

**第18号科学衛星（PLANET-B）  
「のぞみ」の燃料供給系不具合  
についての再補足資料**

平成16年4月6日  
宇宙航空研究開発機構

## のぞみ L V 2 における技術開示に関する取り組み

- ・ F A X ・ 電子メールなどによる情報交換（随時）
- ・ 日本側関係者による米国業者の訪問と討論
  - 1995.7 L V 2 再選定に関する打ち合わせ
  - 1995.10 L V 2 仕様調整打ち合わせ
  - 1996.7 L V 2 設計変更打ち合わせ
  - 1996.11 L V 2 の受け入れ検査立ち会い
  - 1997.9 地上燃焼試験データ（日本側試験）の  
製造メーカーによるレビュー
  - 1997.9 L V 2 の弁体動作の打ち合わせ
  - 1997.9 L V 2 の弁体動作の再打ち合わせ
  - 1998.7 （打ち上げ）

## QT / AT試験について

**QT(認定試験)**: 設計(工程設計、製造プロセスを含めて)の妥当性を検証する手段であり、設計どおり物が実現できたか、設計マージン確認(そのため実使用時より厳しい条件での確認を行う)を含めて、また、予定した耐環境性能を含めて、実際フライトと同じ部材、設計、同じプロセスで物(プロトモデル)を実際に作って評価して確認するもの。

従って、ここで認定されると、量産品では「量産移管」となる。  
量産移管されるということは、同一部材、同一設計、同一プロセスである限り、後は、物づくりの際のバラツキ、ワークマンシップを除けば、同じ品質の物ができるはずという考え。

**AT(受入試験)**: 上記の認定後のフライトに供する製品(量産品で云うと量産移管された以降の出荷製品)個々に対して、主に、上記のバラツキ、ワークマンシップを虫出しし、かつ、実使用環境と同等の環境での適合性を確認するもの。

# バルブの妥当性の検証について

下記の基本的な考え方にのっとり行っている

- ・ **現実よりも厳しい条件 (QT)**を課した試験（例：現実の2倍の大きさの振動環境を実際の1.5倍の時間経験させる）をパスするかどうか、で**設計の妥当性を確認**する

HLV - 1個

LV1/2 - 1個

（HLVはLV1/2と耐NTO、ヒドラジン性を除き同一設計）

- ・ 上記で確認された設計に則って製造された製品は、**現実と同等以上の条件(AT)**を課した試験で、**フライト品の製造の妥当性を全品検査で検証**する

HLV - 2個（1個は予備品）

LV1/2 - 4個（2個は予備品）

## 設計・製造妥当性の検証の改善点

バルブのみならず、宇宙部品全体で検討すべき項目である

製造個数が少ない事もあり、全品検査を実施している

少ない母数からなるべく効率的にノウハウを蓄積する

・製造個数が少なく、（多くの部品は総製造数が100個以下と推定される）オーダーメイド的色彩が濃い中で、「抜き取り検査」、「統計的信頼性」などを適用するのは困難を伴う。

**不具合事例や教訓を利用し易い形**で情報共有

**妥当性評価技術**の更なる向上

例：バルブの電流波形の変化から劣化の兆候を早期に発見する

必要不可欠な場合以外、新規技術・新規設計は導入しない

・新規技術が必要である場合には、徹底した地上検証や幅広い検討を行い、かつ、可能であれば、先行する他の宇宙ミッションから、宇宙実証の場の提供を受けた後に搭載することが重要。

現在も行われているが、その徹底が必要。

## LV2選定における選択について

LV2に関する選択	リスクの影響度	想定されるリスク			備考
		ヒドラジン・NTOの蒸気混合	LV2が開閉できない（バルブの信頼性）	LV2の開閉状態をモニターできない	
		破局	重大	局所的	
LV2搭載	開閉指示：有		(x)		改造品
	開閉指示：無				実績品
LV2非搭載					バルブ使用せず

：原理的に発生しない、      ：リスク小、      ：リスク中、      x：リスク大

**Q：バルブLV2は、搭載すべきか否か？**

**A：（のぞみの判断：搭載）**

開閉できないリスクよりも、蒸気混合により衛星全損のリスクを重大視

**Q：バルブLV2に、開閉指示センサは必要か否か？**

**A：（のぞみの判断：必要）**

バルブ改造のリスクよりも、開閉モニターできないリスクを重視  
バルブ改造による影響を把握しきれていなかった。

次ページ以下で、各リスクについて、考察する

## LV2選定に対するリスク 1

### [ 概要 ]

自己着火特性を有するヒドラジンとNTOの蒸気がガス系配管で混合する

### [ 想定されるリスク ]

ガス系配管での爆発現象により、衛星全損。米国Mars Observerで同様の現象が起きたと推定されている。

### [ リスクが現実となるための条件 ] (以下の3条件が重なった場合に発現)

- ・ LV2がない (もしくは開きっぱなし)
- ・ シリーズになっているCV2が開きっぱなしで故障
- ・ ガス系配管に低温部分があり、液化して溜まる

## LV2選定に対するリスク2

### [ 概要 ]

バルブLV2が開閉できない

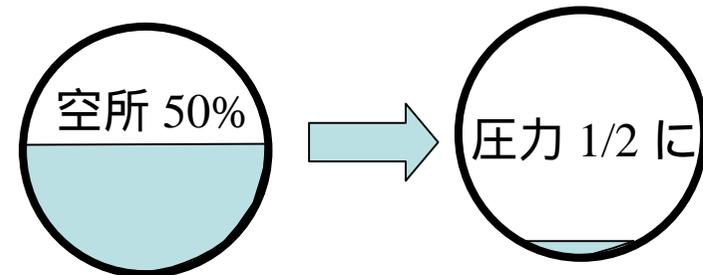
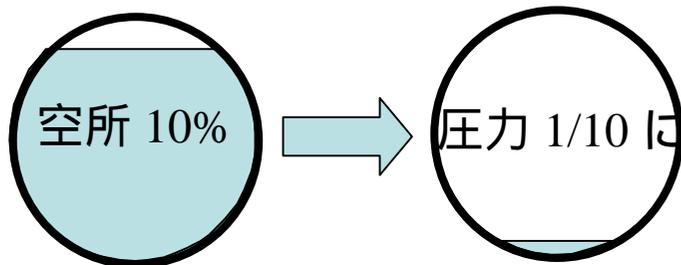
### [ 想定されるリスク ]

- ・ 閉じない場合：前項のリスク1になる
- ・ 開かない場合：

発現がTMIより前： 火星軌道投入ができない

発現がTMIより後： NTOタンクブローダウン運用により  
火星軌道投入可能

残推薬量とブローダウン運用（イメージ図）



## LV2選定に対するリスク3

### [ 概要 ]

バルブLV2の開閉状態がモニターできない

### [ 想定されるリスク ]

- ・不具合発生時に原因究明・対策立案が遅れる
- ・運用時に指令ミス（あった場合）の検知が遅れる
- ・長期不使用時に、何らかのビット化け等により、状態が開に変化してしまった場合、その検知が遅れる
- ・バルブの開閉状態誤認による運用ミス

### [ LV2開閉指示センサの意義 ]

確実な運用を行なうための情報源