

SERVIS 宇宙環境信頼性実証システム

Space Environment Reliability Verification Integrated System

SERVIS-1 宇宙実証成果

■オンボードコンピュータ(OBC)の宇宙実証成果

衛星搭載電子機器の低コスト化・高性能化・小型化の実現手段として、近年、民生部品・民生技術を積極的に取り込み、宇宙転用していくことが重要な鍵となっています。

搭載計算機であるオンボードコンピュータは、衛星の姿勢・軌道制御、各種観測データの演算等の重要な処理を行っています。しかし、SERVIS プロジェクト発足当時、宇宙放射線等の厳しい環境下でも動作保証され、入手可能な衛星搭載用の高信頼性 CPU(中央演算処理装置)は、16bit、処理性能 10MIPS(百万命令/秒)程度であり、パソコン等の CPU と比較すると 2~3 世代旧式のものしかありませんでした。

また、オンボードコンピュータに使用される高信頼性電子部品は大変高価であり、CPU、メモリ(SRAM、SDRAM)、ゲートアレイ等が搭載電子部品コストの 8 割以上を占めていました。

従って、これらの高信頼性電子部品に替わり、低コスト・高性能・小型である民生部品を宇宙転用できれば、衛星搭載電子機器の低コスト化・高性能化・小型化が可能となります。

SERVIS-1 で開発した民生電子部品搭載のオンボードコンピュータ(OBC：写真 1)は、上記ニーズに応える搭載計算機であり、以下の特長を持っています。

- ① 民生 32bitCPU を用いて 110MIPS(百万命令/秒)を達成
=>高機能・高性能化(従来の 10 倍以上)を実現
- ② 高性能民生部品 CPU、SRAM、SDRAM、ゲートアレイ等 6 部品を MCM^{注1}化
=>小型化(名刺サイズ：55×95mm)・低コスト化(MCM にて 1/5)を実現
- ③ 厳しい宇宙環境に対し、2 重冗長系システム及び各種放射線対策エラー修正等の実施
=>高信頼性を実現

OBC は、2003 年 11 月の実験運用開始段階から 2005 年 10 月末の運用終了時まで、演算機能(模擬飛行制御演算、画像処理演算、性能評価演算(MIPS 値：110MIPS 以上を確認))の確認を連続的に実施し、良好な実証結果を得るとともに、約 2 年間の軌道上運用実績を得ることができました。

また、OBC に搭載した各民生部品の、宇宙放射線による SEU^{注2}エラー発生を実測することができました。表 1 にその評価結果を示します。

表 1 は、打上げ前に実施した、各民生部品の地上放射線試験結果から算出の SEU エラー予測値①と、軌道上で計測した SEU エラー実測値②を示します。

軌道上での SEU エラーは 6 品種中 3 品種で発生しており、いずれも発生頻度は地上評価試験結果からの予測値より低い結果が得られました。

高機能、廉価な民生用 CPU が宇宙環境で十分な機能を発揮することが実証されたことを受け、今後は本 OBC の国内外への宣伝・販売活動を行っていく予定です。

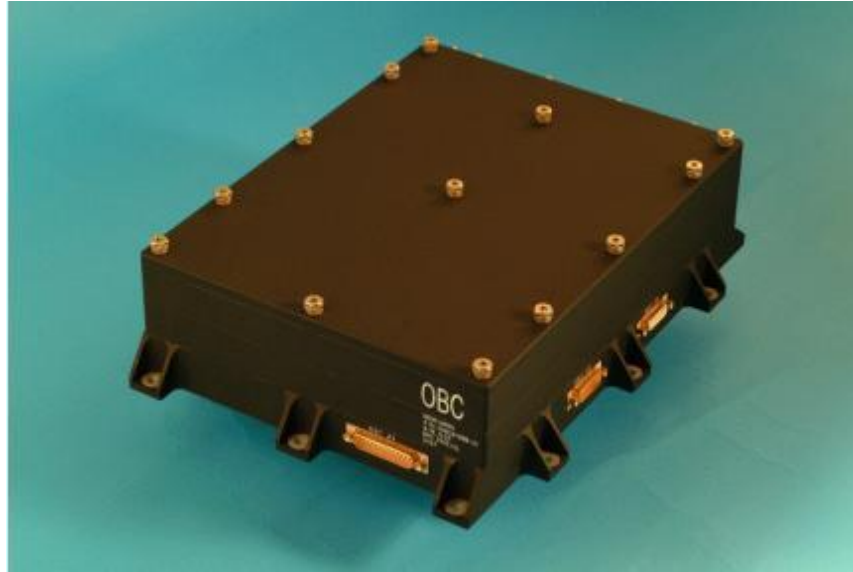


写真 1 オンボードコンピュータ(OBC)外観

表 1 SEU エラー発生頻度の評価結果

SEU 結果と 解析条件		地上評価試験結果 からの予測値	軌道上実測値
		解析条件	シミュレーションによる 放射線環境使用
遮蔽効果：衛星構体と OBC 筐体の遮蔽 による放射線環境の減衰を計算 部品耐性：重イオン放射線試験データ使 用（陽子の SEU 効果へ換算して使用）			
評価民生部品		SEU 発生頻度①	SEU 発生頻度②
CPU	命令キャッシュ	0.08回/日	0回
	データキャッシュ	3.87回/日	0.21回/日
SRAM		1.7回/日	4.0回/日
SDRAM		16.7回/日	≒ 0回
Gate Array		≒ 0回	0回
Digital IC1		≒ 0回	0回
Digital IC2		≒ 0回	0回

注 1 MCM (Multi-chip Module ; マルチチップモジュール)

: 複数の電子部品を高密度実装し、1つのモジュールにしたもの。小型化、低コスト化、耐環境性向上に有効。

注 2 SEU (Single Event Upset ; シングルイベントアップセット)

: 宇宙放射線の入射により引き起される、メモリ等の"1"と"0"という bit データが反転する一時的な誤動作現象