子の持つ運動エネルギーは粒子の衝突ではなくプラズマ波動を介してやり取りされる。このプラズマとプラズマ波動の相互作用を粒子波動相互作用と呼び、宇宙空間で発生する電磁気学的な物理現象を解明する上で非常に重要である。

波動粒子相互作用を直接定量的に捉える手法として、「波動粒子相互作用解析装置 (WPPIA: Wave-Particle Interaction Analyzer)」が提案され、我が国の次期衛星ミッション ERG に搭載されている。この WPPIA では、観測粒子ひとつひとつの観測タイミングを、プラズマ波動観測の波形サンプリング時間と同程度の精度でとらえる必要がある。ERG 衛星ではプラズマ波動観測器が配信する時間情報を利用して、両者の相対的な時刻精度を保証しているが、一番正確なのは、粒子の検出信号を、プラズマ波動観測器内で、プラズマ波動をサンプリングしているクロックで、同時サンプルすることである。そこで、粒子観測パルスとプラズマ波動観測器内にインターフェースする回路があれば、時刻合わせのための複雑な手順が不要となり、よりシンプルで高精度な観測ができるようになる。そこで本研究では粒子観測器が捉えた荷電粒子到来パルスひとつひとつを、プラズマ波動観測装置への入力とするためのインターフェース回路を開発する。プラズマ粒子観測器からの出力は、その視野の分割数に従った多チャンネルの出力になるため、それをディスクリート部品で製作すると大きな規模になってしまう。特定用途向け集積回路 (ASIC) 技術を用いて新しい専用チップをつくることで粒子観測器からの信号を効率良くプラズマ波動観測器に取り込む。

インターフェース回路は電荷を検知し電圧として出力する前段部分と、電圧から粒子の到来を検出する後段部分からなり、それぞれにボルテージフォロワ回路とコンパレータを用いた。現在までに前段部分の設計を行った。想定される前段への入力波形は数 GHz 程の電流パルスである。この電流パルスを遅延や歪みの小さな電圧波形に変換するため、高速に動作するオペアンプ及びそれを用いたボルテージフォロワ回路を設計し、チップの試作を依頼している。発表では設計したインターフェース回路の詳細に加え、試作したチップの測定結果について述べる。

キーワード: 波動粒子相互作用, インターフェース, ASIC

Keywords: Wave-particle interaction, Interface, ASIC