

M-Vロケット搭載の太陽姿勢計

廣川英治*, 成田伸一郎*, 森田泰弘**, 齋藤宏文*

1. はじめに

M-Vロケット等の姿勢計測の一手段として従来からデジタル太陽センサ (略称DSS) が搭載されてきた。M-V-8, 7号機では新しくロケット用太陽センサ (略称RSAS) を開発し, 実験を兼ねて搭載した。また, 共通機器として搭載されている地磁気姿勢計データとを組み合わせた地上姿勢決定システムを構築した。

2. 研究開発の概要

Mロケットの当初には太陽角計測のためDSSが搭載されてきた。当初のものは硫化カドニウム (CdS) を検出素子としたものであり温度による出力の変化が大きいものであった。その後検出素子をシリコンフォトダイオードにすることにより安定した出力が得られるようになった。

DSS (視野 ± 60 度, 分解能1度) はM型のロケットに共通機器として搭載されてきたが, 開発した素子が無くなり, しばらくの間DSSは搭載されていなかった。この間DSSの後継機として衛星搭載 (放射線及び熱対策等) をも視野に入れた新型の太陽センサの開発を行ってきた。

この太陽センサのセンサ素子はシリコンフォトダイオードであり, このフォトダイオード上に, 回折等の光学設計を行ったデジタル並びにアナログチャンネルパターンを付加したものである。この素子を用い, 電子回路の構成を変えることにより, 目的・精度が異なる3種類の太陽センサを開発した。この仕様を表1に示す。

DSSの精度を向上させたものを精デジタル太陽センサ (略称FDSS), またペネトレータ用に開発した太陽センサ (PSAS) と呼び, その仕様をRSASと合わせて表1に示す。PSASは小型・軽量であり, ペネトレータのキャリアならびにDASHの姿勢制御用太陽センサとして組み込まれると共にINDEX (れいめい) に搭載された。

M-V-8, 7号機に搭載したRSASはセンサヘッドにPSASを採用し, これにテレメータ, コマンド並びに電源等のインターフェースを有したものである。

さらに, 付加的な機能として, 地磁気センサと組み合わせて姿勢決定を行うために, 太陽センサが太陽を見た瞬間の地磁気センサデータをラッチし, 一組の姿勢データとしてテレメトリされる。

一方, 地上の姿勢データ処理システムでは, 飛翔中の位置での理論的な磁場方向を算出するためにCNEから算出された位置情報を取り込んでいる。

* The Institute of Space and Astronautical Science (ISAS) / JAXA

** Office of Space Flight and Operation / JAXA M-V Project Team

また、磁場のバイアス推定のために同じくCNEの姿勢情報を取り込むと共に、温度情報も取り込みグラフ表示も行っている。

したがって、今回開発した姿勢決定処理システムはロケットの他のテレメータデータを取り込むことが出来るため、ロケットの姿勢・温度並びに環境計測等を含めた総合監視システムとしての機能を持たせることが可能である。

表1 後継機用として開発した太陽センサの種類

センサの種類	視野 [deg]	分解能 [deg] 精度 [deg]	出力	重量 [g]	
				センサ部	電子回路部
FDSS	±60	- [±0.05]	7bits グレイコード +アナログ補正值	110	420 (I/F 部含む)
PSAS	±60	0.5 [±0.3]	8bits グレイコード	140 (電子回路部含む)	
DSS	±60	1 [±0.5]	7bits グレイコード	110	286 (I/F 部含む)

3. 成果の概要

3.1 M-V-8号機

RSASの機能並びに性能を評価するために8号機に搭載し、下記の成果が得られた。

- ・ 太陽センサとして太陽角を正確に計測していることが確かめられた。
- ・ 太陽センサが太陽を見た瞬間の地磁気データを取り込み、一組の姿勢決定情報として取得できた。
- ・ 上記一組の姿勢情報から地上に於ける姿勢決定算出ソフトウェアを開発した。
- ・ 姿勢決定時に必要な地磁気の理論値を算出するに当たり、CNEの情報を取り込むと共に温度情報等他の計測装置のデータを取り込み事が出来ることから、ロケットの総合監視システムとしての機能も構築できる。
- ・ 8号機で打上げられたASTRO-Fの太陽面問題の解析に関して、姿勢反転時のRSASデータは非常に有効であった。

3.2 M-V-7号機

7号機では、基本的には8号機と同様な成果が得られた。

- ・ RSASの電源を入れた直後に地磁気センサの最初のGAXデータが取得されていないことが判明したが、自動リセット（電源ON, 10秒後）は正常にデータが得られている。今後は電源ON直後のリセット機能を強化させたい。

4. 時期固体ロケットへの反映事項

4.1 搭載装置としての反映事項

- ・ 地磁気センサと太陽センサを組み合わせた姿勢決定に関しては地磁気センサの正確なバイアス推定が鍵となるため、姿勢決定精度又はバックアップの観点からは、例えば小型簡易ジャイロ等の搭載も視野に入れることも必要と考える。

- ・ 一方、ロケットの熱解析や上記3（成果の概要）に記載したような飛翔中の特異な状況を解析する事態が生じた場合にはある意味で有効なセンサとして期待される。また、太陽センサをロケットに搭載する場合には、ロケットのロール制御の如何又はロール制御のレートにより、スピン型太陽センサ若しくは非スピン型太陽センサかを選択・採用することを念頭に置く必要がある。

4.2 地上姿勢決定システムとしての反映事項

- ・ 成果の概要で述べたように今回開発したシステムは姿勢決定機能のみを有しているだけでなく、例えばB3PL部に搭載されている他機器のデータの取り込み・処理並びに表示機能を有しているため本システムは次期個体ロケットの総合監視システムとしても利用可能と考えている。

5. まとめ

M-Vロケットに搭載した太陽センサ(RSAS)はM-V-8,7号機の実験により初期の目的を達成することが出来た。一方、地磁気センサデータと組み合わせた姿勢決定システムを構築し、実データを使用して検証した結果、その機能が得られていることが確認できた。

以上述べたように、M-V-8,7号機の飛翔実験を通じ、開発した搭載機器又は姿勢決定システムの長所、短所も見いだされたことから、今後このシステムを有効に活用したいと考えている。

参考文献

- [1] 広川英治, 齊藤宏文, 二宮敬虔: 高精度スピン型太陽センサの開発, 第37回宇宙科学連合講演会, 1993年10月, 北九州国際会議場
- [2] Eiji Hirokawa, Hirobumi Saito, Keiken Ninomiya "Light-Weight, Small Size, Sun Aspect Sensor of 0.1-0.5 Degree Accuracy for Lunar-Penetrators Mission" Proceedings of The Nineteenth International Symposium on Space Technology and Science, May 15-24, 1994, Yokohama
- [3] 広川英治, 成田伸一郎, 太刀川純孝, 森田泰弘: ロケット搭載用太陽センサの飛翔実験及び地上における姿勢決定システム, 第50回宇宙科学連合講演会, 2006年11月, 北九州国際会議場