

# 衛星運用自動化技術の実機実証

## 永松 弘行 (ISAS/JAXA)

### はじめに

- 衛星と衛星運用
- 衛星は高度に自動化・自律化されたシステムである。
  - 衛星運用は、マニュアル操作が比較的多くの割合を占める。(ルーチン作業、異常検知・対応、・・・)
  - 衛星プロジェクト：多様化、増大の傾向にある。
  - 運用コスト：削減の方向にある。
- オペレータ
- 知識、経験が豊富なスタッフ → (主に)初期運用、緊急対応
  - 知識、経験があまりないスタッフ → (主に) 定常運用
  - 運用の肉体的、精神的負担は大きい。

- 筆者の経験
- 「れいめい」衛星の運用に約四年、従事してきた。
  - 少人数での運用を意図したシステムでも運用の負担は大きい(特に夜)。
- 一方で、
- 「れいめい」衛星には、運用に必要な設備一式が揃っている。
  - JAXAの他の衛星とは比較的独立した形で運用を行っている。
  - 運用システム自体、ある程度自動化を意図したシステムになっている。
- ならば、
- やり方次第で、ほぼ完全な自動化(無人化)運用が実現できるのでは？
  - 他の衛星に与えるインパクトが小さく、実運用での検証も可能。
  - ただし、日々の定常運用への影響はないようなシステムを目指す。
  - そのためには、どのような工夫をすればよいか？
  - これまで何を行い、どのような結果を得たか？

**【本日の発表】**

衛星運用の自動化(無人化)に必要な要素を、現在稼働中の運用システム(「れいめい」運用地上局)に実装し、実運用に使えることを実験的に検証

↓

「れいめい」運用地上局を用いた運用自動化の原理検証実験を提案

自動化の基本方針、自動化運用実機実験について紹介

定常運用の負担軽減  
運用操作の効率化  
コスト削減

のための現実的な方法が必要では？

### 「れいめい」衛星と地上局

「れいめい」衛星の主要目的と補完	
サイズ・重量	72[cm] × 62[cm] × 62[cm] / 72[kg]
電力	160[W] (Max)
理学ミッション(目的①)	オーロラ微細構造の観測・解析 - カメラ(MAC), 粒子センサ(ESA/ISA)
工学ミッション(目的②)	新規技術の軌道上での実証 - 小型衛星の三軸姿勢制御 - 統合化衛星制御 - Li-Ion二次電池 - 車載用GPSレシーバ など
姿勢制御	- 三軸制御, バイアスモメンタム方式 - センサ・アクチュエータ: RW, MTQ, FOG, STT - 姿勢決定精度: 0.05[deg]
軌道	太陽同期軌道(608[km] × 655[km])
打ち上げ	2005年8月24日, Baikonur Space Center
ロケット	Dnepr Rocket
ミッション期間	ノミナル3ヶ月, 約5年4ヶ月経過(2011年1月5日現在)
開発費	4億円(人件費を除く)
その他	若手技術者, 科学者の育成(目的③)

### 「れいめい」衛星運用地上局の特徴

1. 専用運用局が、ISAS/JAXA相模原キャンパスにある。
2. 研究棟上に3mφアンテナを有し、運用に必要な設備はすべて揃っている。
3. 運用は若手職員、学生を中心に1名～数名で行っている。
4. 衛星の開発当初から簡易運用局による運用をミッションのひとつとらえて開発を進めた。  
- 汎用PC, 汎用ソフトウェア技術を多用  
- 少人数運用, 遠隔地の理学観測者による観測運用も可能になるよう独自の運用イメージを考え、ソフトベチャーにシステム開発委託。



「れいめい」衛星フライトモデル



相模原局3mφアンテナ

人が  
いなくても・・・



運用システムPC  
(コマンド/テレメトリ/状態監視/アンテナ制御)



ある日の定常運用の様子

### 自動(無人)運用の一方法

#### 運用自動化(無人化)の基本的考えと背景

1. 運用自動化の原理検証実験作業の概要
  - 運用の完全自動化(無人化)を目指す。
  - 現状運用では、人がコンピュータを操作している。  
アンテナ駆動準備、コマンド送信、テレメトリ受信、など  
→すべて、ソフトウェアによって自動処理するための改修
2. 「れいめい」衛星運用局の特徴
  - 運用に必要な設備一式が揃い、一人で操作できる環境にある。
  - 他の(JAXA)の衛星、地上局に与える影響が比較的小さい。
  - 3. 運用の自動化に興味を持つ人々との協力体制
3. 運用の自動化に興味を持つ人々との協力体制
4. 改修の基本方針
  - 改修対象は当面、運用系「ソフトウェアのみ」とする。
  - 運用系ソフトウェアに加える改修は最小限とする。
  - 現行運用系との独立性を確保する。
  - 試験および実機実験を重視する。

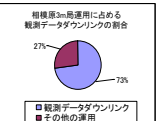


自動運用実験の様子

**【本実験の目標】**

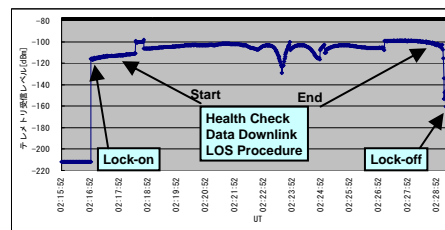
- ユーザの(定常運用における)負担軽減
- 運用コスト削減
- 人間は人間にしかできない作業(運用計画立案)に集中する環境へ

当面は、定常運用の75%を占める  
観測データダウンリンクの  
自動化実現を目指す。

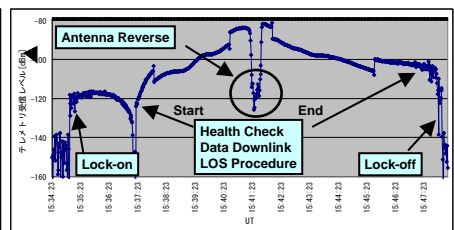


### 実機実験

一昨年暮れより、  
観測データダウンリンク運用の  
自動運用実験を継続中  
→自動化実現の目は立った。



実験結果1 (2010/10/28実施)



実験結果2 (2009/12/24実施)



**スケジューラ = オペレータの頭脳**  
**運用系各PC機能API = オペレータの手足**  
※API=Application Program Interface

