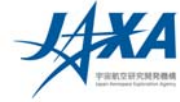


Japanese Experiment Module

安全6-2-3
(安全5-2-3)



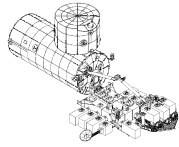
国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM) 小型衛星放出機構(J-SSOD)の安全検証結果について

平成24年3月26日 改訂

平成24年3月16日

宇宙航空研究開発機構

JEM : Japanese Experiment Module (「きぼう」はJEMの愛称)
J-SSOD:JEM Small Satellite Orbital Deployer

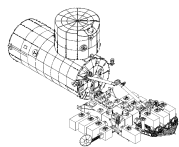


8. 安全設計・検証結果

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 x 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、 <u>船内搭乗員の負傷</u> 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、 <u>もしくは接触検査の実施を行った</u> (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



Japanese Experiment Module



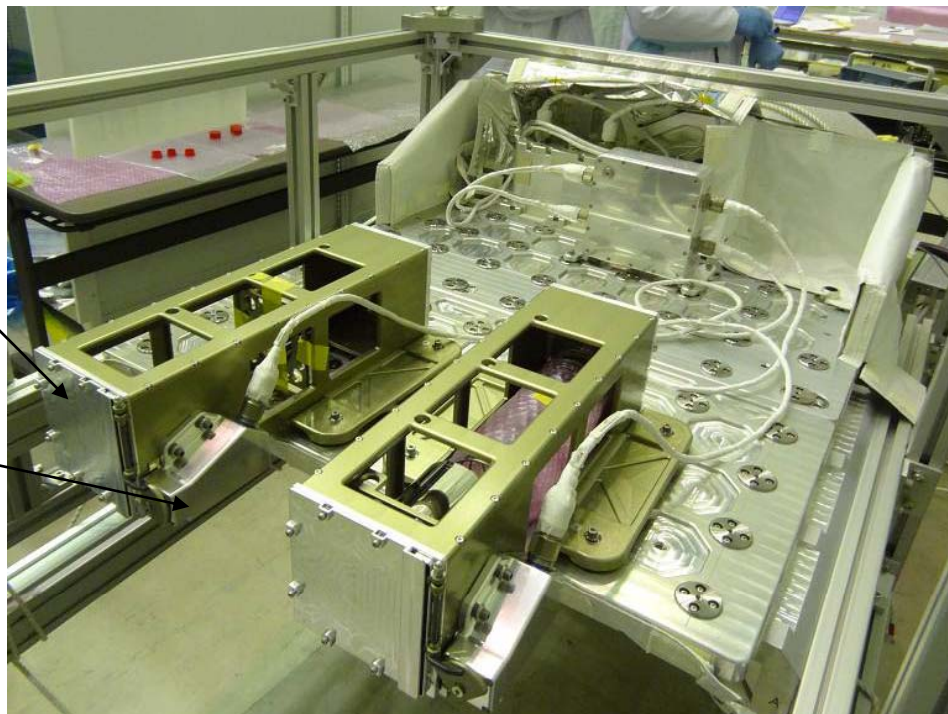
8.3 J-SSODおよびMPEPに特徴的な制御方法により検証した事項 (1) 衛星のISS/クルーへの衝突 (1/5)

【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

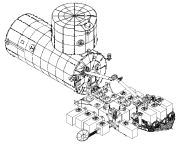


(図は衛星が搭載されていない状態)

【制御方法、検証方法】: リスク最小化設計

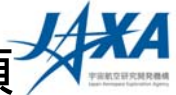
制御	検証結果
(1)ロンチカバー取外し前にカムの位置が適切であることを確認する。	(1)チェックアウト時の手順の運用制御合意文書*への規定されていることを確認した。

* 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



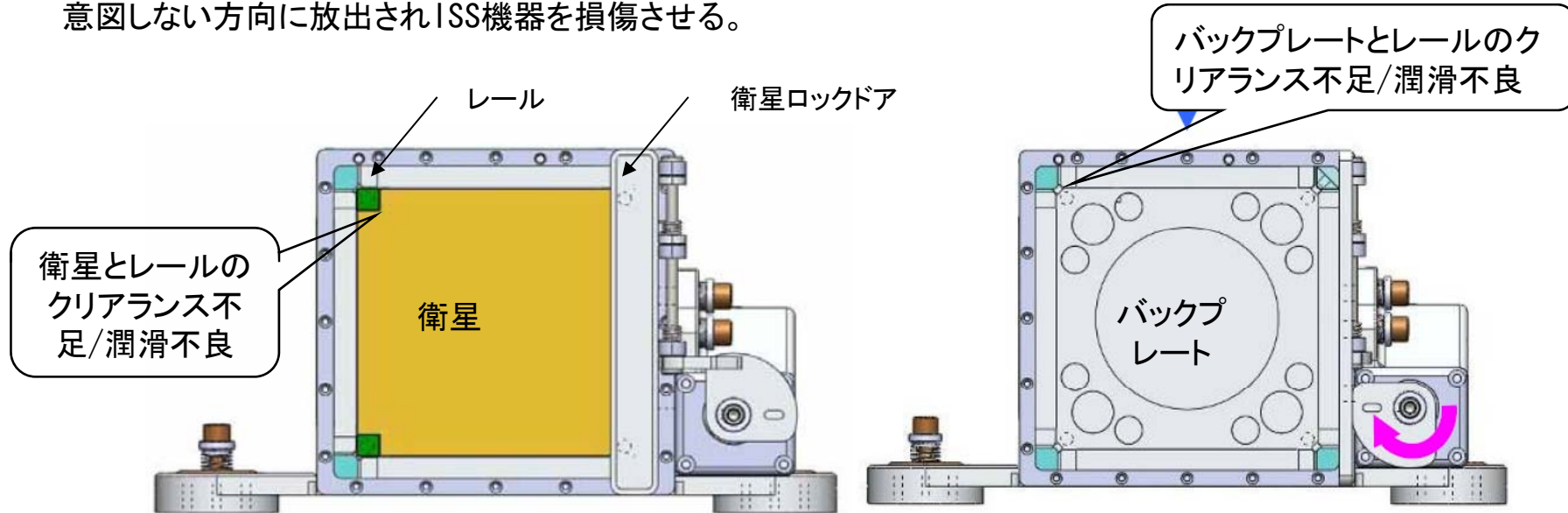
Japanese Experiment Module

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/クルーへの衝突 (3/5)



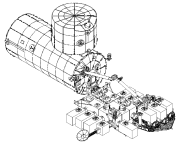
【想定されるハザード】: 船内:クリティカルハザード/船外:カタストロフィックハザード

- 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

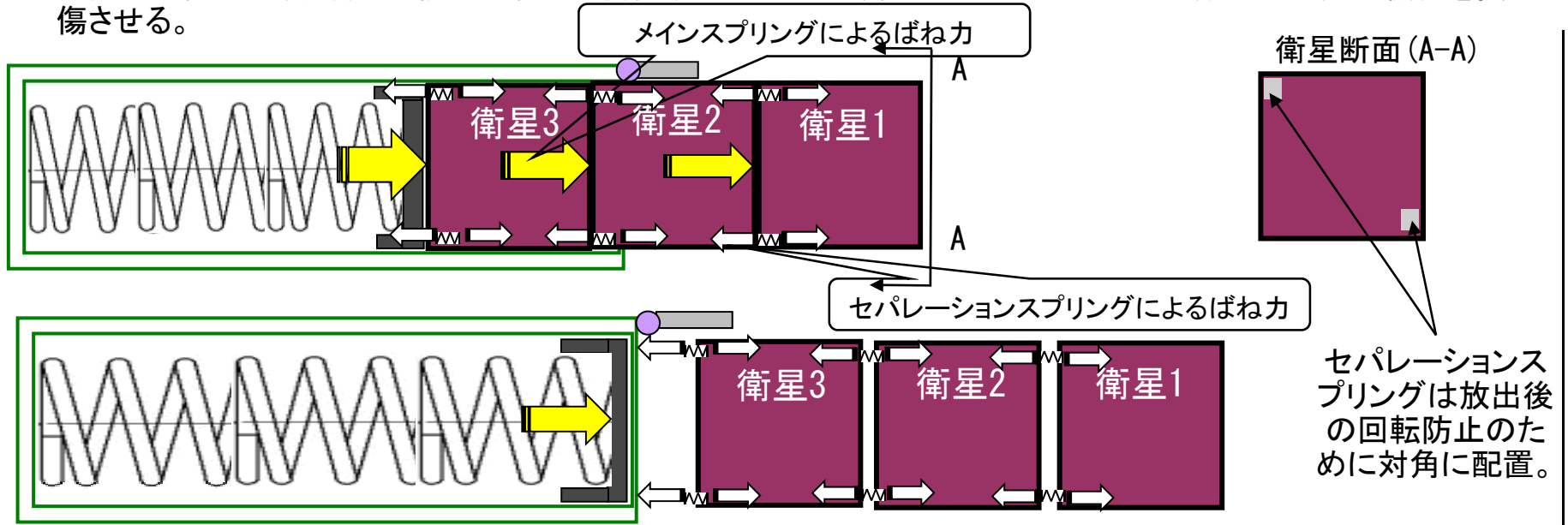
制御	検証結果
(1)摺動部には適切なクリアランス設定と固体潤滑設計を行う。	(1)誤差解析および検査により、J-SSODは要求に従って精度で組み上がっていることを確認した。また現品検査により所定の潤滑剤が塗布されたことを確認した。 注1)衛星側がインターフェース通りに製作されることは別途確認する(11項参照)。また衛星搭後の最終形態の確認は安全検証追跡ログにより確認する。 注2)カムに乗ったフックがまさに外れようとしている僅かな時間に電気故障が発生する可能性は極めて低く、万が一発生した場合でも船外カメラ等による状態の確認が可能であること、また、JEMRMSによる船内へ持ち帰る安全化シナリオが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



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)

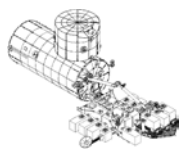
【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード

- 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

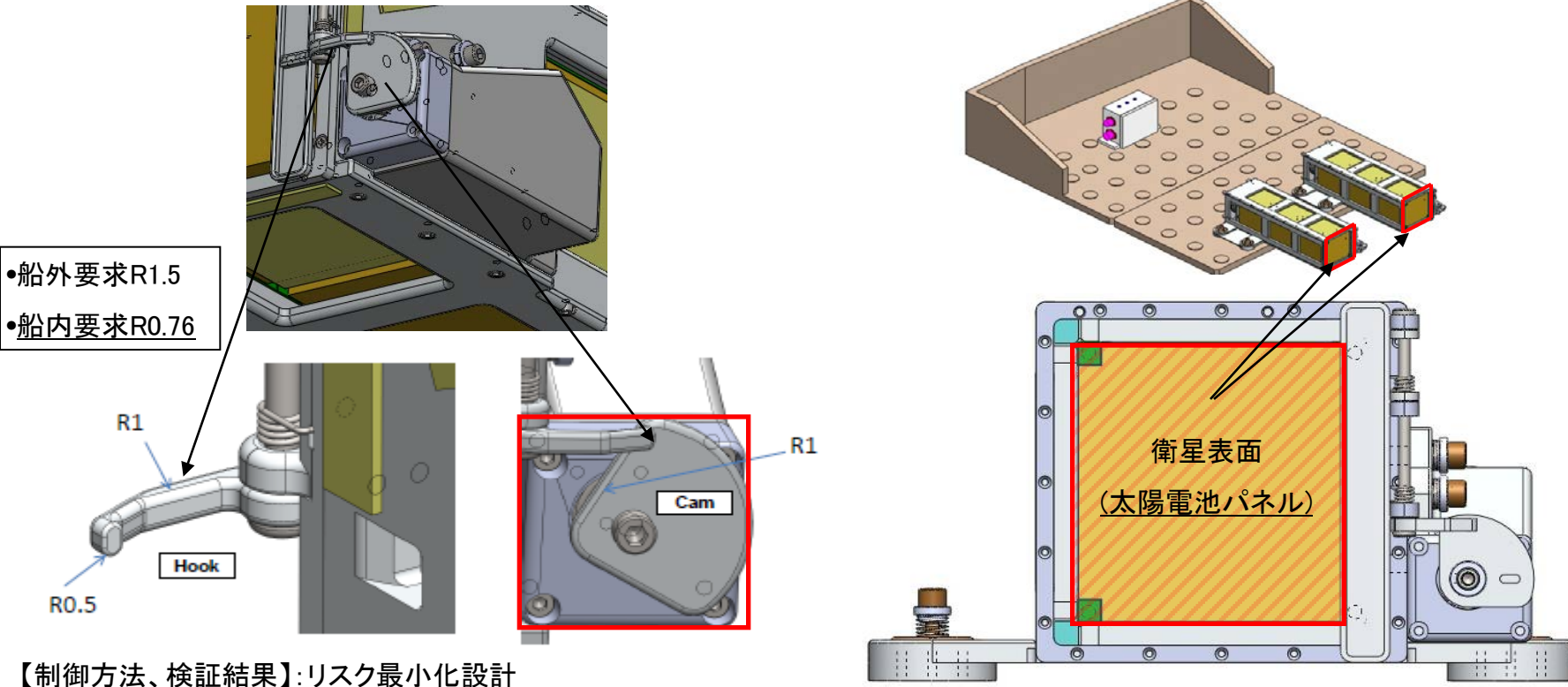
制御	検証
<p>(1) メインスプリングにより衛星を押し出す力を、セパレーションスプリングにより衛星を押し戻す力より大きくすることにより、セパレーションスプリングがケース内では伸びることができない状態とする。この状態を衛星3がケースを出るまで維持できるよう、メインスプリングおよびセパレーションスプリングのばね定数とストロークを設定する。</p> <p>(2) 衛星3がケースから出るまでメインスプリングのばね力を衛星に負荷できるように、メインスプリングの自然長をケース長より長くする。</p>	<p>(1) ケース内で衛星同士が分離しないことを、機構応答解析および機能試験により確認した。 注)衛星側に対しては、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)</p> <p>(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。</p>



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。



- 船外要求R1.5
- 船内要求R0.76

【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