

(様式2)

プロジェクト名： 人工衛星搭載用高圧電源部の基礎開発

プロジェクト代表者： 寺田幸功 (理工学研究科・准教授)

1 研究の目的

ブラックホールの発見以来、X線宇宙観測の分野は、極めて活動的な宇宙像を人類に提示し続けてきた。大気による吸収を避けるため、X線での天体観測は、人工衛星に観測装置を搭載して宇宙空間から行うしかない。日本は、現在稼働中のX線衛星「すざく」の後継機として、2014年に打ち上げ予定のASTRO-H衛星を計画しており、埼玉大もその搭載機器の開発メンバーの一員である。ASTRO-H等に搭載されるX線検出器には、半導体検出器やシンチレータが用いられ、500ボルトから1500ボルトもの高電圧電源を必要とする。高圧電源部は、X線センサーの性能に直結する重要な部品であると共に、放電等のトラブルにより簡単に衛星を殺せる危険部品でもある。また、X線観測だけでなく、将来の惑星探査ミッションや地球周回衛星などでも高圧電源部が用いられるため、「汎用の衛星搭載高圧電源部」を開発する意義は大きい。埼玉大では、既に「あすか」や「すざく」に搭載した検出器の開発実績を持っており、これらの経験を活かす形で、衛星搭載用の高圧電源の開発を担当する。よって、本プロジェクト課題の目的は、「人工衛星に搭載する高電圧電源を開発すること」である。

2 研究の経過

高圧電源を宇宙で使用するためには、1.真空中で動作すること、2.打ち上げ時の振動に耐えること、3.宇宙放射線環境に耐える事、等がクリアされている必要がある。その上で、ASTRO-H衛星等で行われる精密計測に耐える性能として、4.低いノイズ特性、5.低電力、6.よい温度特性などが課せられる。本プロジェクト研究では、ステップ1として「宇宙仕様の高電圧素子の選別」を行い、ステップ2として、ASTRO-H衛星用として高圧素子を用いた高電圧電源部の「性能評価」を行った。

ステップ1の宇宙仕様高圧電源素子の選別では、複数の国内外のメーカーをあたり、PICO社が最有力メーカーであることを特定した。このメーカーでは、宇宙で利用するための条件1,2,3を保障する製品を製作している。そこで、PICO社製高圧電源素子を購入し、入出力直線性や温度安定性などの性能評価試験をセットアップし(下図)、性能を評価したところ、電力やエネルギー変換効率を除いては、要求性能を満たすことが分かった。



図 1. PICO 社製高圧素子の測定セットアップ

ステップ2の「高圧電源部の性能評価試験」では、PICO社製の特注高圧電源素子を用いた制御回路をM社に設計製作していただき、高圧電源部としての総合的な評価試験を行った。この制御回路自体は、水星探査ミッションBepiColomboに搭載される粒子検出器で利用されている高圧電源部を改良したも

のである。本プロジェクト経費を用いて試験環境を整備し、項目 4. (ノイズ特性)、5. (消費電力)、6. (温度特性) について、試作基板を測定した結果、5. 電力以外は、要求性能を満たすことがわかった。(下図) 電力に関しては、今後の開発項目として PICO 社にフィードバックし改良版の設計に入っていた。何点か追加の開発項目が挙げられたものの、開発方針としては、本設計で衛星搭載品として利用可能、ということが本プロジェクト研究で分かった。

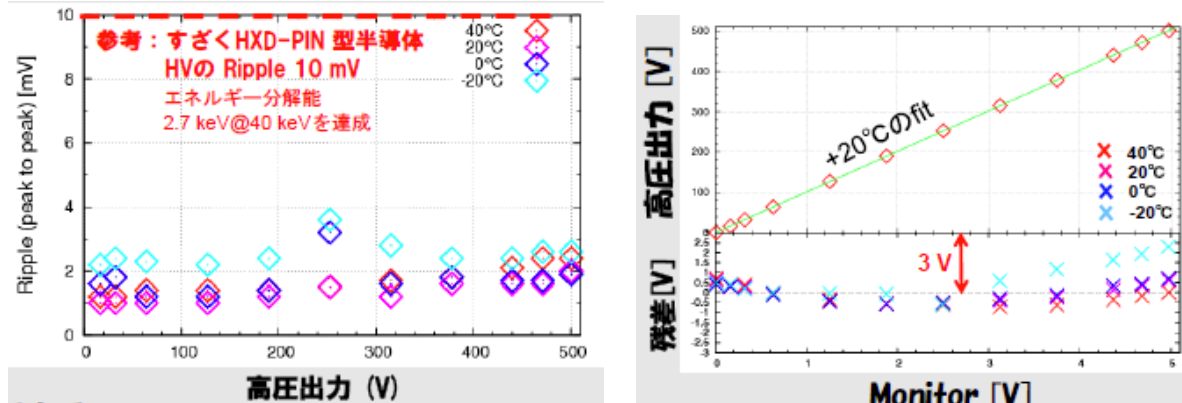


図 2. 高圧電源試作品の性能評価試験の結果(左:ノイズ特性、右:温度特性)

以上より、本研究プロジェクト研究の結果、宇宙汎用高圧電源の開発の第一歩として衛星搭載用高圧電源の設計を固める事ができた。ASTRO-H 用に特化した低雑音・低消費電力の高圧電源としては、今後、改良版を試作・検証し、衛星搭載品の製作に入ることとなる。

3 研究成果の概要

本研究課題の成果は日本天文学会で発表されたほか、理学部物理学科の卒業論文、および、理工学研究科の修士論文にまとめられた。また、本プロジェクト研究に関連し、高圧電源部などの衛星搭載装置を制御するための搭載ネットワークに関する研究も進み、日本物理学会、天文学会における講演や、卒業論文、修士論文にまとめられた他、平成 22 年度の国際会議における成果発表が受理されている。

- 原山淳 「ASTRO-H 衛星搭載高圧電源部の開発」(理工学研究科・平成 21 年度修士論文)
- 小山志勇 「次期 X 線天文衛星 ASTRO-H 搭載高圧電源部のフィルタ回路の試作」(理学部・平成 21 年卒業論文)
- 神頭知美 「ASTRO-H 衛星における時刻付けシステムの開発」(理工学研究科・平成 21 年度修論)
- 岩瀬かほり 「次世代衛星組み込みネットワーク SpaceWire における時刻付け方法の検証」(理学部・平成 21 年卒業論文)
- 原山淳ほか「ASTRO-H 搭載 HXI/SGD の高圧電源部の開発状況」(日本天文学会, 平成 21 年度春季年会)
- 神頭知美ほか、「次期 X 線天文衛星 ASTRO-H における SpaceWire を用いた時刻配信方法の検証」(日本天文学会, 平成 21 年度秋季年会)
- 神頭知美ほか、「次期 X 線天文衛星 ASTRO-H における SpaceWire を用いた時刻配信方法の検証(2)」(日本天文学会, 平成 21 年度春季年会)
- 神頭知美ほか、「ASTRO-H 衛星の時刻配信における時刻精度の定量化」(日本物理学会, 平成 21 年度春季年会)
- T.Kouzu, Y.Terada, et.al “Verification of High Resolution Timing System with SpaceWire Network onboard ASTRO-H”, the 3rd International SpaceWire Conference, (Jul. 2010, Russia)