

国際宇宙ステーション(ISS)に提供する実験装置 (HTV搭載小型回収カプセル(HSRC)) に関する安全審査結果について

平成30年3月15日
国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構

HSRC: HTV Small Re-entry Capsule

説明者
有人宇宙技術部門 有人システム安全・ミッション保証室
室長 白井 達也

目 次

1. 目的
2. 安全審査の進め方
3. 審査対象
4. 安全解析の概要
5. 結論

添付資料

1. 目的(1/2)



JAXAによる有人安全審査プロセスの文部科学省による認証を維持するため、JAXAが実施した「HTV搭載小型回収カプセル」(HSRC)に対する安全審査の結果を示す。

JAXAにおけるHTV搭載小型回収カプセルの有人安全審査は、下記の通り実施し、平成30年2月に終了した。

フェーズ0/1 (基本設計終了時)	有人安全審査会	平成28年3月16,17日 平成28年12月15日
フェーズ2 (詳細設計終了時)	有人安全審査会	平成29年3月21,22日 平成29年8月22日
フェーズ3 (認定試験終了時)	有人安全審査会	平成30年2月23日
	安全審査委員会	平成30年2月27日

1. 目的(2/2)

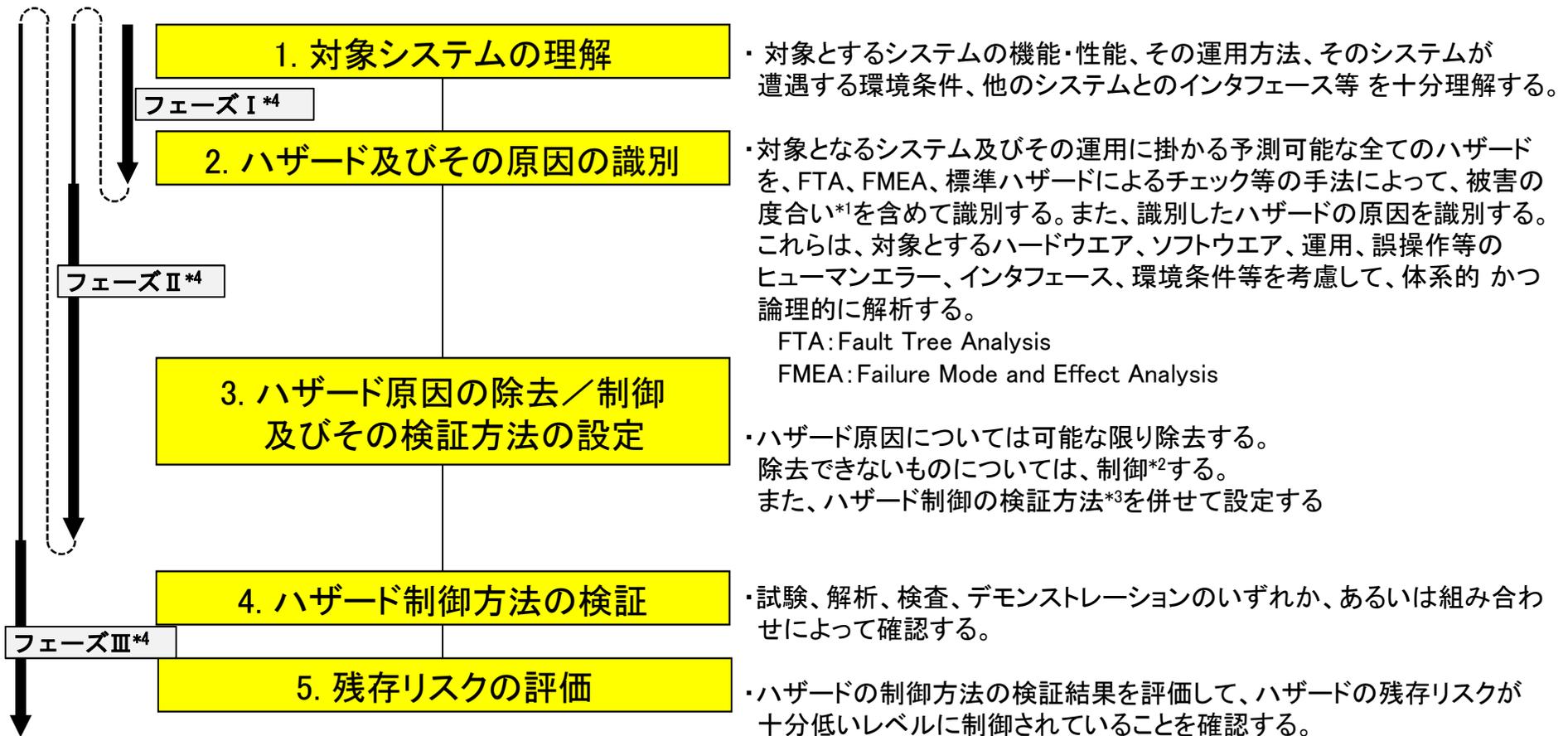


JAXA有人宇宙技術部門の有人安全審査会においてHSRCの安全評価結果について確認した。

また、JAXA安全審査委員会にて、有人安全審査会の審査結果、及び審査した安全評価結果が、文部科学省による「国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM)に係る安全対策の評価のための基本指針」に適合していることについて合わせて確認した。

本報告では、「国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM)に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する適合性も含めてJAXA安全審査で確認したHSRCの安全評価結果について、報告する。

2. 安全審査の進め方 (1) 安全解析の手順



1. 対象システムの理解

- 対象とするシステムの機能・性能、その運用方法、そのシステムが遭遇する環境条件、他のシステムとのインタフェース等を十分理解する。

フェーズⅠ*4

2. ハザード及びその原因の識別

- 対象となるシステム及びその運用に掛かる予測可能な全てのハザードを、FTA、FMEA、標準ハザードによるチェック等の手法によって、被害の度合い*1を含めて識別する。また、識別したハザードの原因を識別する。これらは、対象とするハードウェア、ソフトウェア、運用、誤操作等のヒューマンエラー、インタフェース、環境条件等を考慮して、体系的かつ論理的に解析する。

フェーズⅡ*4

3. ハザード原因の除去／制御及びその検証方法の設定

FTA: Fault Tree Analysis
FMEA: Failure Mode and Effect Analysis

- ハザード原因については可能な限り除去する。除去できないものについては、制御*2する。また、ハザード制御の検証方法*3を併せて設定する

4. ハザード制御方法の検証

- 試験、解析、検査、デモンストレーションのいずれか、あるいは組み合わせによって確認する。

フェーズⅢ*4

5. 残存リスクの評価

- ハザードの制御方法の検証結果を評価して、ハザードの残存リスクが十分低いレベルに制御されていることを確認する。

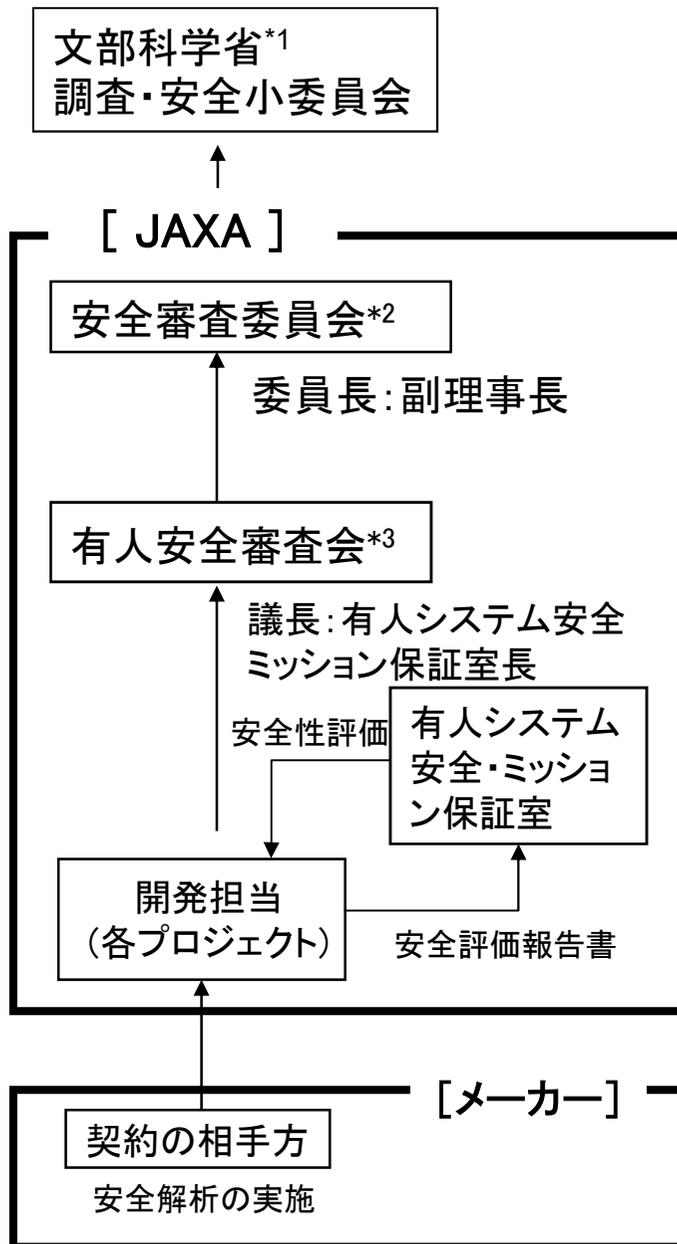
*1; 被害の度合い
 カタストロフィック(2故障許容設計相当)
 打上げ機/ISSの喪失、致命的な人員の傷害となり得る状態。
 クリティカル(1故障許容設計相当)
 打上げ機/ISS機器の損傷や人員の傷害となり得る状態。

*2; 制御
 ハザードの影響の発現の可能性を下げる設計あるいは運用の仕組み。

*3; 検証方法
 その仕組みが有効に機能することを試験、解析、検査、デモンストレーションなどにより確認すること。

*4; フェーズⅠ, Ⅱ, Ⅲ
 フェーズⅠ: 基本設計終了時
 フェーズⅡ: 詳細設計終了時
 フェーズⅢ: 認定試験終了時

2. 安全審査の進め方 (2) 安全審査体制



*1. 文部科学省 調査・安全小委員会

JAXAの実施している安全審査の方法や結果等が「国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM)に係る安全対策の評価のための基本指針」に則しているかを調査審議する。

*2. JAXA 安全審査委員会

安全に係る事項で、経営意思決定が必要なもの、もしくは外部公表の前に機構として評価／確認が必要なものについて審議する場。(HTV搭載小型回収カプセル(HSRC)に関する安全性評価結果については、有人安全審査会が本資料と付表-1(「国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM)に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する安全検証結果)を示し、審議された。)

- ✓ 委員長: 副理事長
- ✓ 副委員長: 信頼性統括
- ✓ 委員: 全常勤理事、監事等

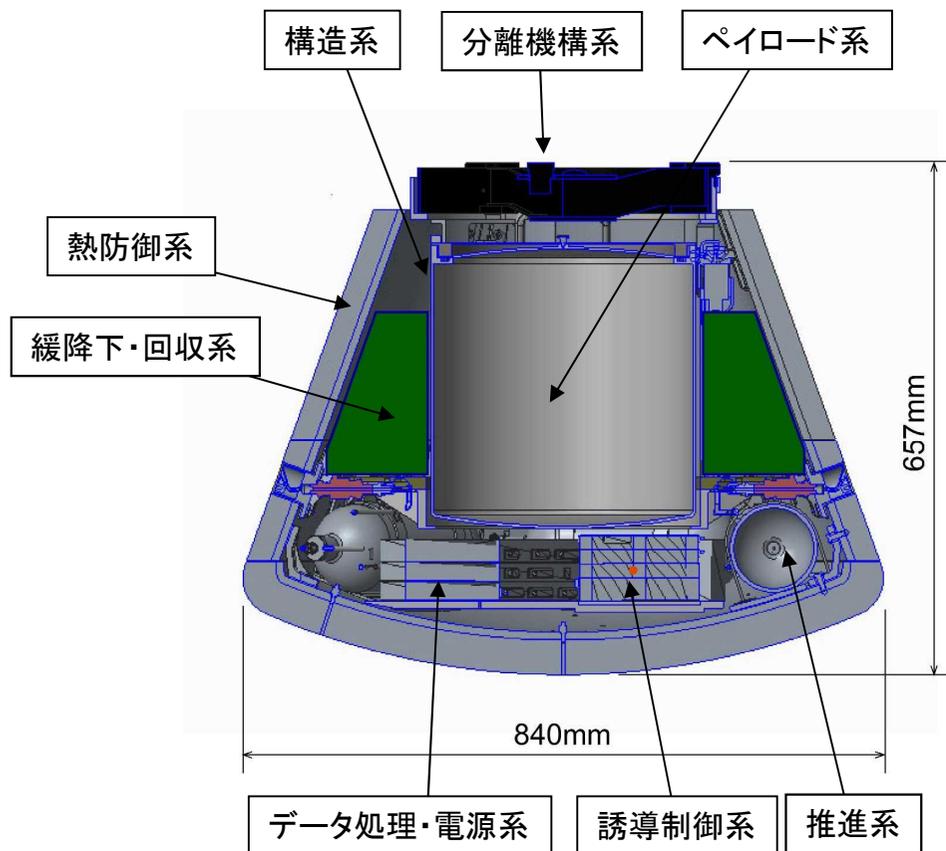
*3. JAXA 有人安全審査会

安全に関する技術的な事項を審議する場。NASA安全審査パネルから審査権限が委譲されている。(HTV搭載小型回収カプセル(HSRC)については、開発担当が安全評価報告書を示し、審議した。)

- ✓ 議長: 有人システム安全・ミッション保証室長
- ✓ 副議長: 有人システム安全・ミッション保証室主幹
- ✓ 委員: 有人宇宙技術部門の長、安全・信頼性、構造、電気などの専門家

3. 審査対象 HTV搭載小型回収カプセル概要 (1/5)

HTV搭載小型回収カプセル(HSRC)とは、ISS与圧部で実験試料を搭載し、HTV与圧部入口に取り付けられ、HTVの軌道離脱・再突入軌道投入後に分離されて海上に着水するものである。外観と構造を以下に示す。



- 上部にHTVからの分離機構
- 中心に試料を搭載する格納容器
 - 容量30リットル
 - 4°C保存の場合、冷却材が必要
なため、試料は5リットル程度
- 格納容器周辺にパラシュート関係の
装備
- 下部に推進系とアビオニクス
- 外壁は外側に低密度アブレータ、内
側にCFRP
- ペイロードを除いて170kg程度

3. 審査対象 HTV搭載小型回収カプセル概要 (2/5)



サブシステム名称	機能
構造系	小型回収カプセルの内部の構造であり、主構造、ペイロードの格納容器、電子機器を取り付けるプレートからの構成される。パラシュートは主構造に取り付けられる。
誘導制御系	慣性センサ、GPSR、誘導制御計算機及び計算機ソフトウェアから成り、航法計算を行いスラスタの制御信号を生成して小型回収カプセルを所定の位置に誘導する。また、パラシュート開傘シーケンスの制御を行う。
推進系	GN2気蓄器、スラスタ、各種弁から構成され、誘導制御系経由データ処理・電源系からの制御によりGN2を噴射し、小型回収カプセルの姿勢を制御するサブシステムである。
熱防護系	熱防護材(アブレータ)及びCFRPからなる小型回収カプセルの外部構造である。再突入時の熱防護を行う。3枚の側面上部パネルはパラシュート開傘の前に小型回収カプセルから分離される。これとは別にカプセルペイロード収納頂部と分離機構系を耐熱保護はHOPEで開発経験のある可撓断熱材を使用する。
緩降下・回収系	エアバッグ、パラシュート、フローティングバック、イリジウム通信機などから構成される。エアバッグにより側面上部パネルを小型回収カプセルから分離させ、パラシュートにより小型回収カプセルを減速させ、着水後にカプセルを浮上させ、着水地点を回収作業者に通知するためのサブシステムである。
データ処理・電源系	電池、データレコーダ、送信機などから構成され、小型回収カプセル内部への電力分配、推進系スラスタや他各種アクチュエータの駆動、データの記録、パラシュート降下中のイリジウム経由の低速データ送信を行うサブシステムである。
分離機構系	小型回収カプセルを与圧隔壁に固定し、かつ地上からのHTVへのコマンドにより小型回収カプセルをスプリングで放出するサブシステムである。
ペイロード系	ペイロード搭載量(5L)の要求、保冷性能(4°C±2°C、4日間)の要求を満足させるため、真空二重容器と蓄熱剤(保冷剤)を搭載し、その内側にペイロードを格納する構造を採用。

3. 審査対象 HTV搭載小型回収カプセル概要 (3/5)



運用シナリオを以下に示す(p.9に概念図)。

- ① 射場でHTV与圧部にHTV搭載小型回収カプセル(HSRC)、与圧隔壁(p.10参照)、副資材を搭載して打ち上げる。分離機構系は、HSRCから取り外した状態で打ち上げる。タンパク質結晶など、実験試料を冷蔵状態で回収する場合は保冷剤も打ち上げる。
- ② 搭乗員はHSRCをISS内部で保管する。試料を冷蔵状態で回収する場合、搭乗員は打ち上げた保冷剤を冷却する。
- ③ HTVがISSから離脱する前に、搭乗員はHTV与圧部入口に与圧隔壁を組立てる。
- ④ 搭乗員は回収する試料及び保冷剤をHSRCに搭載し、分離機構系をHSRCに取付ける。その後搭乗員はHSRCを与圧隔壁に固定する。
- ⑤ HSRCを固定した与圧隔壁をハッチ部に取付ける。
- ⑥ HTVをISSから離脱させる。
- ⑦ HTVの大気圏突入マヌーバ終了後に地上からHTVへ分離コマンドを送信することにより、分離機構系を動作させHSRCをHTVから分離させる。
- ⑧ HSRCは揚力飛行により目標地点へ誘導する。HSRCは所定の速度(高度)でパラシュートを開傘する。
- ⑨ HSRCが海上に着水後、回収船でHSRCを回収する。途中から航空機に積み替えて速やかに日本に輸送する。

3. 審査対象 HTV搭載小型回収カプセル概要 (4/5)

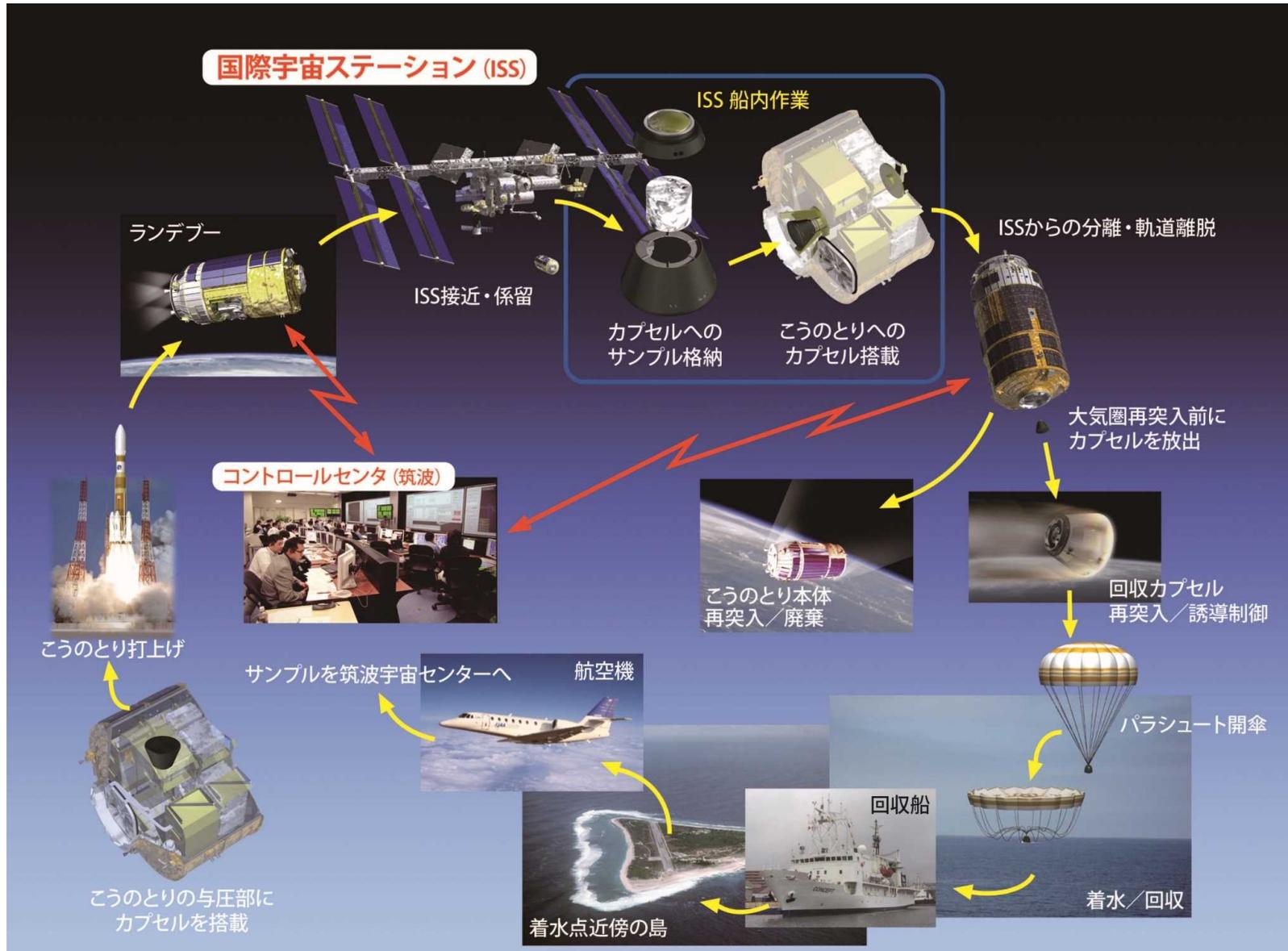


図 HTV搭載小型回収カプセルの運用概念図

3. 審査対象 HTV搭載小型回収カプセル概要 (5/5)

与圧隔壁

HTV搭載小型回収カプセルをHTV与圧ハッチに搭載するための構造。
ハッチへの搭載後は、HTV与圧部内の気密性を確保する。



審査対象外

審査対象

HTV搭載小型回収カプセル

HTV搭載小型回収カプセルは、
与圧隔壁に取り付ける。

分離機構系

HSRCは分離機構系を介して与圧隔壁に取り付けられる。分離機構系が分離することによって、HSRCがHTVから分離される。

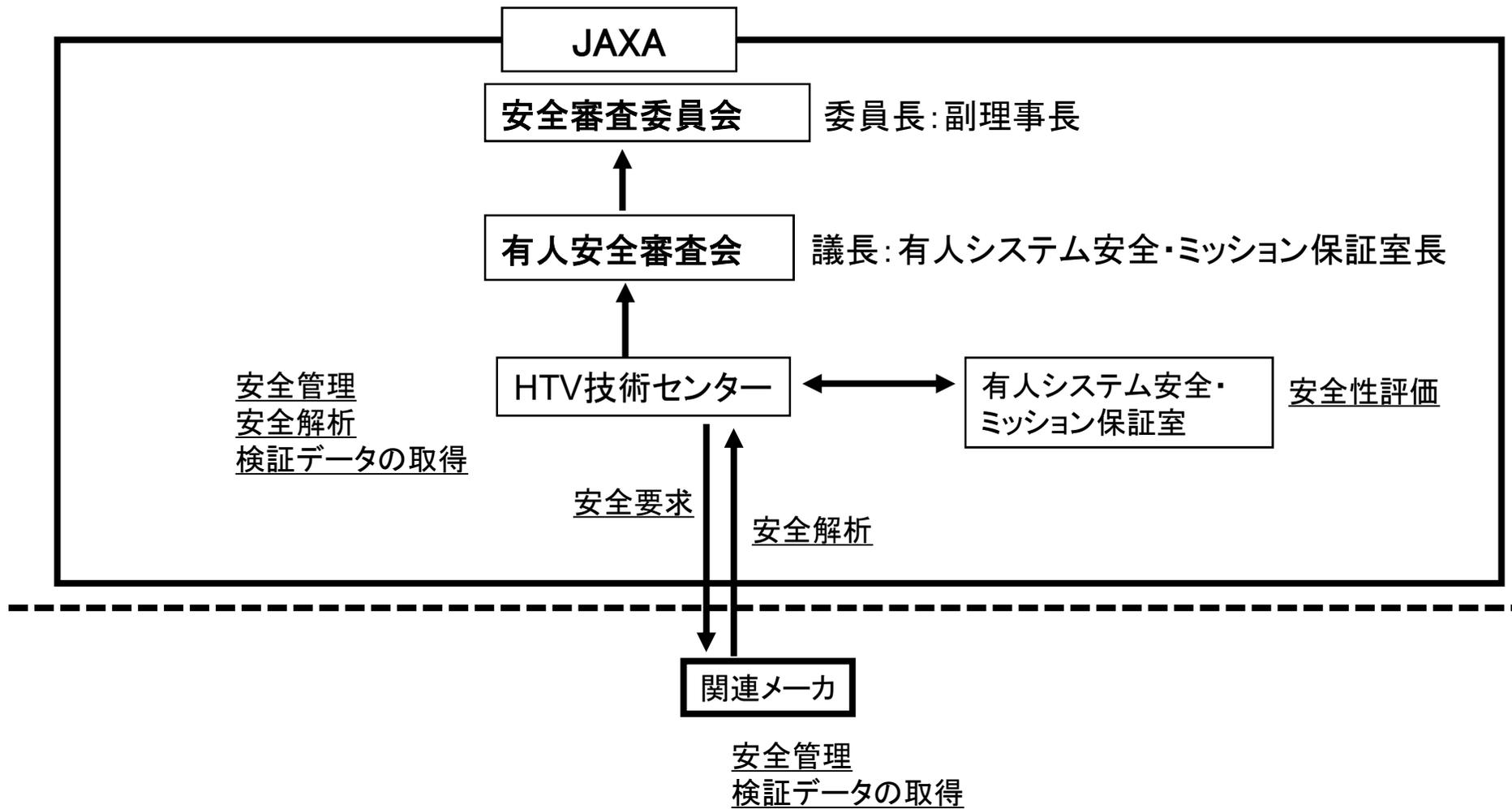
ペイロード系

ペイロード収納容器内のサンプルを保冷するための断熱材、保冷剤、衝撃から保護するための緩衝材等。

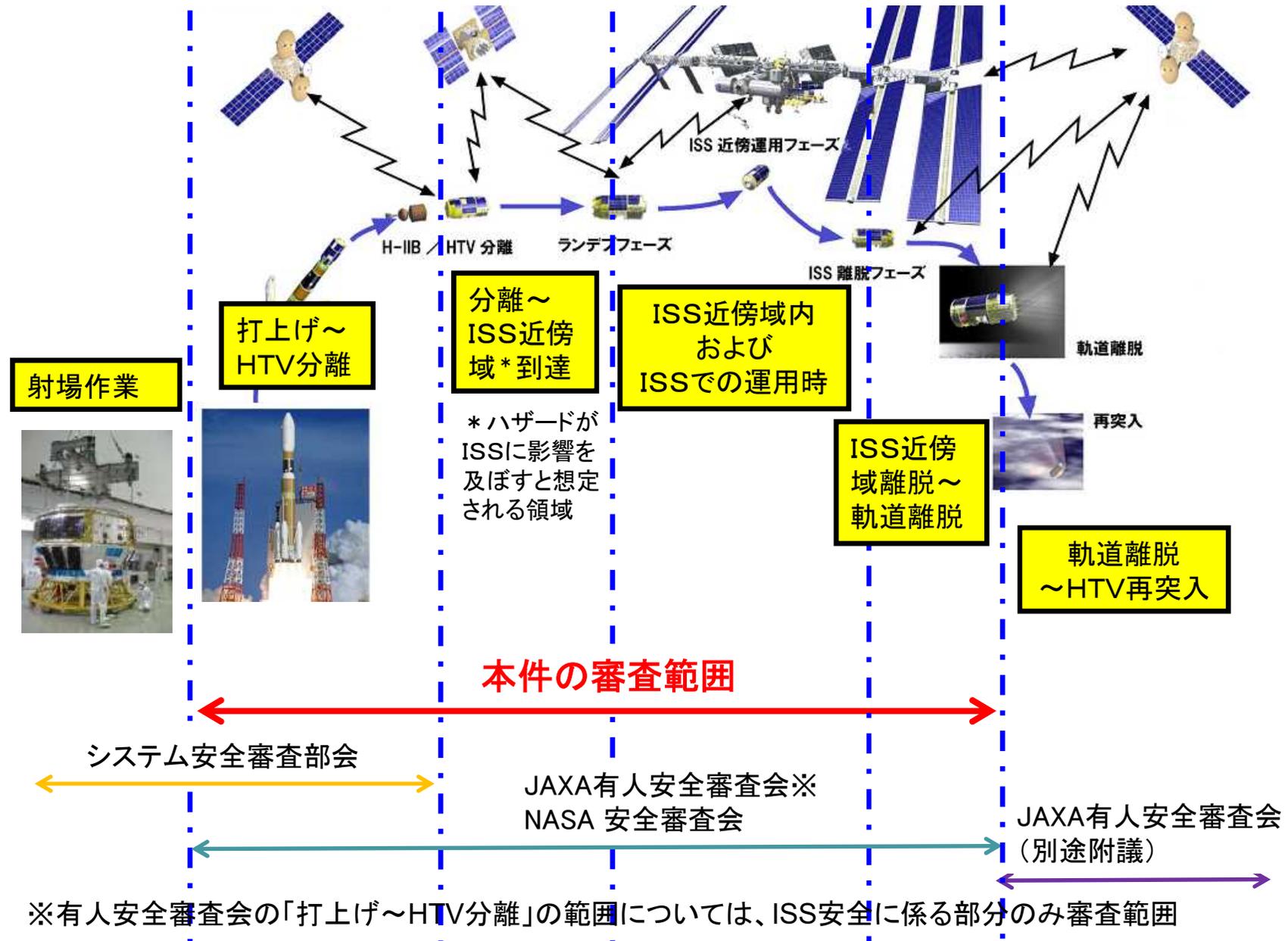


図 HTV搭載小型回収カプセルと与圧隔壁の関係

3. 審査対象 安全管理体制



3. 審査対象 対象フェーズ

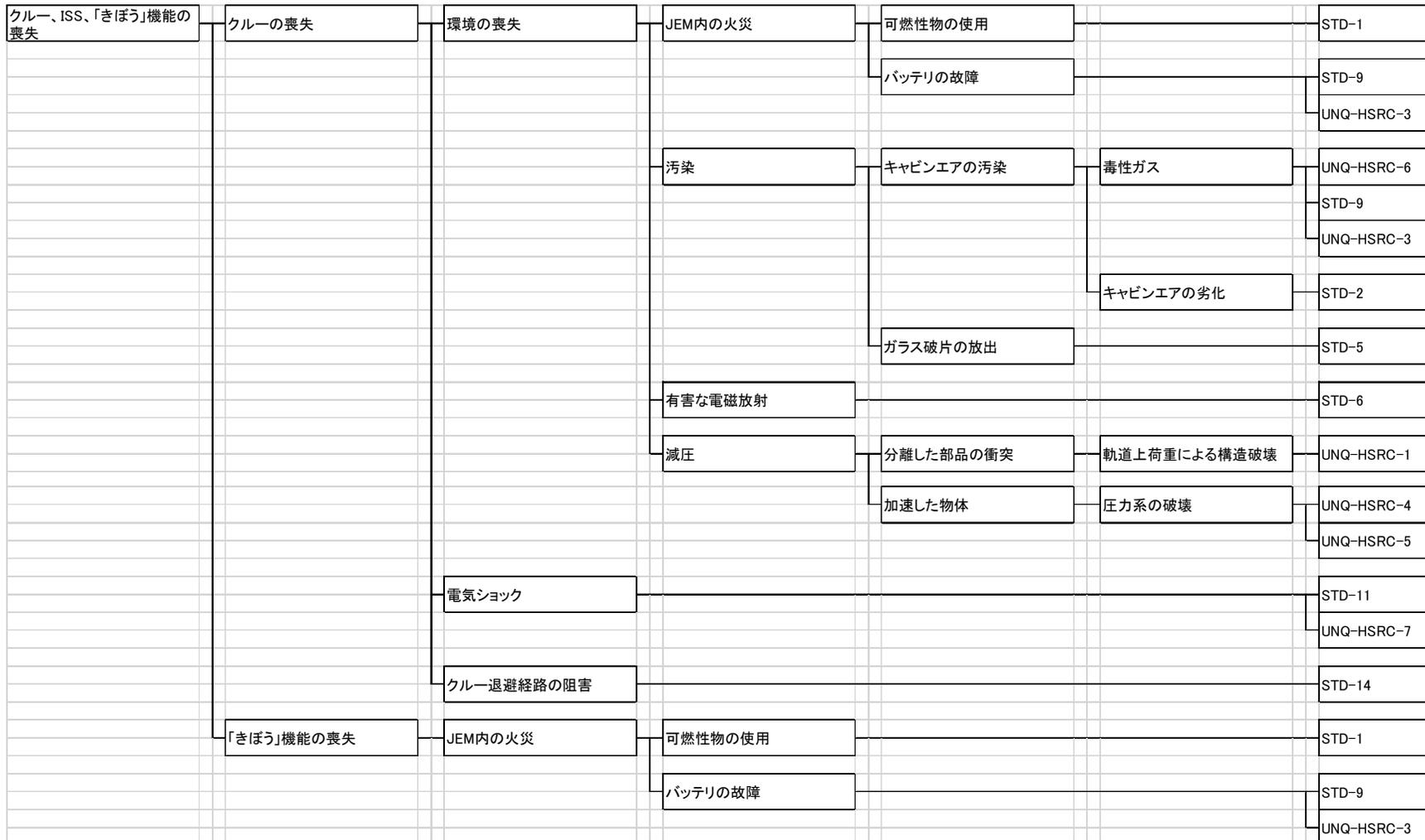


4. 安全解析の概要

4.1.(1) ハザードの識別 FTA(1/2)



ハザードの識別は、FTA (Fault Tree Analysis、下図参照)を使用して、トップ事象が1) 搭乗員、ISS、「きぼう」機能の喪失、2) 搭乗員の負傷、に至るハザードを識別した。その結果、19件のハザードが識別された。



4. 安全解析の概要

4.1.(1) ハザードの識別 FTA(2/2)



4. 安全解析の概要

4.1.(2) ハザードの識別 標準ハザード



識別された19件のハザードの内、標準ハザード*として取り扱えるものを以下に示す。

*標準ハザード

制御及び検証方法が共通的であり、定型化されたハザード。

	標準ハザード
STD-1	火災(可燃性物質の使用)
STD-2	船内空気の汚染(使用材料からのオフガス)
STD-3	鋭利端部への接触、挟み込み
STD-4	高温/低温部への接触
STD-5	ガラス等の破損
STD-6	電磁適合性
STD-9	電池の故障
STD-11	電力系の損傷
STD-14	搭乗員退避経路の阻害
STD-15	構造破壊
STD-16	封入された容器の破損
STD-17	通気口を有する機器の破損

4. 安全解析の概要

4.1.(3) ハザードの識別 ユニークハザード



識別された19件のハザードの内、標準ハザードとして取り扱うことのできない、残りの7件をユニークハザード*として識別した。

*ユニークハザード

標準ハザードに含まれない、あるいは標準ハザードの制御方法を適用できないハザード。

No.	ユニークハザード	対象となる系
UNQ-HSRC-1	構造破壊	構造系、分離機構系
UNQ-HSRC-2	HSRCの意図しない分離	分離機構系
UNQ-HSRC-3	電池の故障	データ処理・電源系
UNQ-HSRC-4	圧力システムの破裂	推進系
UNQ-HSRC-5	CO2ガスの漏えいによる熱防護パネルの分離	緩降下・回収系
UNQ-HSRC-6	毒性物質の漏えいによる外部汚染	緩降下・回収系
UNQ-HSRC-7	高電圧による搭乗員の感電	データ処理・電源系

4. 安全解析の概要

4.2. 標準ハザードの検証結果(1/4)



標準 ハザード 番号	タイトル	想定されるハザード	制御	検証
1	火災(可燃性物質の使用)	可燃性物質を使用していた場合、「きぼう」内で火災が発生する恐れがある。	適切な材料プロセス(JAXA宇宙ステーションプログラム材料及び工程要求書)に従った材料選定を行う。	材料使用リストを審査し、承認した。
2	船内空気の汚染(使用材料からのオフガス)	機器からのオフガスが搭乗員に危害を与える恐れがある。	適切な材料プロセス(JAXA宇宙ステーションプログラム材料及び工程要求書)に従った材料選定を行う。	材料使用リストを審査し、承認した。
3	鋭利端部への接触、挟み込み	鋭利な物やとがったものに接触することで、搭乗員が負傷する。	鋭利端部がない設計とする。	図面検査、フライトハードウェアの検査により確認した。

4. 安全解析の概要

4.2. 標準ハザードの検証結果(2/4)



標準 ハザード 番号	タイトル	想定されるハザード	制御	検証
4	高／低温部への接触	高温部或いは低温部との接触により、搭乗員が負傷する。	搭乗員が接触し得る部分の表面温度が規定の温度範囲(0～+45℃)になる設計とする。	HSRCに熱源がないことを確認した。(再突入までは機器を起動しない。)
5	ガラスの破損	破損したガラスの破片が、搭乗員を負傷させる。	<ul style="list-style-type: none"> ・脆性材料にはコーティングあるいはカバーを付ける。 ・脆性材料が破損しない設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・脆性材料には、コーティングあるいはカバーが付いていることを、図面、現物で確認した。 ・振動試験で脆性材料に破損がないことを確認した。
6	電磁適合性	電子機器から発生する電磁波によって、周りの機器に影響を与え、ハザード制御機能を喪失する。	電磁適合性(EMC)要求に適合した設計とする。	<p>再突入までは機器を起動しないため、問題ないことを確認した。</p> <p>(機器の起動に対するインヒビットについては、UNQ-HSRC-2を参照。)</p>

4. 安全解析の概要

4.2. 標準ハザードの検証結果(3/4)



標準 ハザード 番号	タイトル	想定されるハザード	制御	検証
9	電池の故障 (主電源として使用している電池については、UNQ-HSRC-3を参照。)	セルやバッテリーケースの破裂・破片の飛散、毒性物質や火災の発生により、搭乗員の死傷に至る。	電池に異常がないことを試験で確認する。	試験・検査(電圧測定、外観検査、リーク試験)を実施し、電池に異常がないことを確認した。
11	電力系の損傷	電気回路の短絡による機器の損傷。 電線の破損による有害物の発生、火災。	電源からインヒビットまでの電線の長さを規定値以内にする。 (小型衛星など、ISS内で電源を入れない機器に対して適用できる)	電線の長さが規定値以内であることを図面及び現物の検査で確認した。
14	搭乗員退避経路の阻害	搭乗員が緊急時に退避する時に、HSRCが退避経路を阻害する。	HSRCが搭乗員の退避経路を阻害しない設計とする。	HSRCが搭乗員の退避経路を阻害しない設計であることを解析及び現物の検査で確認した。

4. 安全解析の概要

4.2. 標準ハザードの検証結果(4/4)

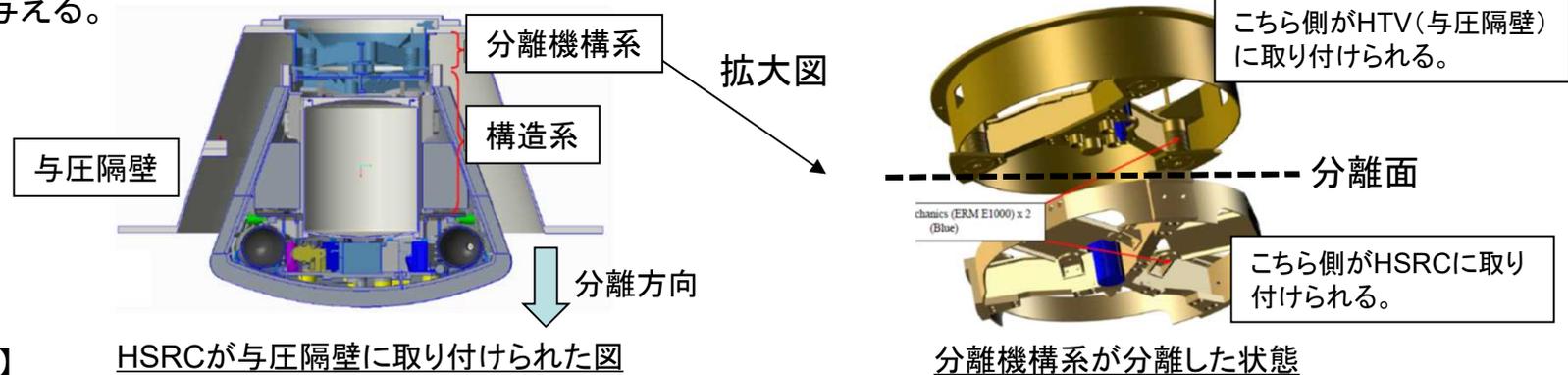


標準 ハザード 番号	タイトル	想定されるハザード	制御	検証
15	構造破壊	打上げ環境によりHSRCが構造破壊し、周囲に損傷を与える。	HSRCを打上げ環境に耐えられる設計とする。	設計結果が問題ないことを確認した。 振動試験で異常がないことを確認した。
16	封入された容器の破損	封入された容器に圧力変化が起きた際に圧力差により容器が破損する。	容器の内部エネルギーを、19,310J以下にする。	規定値以下であることを確認した。
17	通気口を有する機器の破損	通気口を有する機器に圧力変化が起きた際に圧力差により機器が破損する。	容積に対する開口部の面積の比率(容積／開口部の面積)を規定値以下とする。	規定値以下であることを確認した。

4.3 ユニークハザードの検証結果 UNQ-HSRC-1／構造破壊

【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード (ISS、「きぼう」の損傷／搭乗員の死傷)

- ・軌道上運用中の加速度荷重によりHSRCの構造系及び分離機構系が構造破壊を起こし、搭乗員やハードウェアに有害な影響を与える。



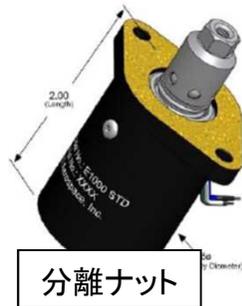
ハザード原因	制御	検証結果
不適切な構造強度	打上げ荷重及び軌道上荷重に対して正の安全余裕を有する構造設計。	強度解析により確認した
不適切な材料選定	ISS要求を満足する材料を使用する	材料リストの審査及び承認を確認した
材料の疲労	ISS要求に基づいたフラクチャコントロールを行う	フラクチャコントロール計画及び結果の承認を確認した
不適切な締結具の使用	認定/標準締結具を使用する	締結具管理計画、認証を確認した
締結具の緩み	緩み止め付きの締結具を使用する	製造記録を確認した
不適切な組立 (地上)	組立工程の管理を行う	組立工程管理、製造記録を確認した
不適切な組立 (軌道上)	締結具のトルク管理を行う (運用制御)	運用制御合意文書 ^{注)} を確認した

注) 運用制御合意文書: 運用制御内容を装置開発担当部門から手順書を作成する運用部門に申し送るための文書

4.3ユニークハザードの検証結果 UNQ-HSRC-2/HSRCの意図しない分離

【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(ISS、「きぼう」の損傷/搭乗員の死傷)

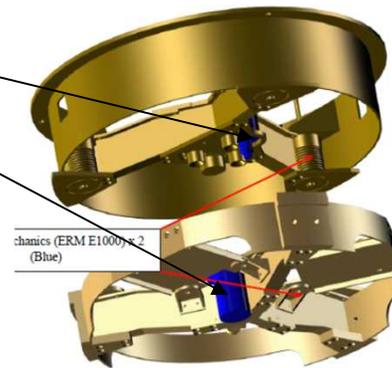
- ・HSRCの分離機構系が意図しないタイミングで分離し、搭乗員やハードウェアに有害な影響を与える。



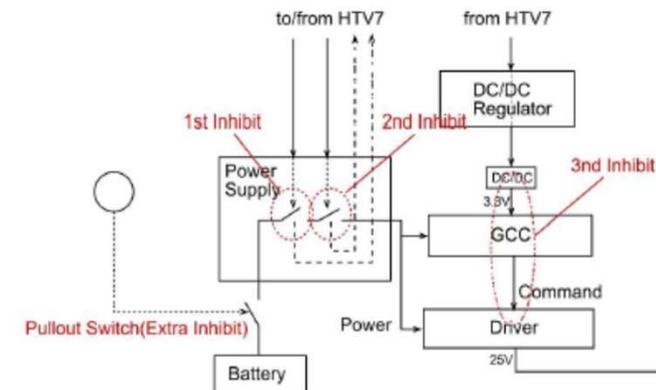
分離ナット

分離ナットの主な仕様

型番	ERM E 1000
質量	150g
寸法	Φ36.8mm × 50.8mm
個数	2個



分離機構系
(図中の青い部分が分離ナット)



3つのインヒビット

【制御方法、検証方法】

ハザード原因	制御	検証結果
電気的な故障	分離機構を動作させるために、3つの独立したインヒビットを持つ。	<ul style="list-style-type: none"> ・3つのインヒビットを持つことを図面で確認した。 ・3つのインヒビットの機能を試験で確認した。 ・打上げ前にインヒビットのステータスを確認する。射場作業にて実施予定。安全検証追跡ログに識別。
機構的な故障	<ul style="list-style-type: none"> ・2つの独立した分離ナットを持つ。 ・ISS共通の要求に基づく機構設計とする(1故障許容相当)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・1つの分離ナットが誤動作しても、残りの分離ナットで荷重に耐えることを構造解析で確認した。 ・解析及び試験結果を確認した。

4.3ユニークハザードの検証結果 UNQ-HSRC-3／電池の故障

【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(電池の破裂によるISS、「きぼう」の損傷／搭乗員の死傷)

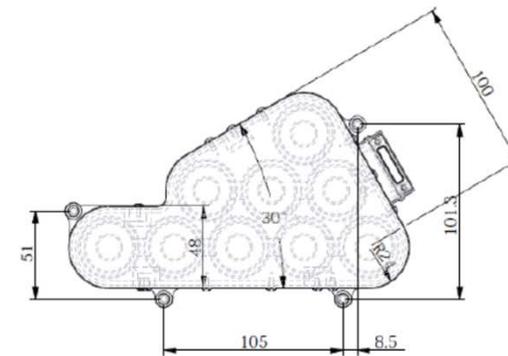
・ データ処理・電源系に含まれる電池の故障により、気体や電解液が漏えいし、ISSや「きぼう」が損傷する。また、搭乗員の死傷に至る。

電池の主な仕様



HSRCで使用する電池

型番	UHR-CR34610
電池の種類	リチウム一次電池
構成	9直列、1並列
寸法(1個当たり)	Φ34mm × 61mm
電圧範囲	20～29V



バッテリーユニット組立

【制御方法、検証方法】

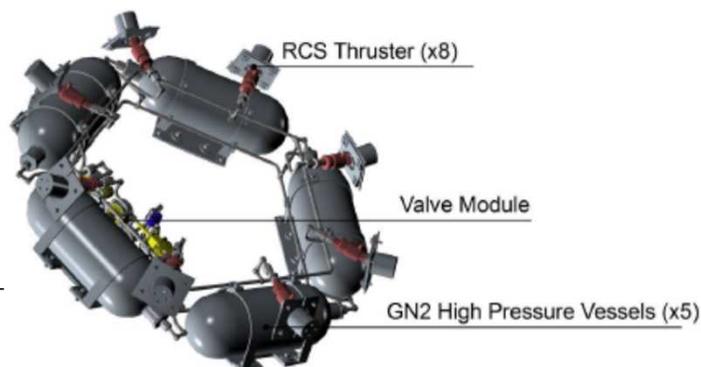
ハザード原因	制御	検証結果
内部短絡	環境試験を実施し、電池に欠陥がないことを確認する。	ランダム振動試験及び真空試験を実施し、試験の前後で電池の特性に変化がないことを確認した。
外部短絡	<ol style="list-style-type: none"> セル間の電線を適切に絶縁する。 セルと電線を動かないように固定する。 電池は他のシステムとインヒビットで絶縁する。 短絡に対する保護デバイス(2つのフューズ)を持つ。 電池と電子回路間のケーブルを適切に選定する。 	<ol style="list-style-type: none"> 図面を確認した。絶縁が適切にされていることを検査で確認した。 図面を確認した。 設計結果を確認した。 設計結果を確認した。 設計結果を確認した。絶縁が適切にされていることを検査で確認した。
熱的な異常	<ol style="list-style-type: none"> HSRCがISSから分離するまで、電池を規定の温度で保管する。 充電できない電池を使用し、充電用の回路を持たない。 	<ol style="list-style-type: none"> 熱試験で確認した。 設計結果を確認した。
過放電	<ol style="list-style-type: none"> 意図しない電源ONを防ぐインヒビットを有する。 適切な電池を選定する。 	<ol style="list-style-type: none"> 設計結果を確認した。 設計結果を確認した。

4.3ユニークハザードの検証結果 UNQ-HSRC-4／圧カシステムの破裂

【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード (ISS、「きぼう」の損傷／搭乗員の死傷)

- ・ 推進系の圧カシステムが不適切な設計や運用により破裂し、搭乗員やハードウェアに有害な影響を与える。

HSRCの推進系
(圧カシステム図を添付3に示す)



推進系の主な仕様

使用するガス	窒素ガス
最大設計圧 (MDP)	19.6 MPa
直径	120 mm以下 (1ボトル当たり)
貯蔵量	1.895 kg以上 (5ボトルの合計)

【制御方法、検証方法】

ハザード原因	制御	検証結果
不適切な設計	適切な安全係数を使用して、安全余裕を確保した設計とする。	設計結果を確認した。 プルーフ試験及びリーク試験で確認した。
潜在する欠陥による故障	適切なフラクチャコントロール計画を使用する。	フラクチャコントロール計画を確認した。 フラクチャコントロール計画に基づき、適切に実施されていることを確認した。
不適切な材料の選定	適切な材料を使用する。	材料使用リストを審査した。
温度上昇による過加圧	圧カシステムの周辺に熱源のない設計とする。	設計結果を確認した。
圧カシステムの不適切な製造・組立	図面に基づき、適切に製造する。	現物を検査した。
ガスボトルユニットの不適切な製造及び運用 (ガスボトルユニットは、「きぼう」で使用している既開発品)	1. ガスボトルユニットを既開発品と同じ方法で製造し、試験する。 2. ガスボトルユニットを損傷管理計画に従って取り扱う。	1. 既開発品と同じ製造方法であることを製造記録で確認した。プルーフ試験及びリーク試験の結果を確認した。 2. 損傷管理計画及び結果を確認した。
地上での気体の不適切な充填	地上での気体の充填を適切に行う。	射場作業にて実施予定。安全検証追跡ログに識別。

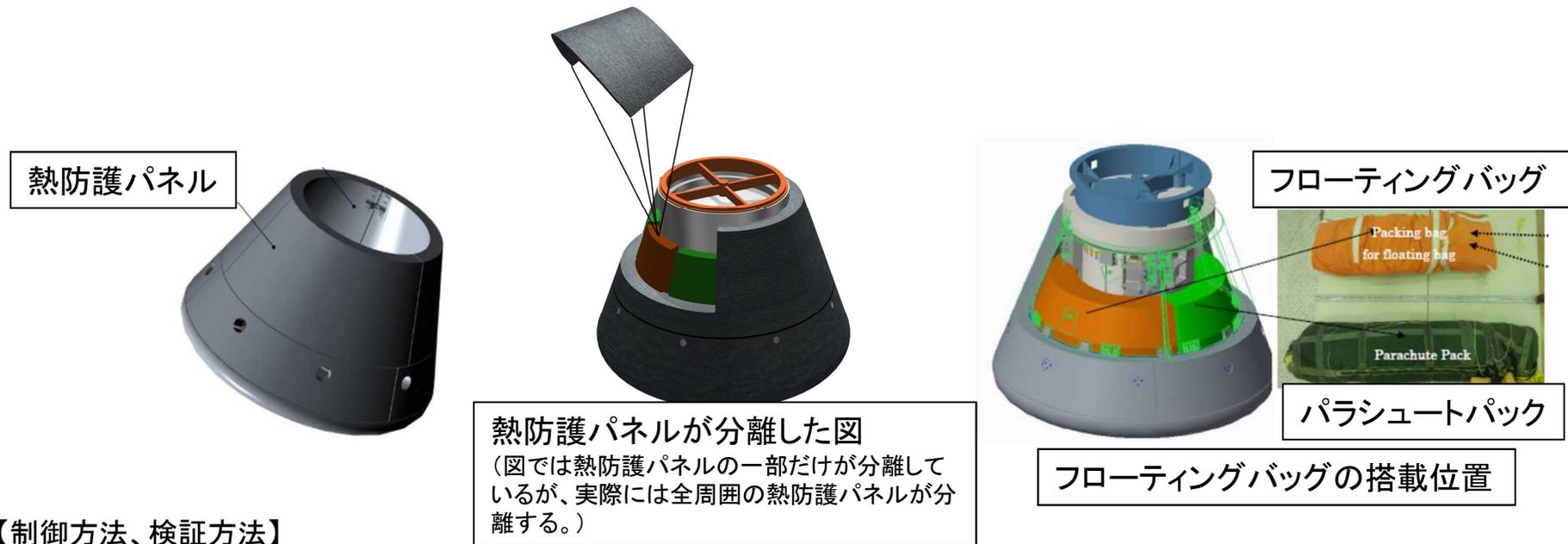
4.3ユニークハザードの検証結果

UNQ-HSRC-5／CO2ガスの漏えいによる熱防護パネルの分離



【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(ISS、「きぼう」の損傷／搭乗員の死傷)

熱防護パネルは、パラシュートの展開前にHSRCから分離する構造になっている(下図参照)。緩降下・回収系のCO2ボトルからのガスの漏えいにより熱保護パネルの内側に収納されているフローティングバッグが膨張し、熱防護パネルがHSRCから意図せずに分離し、搭乗員やハードウェアに有害な影響を与える。



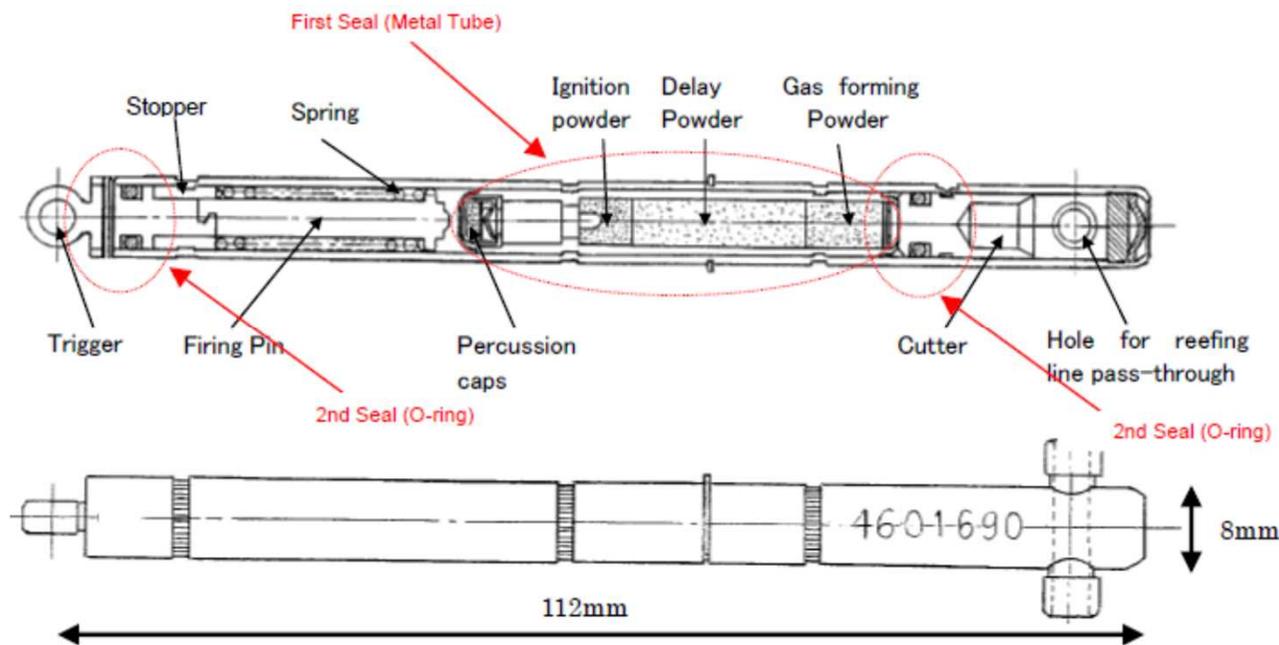
【制御方法、検証方法】

ハザード原因	制御	検証結果
ガスボトルの不適切な設計	ガスボトルを適切な安全係数で安全余裕を確保する。	設計結果を確認した。プルーフ試験で確認した。
ガスボトルの温度上昇による過加圧	ガスボトルの周辺に熱源がない設計とする。	設計結果を確認した。
ガスボトル開用のスイッチの意図しない動作	熱防護パネルの外側に保護カバーを設ける。	設計結果を確認した。

4.3ユニークハザードの検証結果 UNQ-HSRC-6／毒性物質による外部汚染

【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(搭乗員の死傷)

緩降下・回収系のパラシュートリーフingカッターに含まれる粉末あるいは海面着色剤が漏えいし、搭乗員に有害な影響を与える。



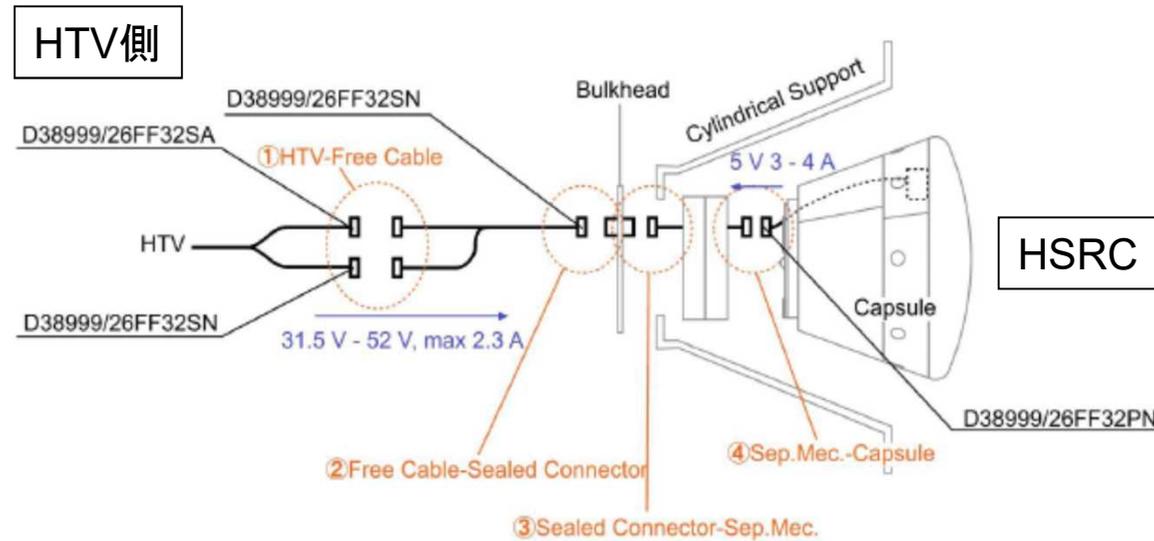
パラシュートリーフingカッターの断面図

【制御方法、検証方法】

ハザード原因	制御	検証結果
リーフingカッターからの粉末の漏えい	<ol style="list-style-type: none"> 1. 粉末を二重シールで封入する。 2. 粉末が容易に外に出ない設計とする。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 図面、現物を確認した。リーク試験で確認した。 2. 図面、現物を確認した。
意図しないリーフingカッターの動作による気体の発生	<ol style="list-style-type: none"> 1. トリガーがファイアリングピンを安全な状態に維持する設計とする。 2. トリガーに過大な荷重がかからない設計とする。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 図面、現物を確認した。振動試験で誤動作しないことを確認した。 2. 解析で確認した。
海面着色剤の粉末の漏えい	2重のパックで封入する。	検査記録を確認した。

4.3ユニークハザードの検証結果 UNQ-HSRC-7／高電圧による搭乗員の感電

【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(搭乗員の死傷)
搭乗員がデータ処理・電源系の電力コネクタの着脱を行う際に、高電圧に接触し、感電する。



コネクタの着脱がある箇所

【制御方法、検証方法】

ハザード原因	制御	検証結果
50V電源ラインの不適切な設計及び製造	適切に設計及び製造する。	設計結果を確認した。 現物を検査した。
不適切な使用	<ol style="list-style-type: none"> 1. コネクタの着脱時には、上流の電源をOFFにする。 2. コネクタの上流にインヒビットを持つ。 3. コネクタ③及び④をつなぐ時には、コネクタ①あるいは②を外しておく。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 設計結果を確認した。 2. 機能試験で確認した。 3. 運用制御合意文書を確認した。

5. 結論

1. 各フェーズにおける有人安全審査会において、ハザードの識別、制御方法の設定、検証結果を審査し、安全解析が適切に実施されていることを確認した。
2. 有人安全審査会の結果を安全審査委員会で審議し、了承された。
3. 「国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM)に係る安全対策の評価のための基本指針」に対するHTV搭載小型回収カプセルの安全検証結果を付表-1に示す。HTV搭載小型回収カプセルは「国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM)に係る安全対策の評価のための基本指針」に適合していることを確認した。

以上により、JAXAは「HTV搭載小型回収カプセル (HSRC)」が安全要求を満足していると判断し、安全審査を完了した。

添付資料



添付1 : 適用文書及び審査文書

添付2 : 略語集

添付3 : 圧力系統図

付表-1 : 「国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM)に係る安全対策の評価のための基本指針」に対する安全検証結果

添付1. 適用文書及び審査文書



(1) 適用要求

- ・ SSP 51700: Payload Safety Policy and Requirements for the International Space Station

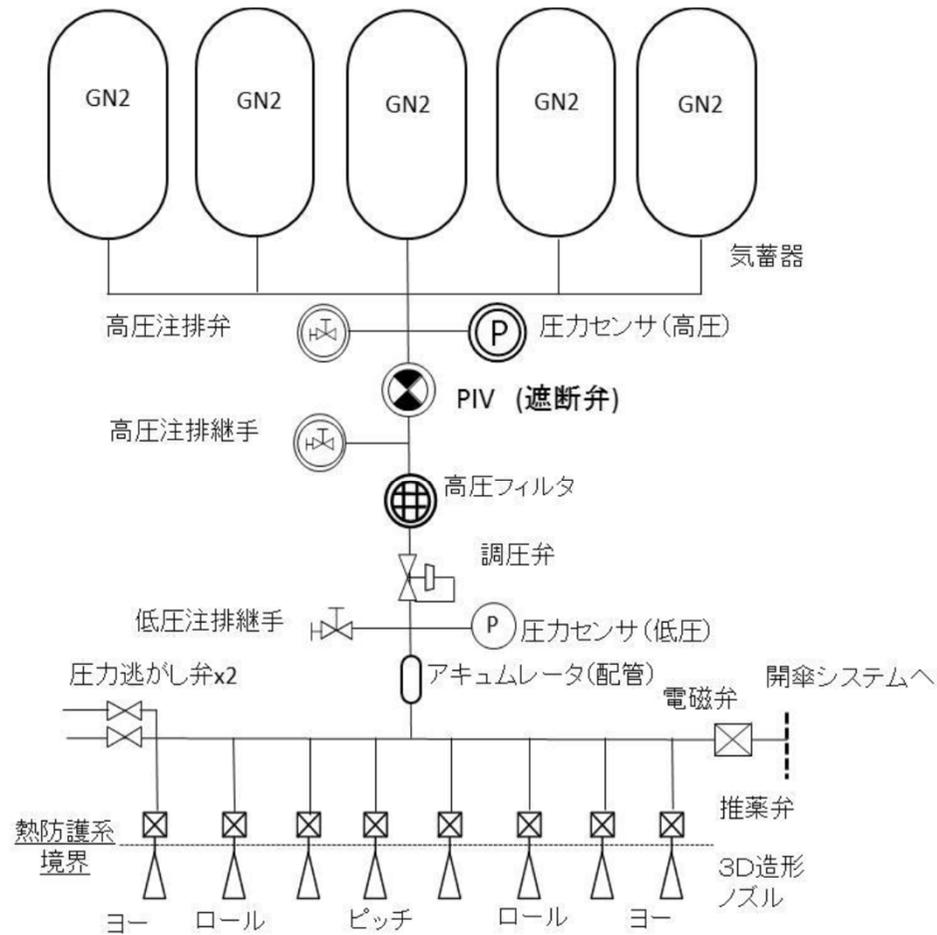
(2) 審査文書

- ・ JRX-2017041D: Phase III Safety Assessment Report for HSRC (HTV Small Re-entry Capsule)

添付2. 略語集

略語	正式名称	和訳
CFRP	Carbon Fiber Reinforced Plastics	炭素繊維強化プラスチック
EMC	Electro Magnetic Compatibility	電磁適合性
EVA	Extra-Vehicular Activity	船外活動
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis	故障モード及び影響解析
FTA	Fault Tree Analysis	故障の木解析
HOPE	H-II Orbiting Plane	宇宙往還機
HSRC	HTV Small Re-entry Capsule	HTV搭載小型回収カプセル
HTV	H-II Transfer Vehicle	宇宙ステーション補給機
ISS	International Space Station	国際宇宙ステーション
IVA	Intra-Vehicular Activity	船内活動
JAXA	Japan Aerospace eXploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JEM	Japanese Experiment Module	日本実験棟
MDP	Maximum Design Pressure	最大設計圧力
MIUL	Material Identification and Usage List	材料使用リスト
S&MA	Safety and Mission Assurance	安全及びミッション保証

添付3. 圧力系統図



HSRCの圧力系統図