

宇宙ステーション補給機（HTV）に関する
安全評価
追加質問に対する回答

平成 21 年 6 月 12 日

平成 21 年 6 月 12 日 A 改訂

宇宙航空研究開発機構

【本資料の位置付け】

本資料は、平成21年6月4日に開催された第2回宇宙開発委員会安全部会における宇宙ステーション補給機（HTV）に係る安全評価についての報告に対して同部会構成員から提出された追加質問等に対し、独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）が回答をまとめたものである。

● 2. 適用範囲に関連する質問

2-1	地上作業員に対するハザード	3 ページ
-----	---------------	-------

● 4. 宇宙環境対策に関連する質問

4-1	意図しない HTV の離脱について	5 ページ
4-2	スペースガードセンターについて	6 ページ

● 9. 安全・開発保証に関連する質問

9-1	配線の短絡時の冗長機能について	7 ページ
-----	-----------------	-------

● 12. 安全確保体制に関連する質問

12-1	Close with Action	8 ページ
------	-------------------	-------

(注) 質問番号の項番は、「宇宙ステーション補給機 (HTV) に係る安全評価のための基本指針」の項番に対応しています。

● 2. 適用範囲に関する質問

【質問番号 2-1】 地上作業員に対するハザード

【質問内容】

安全 2-3-2 P6には今回審議対象として「検証結果の妥当性審議」を内容とすることが記載されている。SMILES 質問番号 7-1 (安全 2-1-1 P17)でも尋ねたことではあるが、この HTV においても地上作業員に対してのハザードの識別があったと思われるが、これに対するハザード制御の検証に関しての説明が欠如している。なぜ、そうなったのかいろいろ考えてみると、付表—1 の基本指針において 1. 目的及び位置付けの項で記述されている「HTV の ISS への接近・係留・離脱に係わる安全確保を図ることを目的とする」にとらわれすぎているのではないかということに気がついた。基本指針では同時に 2. 「本指針は HTV の開発及び運用の各段階において行う安全評価に適用することとする」の中の HTV の開発は地上における製造・試験を含むものであり、「HTV の ISS への接近・係留・離脱」以外の地上作業においてもハザード制御の検証結果がどうだったのかが本部会で報告されなければならない。JAXA 社内におけるロケットや衛星の安全審査ではこれらはその主要な部分であると考える。本年 5 月に開催された JAXA 安全審査委員会では、地上作業に対してどのような審議がされたのだろうか？ 今後、推薬注入作業があるはずであり、その他にもまだハザードは残っていると思われる。これらのハザードに対する準備状況を HTV 打ち上げまでの安全管理上からみた主要スケジュールとともにお示しいただきたい。

【資料の該当箇所】 安全 2-3-2 P6

【回答者】 JAXA

【回答内容】

地上作業におけるハザードにつきましても HTV に対して安全審査を実施しております。この審査を行う基準につきましては従来のロケットのペイロードとしての衛星の安全審査と同様に実施しております。

識別されたハザードの一覧を以下に示します。

	ハザード内容
1	推進薬またはリチウムイオンバッテリーの予期せぬ漏洩
2	感電、絶縁不良による短絡、落雷による損傷
3	可動部の不意な動作などによる挟み込み、巻き込み
4	圧力容器の破裂
5	火災
6	打ち上げ荷重に対する構造破壊
7	電磁干渉／電波放射
8	推進薬充填作業及び閉空間作業による酸欠
9	高所作業、地震による設備の倒壊

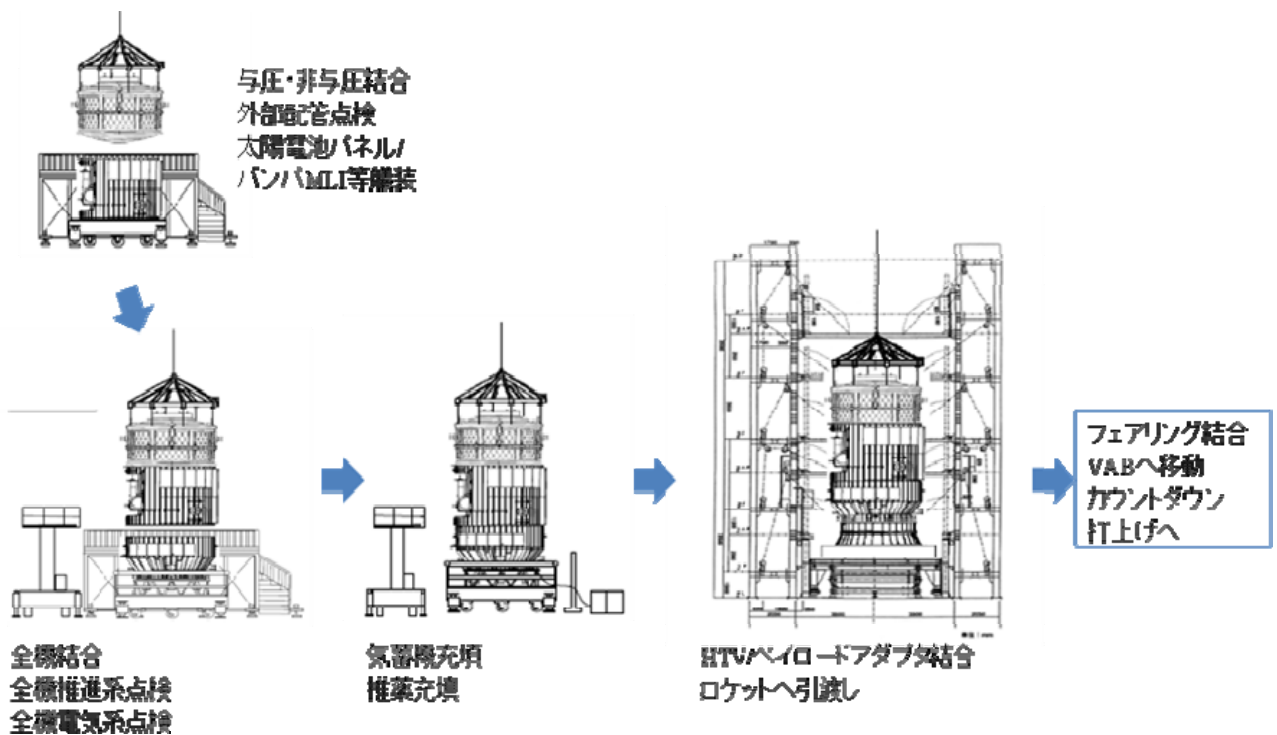
いずれのハザードも装置の多重化、適切な安全余裕の確保などにより適切に安全が確保されていることをシステム安全審査部会にて審査し、4月9日の安全審査委員会にて承

認されております。この結果をもって4月より射場にて作業を開始し、現在輸送物資の搬入を完了し、各モジュールの結合作業を実施しているところです。

この後のハザードの考えられる作業としては、以下の項目が順番に識別されています。
(実施済みの作業は除く)

- ① モジュールの結合作業
- ② 推進系点検における高圧ガス作業
- ③ 電気モジュール点検における電波放射作業
- ④ 推薬充填作業
- ⑤ 最終荷物搬入における与圧部内での作業（閉空間での窒息防止）

参考までに今後の作業の流れを示します。なお、⑤の作業は打ち上げ直前にVABにて実施を予定しています。



今後のHTVの射場作業概要

● 4. 宇宙環境対策に関する質問

【質問番号 4-1】 意図しない HTV の離脱について

【質問内容】

係留中の HTV が意図せず ISS から離脱し、ISS と衝突する、というハザードは識別されていますか。識別されている場合は、HTV が意図せず離脱する要因として、HTV と ISS の結合部にデブリが衝突することにより結合部が破損し、意図せず離脱する、を検討されていますか。

【資料の該当箇所】 安全 2-3-2

【回答者】 JAXA

【回答内容】

HTV においては、① ISS のロボットアームが HTV をつかむための把持部、② ISS モジュールとの結合部、③ 曝露パレットを非与圧部に結合保持するための機構、および④ 曝露実験装置を曝露パレットに固定しておくための機構の 4 種が、係留中の意図しない分離により離脱し、ISS に衝突するハザードの原因となる部位として識別されています。意図しない分離に対する制御としては、制御装置の故障や機械的な故障の制御、誤操作防止手段の構築などによりなされております。

一方、意図しない分離の故障モードとしてデブリによるものは、ハザード識別作業時点で検討しています。それぞれ以下の理由でデブリの衝突により分離する可能性は低いと判断しています。

- ①の把持機構自体はカナダ宇宙機構の開発するロボットアームの一部になりますがこの機構部は円筒の構造に覆われており、また、ロボットアームが HTV を把持している時間帯が短いため。
- ②の結合部は直径約 2 m のモジュール結合部が 16 本のボルトで固定されているため。
- ③の機構は非与圧部内部にあり、デブリが直接当該機構に衝突することはないため。
- ④の機構は 4 つの把持機構で構成されており、デブリの衝突で分離するには 4 つの機構すべてが同時に損傷必要があるため。

なお、いずれの場合も 10 cm 以上のデブリは ISS 自体が回避行動を行いますので検討はしていません。

【質問番号4-2】スペースガードセンターについて

【質問内容】

スペースガードセンターのデブリ観測の最近の取組みについて、説明する。

【資料の該当箇所】安全2-3-1 P7、安全2-3-2 付-8

【回答者】JAXA

【回答内容】

スペースガードセンターとして以下の2箇所の施設があります。

- ①大型／小型望遠鏡設備（美星）
- ②レーダ観測設備（上齋原）

JAXAでは、スペースガードセンターと協力し、打上げ国としてのスペースデブリ状況の把握、スペースデブリの高精度な観測、大型飛行物体の落下予測のための軌道の把握を目的として、スペースデブリの監視・観測技術の研究を行っています。

これまで低軌道のデブリ観測については、1m以上のデブリ軌道を特定（米国カタログにおける、高度300km以下、直径1m以上のデブリの約9割を把握）する研究成果を挙げております。

なお、スペースガードセンターの取組みは参考として挙げさせていただきましたが、安全評価とは直接には関係ないことから、付表-1 4/22(付-8)の、「日本ではスペースガードセンターでの観測の取組みが行われている」という記述を削除します。



● 9. 安全・開発保証に関する質問

【質問番号 9 - 1】配線の短絡時の冗長機能について

【質問内容】

HTV の機体配線の一部が何らかの原因で短絡しても、必要な冗長機能は大丈夫との点検は完了していますか。

【資料の該当箇所】安全 2 - 3 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

HTVにおきましては電源系、通信・制御系統は冗長化されており、それぞれの冗長系統はコネクタ部も含め単一故障点のない設計となっています。すなわち、冗長系と設計上しておきながら艀装上はまとめて固定してしまうとか、冗長系が一つのコネクタを共有するという事はしておりません。

上記のように実装されていることは工場出荷時に確認しております。その点検のときにはみどり 2 などの過去の衛星の不具合を踏まえて、点検項目を整備し、プロジェクト外部の有識者の参加も得て実施しております。

したがって、配線の一部が短絡を起こして機能に支障が生じても冗長機能に影響しません。

● 12. 安全確保体制に関する質問

【質問番号 12-1】 Close with Action

【質問内容】

HTV 質問番号 12-1 (安全 2-3-1 P13) では NASA 審査 (フェーズ III) が二回開催された理由として、検証文書の追加提示依頼を受けたためであることが回答されている。説明では Close with Action の扱いであったとされるが、審査会ではよくある結論形式であると思う。ただ、その際、アクションアイテムはリストアップされ結論に添付されているはずである。3 月の審査では問題なく完了しているとされるが、どんな内容であったのだろうか？少なくとも 12 月の時点では NASA Panel を閉じることができなかったアイテムであるはずである。この安全部会では、それらの具体的な内容を説明することなく問題なしと報告されても疑念は残る。リストを簡単に説明していただきたいものである。

【資料の該当箇所】 安全 2-3-1 P 13

【回答者】 J A X A

【回答内容】

12 月の審査で「デルタ審査が必要」とされたのは ISS への衝突防止に関連したハザードレポートに対し、以下の要処置事項等が設定されたためです。

- ・ HTV の誘導制御等に使用する各種センサ、機器、及びソフトウェアの故障について、共通原因による故障をどのように排除しているかを整理する。
- ・ ヒータ制御のソフトウェアで安全制御を行なっているものについて、ヒータの ON / OFF 制御と、ヒータ故障判定のアルゴリズムの独立性を明確にする。
- ・ 運用手順等で制御を行っているものについて、運用者の自由度と安全上最低限必要な要求を更に摺り合わせ、両者が合意できる内容にする。
- ・ HTV の離脱など、運用フェーズのあるポイントにおいて安全上最低限必要なコンフィギュレーションや G_o / N_o G_o 判断基準をより明確にするよう運用制御内容を具体化する。

上記についてはデルタ審査までにデータの整理や関係部門との再調整等を行い、3 月の審査で全てクローズ致しました。