

# DESTINY工学実験: 搭載運用スクリプトによるイベント検知と応答の設計と実装

福島洋介, 川勝康弘 (JAXA)



## 1. 深宇宙探査機がシリーズ化したら搭載運用スクリプトがないと運用機会が足らなくなる

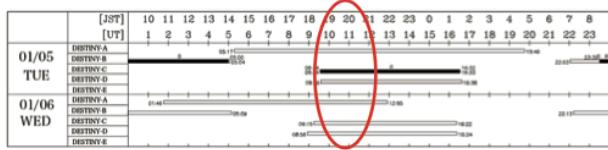
DESTINYで提案する方法により深宇宙探査衛星が何台か太陽系へと旅立ったとして、それで話は終わりではなく、その後それら全ての探査機を注意深く運用する必要があるが、その備えはできているだろうか？

実際のところ不安が残る、というのは、深宇宙探査衛星との交信に必要な大型アンテナ設備は、JAXAには現時点では白田および内之浦に各一台あるだけだから、設備規模が大きいので、中・小型のアンテナとは違い必要に応じて増やすことは容易ではない。

地球周回衛星との交信とは違い、深宇宙探査の交信には、アンテナを専有する時間が6時間程度と長く、一日当たり利用できる探査機の数は最大でも2台程度かいところです。また、そもそも探査機それぞれのミッションによって軌道が異なるはずで、その場合にはアンテナを向けるられる時間はさらに限られてしまいます。

例えば、仮にDESTINYをAからEまで運用するとしましょう、それぞれの探査機とアンテナとの交信可能時間は軌道計算から求まり、図1のようなスケジュール線表を引くことができます。白が白田、黒が内之浦のアンテナとしても、全てのDESTINY探査機との交信時間を確保できないのが明白。交信時間を短くすると、通信データ容量が小さいために観測データを落しきれないことがあろうし、また、探査機について十分な状態確認や調整などが行えなくなる懸念が残っています。

現在でも「あつかい」「はやぶさ2」「PROCYON」と3台の深宇宙探査機が稼働中で、この先DESTINYを追加する場合には、アンテナ増加以外の現実的な対策をDESTINY側でとおうかよいです。



(注)同時刻には2探査機しか使用できないとすると、アンテナ不足で運用できない探査機ができる

図1 DESTINYシリーズ稼働時の可視時間の線表(想像図)(白:白田局、黒:内之浦局)

## 3. EOSで何をすればアンテナ局の利用を減らせるのか？(EOSの適用案の一例)

EOSで想定している自律運用を表1に示します。

現在のISAS科学衛星でもタイムライン・マクロコマンド・自律マクロと呼ばれる仕組みで部分的にでは可能かもしれません、EOSで想定している自由度はそれよりはるかに大きいです。

一般的な探査機でテlemetryデータを獲得する手順は以下の通りです。

- (1) 目的の装置とデータ(対象時刻や項目など)をコマンドで指定する。
- (2) 指定されたテlemetryが地上に送信される。
- 受信されたテlemetryは物理量へと変換されリアルタイム提示されるとともに蓄積装置で長期間保存のために記録される。
- (3) 後日、ユーザーが希望するデータを蓄積装置から(装置名、時間など)をキーにして取り出す。
- (4) ユーザーが解析を行いミッション目的にかなう形で結果を得る。

西山ら[2]は深宇宙探査機「はやぶさ」の蓄積データについて、テlemetryデータをデータベース(MySQL)に格納し、SQLによってデータ抽出を行う試みを行い、作業効率を飛躍的に向上させる方法を提案し、実用化した。

EOSではこの方法をスクリプトで実現することができます。搭載メモリとEOSスクリプトエンジンの処理能力によって搭載制のDB部分の擬似処理できるか決まります。

```
SPLIT TI_time |MPA A HV ON OFF ST|ITHV A OPEN CLS ST|ITH A FWD PWR|ITH A BWD PWR|  
WH SELECT 'ITCU_LPRE-A_PRESS', AVG('ITCU_SCREEN-1_CURR')  
BE WHERE 'TI_time' BETWEEN '2014-06-15 AND '2014-06-16'  
AND 'ITCU_SCREEN-VOLT'-1450  
GROUP BY 'ITCU_LPRE-A_PRESS'
```

CMD として SQL を直接送る (実際は EOS で処理される)

図3a 従来のTLMデータ取得 & 解析

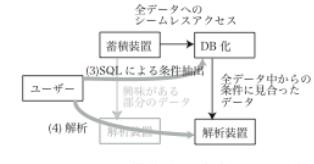
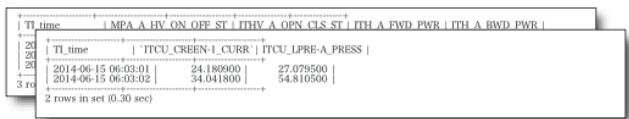


図3b EOSでの搭載データ解析 & TLM取得



## 4. EOSを動作させるMDPの実現は現実的なのか？

上記検討のスクリプトエンジンはT-Kernelで動作検証していますが、これがそのままDESTINYで動作するわけではありません。それはMDPの処理能力が次第です。

ではどのくらいの処理能力があればよいのか？

小型科学衛星バスで準備されているOBCや小型衛星ほどよし・SDSで採用されているOBCを候補と仮定し、「一定程度」のCPUボードでスクリプトエンジンを動作させていますが、CPUレベルとボードレベルでMIPSは異なりますし、キャッシュやメモリ、あるいはOSやライブラリによっても挙動が変わります。

表2 上記検討で使ったCPUボードの計算能力

	System	Clock Hz	MIPS
小型科学衛星バス →	HR5000(SOI)	50M	80
	HR5000	2G	320
検討で使用 →	SH7727	60M	60
	ARM920	180M	200
検討で使用 →	SH4-7760	200M	360
	HODORYOHI-OBC(SOI)	62.5M	96

## 5. ファイルシステム・OSの移植可能性および今後の作業

現在は、小型化学衛星バスでの使用実績があるCPUボードをベースに、スクリプトエンジンを動作させるための検討を行っています。

具体的にはEOSで必要なファイルシステムの実装、できれば特殊ではない一般的なOSが移植できるのかどうかなどの調査です。

利用可能なOSは複数存在しますが、ボードによってはRAMが足りるのか、デバイスドライバの移植が現実的なのか、そういう検討です。

この作業は具体的なCPUボードを固定してからないと大きく進展はしませんので、DESTINYにGOがかかるまでの作業になります。

それまでは、並行して、利用可能なCPUボードへのOSの移植作業を実施する予定です。

### 参照文献

- [1] 福島:知能化の敷居を下げるDESTINY—スクリプトでの自律運用—、人工知能、Vol. 29, No. 4, pp.335 - 343.
- [2] 西山:はやぶさプロジェクトチーム:はやぶさ復路イオンエンジン運用と情報化、第54回宇宙科学技術連合講演会、3S03, 2010.