

高電圧技術実証衛星“鳳龍弐号”のオンボードコンピュータ開発

工学府 電気電子工学専攻 修士2年 趙研究室 10349515 久保大記

1、研究背景、目的

2010 年度に JAXA の相乗り衛星として宇宙空間にて世界初の 300V 発電に挑戦する“高電圧技術実証衛星鳳龍弐号”が選出された。これに伴い衛星を宇宙空間にて衛星を制御、監視をすることができるオンボードコンピュータの開発が必要となった。

本研究の目的は鳳龍弐号を 1 年間の運用期間において正常に監視、制御することができる OBC 基板を作成することである。

2、ハードウェア設計

鳳龍弐号は 2 つの CPU (H8 マイコン) を搭載しており、それぞれで処理を分割している。衛星のミッション機器の制御、データフォーマット、コマンド解析などをつかさどる衛星の中心部分の CPU を H8_Main、ダウンリンクデータの作成、変調等通信系の処理をつかさどる CPU を H8_COM 系と呼称している。

ミッションデータや運用データを保存するためのメモリ領域には合計 3 枚 (計 3Mbyte) の FLSAH メモリを使用している。保存するデータはデータの種別に応じてあらかじめアドレス値を設定しており、データの管理を行っている。

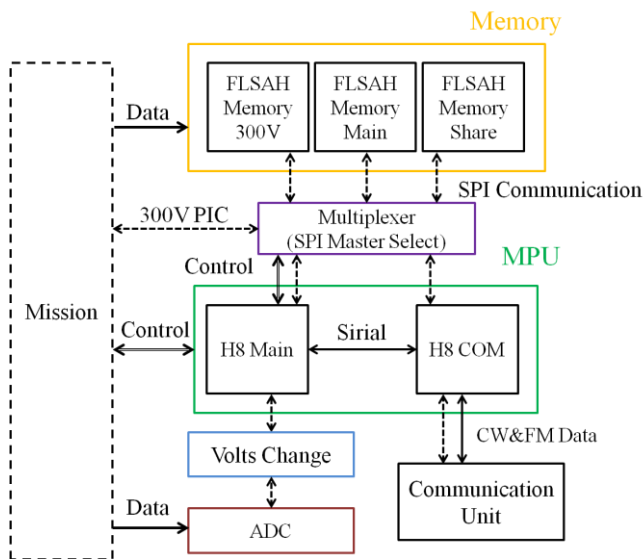


図 1 OBC のハードウェアのブロック図

3、ソフトウェア設計

ソフトウェアについては H8_Main、H8_COM とともに一度動作が開始すると永遠とループを繰り返してミッションのフラグや、データ送信のフラグ等が成立していないかのチェックをし続ける形をとっている。また H8_Main、H8_COM がお互いに正常に動作しているか監視する機能を搭載しており、片側に異常が発生している場合は強制的にリセットをかける機能を搭載している。

宇宙空間では放射線が原因でシングルイベントと呼ばれる現象が発生し、メモリ内のデータの bit 反転する事がある。この現象に対して対応するために約 3 時間に一度定期的なリセットをかける事ができる機能を搭載している。

4、環境試験

作成した基板は実際の宇宙環境や、打ち上げ環境に耐える事ができるか検証するために様々な試験を行ってきた。以下に実際に行った試験の一例を示す。

■熱真空試験

この試験は実際の宇宙環境の真空状態と熱環境を再現し、衛星が正常に動作を行う事ができるか検証するための試験である。図 2 の試験サイクルに示すように低温状態及び高温状態のサイクルを 2 サイクル実施した (真空度は 1.33×10^{-4} Pa)

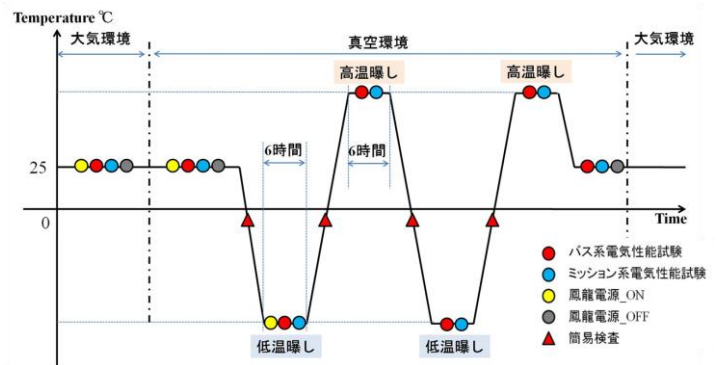


図 2 熱真空試験における試験サイクル

■試験結果

OBC 基板 到達温度 最高 40°C 最低 -23°C
すべてのチェック項目にて正常な動作を確認する事ができた。

5、総括

本研究で開発した OBC 基板は上記に示した熱真空試験をはじめ、様々な試験を行い検証した結果、当初予定していたすべての設計項目を達成できる事を確認した。この事により実際に宇宙環境においても正常に動作することが可能であると考えられる。



図 3 作成した OBC 基板 (フライトモデル)

●参考文献

- ①第 55 回宇宙科学技術連合講演会講演集 1A04 小型実証衛星搭載計算機の開発 ○堀川雄太, 河原宏昭, 平子敬一 (JAXA) 大石篤, 益川一範, 笹原松隆, 黒田能克 (三菱重工)
- ②第 55 回宇宙科学技術連合講演会講演集 3S19 ほどよし 2 号機の開発状況 ○栗原聡文, 坂本祐二, 吉田和哉 (東北大学)
- ③情報理論 (電気・電子系教科書シリーズ) 著者 三木成彦, 吉川英機