

**第 1 8 号科学衛星 (P L A N E T - 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 1 6 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

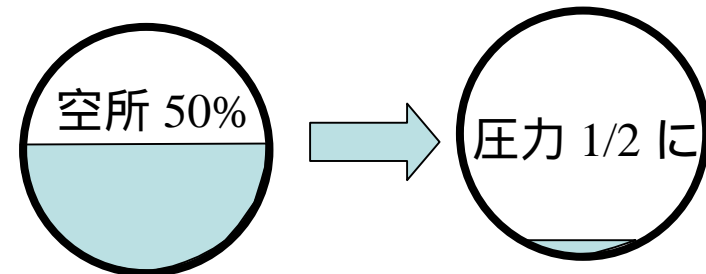
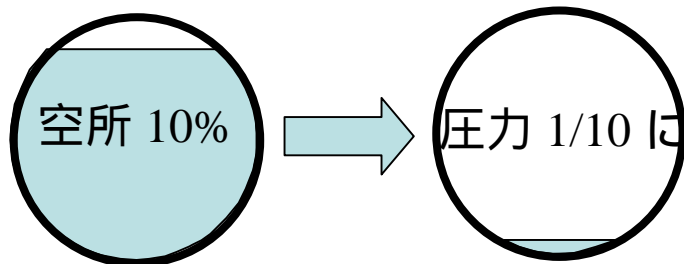
[想定されるリスク]

- ・ 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