

国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」
(JEM)搭載予定の
小型衛星放出機構(J-SSOD)に係る
安全対策について

質問に対する回答

平成24年3月26日

宇宙航空研究開発機構

【本資料の位置付け】

本資料は、平成 24 年 3 月 16 日(金)に開催された第5回安全部会における 国際宇宙ステーションの日本の実験棟「きぼう」(JEM)搭載予定の小型衛星放出機構(J-SSOD)に係る安全対策についての説明に対する構成員からの質問に対し、独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)の回答をまとめたものである。

● 調査審議の観点1(安全確保の考え方)に関連する質問

1-1	船内実験室における安全確保の考え方について	3ページ
-----	-----------------------	------

● 調査審議の観点2(安全審査プロセス)に関連する質問
該当なし

● 調査審議の観点3(課題抽出の手法)に関連する質問

3-1	ISS への衝突ハザードに関するハザード要因の識別について	4ページ
3-2	船外への搬出作業(エアロック/ロボットアーム運用)について	7ページ
3-3	セパレーションスプリングについて	8ページ
3-4	シャープエッジについて	11ページ
3-5	高温への接触について	13ページ

● 調査審議の観点4(抽出された課題への対処の方向性)に関連する質問

4-1	オフガスについて	14ページ
4-2	EMC について	15ページ
4-3	固体潤滑剤の塗布について	17ページ
4-4	無重カシミュレーションについて	18ページ
4-5	小型衛星放出口のロンチカバーについて	19ページ
4-6	小型衛星の放出について	20ページ

● その他の質問

5-1	J-SSOD 摺動部クリアランス等について	21ページ
5-2	小型衛星地球周回寿命について	24ページ

調査審議の観点1(安全確保の考え方)に関連する質問

【質問番号 1-1】 船内実験室における安全確保の考え方について

【質問内容】

人間(宇宙飛行士)と衛星とが国際宇宙ステーションの船内実験室という同じ空間に存在することはあまり例がないと思うが、安全はどのように確保されるのか。

【資料の該当箇所】

安全 5-1-3

【回答者】JAXA

【回答内容】

ISS(船内)への搭載物は、物資の種類にかかわらず、同じ安全要求が適用となります。小型衛星についても、他のISS(船内)の実験装置と同様の安全要求が適用となりこれを満たしていることが打上げ前に評価、確認されます。現時点で識別されているハザードについては、安全 5-2-3 の付表-3 を参照ください。

調査審議の観点3(課題抽出の手法)に関連する質問

【質問番号 3-1】 ISS への衝突ハザードに関するハザード要因の識別について

【質問内容】

有人宇宙活動の特殊性から、本装置で放出されるペイロードが何らかの理由で放出できなかった場合、また本装置が機械的に収納出来なかった場合は、そのペイロードをどのように収納、放棄等をするか、また本装置を収納、放棄するかが、最大の本装置に対するトップ事象として対処しなければならないと考えます。勿論ペイロード側の審査で本装置に対する安全が担保されるでしょうが、ここでもシステム安全として対処が必要と考えます。本資料では、この部分を安全設計をしているとなっていますが、どう処置されていますか。

【資料の該当箇所】

安全 5-2-3 表 8-1 3 項(3)及び 9 項

【回答者】JAXA

【回答内容】

ISS への衝突ハザードの要因としては、以下の分類でハザード要因を識別し、放出機構に起因するものについて、今回審査対象としています。

- 放出機構に起因するもの
- 衛星に起因するもの

次ページ以降に概要を説明します。

(1) 放出機構に起因するもの

放出機構に起因するものとしては、機械的な故障で(a)不意に放出されるケース、電氣的な故障で(b)不意に分離機構が駆動するケース、引っかかりなどにより(c)放出が不完全になるケースの3つがあります。

(a) 分離機構の機械的な故障による不意の放出

以下を安全制御として識別しています。

- フックとカムの接触状態が正常であること
- 軌道上荷重でカムが動作しないこと

(b) 電氣的な故障による分離機構の不意の駆動

以下を安全制御として識別しています。

- 3つの独立したコマンドで放出機構が駆動すること
- ロボットアームにより放出機構を放出方向に向けてから、上記コマンドを送信すること
- 同時放出時の対策として、衛星ケースがハの字設置となっていること

(c) 不完全な放出(放出できない状態を含む)

以下を安全制御として識別しています。

- メインスプリングの設計が適切であること。
- バックプレート、レールガイドの設計が適切であること。
- 衛星の設計及び製作が適切であること。

(補足)

放出機構のハザードレポートとしては、衛星に対する要求を適切に設定することを安全制御としています。本要求に対して衛星が適切に設計されているかどうかは、衛星の安全審査で評価されます。

(2) 衛星に起因するもの

衛星が要求通りに設計、製作されていない場合や、衛星搭載ケース内でアンテナ等が誤展開した場合、(c)不完全な放出の要因になることから以下のような安全制御を識別し、衛星の安全審査で審査することとしています。

(a) 不完全な放出(放出できない状態を含む)

- 衛星が放出機構の要求に適合して適切に設計、製作されていること。((1)(c)参照)
- アンテナ等の展開物の誤展開防止設計

なお、これらの制御にも関わらず、万一、不完全な放出が発生した場合、あるいは放出できない場合については、以下のとおりの対策をとっています。

a)想定以下の速度で放出された場合

放出速度が0の場合でも、放出後1周回で衛星が宇宙ステーションの中心から200m以上離れることを確認している。

b)衛星が放出されない場合

ロボットアームにより衛星及び放出機構に加速度を付加し、当該加速度によっても衛星が放出されないことを確認後、エアロック経由で船内に戻す。今回放出予定の衛星は、最大でも20x10x10cm級であり、エアロック内のエンベロープには十分な余裕があるため、エアロックの通過は可能。

【質問番号 3-2】 船外への搬出作業(エアロック/ロボットアーム運用)について

【質問内容】

小型衛星の船外への搬出作業は、ロボットアームを運用しますが、これに対するリスク、成功しない要素はないのでしょうか。

【資料の該当箇所】

安全 5-2-2 6 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

ロボットアームの故障に対するリスクは、HTV で運搬される曝露パレットや、それに搭載される曝露実験装置のハンドリングに係るリスクと同じであり、既に JEM ロボットアームの安全評価の中で確認された範囲で運用します。

以下に「きぼう」ロボットアームの故障モードと対応策の概要を示しますが、リスクは制御されていると判断しています。

- ・ 船内の操縦卓故障： バックアップドライブシステムによる運用継続
- ・ ロボットアーム関節故障： 軌道上にある関節予備品と交換(船外活動)
- ・ ロボットアーム手先部故障： 地上にある手先部予備品を打上げ交換(船外活動)

【質問番号 3-3】 セパレーションスプリングについて

【質問内容】

「セパレーションスプリングは各衛星の後ろに取付けることを I/F 条件としている」と説明があったかと記憶しております。

- ・ 衛星 3 にもセパレーションスプリングは取付けてあるのでしょうか。安全 5-2-3、20 ページには取付けてないように見えます。
- ・ 衛星に取付けてあり、衛星放出後に衛星から分離されてセパレーションスプリング単体で放出されることはないのでしょうか。

【資料の該当箇所】

安全 5-2-2 5 ページ

安全 5-2-3 20 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

- ・ 搭載される 3 衛星全てにセパレーションスプリングは実装されています。(レール後端 4 箇所のうち、対角 2 箇所に取り付け)
- ・ セパレーションスプリングはネジにより衛星のレールに装着されるため、放出後も衛星側に残ります。(次ページ参照)

安全 5-2-2 の参考 3 としてセパレーションスプリングの概要図を追加致します。また安全 5-2-3 20 ページを下記のとおり修正します。

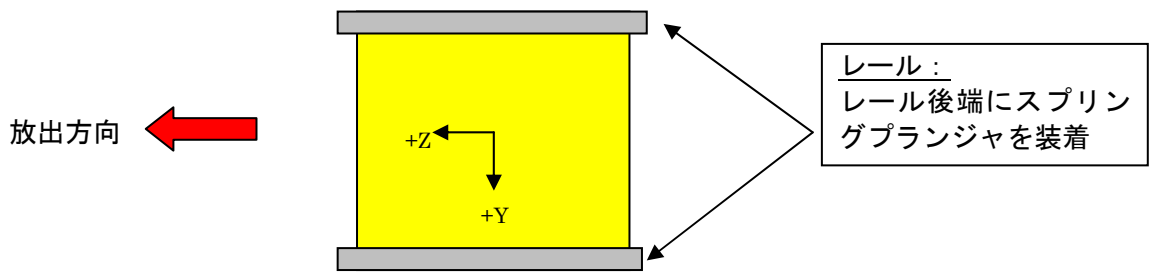


図1 衛星の側面

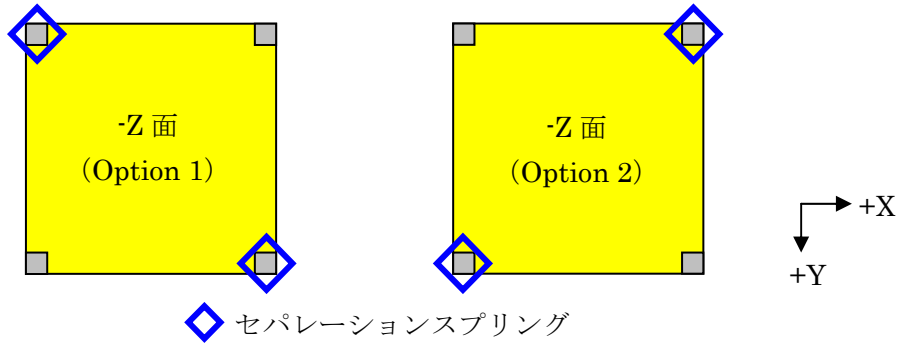


図2 衛星の後方図

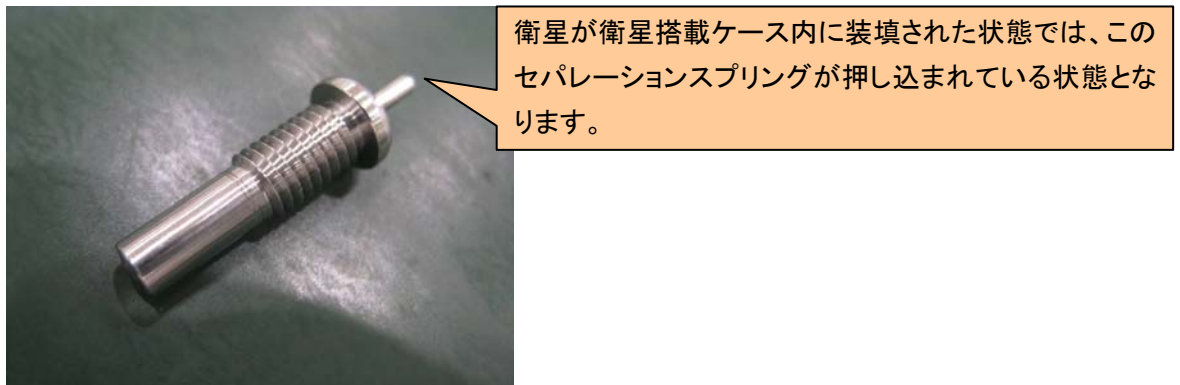


図3 セパレーションスプリング外観 (バネは内蔵されている)

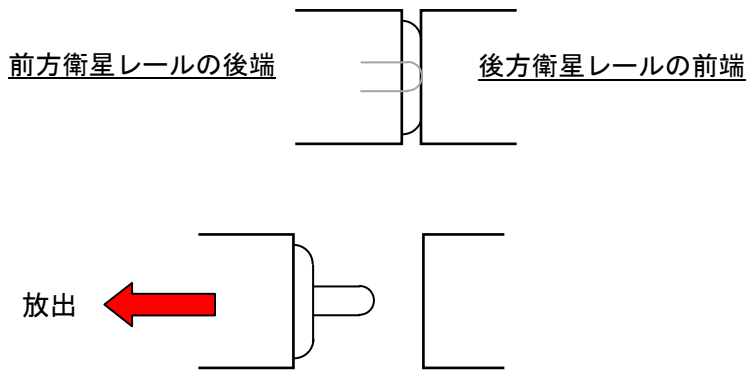


図3 セパレーションスプリング動作概要



参考3 小型衛星に取り付けられるセパレーションスプリングの説明



- 搭載される3衛星全てにセパレーションスプリングは実装される。(レール後端4箇所のうち、対角2箇所に取り付け)
- セパレーションスプリングはネジにより衛星のレールに装着されるため、放出後も衛星側に残る。

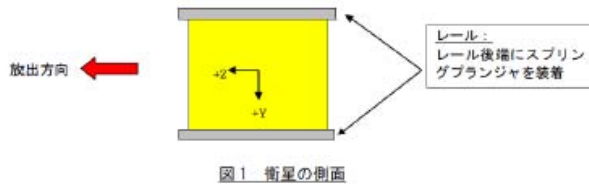


図1 衛星の側面



図2 セパレーションスプリング外観 (パネは内蔵されている)

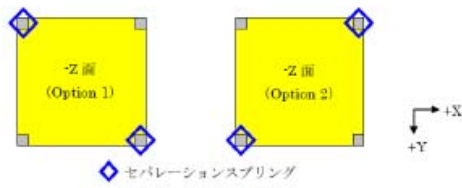


図3 衛星の後方図

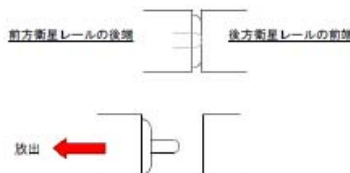


図3 セパレーションスプリング動作概要

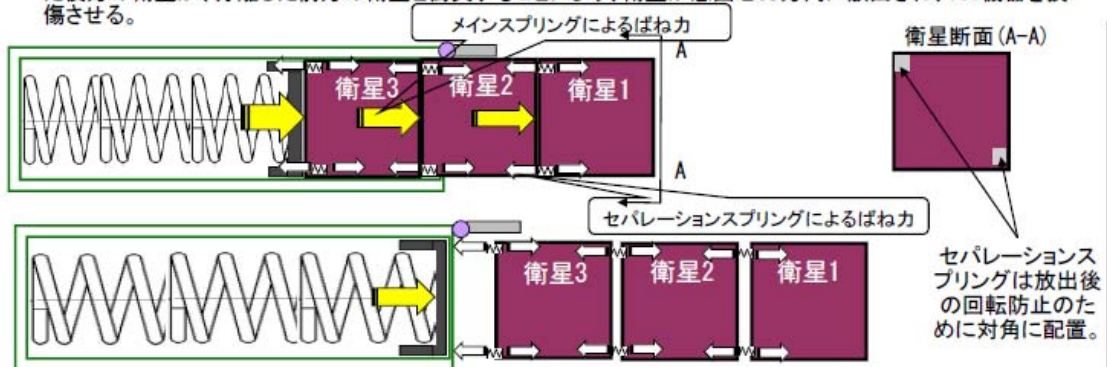


8.3 J-SSODおよびMPEPに特徴的な制御方法により検証した事項 (1) 衛星のISS/クルーへの衝突 (4/5)



【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード

- 放出中の衛星同士がケース内でセパレーションスプリング力により分離し、メインスプリング力により加速された後方の衛星が、分離した前方の衛星と衝突することにより、衛星が意図せぬ方向に放出され、ISS機器を損傷させる。



【制御方法、検証方法】: リスク最小化設計

制御	検証
(1) メインスプリングにより衛星を押し出す力を、セパレーションスプリングにより衛星を押し戻す力より大きくすることにより、セパレーションスプリングがケース内では伸びることができない状態とする。この状態を衛星3がケースを出るまで維持できるように、メインスプリングおよびセパレーションスプリングのばね定数とストロークを設定する。 (2) 衛星3がケースから出るまでメインスプリングのばね力を衛星に負荷できるように、メインスプリングの自然長をケース長より長くする。	(1) ケース内で衛星同士が分離しないことを、機構応答解析および機能試験により確認した。 注)衛星側に対しては、インタフェース管理文書にてJAXAの提供するセパレーションスプリングを使用することを要求する。(検証結果は衛星の審査時に確認予定) (2) 現品検査により、図面どおりのメインスプリングであること確認した。

【質問番号 3-4】 シャープエッジについて

【質問内容】

J-SSOD のシャープエッジに関するハザードはカタストロフィックハザードと識別されているが、2 故障許容になっていないように見える。どのように考えているのか。

【資料の該当箇所】

安全 5-2-3 22 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

シャープエッジの危険度については、船外クルーに対してはカタストロフィックハザード、船内クルーに対してはクリティカルハザードに識別されます。ただし、シャープエッジに対しては、船内クルー、船外クルーいずれについても、安全制御は故障許容設計でなく、断面を丸めるもしくは面取りを行うことによるリスク最小化設計の手法をとっています。J-SSOD についてもリスク最小化設計を適用しました。

しかしながら、J-SSODのフックとカムについては、下記のとおり、シャープエッジに対する船外クルー及び船内クルーに対するISS要求に適合していない部位が識別されました。

部位	設計結果	船外クルーに対する要求と適合結果	船内クルーに対する要求と適合結果	安全対策	
				船外クルーに対して	船内クルーに対して
J-SSODフック (側面)	R1	R1.5(不適合)	R0.76(適合)	接触禁止エリアによる運用制御	不要
J-SSODフック (先端)	R0.5	R1.5(不適合)	R0.76(不適合)	接触禁止エリアによる運用制御	不要(専用のグローブによる接触試験により合格)
J-SSODカム(周縁部)	R1	R1.5(不適合)	R0.76(適合)	接触禁止エリアによる運用制御	不要

これらの部位について、船外クルーに対しては、接触禁止エリアを設定する運用制御を行うことにいたしました。なお、この運用制御が承認されるにあたっては、①小型衛星放出機構の運用にあたっては、計画的な船外活動が予定されていないこと、②仮に小型衛星放出機構の周辺部で船外活動を行う事態が発生した場合でも、当該シャープエッジから船外クルーまでの距離が十分維持できることを確認しております。また、船内クルーに対する要求不適合の部分が存在する場合でも専用のグローブによる接触検査により問題なければ適合とみなされます。今回の部位についてもグローブによる検査により合格しましたので、特に運用中の対策は不要となります。

CubeSat 規格衛星では表面に太陽電池パネルを有することが一般的です。太陽電池パネルが貼られた面がJ-SSOD衛星放出面にくることがあるため、一般的な処置として接触禁止エリアとして設定しています。

上記を反映し、安全5-2-3 16ページ及び22ページは以下のとおり修正します。

8. 安全設計・検証結果

8.2 ISS共通の制御方法の適用とその検証結果

ISS共通の制御方法を用い、その有効性を検証した事項(つづき)

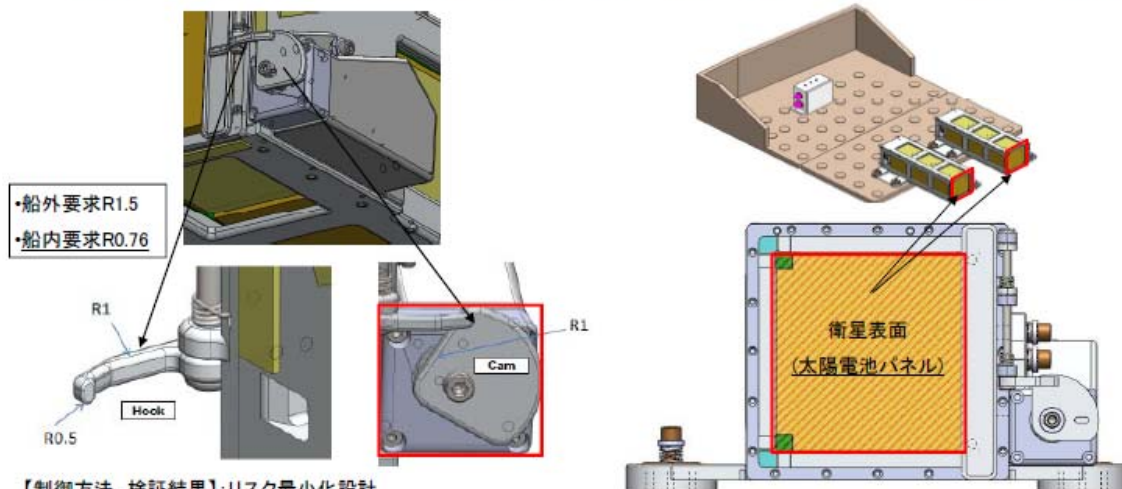
	ハザード内容及び被害の度合い	想定されるハザードとその原因	ハザード制御方法	ハザード制御の有効性の検証方法及び検証結果	宇宙ステーション取付型実験モジュール(JEM)に係る安全評価のための基本指針関連項目
⑩	障害物による退避経路の妨害 (カタストロフィックハザード)	・衛星放出機構の船内及び船外の設置状態が、クルーの退避経路と干渉する。	【リスク最小化設計】 ・船内においては、ISSが規定する最小退避経路(縦127cm×横183cm)を確保する。 ・船外においては、予め規定した移動退避経路と干渉しないこと。	・図面および干渉解析により船内では退避経路が確保されること、また船外では移動経路と干渉しないことを確認した。	8.(2)アクセス
⑪	引っ掛かり、挟み込み (カタストロフィックハザード)	・機器の突起物や可動部により、船外活動中の搭乗員の手袋、衣服に穴が開く、可動部に挟み込まれなど搭乗員の死傷に至る。	【リスク最小化設計】 ・ISS共通の安全標準に基づき、機器は許容できない突起物或いは隙間がない設計とする。	・突起及び隙間に関する共通の要求に合致していることを現品検査により確認した。	7.(1)搭乗員の保護
⑫	穴、隙間による拘束 (カタストロフィックハザード)	・機器の穴や隙間により、船外活動中の搭乗員の手袋などが隙間に引っ掛かり拘束されるなど搭乗員の死傷に至る。	【リスク最小化設計】 ・ISS共通の安全標準に基づき、機器は許容できない穴や隙間がない設計とする。	・穴及び隙間に関する共通の要求に合致していることを現品検査により確認した。	7.(1)搭乗員の保護
⑬	鋭利な端部、突起物への接触 (船外:カタストロフィックハザード、船内:クリティカルハザード)	・装置の鋭利端部・突起物により、船外活動中の船外搭乗員の手袋、衣服に穴が開き、搭乗員の死傷、船内搭乗員の負傷に至る。	【リスク最小化設計】 ・ISS共通の安全標準に基づき、装置は許容できない鋭利端部・突起物或いは隙間がない設計とする。	・面取り及び隙間に関する共通の要求に合致していることを現品検査により確認した。 ・ただし、ISS要求を満足できない分離機構の一部(フックとカム)については、接触禁止エリアの設定、もしくは接触検査の実施を行った(8.3(2)項)。	7.(1)搭乗員の保護
⑭	クルー退避時の障害 (カタストロフィックハザード)	・船内においてケーブル等がきぼぼうのハッチ等と干渉し、緊急退避時の障害となる。	【リスク最小化設計】 ・船内での運用コンフィギュレーションが緊急退避を妨害しないような設計とする	・きぼぼう船内でのコンフィギュレーションを図面により確認した。	8.(2)アクセス

16

8.3 J-SSODおよびMPEPに特徴的な制御方法により検証した事項 (2) シャープエッジ等による接触禁止エリアの設定

【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(船外クルーに対して)/クリティカルハザード(船内クルーに対して)

- ・ J-SSODの分離機構、機能上の必要性から船外クルーに対するISS要求(R1.5)および船内クルーに対する要求(R0.76)を満足できないシャープエッジ部位があり、船外服もしくは船内クルーを損傷させる可能性がある。
- ・ 船外クルーが接触することにより、衛星の表面の太陽電池パネル(ガラス材質)が破損し、シャープエッジ部位となる可能性がある。



【制御方法、検証結果】: リスク最小化設計

制御	検証結果
<ul style="list-style-type: none"> ・ 船外クルーへの要求が満足できないフック、カム、衛星表面に対して接触禁止エリア(No Touch Area)を設定する。 ・ 船内クルーに対しては、専用グローブによる接触検査を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 接触禁止エリアが運用制御合意文書に規定されたことを確認した。 ・ 接触検査により問題ないことを確認した。

*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

22

【質問番号 3-5】 高温への接触について

【質問内容】

MPEP 表面温度をエアロック内で冷ます必要があり、その為の時間は 8 時間とも 18 時間とも説明されている。MPEP 自体大きな発熱源を持っているようには思えず、オフノミナルな状況で高温になるように思える。高温になるのはどういう状況なのだろうか？

【資料の該当箇所】

安全 5-2-3 23 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

MPEP は、エアロック回収前の船外環境(日陰・日照)の状態により、低温状態・高温状態になります。

安全部会の際は、低温状態にある MPEP が、IVA クルーの許容接触温度まで上昇するために必要な待ち時間が 8 時間、エアロックを空気で再加圧する際の低温状態から常温に至る間に発生する結露を防止するために必要な待ち時間が 18 時間としてご説明いたしました。

尚、本質問票でのご指摘について、MPEP にはヒータがありますが、大きな発熱源とはなりません。ヒータに on 故障が発生した場合、MPEP は高温になりえますが、この場合、約 57°C になると解析しております。(本値は、ヒータ on 故障、常時日照状態での解析結果となります。)

調査審議の観点4(抽出された課題への対処の方向性)に関連する質問

【質問番号 4-1】 オフガスについて

【質問内容】

必要に応じ部品、機器でオフガス試験を実施したとある。必要に応じとは曖昧な表現である。どの時点でオフガス試験が必要となったのだろうか。何度かチェックしている印象である。参考として示されている JEM では加熱も行っているのに対し、J-SSOD は積極的なオフガスは実施されていない。

【資料の該当箇所】

安全 5-2-3 付-3 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

機器に使用する材料のうち、オフガス量のデータが存在し、使用が許可されているものは必ずしもオフガス試験を実施する必要はありません。
放出機構の場合には、オフガス量のデータが存在しない部品・材料についてのみ、オフガス試験を実施したため、「必要に応じ」という記述としています。
尚、放出機構に対するオフガス試験は、JEM の他機器と同じ試験条件(加熱条件、時間)で実施しています。

【質問番号 4-2】 EMC について

【質問内容】

電磁干渉試験(放射、感受性試験)により要求値内であることを確認したとある。通常の衛星搭載機器とは異なり、感受性レベルは機器毎に変わっているようで、他装置の電磁環境にマージンを加えた環境で誤動作しないように設計することが要求されている。誤動作とは「想定されるハザード」で示されているように、衛星が意図しない時点で放出されてしまうことになり、重大である。この場合、他装置とは何で、その放射レベルとマージンはいくらに設定されているのか。

【資料の該当箇所】

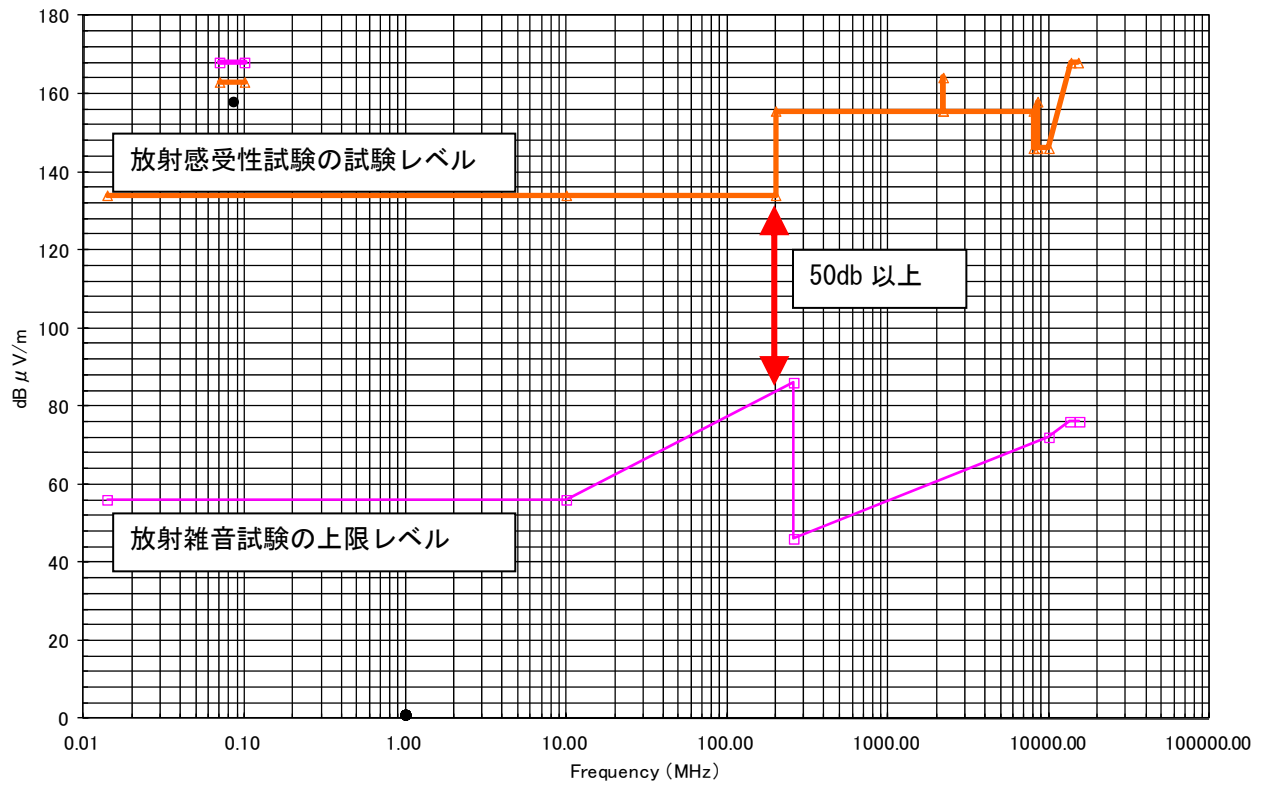
安全 5-2-3 14 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

宇宙ステーションの電磁干渉試験の要求として、対象機器から出る放射雑音が規定のレベル以下となることを確認する試験(放射雑音試験)と、対象機器が宇宙ステーション環境から受ける放射雑音に対する感受性を確認する試験(放射感受性試験)があります。

この宇宙ステーション要求では、周波数帯にもよりますが、放射雑音試験で許容される電界強度と放射感受性試験で対象機器に放射する電界強度との間に少なくとも 50dB 以上の差があります。他機器も本放射雑音試験要求に基づいて試験が行われていることから、放出機構が放射感受性試験のレベルで誤動作などの感受性を示さなければ、他装置を特定することなく、宇宙ステーションの放射雑音環境に対して適合していることとなります。



【質問番号 4-3】 固体潤滑剤の塗布について

【質問内容】

検証結果欄では「現品検査で所定の潤滑剤が塗布されたことを確認」と記載されている。MoS₂ グリースを使用しているのではないかと想像するが、レールは一度だけしか使わないし、塗布量はそれほど多くつける必要はないはずである。目視では正確に把握できないように思うが、所定とされる判断基準は明確なのだろうか。

【資料の該当箇所】

安全 5-2-3 19 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

使用する固体潤滑剤はご質問の通り、二硫化モリブデン(MoS₂)です。

固体潤滑施工については、「きぼう」船外実験プラットフォームの機構系部品などで実績のある要求と同じ膜厚要求を適用し、図面指示により管理しています。また、膜厚は使用回数によらず同じ要求を適用しています。

固体潤滑施工は認定された特殊工程作業規定に基づき実施しており、潤滑塗布作業の前後で寸法検査を実施し、図面指示による膜厚に仕上がっていることを検査にて確認しています。

放出機構の衛星搭載ケースは再利用して使うことも想定していますが、船外実験プラットフォームの機構系部品に比べて、負荷される面圧も十分に小さいことから、放出機構について、寿命管理要求はありません。

【質問番号 4-4】 無重力シミュレーションについて

【質問内容】

小型衛星群の放出時の作動(特にセパレーションスプリングを対角線に配置しているなどに対し)の確実性を示すための3次元での作動を模擬した地上シミュレーションを実施していると思われる。その内容について説明いただきたい。

【資料の該当箇所】

安全 5-2-3 20 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

3次元でのシミュレーションとして以下のケースで実施しております、いずれも正常に放出できること、放出角度誤差も要求値以内であることを確認しています。

解析ツール: Solid Works

解析ケース:

ノミナルケース:

- ① メインバネ定数のばらつき(±15%)を考慮
- ② 衛星重心のばらつきを考慮(幾何学中心から半径20mm)
- ③ セパレーションスプリングのバネ定数のばらつき(0.6±0.09N)
- ④ 上記②と③の組合せ

オフノミナルケース

- ① 上記②+セパレーションスプリングの片側故障

【質問番号 4-5】 小型衛星放出口のロンチカバーについて

【質問内容】

「チェックアウト時は、小型衛星放出口にロンチカバーをつけることで誤放出を防ぐ設計であること」とありますが、ロンチカバーを取り外す前に、衛星ロックドアをロックするカムが適切な位置にあることを確認する必要があると考えます。手順書に明記されているのでしょうか。

【資料の該当箇所】

安全 5-2-3 17 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

ご指摘のとおり、ロンチカバー取外し前にはフックに対するカムの位置が適切であることを確認する必要があります。この確認については、ハザードレポートの安全制御の一つである運用制御として識別しており、本運用制御は最終的に軌道上クルーの手順書へ反映されます。

資料の該当箇所の記述が適切ではありませんでしたので、ハザードレポートの記述に合わせ、以下のとおり修正致します。

○資料 安全 5-2-3 17 ページ

制御：ロンチカバー取外し前にカムの位置が適切であることを確認する。



8.3 J-SSODおよびMPEPに特徴的な制御方法により検証した事項
(1) 衛星のISS/クルーへの衝突 (1/5)



【想定されるハザード】：船内：クリティカルハザード/船外：カタストロフィックハザード
・きぼう内でのチェックアウト中の分離機構の機械的な故障により、衛星が不意に放出され、船内クルーもしくはきぼう内機器を損傷させる。

J-SSODチェックアウト中は
分離機構の故障時の衛星
飛び出しに備えて
ロンチカバーを装着

分離機構



(図は衛星が搭載されていない状態)

【制御方法、検証方法】：リスク最小化設計

制御	検証結果
(1)ロンチカバー取外し前にカムの位置が適切であることを確認する。	(1)チェックアウト時の手順の運用制御合意文書*への規定されていることを確認した。

* 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

【質問番号 4-6】 小型衛星の放出について

【質問内容】

放出中のアームの動的応答も考慮して、小型衛星の射出速度を計算されているのでしょうか。

【資料の該当箇所】

安全 5-2-3 21 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

放出機構のメインバネによる反力は、「きぼう」ロボットアームのブレーキ保持トルクに比べて十分小さくなるよう設計しています。従って、「きぼう」ロボットアームの動的特性が放出速度に与える影響は無視できるものと判断しています。

その他の質問

【質問番号 5-1】 J-SSOD 摺動部クリアランス等について

【質問内容】

1. 検証結果:「——潤滑剤が塗布されたことを確認した。」

打ち上げまでに変性・劣化は予測されないのでしょうか。

2. 注2「——可能性が非常に低いことを NASA とともに確認している」

故障モードがイメージできません。追加説明をお願いいたします。

「可能性が非常に低い。」という表現に関して:定量化できないと想像しますが、ほかの表現はありませんか。「起きたとしても、云々…」等々

【資料の該当箇所】

安全 5-2-3 19 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

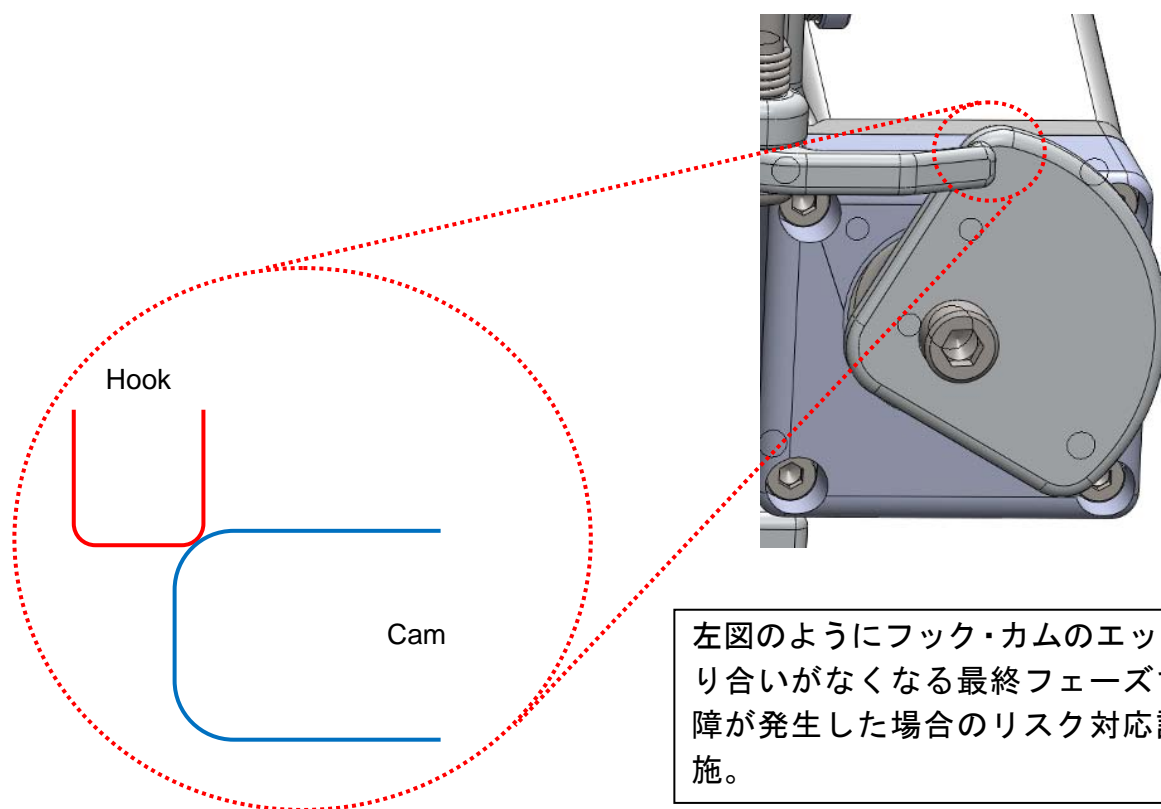
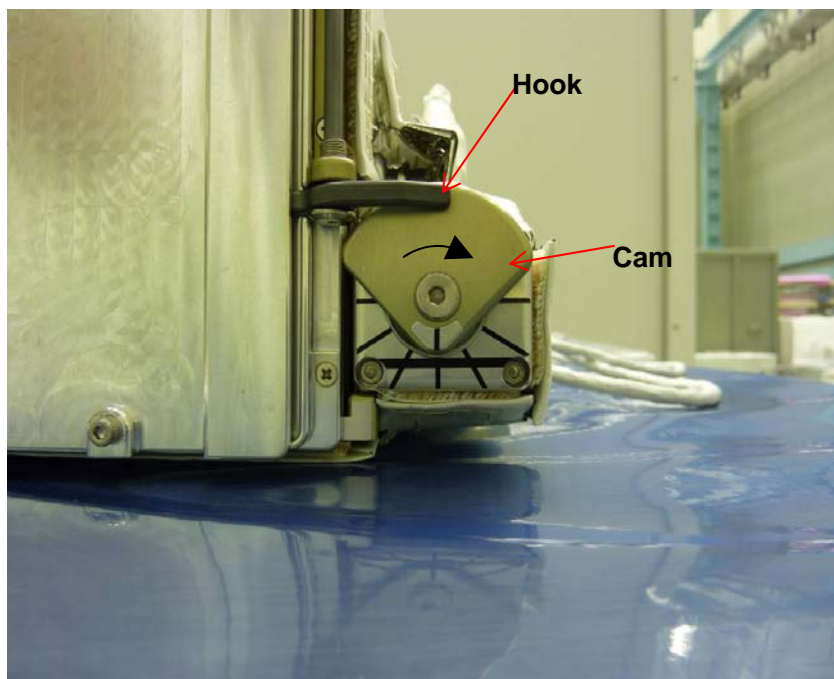
1. 衛星搭載ケースで使用している固体潤滑剤として二硫化モリブデンを採用しており、「きぼう」船外実験プラットフォームの機構部品等様々な部位で使用しているものと同一のものです。打ち上げまでの間、環境制御されたクリーンルーム内で保管されることから劣化等の技術的懸念はありません。
2. 次ページの図に示す通り、カムに乗ったフックがまさに外れようとしている僅かな時間で電気故障が発生した場合、フックがカムに乗っているかどうかの判断が必要となります。この僅かな時間は、全体の動作時間 48sec に対して、約 0.36sec (0.76%) と評価しています。

この僅かな時間に対して、以下のリスク対応評価を行い、NASA の確認も受けております。

- ① 全体動作時間に対して十分時間が短いこと(リスクが低い)
- ② 発生した場合でもISSの船外カメラなどを駆使してフック・カムの状態が確認できること、(検知可能)
- ③ 万が一、不完全な状態にあった場合でも、JEMRMS による船内への持ち帰りシナリオが存在すること(安全化シナリオ)

なお、資料の該当箇所については、記述が不十分でしたので、以下のとおり修正させていただきます。

「カムに乗ったフックがまさに外れようとしている僅かな時間に電気故障が発生する可能性は極めて低く、万が一発生した場合でも船外カメラ等による状態の確認が可能であること、また、JEMRMS による船内へ持ち帰る安全化シナリオがあること、を NASA と共に確認している。」





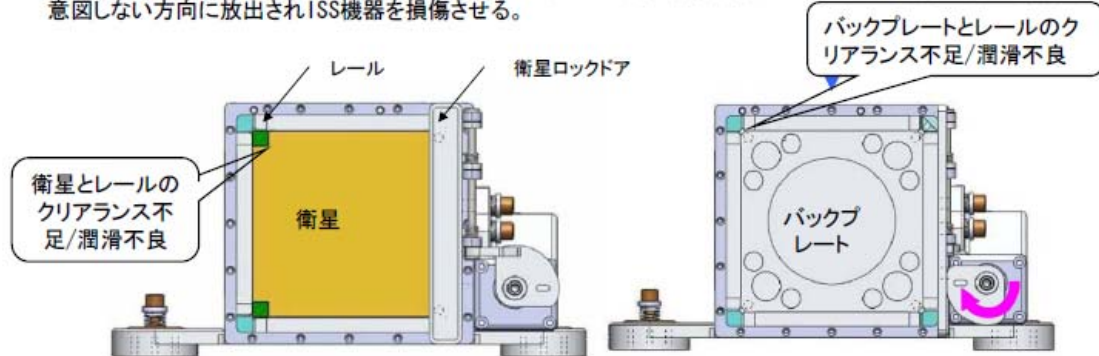
Japanese Experiment Module

8.3 J-SSODおよびMPEPに特徴的な制御方法により検証した事項 (1) 衛星のISS/クレーンへの衝突 (3/5)



【想定されるハザード】: 船内:クリティカルハザード/船外:カタストロフィックハザード

- 衛星放出中に摺動部(衛星/レール間)の干渉(クリアランス不足/潤滑不良)により、放出速度が不足し、衛星が意図しない方向に放出されISS機器を損傷させる。



【制御方法、検証方法】:リスク最小化設計

制御	検証結果
(1)摺動部には適切なクリアランス設定と固体潤滑設計を行う。	(1)誤差解析および検査により、J-SSODは要求に従って精度で組み上がっていることを確認した。また現品検査により所定の潤滑剤が塗布されたことを確認した。 注1)衛星側がインターフェース通りに製作されることは別途確認する(11項参照)。また衛星搭後の最終形態の確認は安全検証追跡ログにより確認する。 注2)カムに乗ったフックがまさに外れようとしている僅かな時間に電気故障が発生する可能性は極めて低く、万が一発生した場合でも船外カメラ等による状態の確認が可能であること、また、JEMRMSによる船内へ持ち帰る安全化シナリオがあること、をNASAと共に確認している。

【質問番号 5-2】 小型衛星地球周回寿命について

【質問内容】

衛星は100日程度で大気圏へ突入しミッション終了するとされる。一方、安全5-2-3 21ページでは検証結果として大気圏突入まで約250日であることを軌道解析により確認したとある。どちらも25年以下だから良いのかもしれないが、違って書かれなければならない理由がわからない。

【資料の該当箇所】

安全5-2-2 4ページ

安全5-2-3 21ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

衛星の周回寿命は、放出高度に依存します。周回寿命250日は放出高度を400kmとした場合の解析結果であり、100日は、放出高度を350kmとした場合の結果となります。

現状、宇宙ステーションは、高度400km前後で推移していることから、検証としては400kmでの解析結果を示しました。

一方で、ミッションの有効性を示す場合に、十分なミッション期間が確保できることを説明する意図として、350kmでの解析結果から、100日程度という表現を用いています。

記述を統一するため、資料5-2-2 4ページの記述を以下のとおり変更いたします。

「衛星は、高度400kmで放出した場合、250日程度で大気圏突入し、ミッション終了する。(参考:放出高度が350kmの場合、100日程度のミッション期間は確保可能。)」



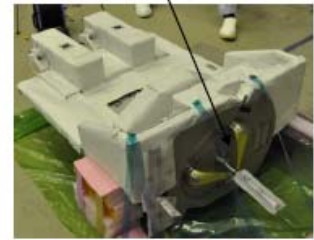
Japanese Experiment Module



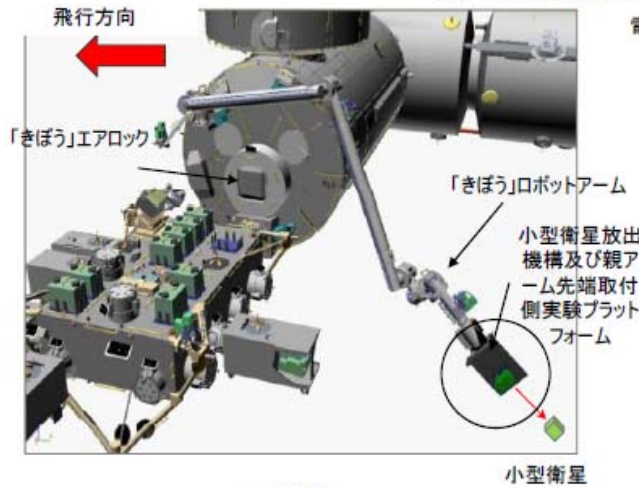
3. 小型衛星放出機構概要(1/2)

- CubeSat規格の小型衛星 5機(日本開発 3機、NASA提供 2機)を、衛星専用の搭載ケースに搭載してHTV3号機により打上げ(参考1 及び2参照)。
- きぼう船内で衛星搭載ケースを取り付けた実験プラットフォームをエアロックに取り付けた後、エアロックを使用して船外に搬出。ロボットアームで実験プラットフォームを把持する。
- その後、アームを移動させ実験プラットフォームをISS飛行方向と逆側、下方45° に向け、衛星搭載ケース内のパネにより衛星を放出させる。
- 衛星は、高度400kmで放出した場合、250日程度で大気圏突入し、ミッション終了する。(参考: 放出高度が350kmの場合、100日程度のミッション期間は確保可能。)

グラブifixチャ
(ロボットアームで掴まれる部分)



宇宙ステーション



電気ボックス



衛星搭載ケース

分離機構

小型衛星放出機構

4

以上