

日本初ロケット搭載電子機器開発から小型衛星開発へ

明星電気(株)装置開発部長 谷本 和夫

1. はじめに

当社は、日本の宇宙開発幕開けとなる1955年「ベビーTロケット」打上げに参加し、FMテレメータ搭載データ取得に成功したことにより日本初のロケット搭載電子機器メーカーとなった。以後、H2Aロケット、スペースシャトル、国際宇宙ステーション、人工衛星、人工惑星等々に大小を含め2,500を超える機器の開発に携わってきた。

2. かぐや搭載ハイビジョンカメラ開発

当社が開発を担当した月周回衛星「かぐや」に搭載されたハイビジョンカメラは、2007年9月14日種子島宇宙センターからH-2Aロケット13号機により打上げられた。2008年4月には、世界初となるハイビジョン映像による月からの「満地球の出」撮影に成功し、2009年2月には、太陽が地球に隠れるダイヤモンドリングの撮影にも成功した。

搭載されたハイビジョンカメラは、220万画素3板式のCCD素子によるカメラで、望遠レンズと広角レンズを装着した2台のカメラが搭載され、約1分間の動画データ（1.5Gbpsのシリアル信号）をエンコードして、144Mbpsパラレル信号に変換し圧縮しながら半導体メモリに記録

する。HDTVからみれば、約8Mbpsで20分で1動画を地球に伝送する機能がある。

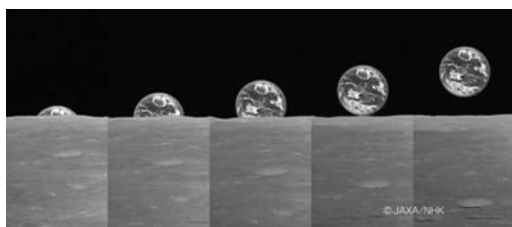
ハイビジョンカメラの開発は、日本放送協会（NHK）殿からの依頼によりスタートした。2001年に宇宙開発委員会の搭載決定に至るまで、当時漸く出始めた最先端の民生技術を駆使したハイビジョンカメラ、レンズなどを宇宙環境に適した以下の検証を実施して搭載化に向けた予備設計を行った。

- ① 耐放射線環境への適用（レンズ保護、ラッチアップ対策）
- ② 打上げ時の大きな振動・衝撃に対する耐震化（耐震補強、材質変更）
- ③ 熱真空環境への適用（部品の真空耐性、発熱対策）
- ④ 大容量メモリの選定（映像データ以外全て削除し圧縮しても1分間で1Gバイト以上）

まず、宇宙環境における放射線で劣化が懸念されるレンズの褐色化、シングルイベントによるカメラ回路部のラッチアップに対する対策をレンズ、カメラに組み込んだ。

次に打上げ時の振動、衝撃に対する耐震化として、センサであるCCD周辺フレキシブルケーブル化、カメラのメカニカル的な補強をした。ところが、実機ではCCDの足がせん断する事故が発生し、開発担当を含め落胆は隠せなかった。その後、開発関係者による構造の見直し、構造解析など幾度となく実施し、この難局を乗り切ることができた。

熱真空環境では、ファンで空冷していた高密



月から見た地球の出 ©JAXA/NHK

度集積回路を伝導による発熱対策、破裂の恐れがある電解コンデンサから新しい大容量コンデンサにするため、長期間真空試験を通じて選定、交換した。

もっとも苦勞したのは、地上系の復調装置も含め画像信号の圧縮、再生するための信号処理回路部分である。復調装置からのモニタ映像は、砂嵐状態の映像が毎日続き、開発を実施したクリーンルームで徹夜、徹夜の連続だった。完成時のファースト映像となったカラーバーは、開発担当者にとって今でも忘れられない画像となっている。

上記以外にも実機による耐環境試験、衛星による総合試験などを含め搭載化が決定してから6年間に渡り、開発元のNHK開発担当、カメラメーカー、レンズメーカー、運用系ソフトメーカーなどと協力があり、民生技術を最大限に活用したハードウェアから制御・伝送、運用・計画にいたるソフトウェアまで一貫した信頼性を作り込むことができ、宇宙搭載機に適用できるハイビジョンカメラシステムの完成に至った。

3. いぶき搭載モニタカメラ

2008年1月23日、種子島宇宙センターからH-IIA型 ロケット15号機で打上げられた温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」にも当社製の8台のモニタカメラが搭載されている。いぶき分離後、東大阪発の人工衛星「まいど1号」を含む7台の衛星分離映像は、SF映画を彷彿させるようなダイナミックさで、関係者から大きく評価された。

モニタカメラは、宇宙用技術を利用した高信頼性型である。以下の優れた民生技術を活かした次世代型のもので、画素数は130万画素を採用している。また、宇宙空間で太陽直視によってイメージセンサがダメージを受けないように赤外カットフィルタを採用している。

- ① 白色発光ダイオード(LED)による投光器(ライト)
- ② センサはCCDから耐放射線が優れたCMOS



当社製モニタカメラが撮影したいぶき切り離し時画像
©JAXA

イメージセンサへ

③ IPコアによるJPEG圧縮

投光器は、従来ハロゲンランプなどを搭載していたが、動作寿命などから青色発光ダイオードの普及により可能となった白色LEDによる投光器をオプティカルデバイス特有の放射線劣化についても検証し、十分宇宙環境でも使用可能なものにした。

従来イメージセンサとしては、CCDが主流だったが、耐放射線性能からCMOSタイプを採用し、CCDと比べ駆動回路が簡素化されるため小型化を実現することができた。

従来画像圧縮は専用ICなどを利用していたが、FPGAによるIPコア化により、JPEG形式で圧縮率(1/100程度まで)などのパラメータを衛星ミッション毎の目的に合わせて設定可能にして、拡張性を向上させることができるようになった。

4. 最新観測機器から小型衛星へ

現在、水星の磁場、磁気圏、内部、表層の総合解明を目指す磁気圏探査機(MMO)と水星表面探査機(MPO)の2つの周回探査機に搭載される観測装置を、2013年打上げを目指して開発を実施している。

さらに、今後は衛星搭載機器ばかりでなく小型衛星の開発も行うよう全社一丸で取り組んでいるところである。