

# 一番星へ行こう! 日本の金星探査機の挑戦 その7 ～プラネットCフライトモデル一噛み試験～

鈴木 睦<sup>1</sup>

(要旨) プラネットCは、衛星バス及び搭載機器のフライトモデルが完成し、組み立ての第一段階として噛み合わせ試験(一噛み)が2008年11～12月末に実施された。ここではプラネットCの開発フェーズの中の「一噛み」の位置づけと打ち上げまでの試験について紹介する。

## 1. 一噛み試験の位置づけ

プラネットCは、2010年夏期に打ち上げられ2010年末から2年間の金星周回軌道からの観測を行う予定である。現在、衛星バス及び搭載機器のフライトモデルが完成し、それらの組み立ての第一段階として一次噛み合わせ試験(一噛み)が、相模原キャンパスの飛翔体環境試験棟内のクリーンルームで2008年11月から12月末まで2ヶ月間にわたって実施された。ここでは、プラネットCの開発フェーズの中の「一噛み」の位置づけと打ち上げまでの試験について、衛星開発には関わらない方へ紹介を行いたいと考える。

## 2. 探査機の開発フェーズ

プラネットCは、全ての宇宙開発で行われるように、提案から打ち上げ、そして宇宙運用に至るまでに、多数のフェーズ・試験・審査会などでの確認が行われる(図1)。現在は、図のPhase D(製作と試験)の中間段階にあたる機器類の製作が終了し、衛星の最終組み立てと総合試験に入る前という段階である。

ISAS(JAXA宇宙科学研究本部)では長年の伝統として、設計及び試験において、理工学の研究者がメーカーと緊密な協力作業を行う。大学衛星等の小型衛星では、研究者の関与は更に強くなるが、JAXA利用本部の地球観測衛星などでは、試験はメーカーが実施し、開発の各段階で研究者は委員会などで要求を出す

だけとなり研究者側の関与は弱くなる。世界的に見ても、大学あるいは小組織での開発は常に研究者の強い関与が必要となる。しかしNASA/JPL(ジェット推進研究所)、LaRC(ラングレー研究センター)、GSFC(ゴダード宇宙飛行センター)等で職員がインハウスで設計・組み立て・試験を行うことは、地球観測や惑星探査の分野ではしばしば見られる。一方、NOAA(米国海洋大気庁)、ESA(欧州宇宙機関)等ではJAXA利用本部とほぼ同様な、研究者・宇宙機関・メーカーとの間で、提案、仕様策定・開発管理、設計・製作・試験など明確な分業システムで開発が行われている。

現在進行中のPhase Dでは様々な試験が行われるが、それらは以下のように大別が可能である。

- ・電気試験: コマンドに対し正常な動作が行われ、必要なテレメトリ情報が得られ、観測データが取得される等の機能を確認する試験。消費電力測定なども含まれる。ISASでは主としてメーカーが実施する。
- ・環境試験: 打ち上げ時の振動・音響に耐えるか(機械環境試験)、真空中での動作が正常であり温度異常等が無いか(熱真空試験)、電氣的磁氣的ノイズを外部に発生しないか・逆に影響を受けないか(EMC試験)など、環境条件への適合性を確認する試験。ISASとメーカーが共同実施する。
- ・性能評価試験: 性能が要求を満たすことを確認し、データ処理に必要な諸特性を取得する。ISASが主体となり実施する。
- ・機械試験: 質量・重心位置・慣性モーメントなどの確認。

1. 宇宙航空研究開発機構  
mak\_suzu1@mac.com

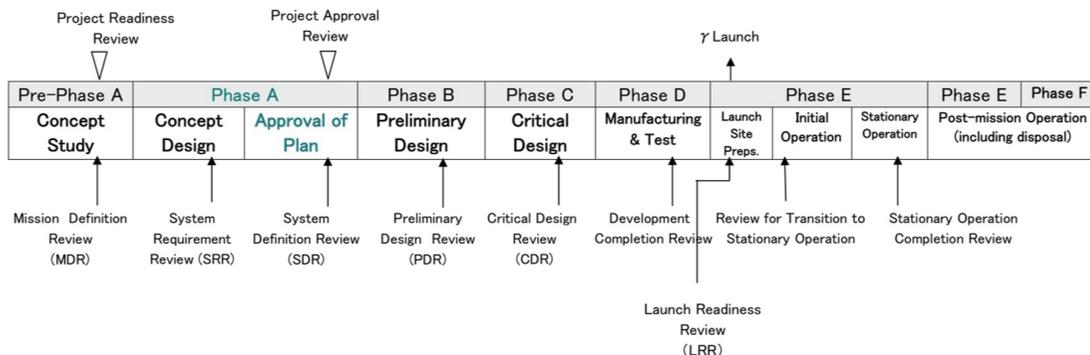


図1：NASA及び最近のJAXAで用いられる典型的な宇宙開発のフェーズ



図2：組立を待つDE(Digital Electronics)部



図4：衛星の姿勢を計測する太陽センサーの試験の様子

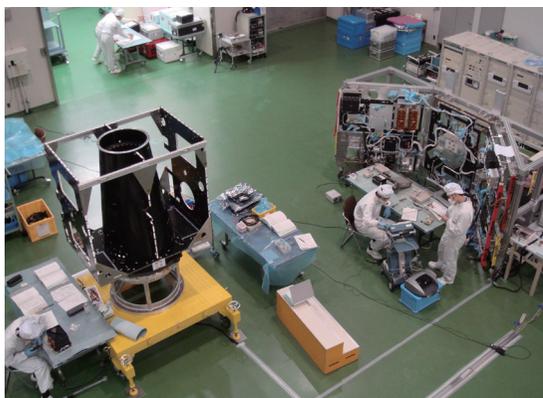


図3：一噛み中のクリーンルーム。左側の黒い箱は衛星の支持構造、右側の屏風のようなものは壁面パネル。多くの搭載機器は壁面パネルの内側に取り付けられ、このパネルは支持構造に覆いかぶさるようにして固定される。

(システム)の2段階で行われることになる。

### 3. 一噛み試験

一噛み試験は、上記の一連の製作・試験の中での、システム・インタフェース試験の第一段階に相当する。この段階までに、各機器類はフライトモデルが仮組み状態で単体ではほぼ完成し、更に相互に接続する相手方機器との、サブシステムレベルでのインタフェース試験を終了している。図2は、筆者が主査を務めたDE (Digital Electronics: 観測シーケンス制御・カメラ類の制御・データ取得・画像演算・画像圧縮などを行う理学側搭載計算機機能と、衛星システムのデータレコーダの複合機能を持つ)が、一噛みの仮組立を待っている所である。

・インタフェース試験: サブシステム(各機器類)を接続した際の設計通りの動作を行うかを確認する試験。ISASとメーカーが共同実施する。これらがサブシステム(各機器類)と組み上がった衛星

一噛みでは、ケーブル類の配線や取付ボルト位置な

どの機械寸法なども誤りが無いか、消費電力は正しいかなどを、手順書に従い細かく点検を行いながら、衛星システムの仮組立を行う(図3)。仮組立が終了後には、衛星管制システムから、衛星計算機(DHU)を経由し、各研究グループ・メーカーが担当する機器類を設計通りに動作させることが可能か、データ取得が可能かなどの試験を行う(図4)。大規模プロジェクトではある意味で避けられないことであるが、全てが順調に行くことは当初から期待されておらず、(不具合・問題点を発見するための試験として当然のこととして)コマンド列の修正・地上管制システムと不整合の解消などを行いつつ、しばしば深夜残業(徹夜残業は発生しなかった)・土日作業を繰り返しながら試験が行われた。

#### 4. 一噛みから打ち上げまで

一噛み試験は、予定スケジュール内に無事終了した。現在、各機器は取り外され、機器本組み立て・単体環境試験・性能評価実験・最終電気試験などが行われているところである。しかし、予想していたことではあるが、幾つかの機器には問題点が発見された。その多くは一噛み試験中に改修が行われたが、改修とその後の単体試験が2009年6月頃までとなる機器もある。一般に惑星探査ミッションでは打ち上げ時期が極めて制約されており、プラネットCの場合には短期間のLaunch windowを逃すと金星到着が2年遅れる。そのため今後のスケジュール遅延は、ほとんど許されない状況にある。しかし、各担当者の努力により、それらはスケジュール遅れを引き起こさないと、本稿執筆時点(2009年3月)では判断されている。2009年6月からは、衛星システムの本組み立てとシステム環境試験・システム電気試験などが行われる予定である。これらの組み立て試験が終了すると、プラネットCは種子島に輸送され、2010年夏期のH-IIAロケットによる打ち上げ、そして2010年末から約2年間の金星周回観測を行うことになる。