

# SIB2/GSTOS(Spacecraft Information Base version2/Generic Spacecraft Test and Operations Software) の開発状況

西村佳代子、松崎恵一、宮野喜和、  
宮澤秀幸、高木亮治、永松弘行、  
長木明成、福田盛介、山田隆弘、馬場肇  
(ISAS/JAXA)

# 1.SIB2/GSTOS概要

## ◇SIB2

(Spacecraft Information Base version2)とは・・・

人工衛星に関する情報を格納するためのデータベース  
(従来の衛星運用システムではSIBを使用していた)

## ◇GSTOS

(Generic Spacecraft Test and Operations Software)とは・・・

人工衛星の試験と運用に使用される汎用のソフトウェア群  
SIB2に基づいて動作する(SIB2の内容を置き換える  
ことによって、様々な衛星に適用することが可能)

# ◇衛星運用とは◇

## 【目的】

衛星がミッションを果たすために衛星の状態監視、衛星の制御を行う。

## 【必要なもの】

### ・地上局設備

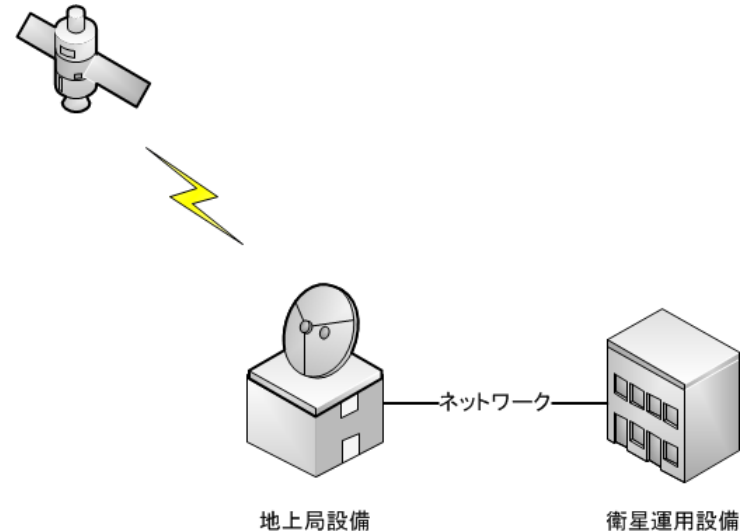
衛星とデータを送受信し、送受信するデータの処理を行う。

### ・衛星運用設備

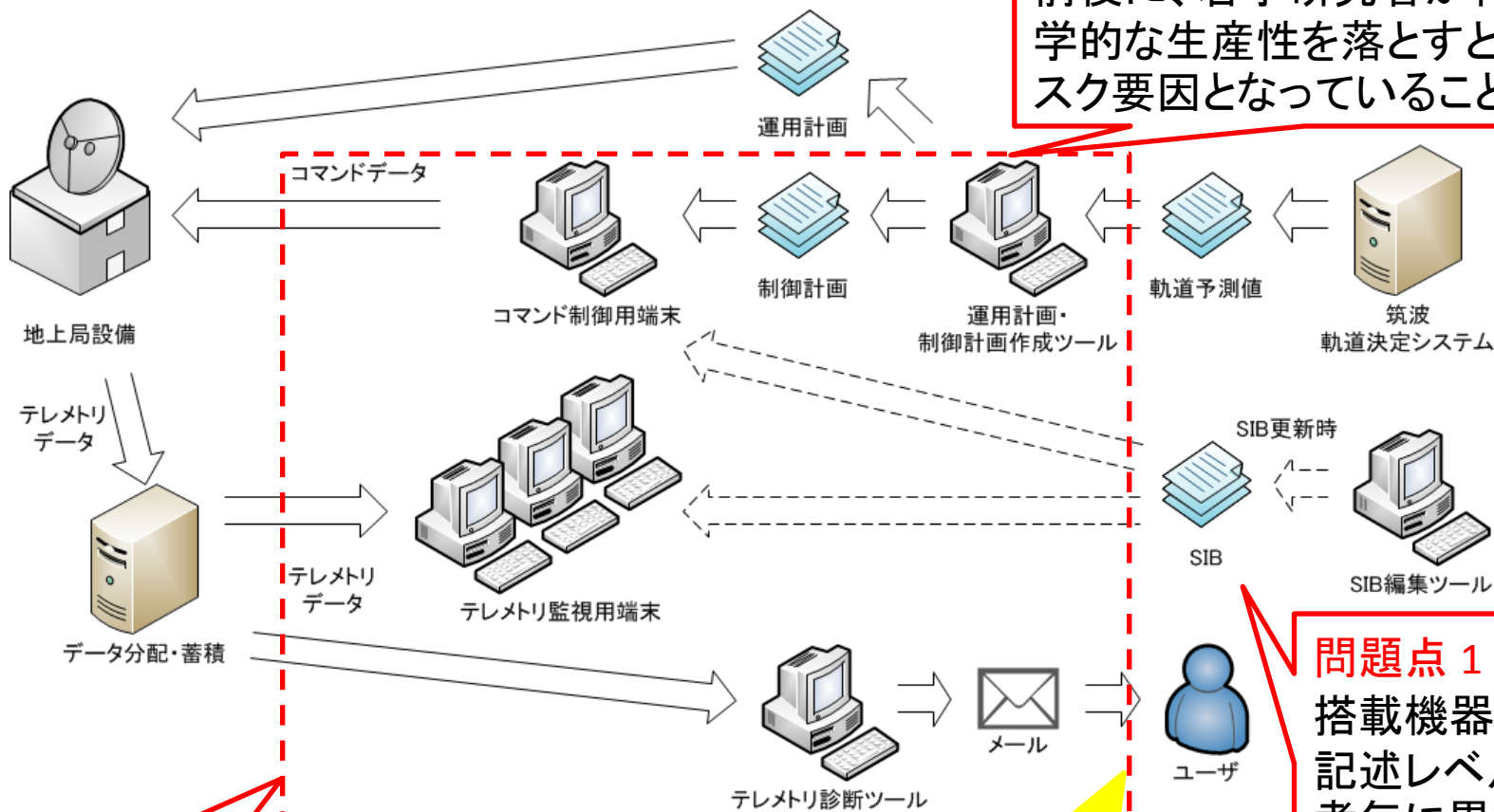
衛星の軌道を決定・予測する。

衛星の制御計画を立てる。

衛星の状態データ(テレメトリ)を監視し、衛星への制御データ(コマンド)を生成する。



# ◆従来の衛星運用システム◆



## 問題点 2

計画検証ツールは、衛星の打上前後に、若手研究者が作成し、科学的な生産性を落とすと共に、リスク要因となっていることが多い

## 問題点 3

衛星毎の新規性がほとんどない箇所でもプロジェクト毎に開発・運用

## 問題点 4

属人的な開発が行われてきたため、維持管理に必要な設計情報が不足

これらの問題点が、衛星開発コスト、スケジュールに大きく影響を与える

## 問題点 1

搭載機器の設計の記述レベルが設計者毎に異なる  
電子的管理が不十分で非効率的

# 問題点を解消するためにSIB2/GSTOSの開発を行う

## 問題点 1

搭載機器の設計の記述レベルが設計者毎に異なる  
電子的管理が不十分で非効率的

- ・機能モデルによる衛星設計を実現
- ・従来を凌ぐ利便性の実現

## 問題点 2

計画検証ツールは、衛星の打上前後に、若手研究者が作成し、科学的な生産性を落とすと共に、リスク要因となっていることが多い

- ・計画検証系の汎用ツール化

## 問題点 3

衛星毎の新規性がほとんどない箇所でもプロジェクト毎に開発・運用

- ・衛星毎の差分開発の極小化
- ・装置からソフトウェア化することで、運用部隊による定常運用の実現

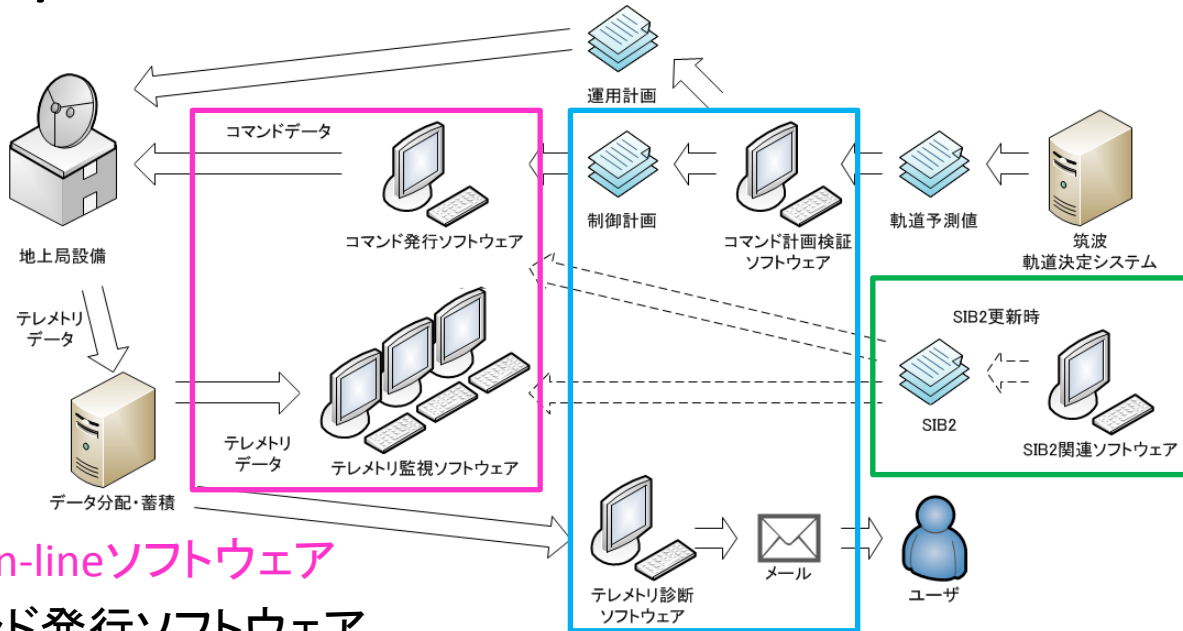
## 問題点 4

属人的な開発が行われてきたため、維持管理に必要な設計情報が不足

- ・利用者が理解可能な資料を整備
- ・JAXA側が差分開発を継続できるよう資料を整備

目  
標

# ◇SIB2/GSTOSの主開発対象◇



## GSTOS on-lineソフトウェア

### コマンド発行ソフトウェア

…衛星への制御データを生成する

### 状態監視ソフトウェア

### テレメトリ監視ソフトウェア

…衛星の状態データを監視する

## GSTOS off-lineソフトウェア

### コマンド計画検証ソフトウェア

…衛星のコマンド計画を作成する

### テレメトリ診断ソフトウェア

…衛星の状態データを診断する

## SIB2XMLスキーマ定義

## SIB2関連ソフトウェア

SIB2作成ツール

SIB2整合性チェックツール

SIB2構成管理ツール

…SIB2を作成し、管理する

これらについて、MMO、SPRINT-A、ASTRO-H、はやぶさ2共通に開発を行う。

# ◇開発方針◇

- on-lineソフトウェアについては、従来のシステムと同レベルの機能を保持する
- off-lineソフトウェアについては、既存のソフトウェアの機能の取捨選択を行う
- 衛星試験・運用で最低限必要なSIB2とon-lineソフトウェアの検討・開発から着手
- 検討フェーズでは、各衛星プロジェクトと協力し、従来システムに対する改善要求の洗い出しや、衛星設計との矛盾がないように設計検討を行う
- 上記の改善要求などについては、共通部と衛星固有部とに区別し、共通部の開発をSIB2/GSTOSチームで担当し、衛星固有部については、衛星プロジェクト側で担当することとする

# ◇目標レベル◇

## ミニマムサクセス

- プロジェクトにともかく提供すること
- 従来システムで実現していた基本的な機能を実現すること

## フルサクセス

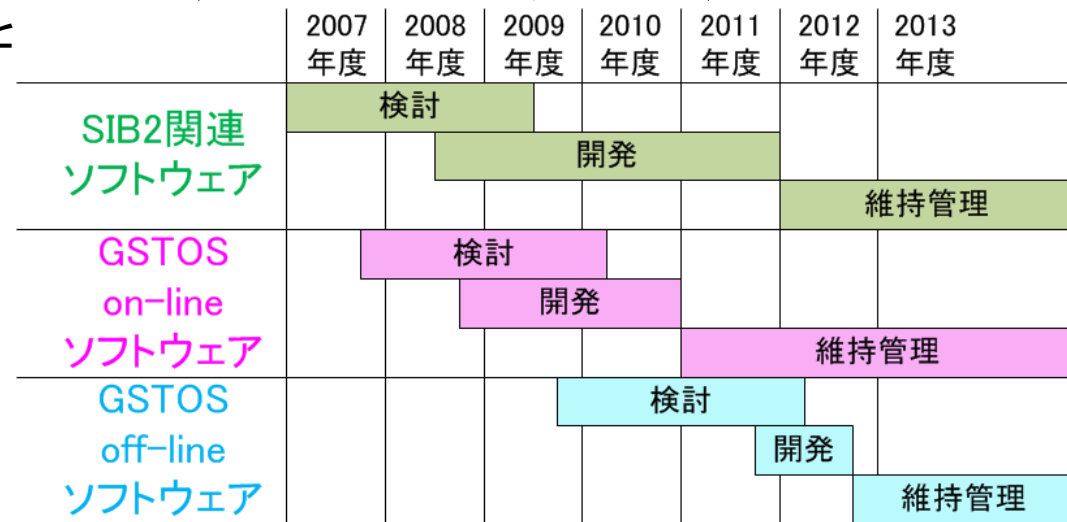
- 属人性の排除・文書化
- 従来システムで実現していたすべての機能を実現すること

## エクストラサクセス

- その他の新機能の実装

# ◇開発スケジュール◇

## (ミニマムサクセス)



# 2.開発状況

## ◇SIB2関連◇

### [現状]

SIB2XMLスキーマ定義及び、SIB2作成ツールなどの各ツールの開発完了  
⇒維持管理フェーズ  
4つの衛星試験にて現在使用中

### [従来システムとの相違点]

- ・SIB2定義の記法として、状態遷移や機能オブジェクトなどUML的な概念を導入した(機能モデルによる衛星設計の実現)。
- ・ツールをより充実させ、ユーザの負担を軽減した。  
各搭載機器の担当がそれぞれ別ファイルとしてSIB2定義を行っても、コピペ等することなく、別ファイルのままで扱える。  
その他、メーカーが独自で持っていたツールについても洗い出し、機構で内容を把握し、維持管理できるようにした。  
(画面定義ファイル作成ツール、メモリ管理表、冗長系定義)
- ・SIB2作成ツールでは、XMLファイルを源泉とし、インポートも可能とした。
- ・条件付きリミット定義、繰り返し、グラフ定義は未対応

### [課題]

文書レベルが一部まだ不十分  
システム構成が検討不足  
⇒ユーザの意見を収集し、改善作業を進めていく  
SIB2/GSTOSチームにて、SIB2システムの構成見直し



# ◇GSTOS on-lineソフトウェア◇

## [現状]

コマンド発行ソフトウェア、状態監視ソフトウェア、テレメトリ監視ソフトウェアの開発完了  
⇒維持管理フェーズ  
4つの衛星試験にて現在使用中

## [従来システムとの相違点]

・従来と同等の機能を保持し、従来と同じシステム構成とすることが可能  
コマンド発行ソフトウェア

- ・コマンド計画の文法(CHECK文、WAIT\_UNTIL文)を追加し、  
それに対応する機能を追加した

状態監視ソフトウェア

- ・従来の状態監視端末をソフトウェア化

テレメトリ監視ソフトウェア

- ・ユーザ要求を踏まえ検索性など機能向上
- ・新規画面定義を行えるようにした
- ・C言語の関数による変換、任意の関数式による変換を扱えるようにした

## [課題]

文書レベルが一部まだ不十分  
⇒ユーザの意見を収集し、改善作業を進めていく

ASTRO-Hプロジェクトでは、単体試験での使用例もあるが、GSTOSプロジェクトとしては未対応  
(現状ではシステム試験から対応。)

# ◇GSTOS off-lineソフトウェア◇

コマンド計画検証ソフトウェア

[現状]

開発完了

⇒衛星固有部とのインテグレーションフェーズ

[従来システムとの相違点]

計画作成部(コマンド計画を出力する機能部:従来のISACS-PLN相当)と  
計画検証部(計画の妥当性を検証する機能部)に区別して開発を進めた。

従来システムでは、計画検証部は、衛星プロジェクトそれぞれで、  
衛星打ち上げ前後に、インハウスでツールを作成するなどして対応していた部分

計画作成部

運用要求内容を記述する言語の見直しを行い、Rubyを母言語としてORLGを定義した。

優先度や時刻の割付方法について明確にした。

使用頻度が低いと思われる機能(モード切替、ダイナミックマクロ)については現段階では未対応とした。

計画検証部

衛星毎の差が大きいことと、MMOでは既に一部ツールを作成していたこともあり、  
まずは、近地球を対象をしぼって共通部の開発を行った。

一つのソフトウェアではなく、複数のツール群として開発し、

ツールは衛星毎に入れかえられるようなモジュール構造とした。

衛星固有部とのインテグレーションが必要ではあるが、従来より衛星プロジェクトの負担は少なくなった。

## ◇GSTOS off-lineソフトウェア◇

テレメトリ診断ソフトウェア

[現状]

開発完了

⇒維持管理フェーズ

2月からSPRINT-A衛星試験で使用される予定。

[従来システムとの相違点]

他のソフトと重複していた機能の整理を行い、

まずは、テレメトリを診断した結果のメール送信機能に限定している

(グラフ機能、診断知識入力インタフェースについては未対応)

## ◇その他◇

各ソフトウェアや文書類の最新版をユーザがスムーズに入手できるように、専用webページを作成し、公開している。

(各衛星プロジェクトに対して、アカウントを発行し、ダウンロードできるユーザについては制限をかけている。)

# 3.まとめ

- 全体的にメーカーによる開発は一段落し、維持管理フェーズに入っている。
- 目標の達成度は以下の通り。  
ミニマムサクセスは達成し、  
現在は維持管理をしながらフルサクセスを狙っている。

- 機能モデルによる衛星設計を実現
- 従来を凌ぐ利便性の実現
- 計画検証系の汎用ツール化
- 衛星毎の差分開発の極小化
- ☆装置からソフトウェア化することで、運用部隊による定常運用の実現
- ☆利用者が理解可能な資料を整備
- ☆JAXA側が差分開発を継続できるよう資料を整備

- 複数の衛星試験が並行しているが、GSTOSとして、不具合や改善内容の水平展開を効率よく行うことができている。

# 付録

## 【衛星運用の大まかな流れ】

### 1.運用前準備

- 1-1.軌道予測値から運用に使用する地上局と時間を決める。
- 1-2.衛星の搭載機器で何をしたいか決める。
- 1-3.コマンド計画を作成する(コマンド計画検証)。

### 2.運用

- 2-1.衛星にコマンドを送信する(コマンド発行)。
- 2-2.衛星の状態を監視する(テレメトリ監視)。
- 2-3.地上局と衛星間の距離を計測する。
- 2-4.衛星の状態をチェックし(テレメトリ診断)、  
状態によっては、ユーザにメールで通知する。

### 3.運用後

- 3-1.計測した距離から、軌道予測値を計算する。