

イプシロンロケット試験機による 惑星分光観測衛星「ひさき」の打上げ結果について



平成25年12月24日
宇宙航空研究開発機構

＜説明者＞
宇宙航空研究開発機構
宇宙輸送ミッション本部
イプシロンロケットプロジェクトチーム
プロジェクトマネージャ 森田泰弘



1. 概要

イプシロンロケット試験機は、平成25年9月14日14時00分00秒(日本標準時)に内之浦宇宙空間観測所より打ち上げられ、リフトオフから61分39秒後に惑星分光観測衛星「ひさき」を目的の軌道に投入し、イプシロンロケットの飛行実証を行った。(参考1、2)

なお、飛行安全確保業務と地上安全確保業務も計画どおり実施した。(平成25年11月26日 第5回調査・安全小委員会に報告済み。)

2. 飛行データ取得結果

主要な飛行結果と反映事項は以下の通り。

- ① 打上げシーケンス: リフトオフから衛星分離に至るまでの各イベントの時刻は計画値にほぼ一致し、打上げシーケンスは計画通りであった。(図1)
- ② 飛行経路: 事前の飛行解析による最終飛行経路と実際のフライト結果はよく一致しており、計画通りであった。(図2、図3)
- ③ 衛星軌道投入精度: 要求精度を達成し、目標としたノミナル値に非常に近い値をとることができた。液体ロケット級の高い投入精度を実証することができた。(図2)
- ④ 正弦波振動: 規定値の $1/10$ 以下であり、海外のロケットと比べても遜色のない良好な環境条件を達成した。また衛星分離部の制振機構により、振動が $1/3 \sim 1/4$ に低減されたことを確認した。(図4)
【反映事項】 取得データをもとに解析モデルを更新し、2号機以降の予測精度を向上させる。
- ⑤ 音響: 規定値の $1/2$ 以下であり、海外のロケットと比べても遜色のない良好な音響環境を達成した。(図5)
【反映事項】 取得データをもとにマージンを見直し、音響環境を適正化する。

3. 今後の計画

年度内にイプシロンロケット試験機のプロジェクト終了審査を実施する予定である。審査項目は以下の通り。

- (1)プロジェクト目標の達成状況 (2)投入した経営資源、実施体制、スケジュール実績の妥当性
- (3)人材育成結果 (4)後続号機に継承すべき教訓・知見等の識別状況

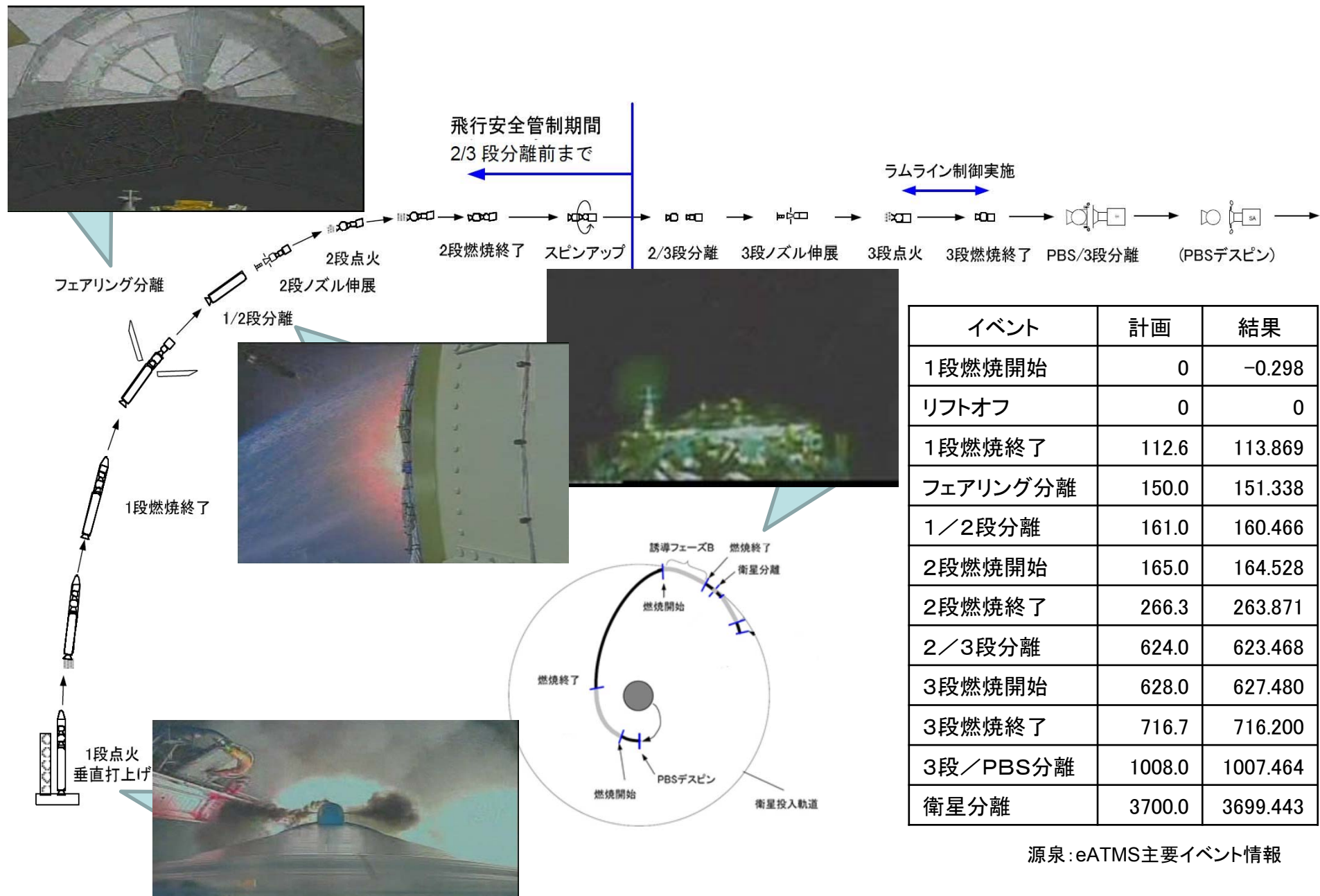
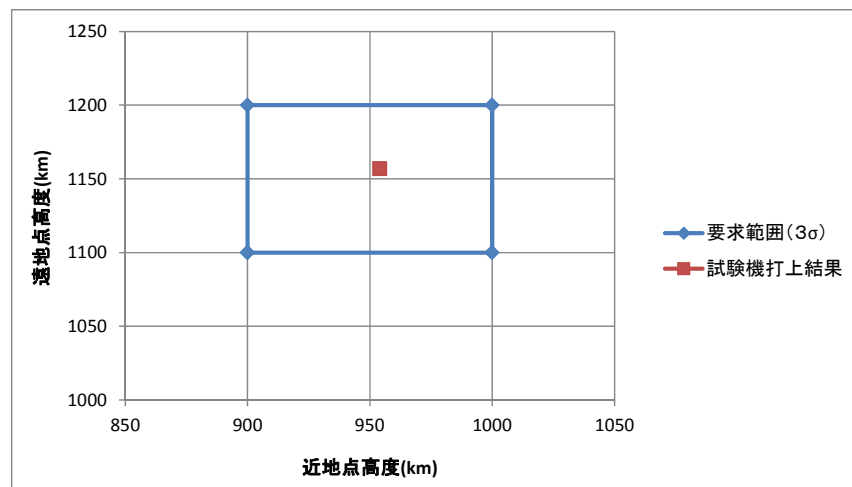


図1 打上げシーケンス



	近地点高度 [km]	遠地点高度 [km]	軌道傾斜角[deg]
要求	950 ± 50	1150 ± 50	28~32
結果	954.05	1156.87	29.704

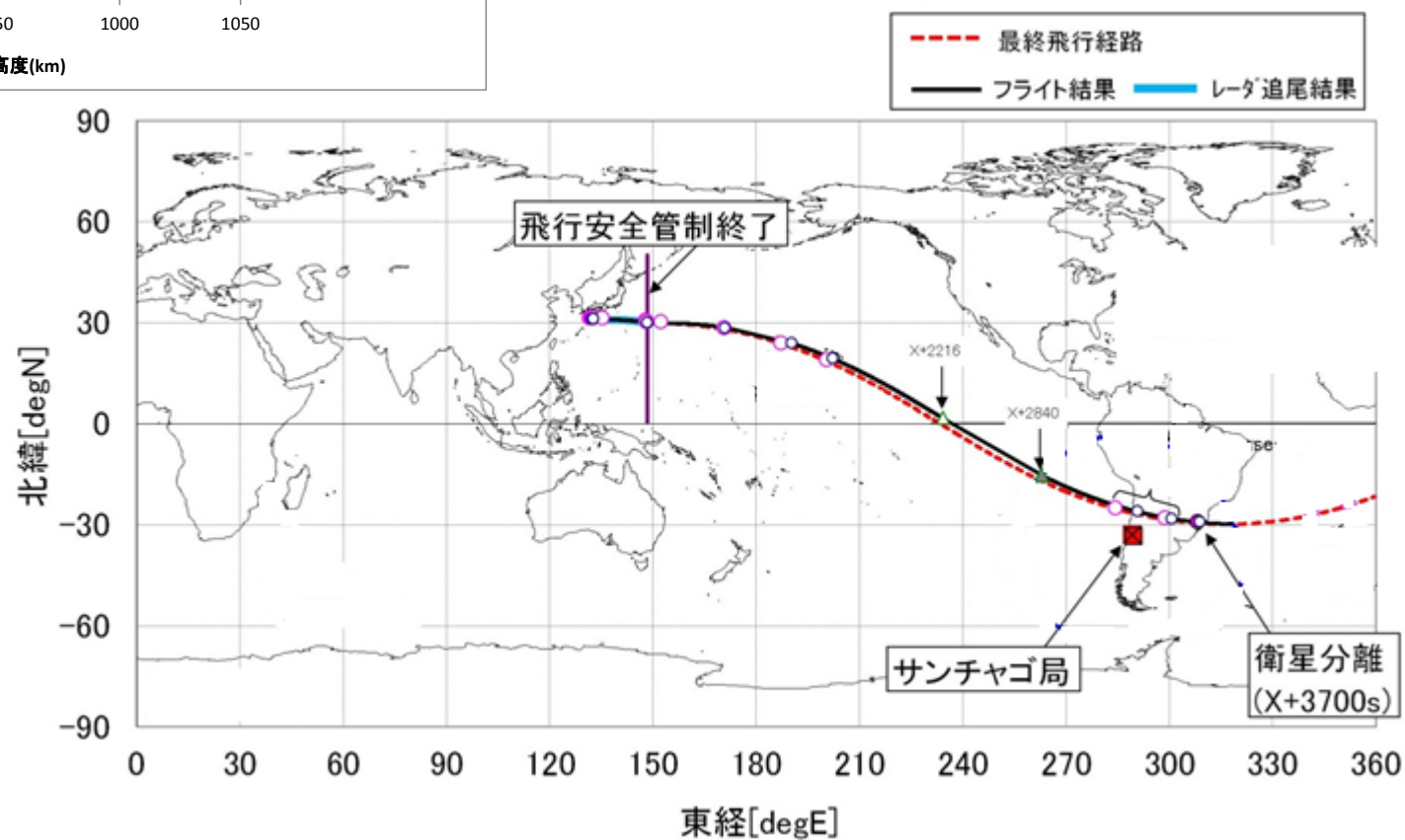


図2 飛行経路

リフトオフ後秒時－高度、慣性速度

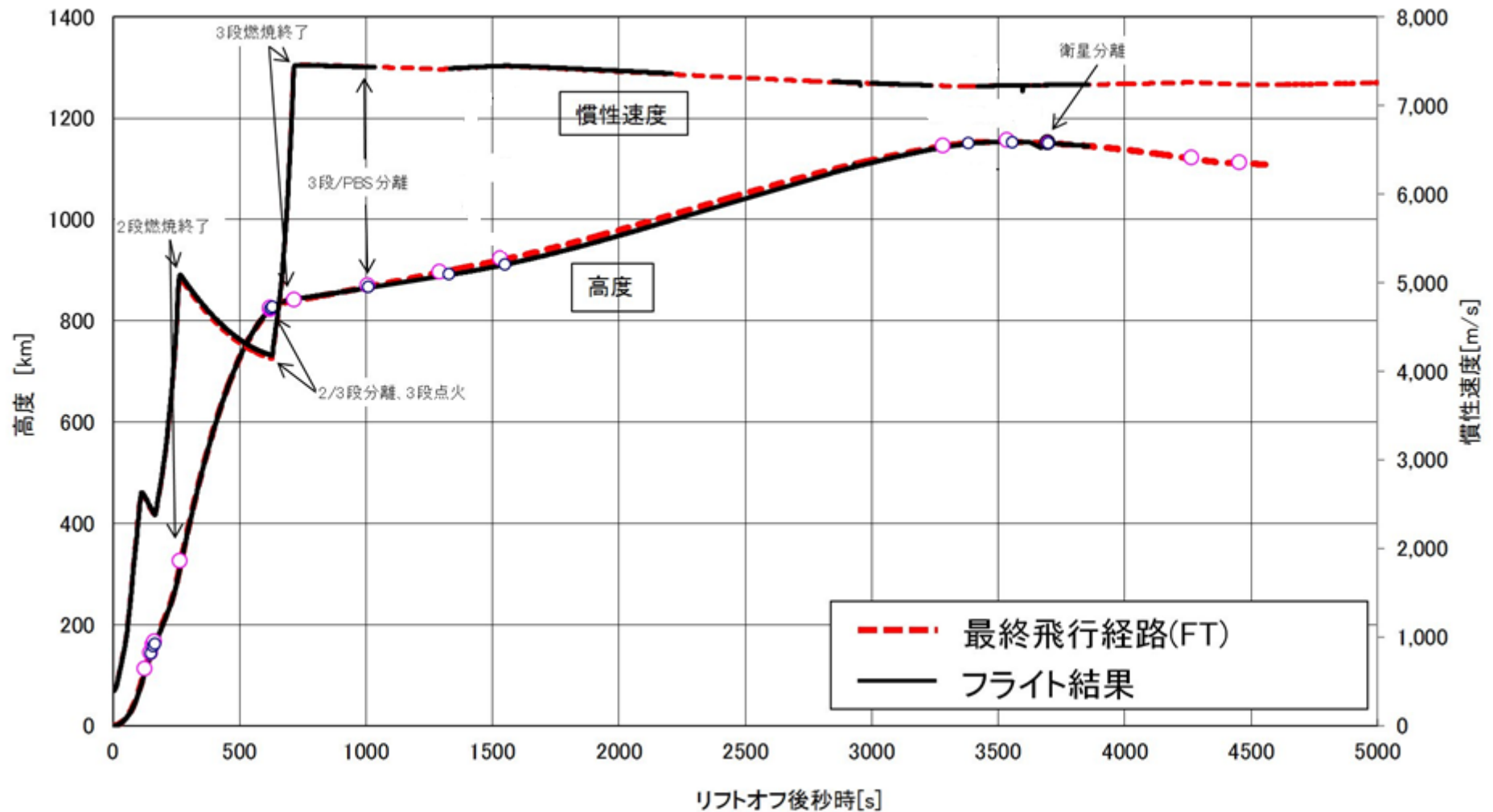


図3 飛行高度・速度

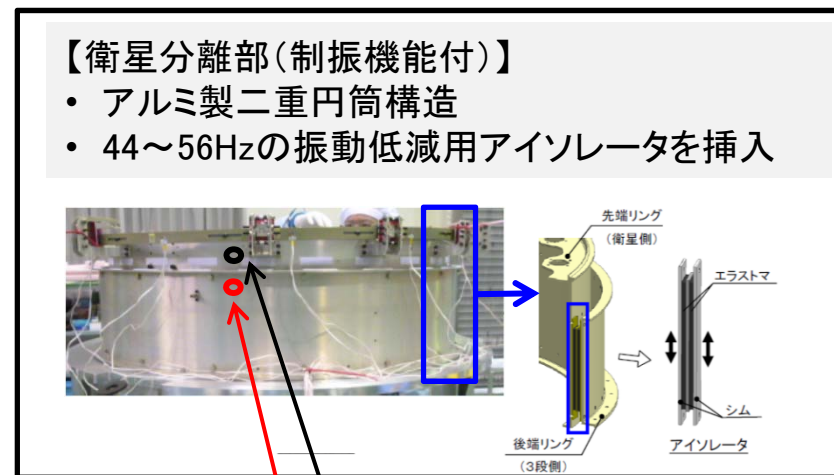
規定値 : $2.0G_{0-p}$ 以下

結果 : $0.2G_{0-p}$ 未満

制振機構により振動が $1/3 \sim 1/4$ に
低減された

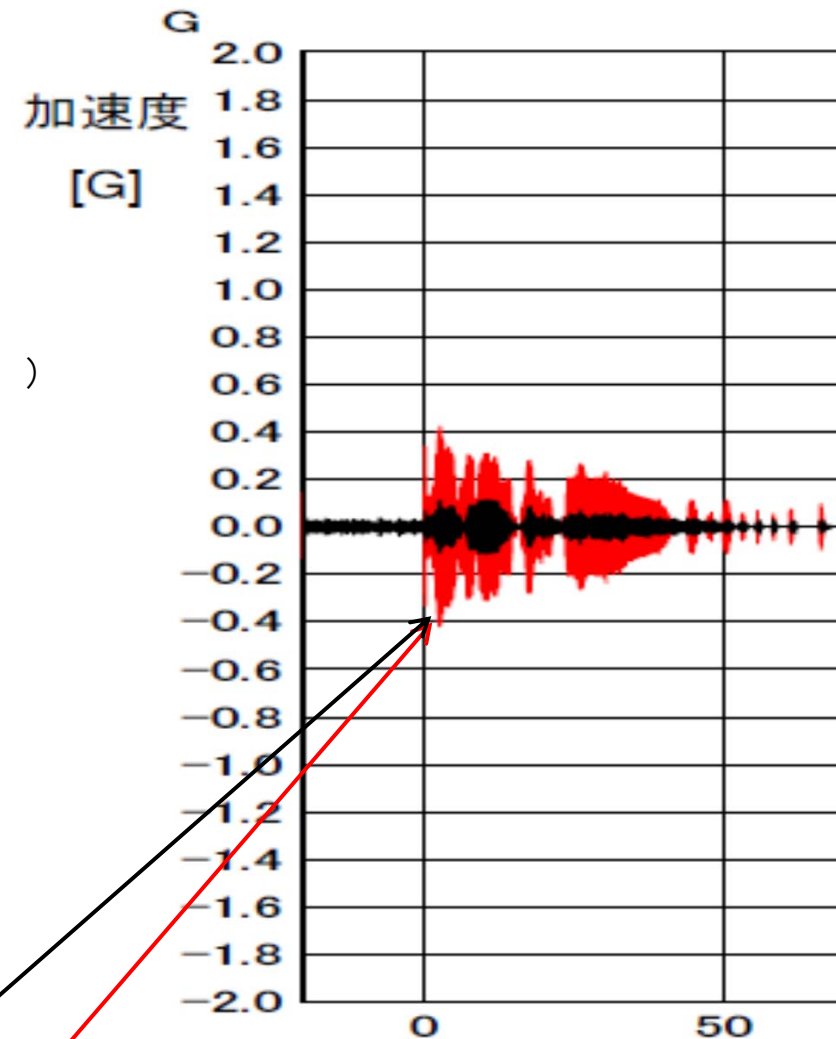
(参考 VEGA: $1.0G_{0-p}$ 以下

(VEGA User's Manual Issue 3 Revision 0 (March 2006))



制振機構上側(衛星側)

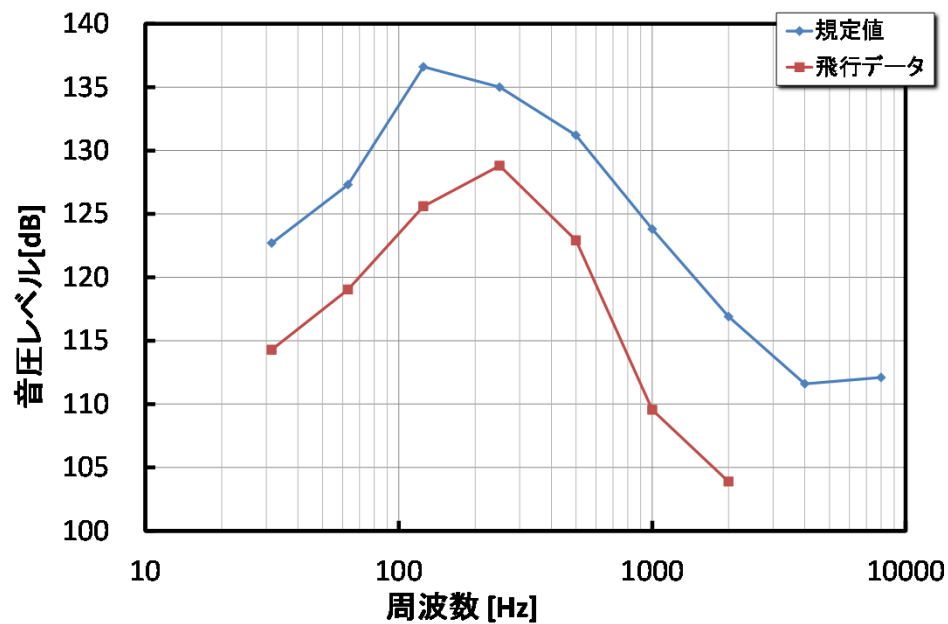
制振機構下側(ロケット側)



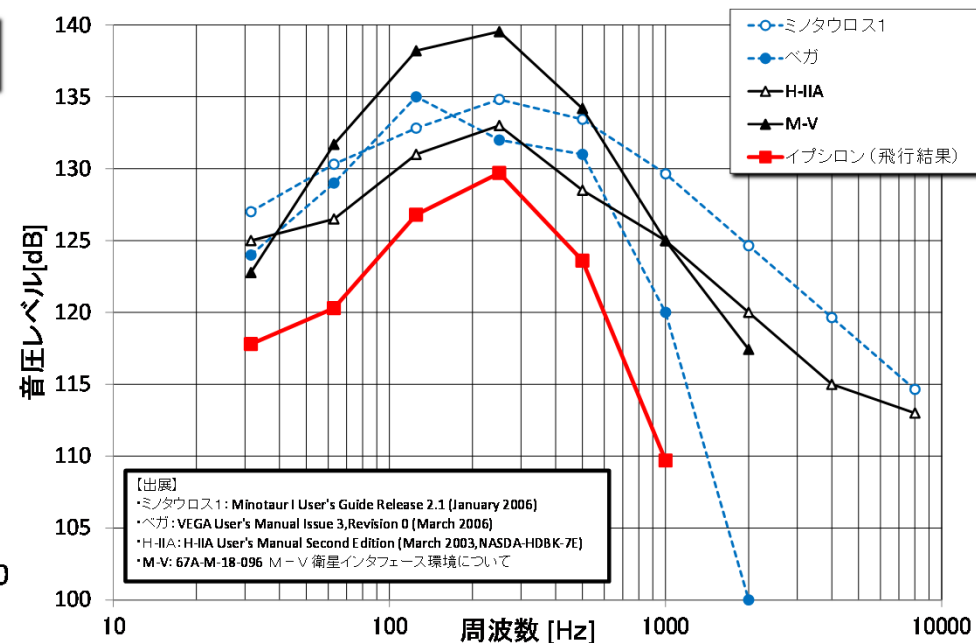
打上後秒時 [s]

40~60Hzバンドパスフィルタ処理結果

図4 正弦波振動



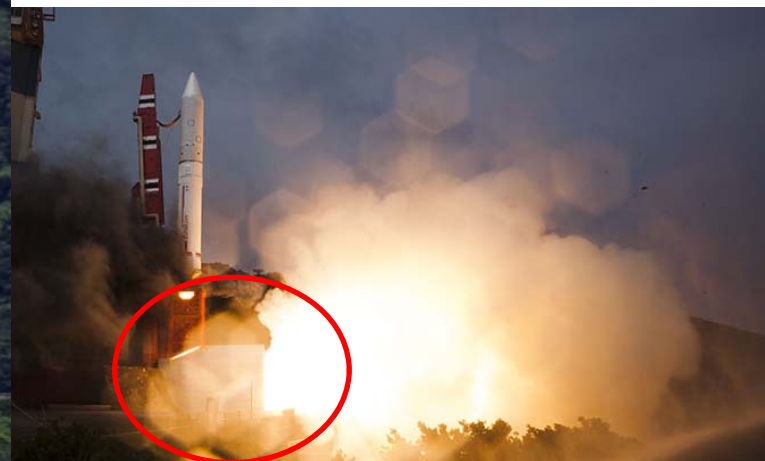
規定値とフライト結果の比較



他ロケットとの比較



煙道の出口正面から撮影

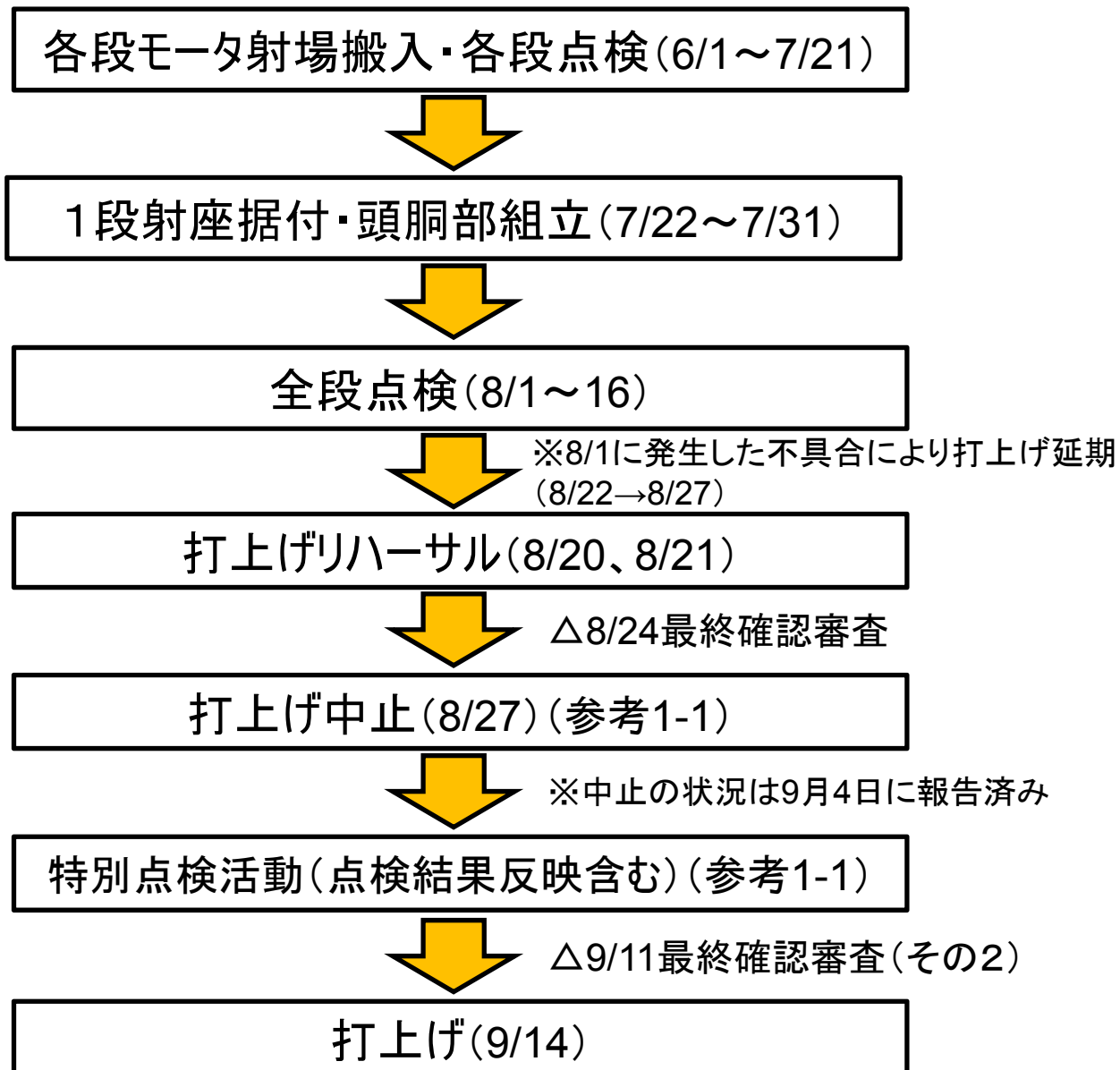


音響低減のための煙道

図5 音響

参考1

射場作業結果(1/2)



第1段の内之浦港到着



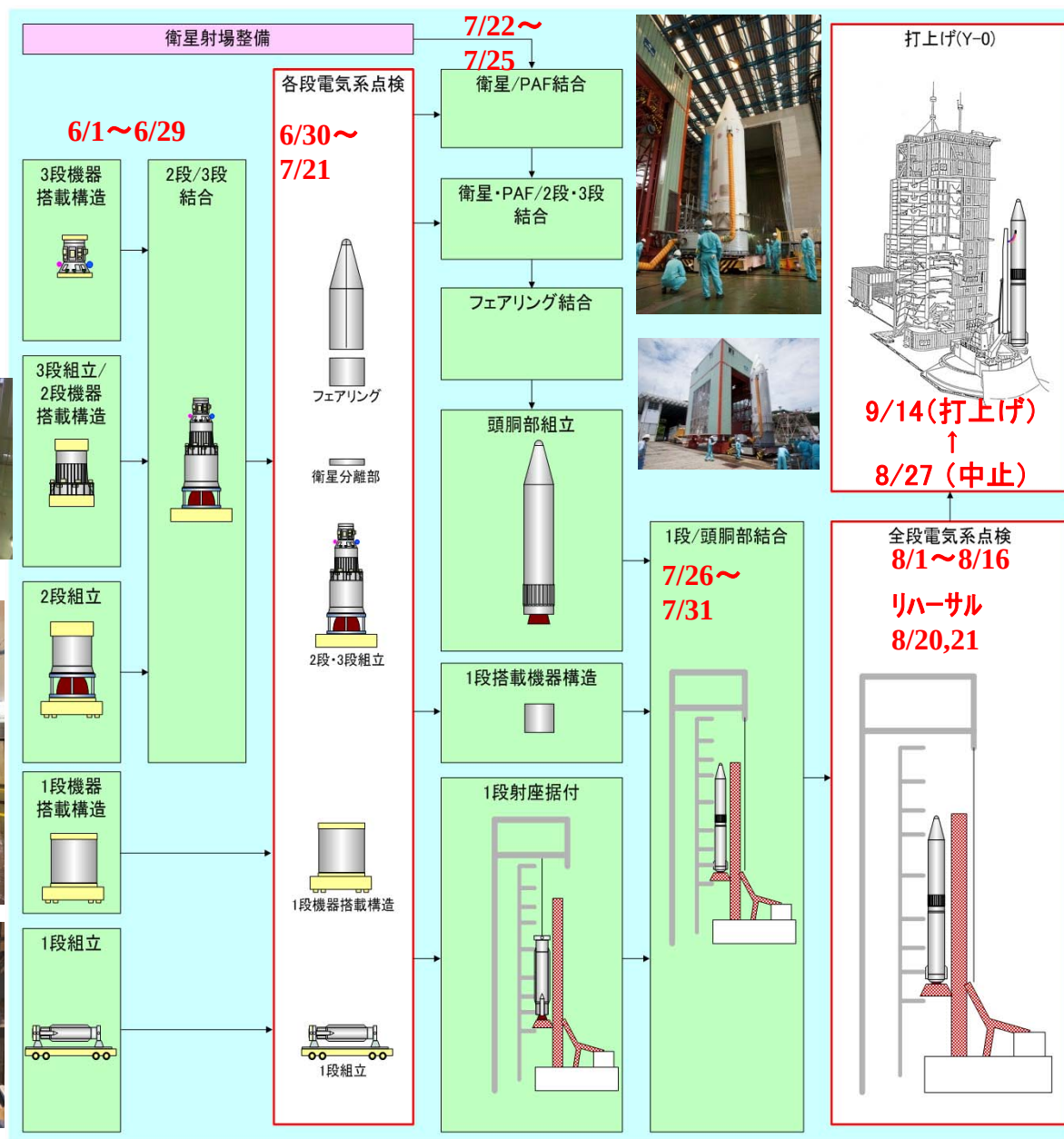
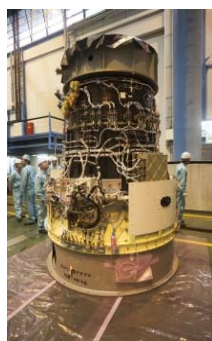
第1段機体の各種点検の様子



△11/25打上げ後審査→反映事項抽出

参考1

射場作業結果(2/2)

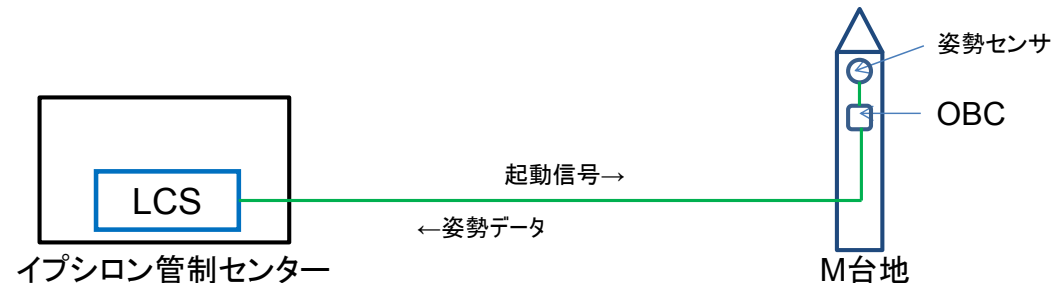


参考1-1

打上げ中止の経緯と対策・再点検について

打上げ中止の経緯

- ① 打上げ時刻の70秒前に自動カウントダウンシーケンスを開始した。
- ② 打上げ20秒前に地上装置(LCS)からの信号でロケット搭載計算機(OBC)を起動。1秒後にOBCがロケットの姿勢計算を開始した。
- ③ LCSでは打上げ19秒前から姿勢データの監視を開始したが、LCSでの姿勢監視開始とOBC姿勢計算値の受取りに約0.07秒のずれがあったため、監視開始直後にロール姿勢異常を検知して自動停止した。



対策と水平展開

- ① 本事象への対策として、LCSでの姿勢監視をOBCの姿勢計算値受取り後に開始するよう変更した。
- ② 今回の事象を踏まえ、監視項目選定の妥当性、正常判定範囲および監視時間について、これまでに得られた最も詳細なデータに基づき、全ての監視項目について再確認した。
- ③ さらに、打上げに向けて万全を期すために特別点検チームを設置し、打上管制隊とは独立的に打上げ準備状況の再点検を行った。(詳細は次頁)
- ④ 打上管制隊は確実な打上げに向けて特別点検チームの再点検結果反映を含めた監視項目の見直しや追加試験(シーケンス試験・シーケンス点検)を実施した。最終確認審査(その2)にて特別点検チームにも追加試験結果の確認を受けて打上げに移行した。

参考1-1

打上げ中止の経緯と対策・再点検について

特別点検チームによる再点検

イプシロンロケット試験機の不具合による2度の打上げ延期を受け、プロジェクト外の知識・経験を結集して徹底的な点検を行うため、信頼性統括を長とする特別点検チームを設置した。

特別点検チームは独自の視点で打上げ準備状況を点検し、懸念事項を洗い出し、打上管制隊と共同で検討の上、必要な対策を提言した。具体的な対策の例は以下の通り。

- カウントダウン中のロケットの自動停止に関する監視項目の見直し
- ロケットの健全性を確認するための打上げリハーサル の点検範囲の拡充
- 打上げ管制隊の連携・習熟度向上のためのドライランの実施

参考2

打上げ当日作業結果

10時45分 X-180分
X-160分
X-145分
X-130分

X-45分

機体移動(ランチャ旋回)開始

- 機体電源投入
- 電波系点検(ロケット／地上設備組合せ点検)
- 機体位置・姿勢自動初期設定開始
- 姿勢制御系作動点検
- 風観測データに基づく飛行プログラムの更新

特記事項1

本試験機の作業実績から衛星最終アクセスから打上げまで3時間以内を実現可能な目処を得た

打上げ時刻を13時45分から14時00分に再設定

13時35分 X-25分

- 機体転倒防止装置解除

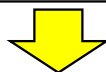
13時57分 X-2分

- ロケット／衛星／地上設備打上げ準備完了

13時59分 X-60秒
X-55秒
X-42～35秒
X-22秒
X-20秒
X-15秒
X-10秒
X-0秒

自動カウントダウン開始

- 設備電源から機体搭載電池へ切り換え
- セーフアーム装置作動
- フライトソフトウェア飛行モードへ切り換え
- 誘導制御計算機タイマー開始
- 1段ノズル駆動用電池起動
- 固体モータサイドジェット作動
- 1段モータ点火



14時00分 X-0秒

リフトオフ

特記事項2

当初設定の打上げ時刻時点で船舶が海上警戒区域内に残る恐れがあったため、打上げ時刻を変更した

別紙 惑星分光観測衛星「ひさき」(SPRINT-A)の現状(1/2)

1. 平成25年9月14日にイプシロンロケット試験機により打ち上げられた「ひさき」は、打上げ後の約2ヶ月間をかけて、軌道上にて初期チェックアウト(バス部・ミッション部の機能確認、ミッション部光学系のベーキングや設定など)を順次実施した。
2. 11月19日、木星および金星の観測を試行し、観測装置が正常に機能し、科学観測ができることを確認した。(11月26日にJAXAよりプレスリリースを発出済み)
3. 「ひさき」の主目的である「惑星の環境を知る」ために必要となる、極端紫外線分光観測は、予定通り正常に実施できている。
4. これまでの衛星の観測データ次ページ(図1)に示す。
5. 今後、惑星環境に関する新たな知見を得るべく、科学観測を実施していく予定である。
6. その中で、「ハッブル宇宙望遠鏡」や、国内外の地上の天文台、さらには、X線天文衛星「すざく」などとの協調観測も行いつつ、主として太陽風と惑星環境の関係を解明していく予定である。

別紙

惑星分光観測衛星「ひさき」(SPRINT-A)の現状(2/2)

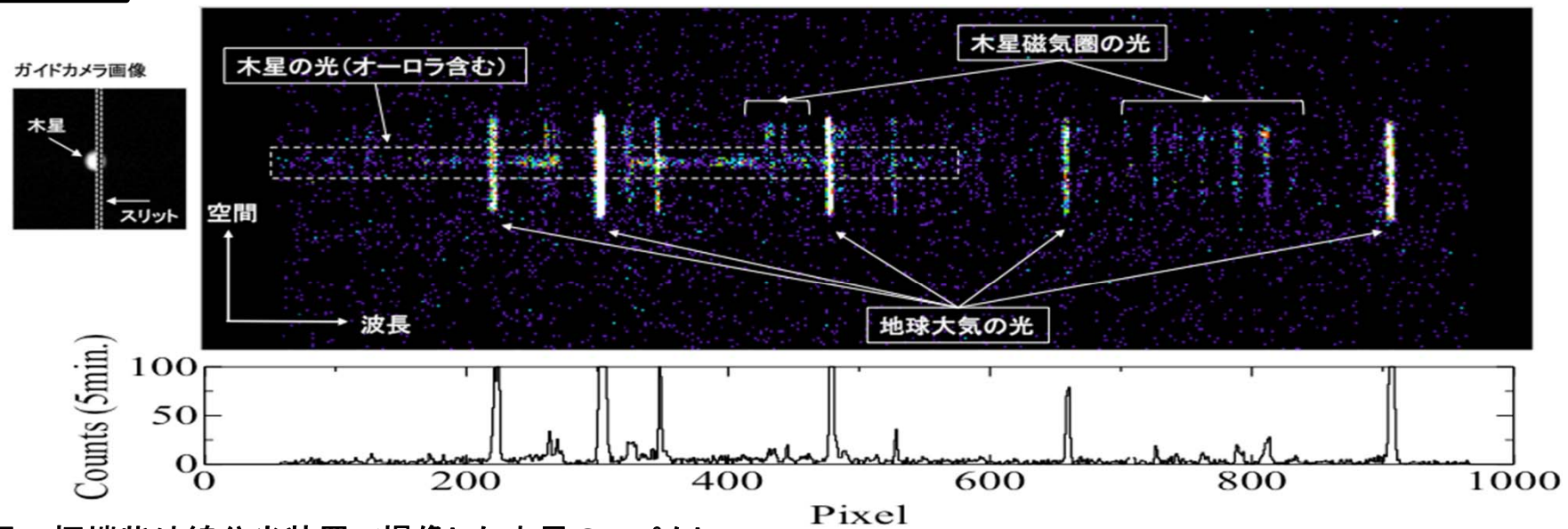


図1: 極端紫外線分光装置で撮像した木星のスペクトル

観測時刻は2013年11月19日10:51(日本標準時)。露出時間は5分間。スリット幅は10秒角。

左側が視野ガイドカメラの画像で、そのスリットを通り抜けてきた光の極端紫外線分光画像が右側である。右側の図の横軸は波長を表し、左端から右端までがおおよそ150ナノメートルから50ナノメートル(1ナノメートルは1ミリメートルの100万分の1に相当)の範囲に対応している。広がって観測されているのは主に地球周辺の大気的光で、そのほかに、木星磁気圏の光や、木星オーロラなども見えている。

「ひさき」の運用経緯詳細

- 9/14 打上、衛星初期健全性の確認
- 9/15～9月中 バス系機能の詳細確認、ミッション系機能確認その1(電気系部分)
- 10/14～10月中 ミッション系機能確認その2-1(フタあけ)、オプション搭載の「次世代電源系要素技術実証システム」(NESSIE)機能確認、観測時の高精度姿勢制御機能の確認
- 11/2,4 NESSIEトレンドデータ取得*
- 11/12～ ミッション系機能確認その2-2(高電圧印加)
- 11/19 木星・金星の科学観測の試行、以後 科学観測を継続的に実施中

(*) 供試体の一部である新型蓄電装置(リチウムイオン・キャパシタ)について、軌道上データの取得をしていたところ、補充電ができない事象が11/2に発生している。必要な充電容量は既に満たされているため、放電特性取得実験については予定通り実施可能であるが、復旧しない場合は、延長運用時に計画している繰り返し充放電特性実験について実施できない可能性がある。