

STCP-2012-011

# イプシロンロケットのアビオニクス

The Avionics System for the Epsilon Launch Vehicle

○早田 卓益，南 海音子，井上知也，笹田 武志，泉 達司，  
井元 隆行，森田 泰弘（宇宙航空研究開発機構）  
石川 拓規，佐賀 勝之（(株)IHIエアロスペース）

宇宙輸送シンポジウム

2013.1.17

# イプシロンロケットの アビオニクス

- ▶ アビオニクスシステム概要
- ▶ キー技術の開発状況
- ▶ システムインテグレーション
- ▶ 今後の計画



# 1. アビオニクスシステム概要～開発の考え方～

- ▶ イプシロンロケットとしての開発方針を踏襲しつつ、小型科学衛星の要請であるFY2013打上げを目指した短期間開発を行う

## イプシロンロケット開発方針

1. 小型衛星への柔軟な対応
  - (1) 多様な軌道への対応が可能なシステムを構築すること
  - (2) 音響環境、分離衝撃等のペイロード搭載環境を緩和すること
  - (3) 短期間・高頻度打上げに対応したシステムにすること
2. 信頼性向上
  - (1) 基幹ロケットとの基盤共有化・強化を図ること
3. コスト低減
  - (1) 地上設備簡素化と運用効率化を追求すること
  - (2) 高度な技術（性能）とのバランスを取ってコスト低減を図ること
4. 運用性向上
  - (1) 打上げシステムの革新的向上のため次世代標準技術を取り入れること
  - (2) ロケット整備の短期間化による機動性の高い運用手法を実現すること
  - (3) 高度電子情報網を活用すること

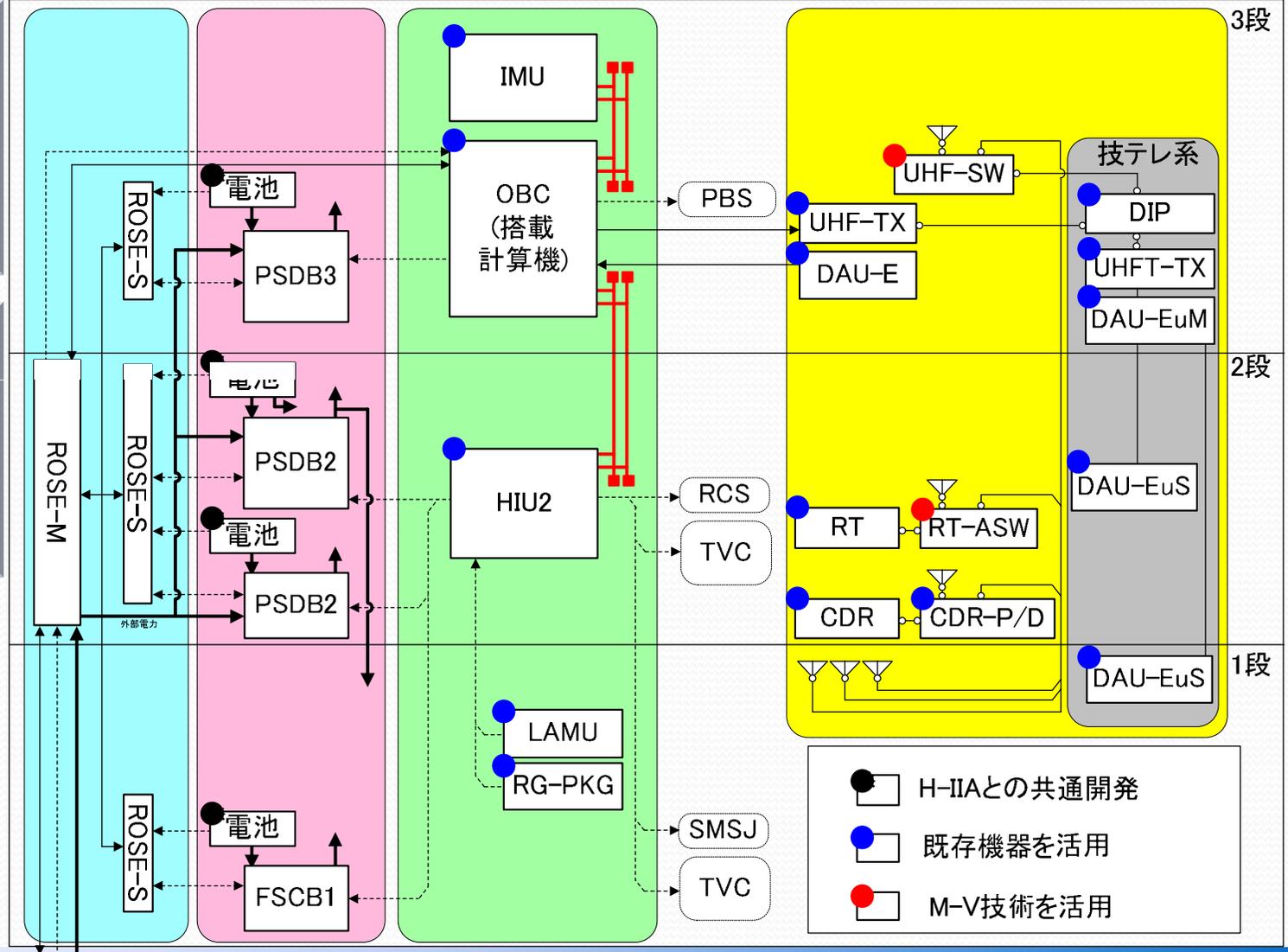
- ▶ このため、H-IIAロケット用機器、及びM-Vロケット搭載技術を最大限活用したアビオニクスシステムを構築する
- ▶ これにより、アビオニクスシステム開発を1サイクルで実施することで短期間開発を実現する(機器レベルは必要に応じた開発モデルを定義)

# 1. アビオニクスシステム概要 ~構成概要<オプション形態>~

搭載点検系 電力電装系 誘導制御系 計測通信系

H-IIA機器、  
及びM-V技術を  
最大限活用した  
システム構築

運用性向上を  
目指して  
点検機能の一部  
を機体搭載化  
(⇒搭載点検系)



## 2. キー技術の開発状況～アビオニクスシステムのキー技術～

### ▶ 誘導制御系機器の開発

- ✓ 搭載計算機関連機器(OBC、HIU2)

**モジュラー型アビオニクス思想の導入**

- ✓ 慣性センサ/姿勢センサ関連機器(IMU、LAMU、RG-PKG)
  - ☞ H-IIA用機器をベースに計測レンジ、フィルタ特性等をイプシロン用にカスタマイズ
  - ☞ 現時点で全ての機器の開発が完了

### ▶ 搭載点検系の開発

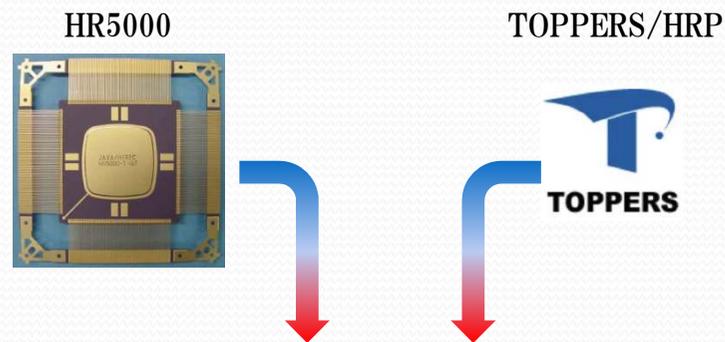
**点検機能の機体搭載化**

## 2. キー技術の開発状況 ~モジュラー型アビオニクス思想の導入~

### モジュラー型アビオニクス思想の導入

#### ▶ ロケット共通MPUボード

- ✓ JAXA開発のRAD Hard MPUを使用
  - ☞ マイクロプロセッサ :HR5000(64bit MPU)
  - ☞ 演算速度 :29MIPS(ドライストーン)
- ✓ JAXA開発の高信頼性RTOS (TOPPERS/HRP)を使用
- ✓ 汎用バックプレーンバス(cPCI)を採用
- ✓ 汎用ボードサイズ(3U)を採用



ロケット共通MPUボード外観(写真はEM品)

様々な機器への適用にあたって  
親和性を確保

複数機器、複数ロケットへ適用

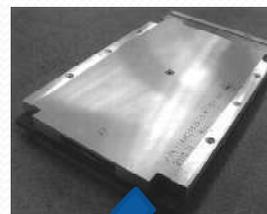
## 2. キー技術の開発状況 ~モジュラー型アビオニクス思想の導入~

### モジュラー型アビオニクス思想の導入

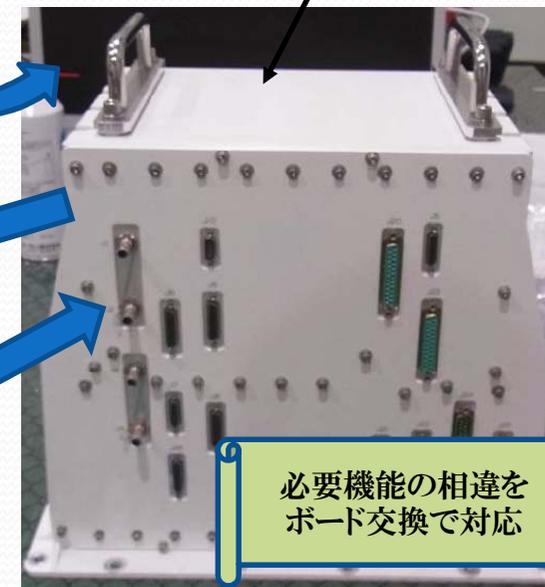
#### ▶ 誘導制御計算機

- ✓ キャビネット型構成の採用
  - 機器サイズに対する柔軟性はないものの、必要機能に応じてボード交換による対応が可能
- ✓ 汎用バス・インタフェース(cPCI)を採用

共通MPUボード



汎用バックプレーンバス採用 (cPCI)



H-IIAロケットとイプシロンロケットでの必要機能の相違を、ボード交換で対応することで輸送系全体の開発効率化に寄与

H-IIA固有機能



イプシロンロケット固有機能



必要機能の相違をボード交換で対応

**現時点で開発はほぼ完了**

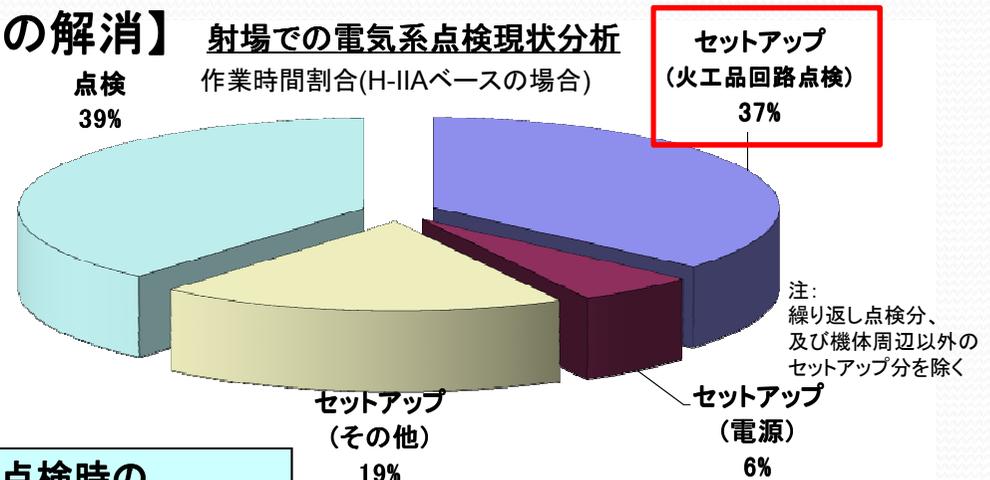
誘導制御計算機へのモジュラー型思想の導入

## 2. キー技術の開発状況～点検機能の機体搭載化～

### 【射点設備の簡素化と整備時間ボトルネックの解消】

- VOS以降の周辺設備設置/作業場所確保の必要性を最小化
- 作業全体の約6割を占めるセットアップ時間の短縮

射場での電気系点検現状分析  
作業時間割合(H-IIAベースの場合)



地上側点検設備と機体I/Fの簡素化

機体ー地上設備  
インターフェースの  
一元化

点検時の  
セットアップ短縮化

### 点検機能の機体搭載化

- ・火工品回路点検機能
- ・リフトオフ及び分離模擬機能
- ・電池セル電圧モニタ機能

点検の  
自動化/自律化

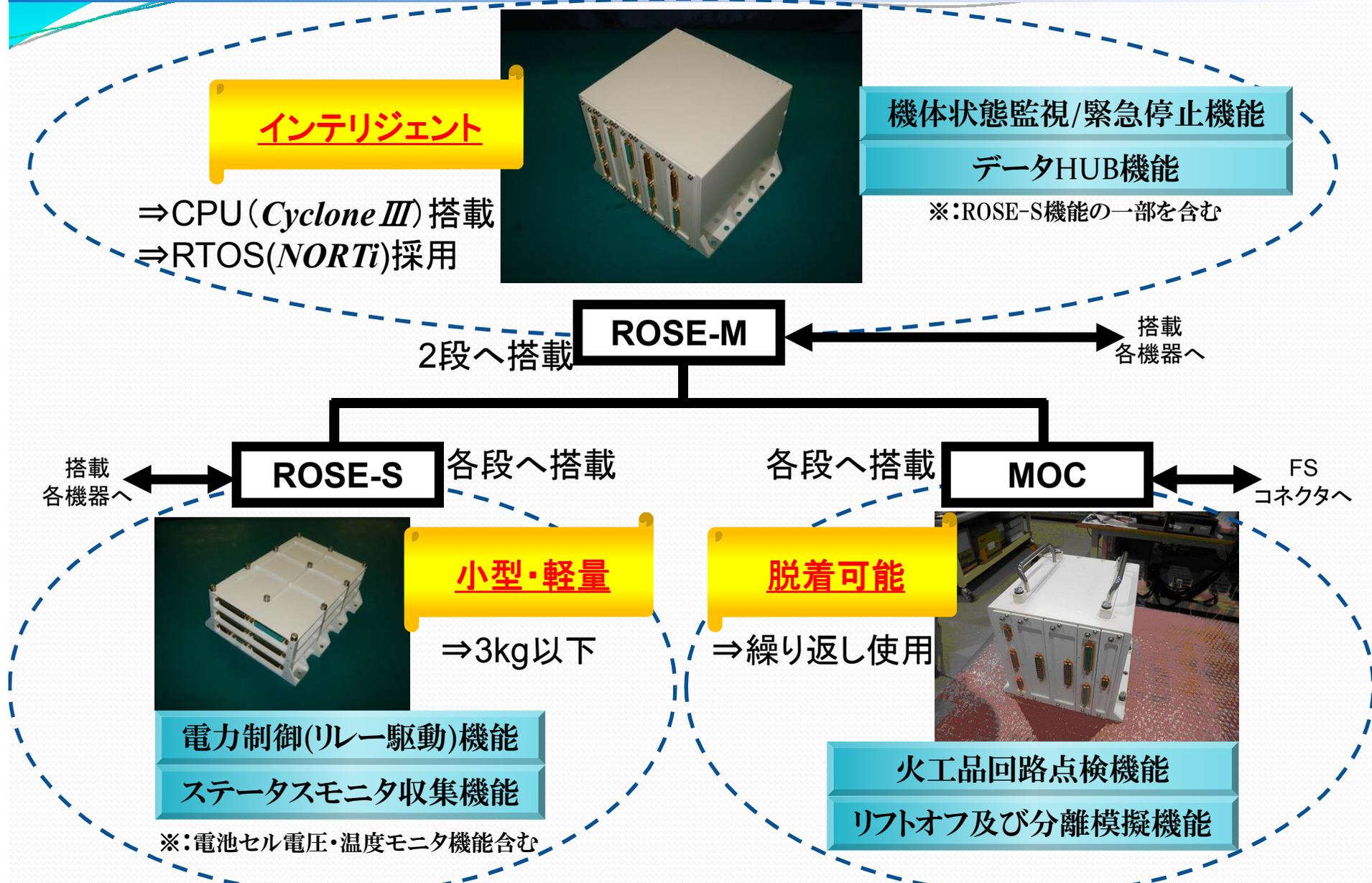
地上設備との  
機能配分最適化  
及び  
機体監視機能の  
機体搭載化

### 搭載点検系の採用

ROSE(即応運用支援装置)及びMOC(小型火工品回路点検装置)により構成

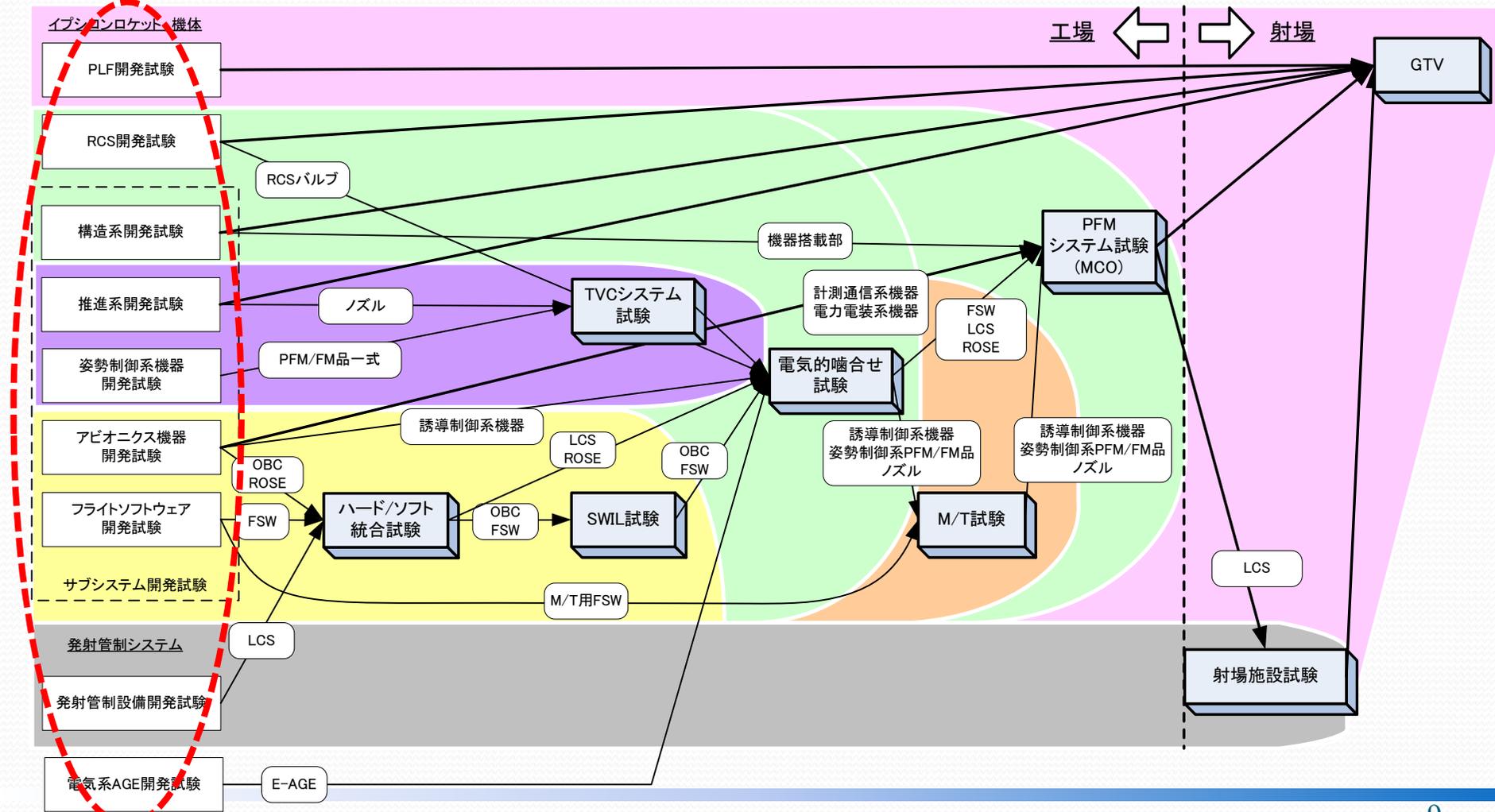
開発完了

## 2. キー技術の開発状況～点検機能の機体搭載化～



# 3. システムインテグレーション～開発試験フロー～

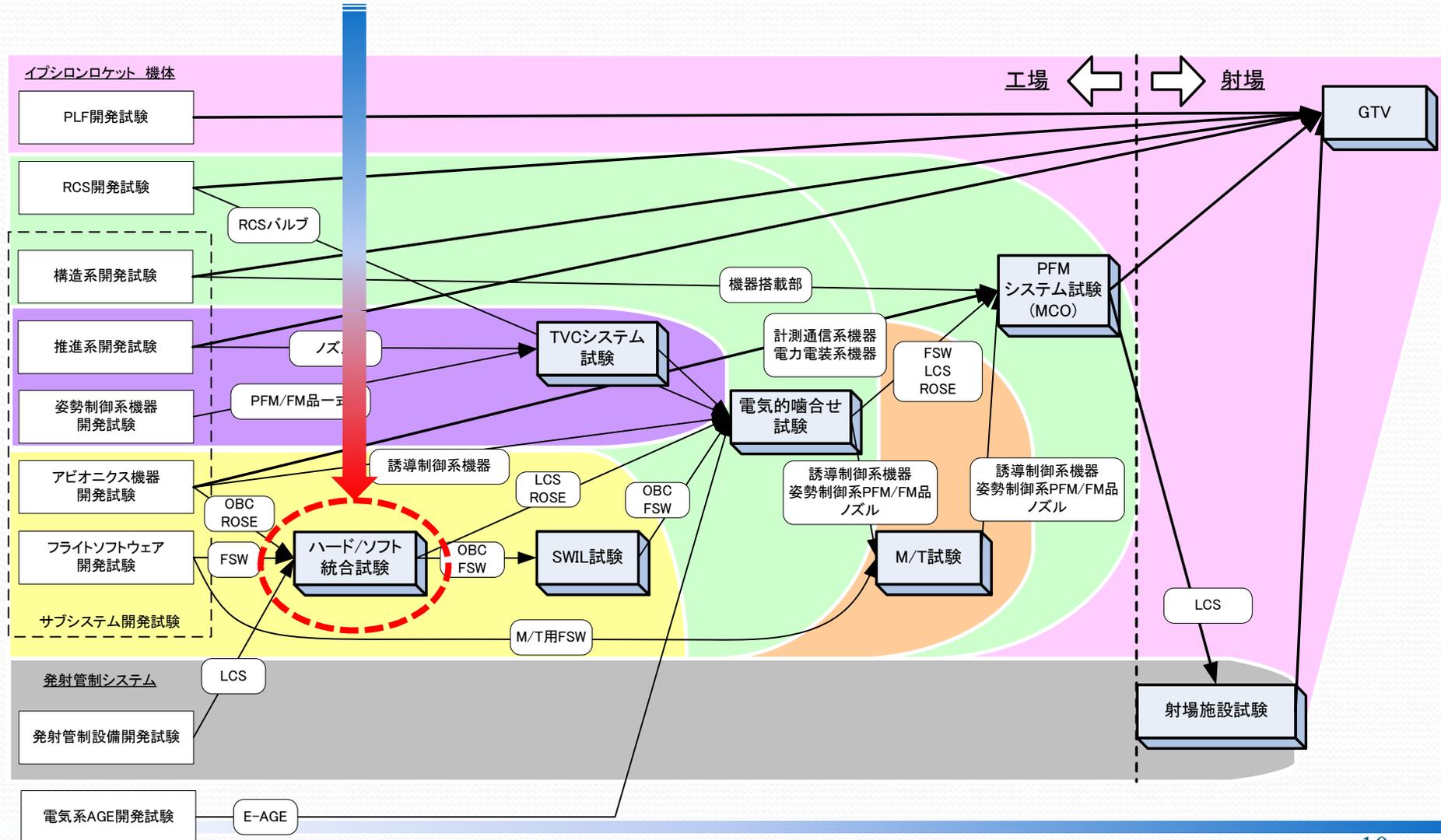
## コンポーネントレベル開発



# 3. システムインテグレーション～開発試験フロー～

## 新規開発品の早期インタフェース検証

フライトソフトウェア(FSW)～搭載点検系(MOC含む)～発射管制設備(LCS)

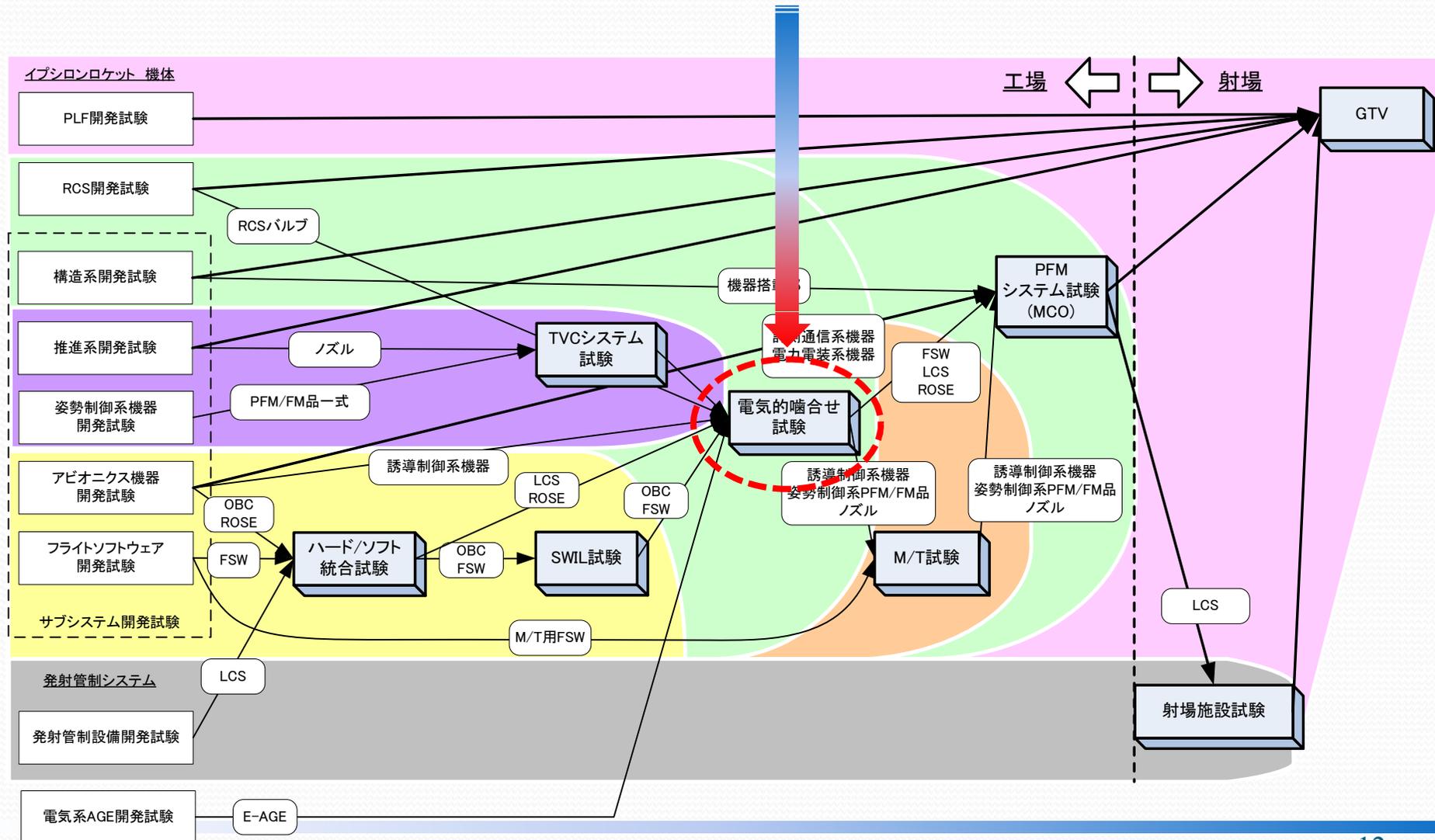




# 3. システムインテグレーション～開発試験フロー～

## 誘導制御系、姿勢制御系機器インタフェース検証

OBC、IMU、HIU2、LAMU、RG-PKG、及び姿勢制御系とのI/F

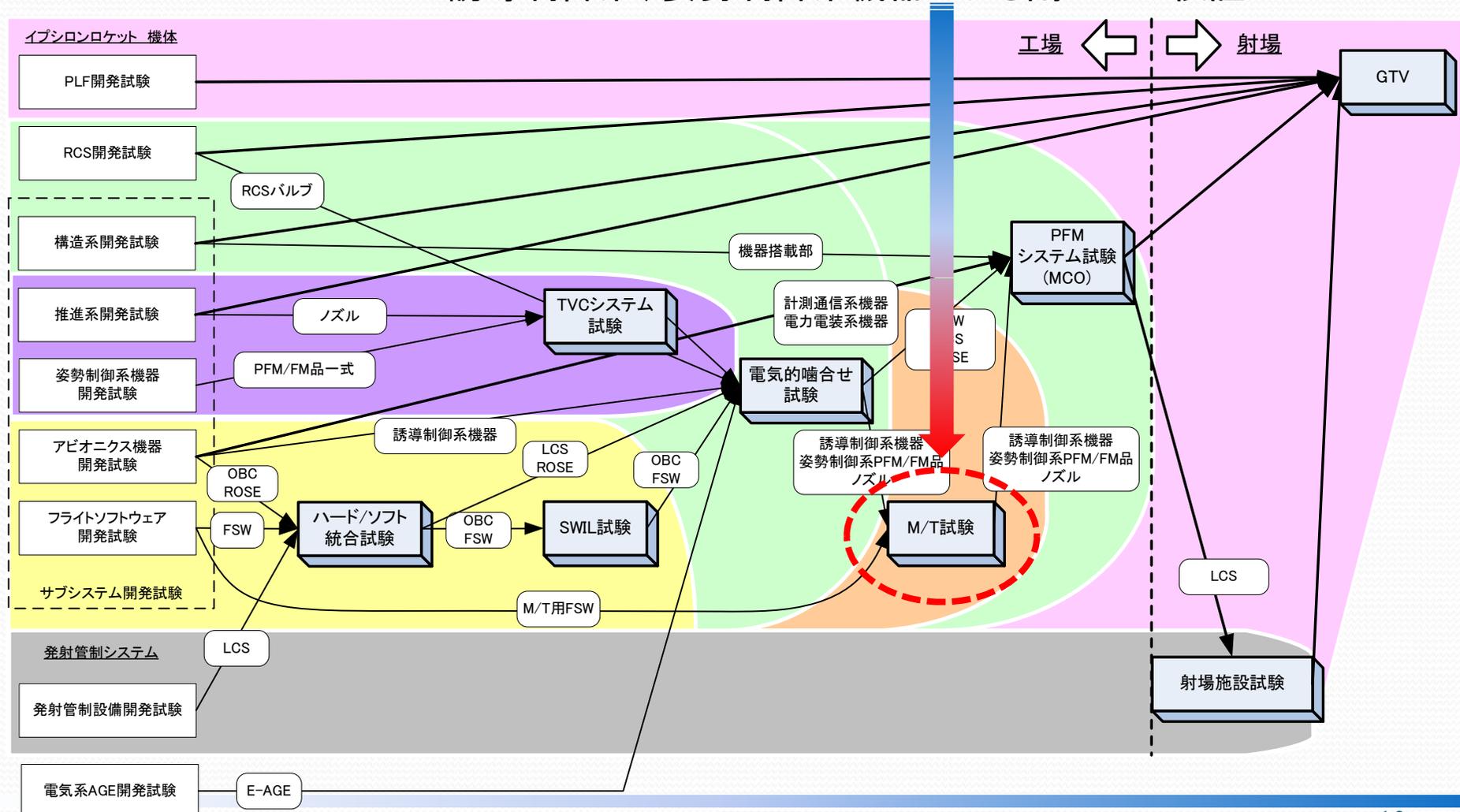


# 3. システムインテグレーション～開発試験フロー～

## 姿勢制御機能のEnd-to-End検証

M/T(Motion Table)試験

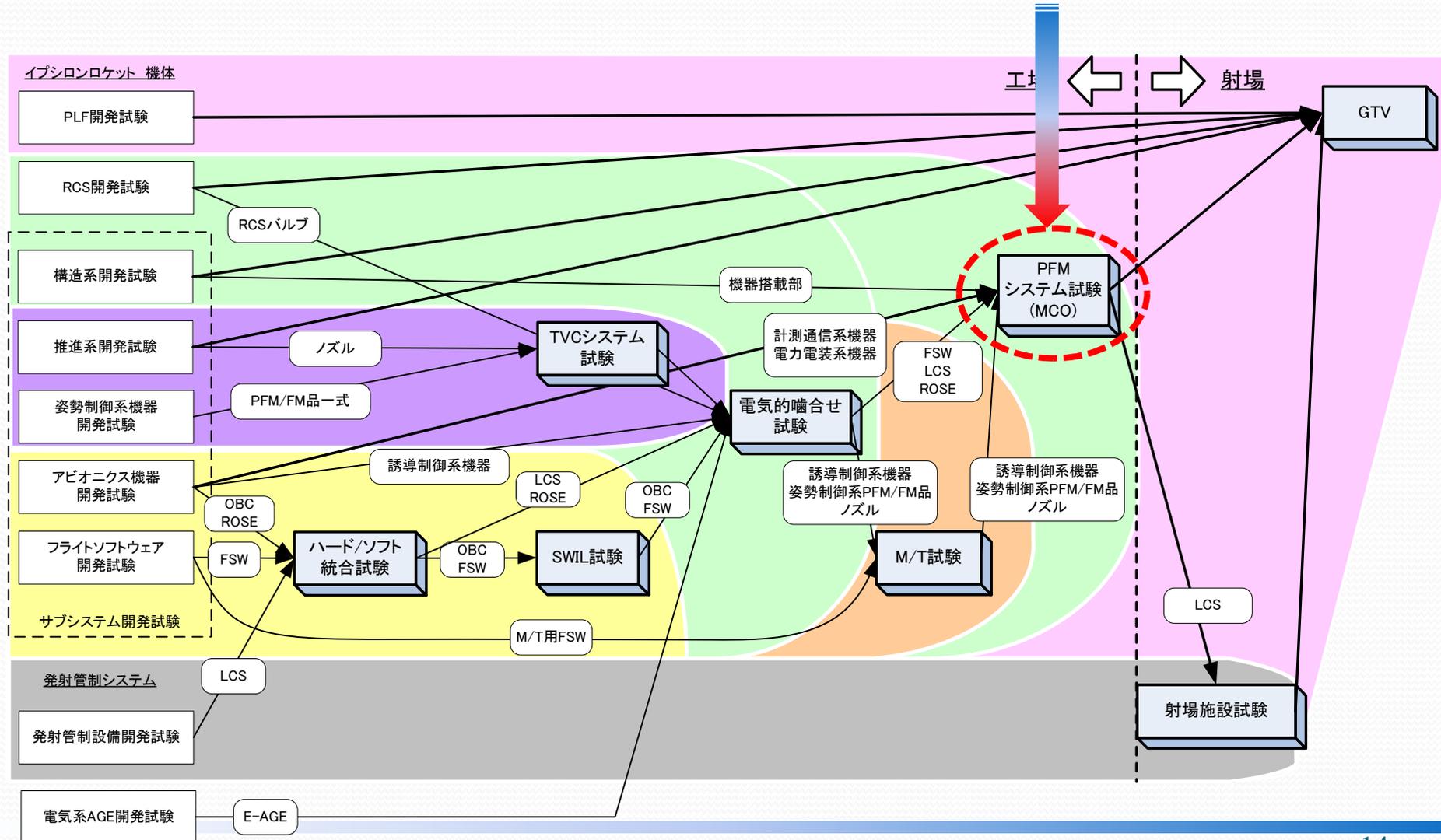
誘導制御系、姿勢制御系機器による閉ループ検証



# 3. システムインテグレーション～開発試験フロー～

## システム総合検証

全コンポーネント集結による射場搬入前の総合検証



### 3. システムインテグレーション～開発試験状況～

▶ システム開発試験のうち、以下の試験は完了

- ✓ ハード/ソフト統合試験
- ✓ TVCシステム試験
- ✓ 電氣的噛み合せ試験



Historical rocket control (~2006)

M launch operation room

- M-V: more than 30 persons
- H-IIA: more than 100 persons



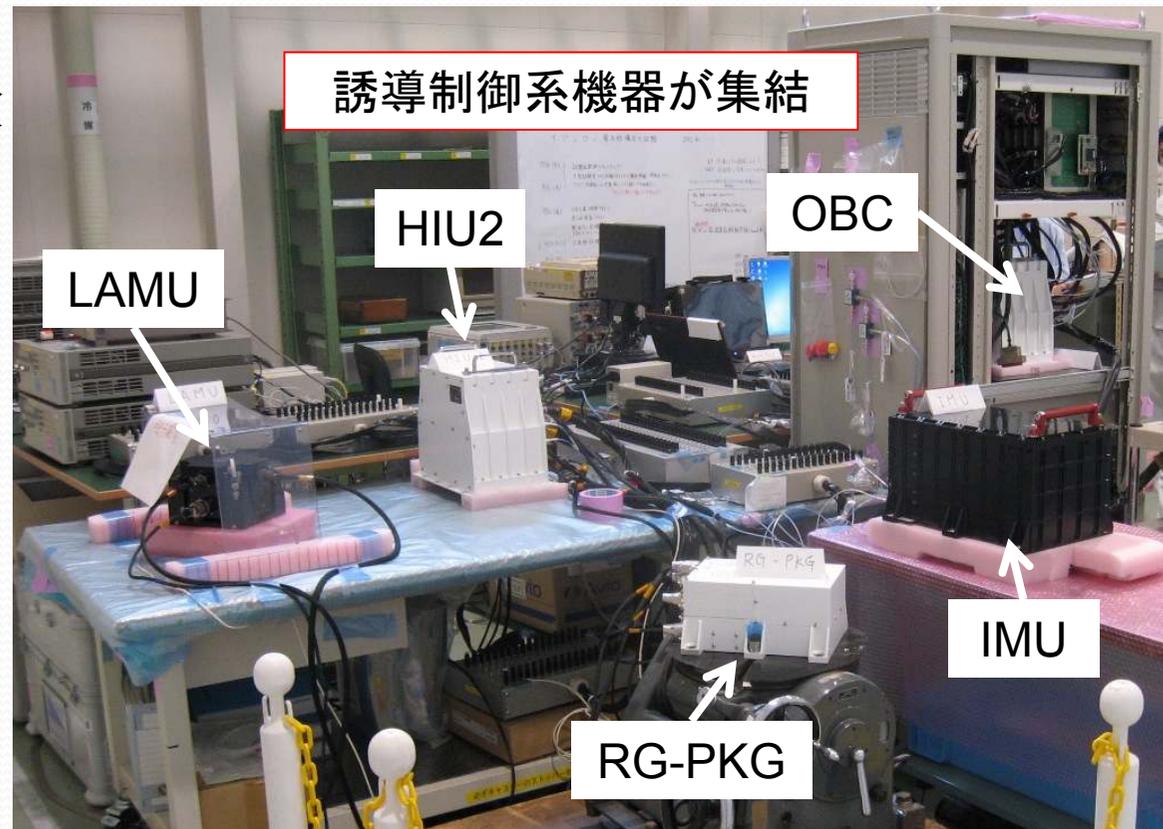
コンセプト

Mobile rocket control of next generation

- ASR: less than 3 persons

### 3. システムインテグレーション～開発試験状況～

- ▶ システム開発試験のうち、以下の試験は完了
  - ✓ ハード/ソフト統合試験
  - ✓ TVCシステム試験
  - ✓ 電氣的噛み合せ試験



## 4. 今後の計画

- ▶ 現在実施中の試験を経て、PFMシステム試験(MCO)によるシステム総合検証へ
- ▶ PFMシステム試験(MCO)及び射場検証(GTV)での検証内容の総点検を並行して実施
- ▶ 2013年度の初号機打上げに向けて、これらを確実に実施していくことで、潜在する問題の早期発見と解決に努める