

国際宇宙ステーション(ISS)に提供する ISS構成要素及び搭載物の安全確認について

【審査対象(軌道上実証光通信装置※)】

平成31年1月15日
国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構

(付録)
↓

※ 軌道上実証光通信装置(SOLISS: Sony Optical Link for International Space Station)

1. 目的
2. 審査対象
3. 安全解析の概要
4. 基本指針に対するSOLISSの適合性評価結果
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「軌道上実証光通信装置」(SOLISS)に対する安全審査の結果を示す。

JAXAにおけるSOLISSの有人安全審査は、下記の通り実施し、平成31年1月に終了した。

フェーズ0/1/2 (詳細設計終了時)	有人安全審査会	平成30年6月28日
フェーズ3 (認定試験終了時)	有人安全審査会	平成30年10月30日
	安全審査委員会	平成31年1月15日

1. 目的(2/2)

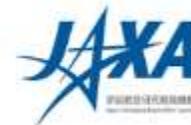


JAXA有人宇宙技術部門の有人安全審査会においてSOLISSの安全評価結果について確認した。

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、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」に対する適合性について確認した。

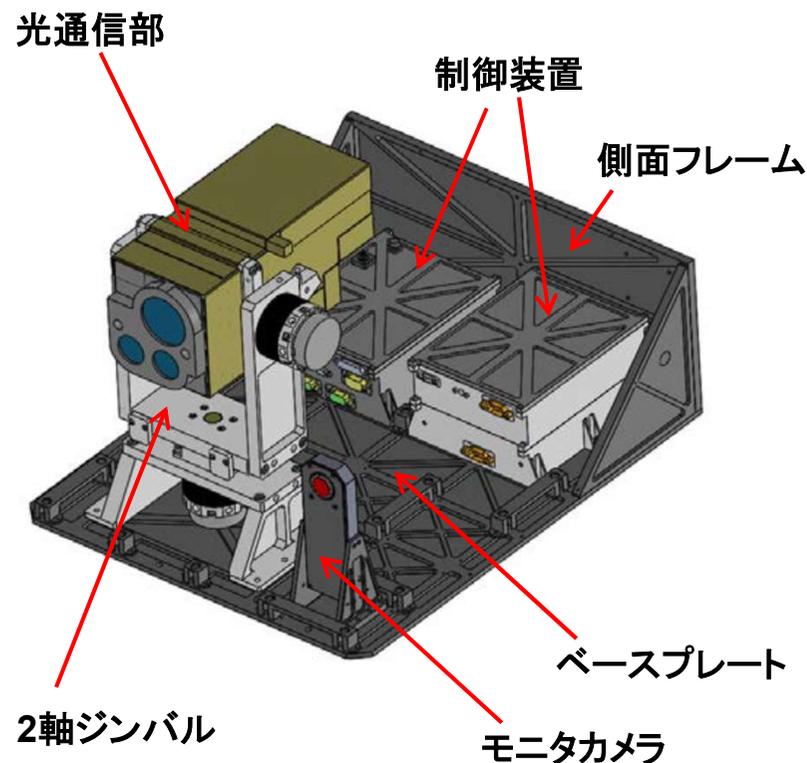
本資料では上記の結果について、報告する。

2. 審査対象 軌道上実証光通信装置(SOLISS)概要(1/4)



【ミッションの目的】

「低軌道-地上間」において、光ディスク技術を利用した精密指向制御技術による100Mbps程度の光通信技術を確立し、2020年に向けた事業化・製品化を実現するために、軌道上で小型光通信機器の動作実証および性能確認を行う。



【装置概要】

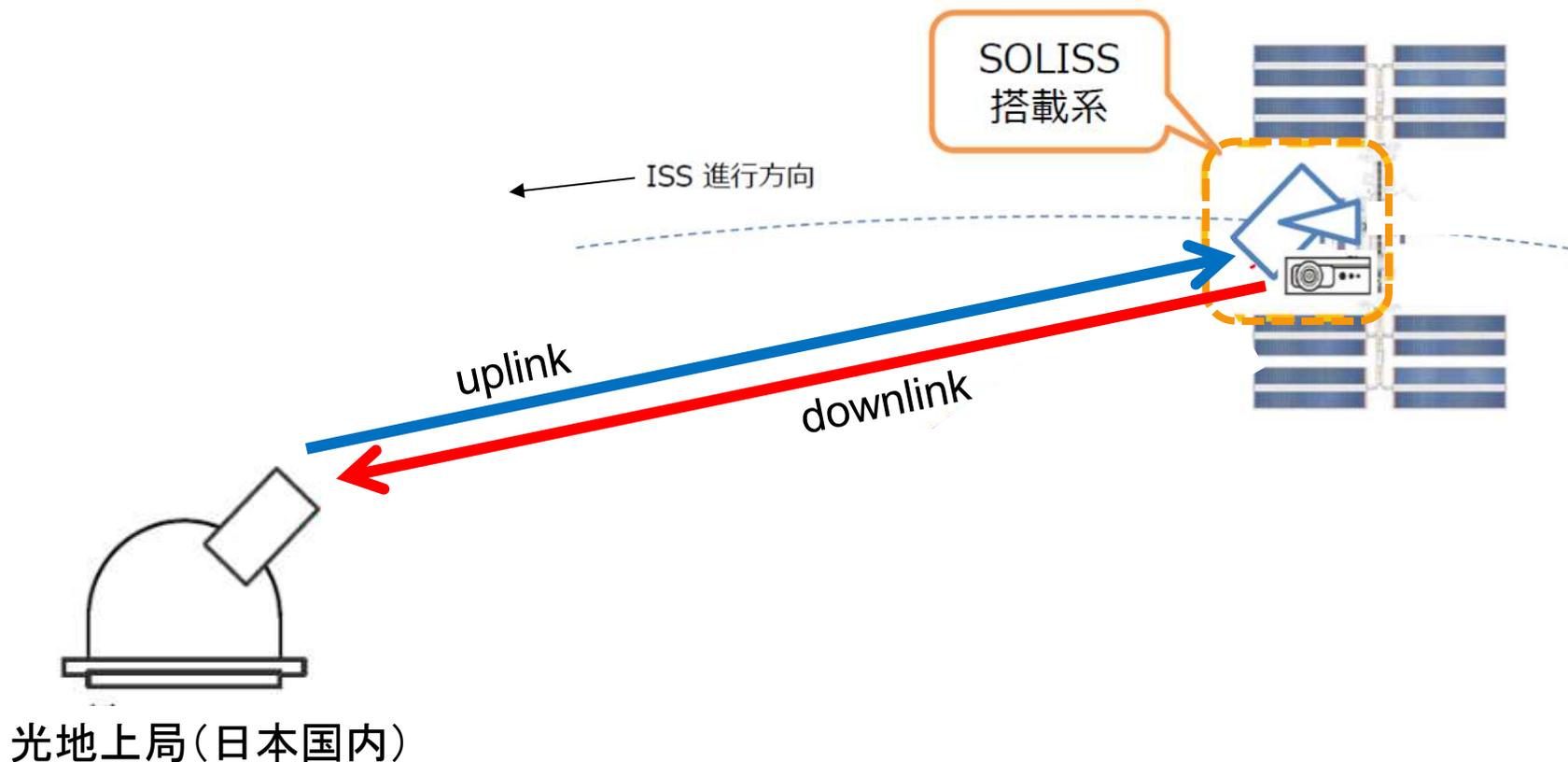
- JEM 曝露部の中型曝露実験アダプタに搭載。
- JAXA宇宙探査イノベーションハブとソニーコンピュータサイエンス研究所との共同研究として実施。
- 全体の大きさは356 x 456 x 295 mm、質量は10kg

2. 審査対象 軌道上実証光通信装置 (SOLISS) 概要 (2/4)



【実験システム全体像】

- 光地上局を利用して、捕捉追尾を含んだ光接続試験、および光通信試験を双方向にて行う。
- 光地上局は、日本国内に設置されている直径1mの望遠鏡を利用する。
- ジンバル動作を確認するためのモニタカメラを設置する。



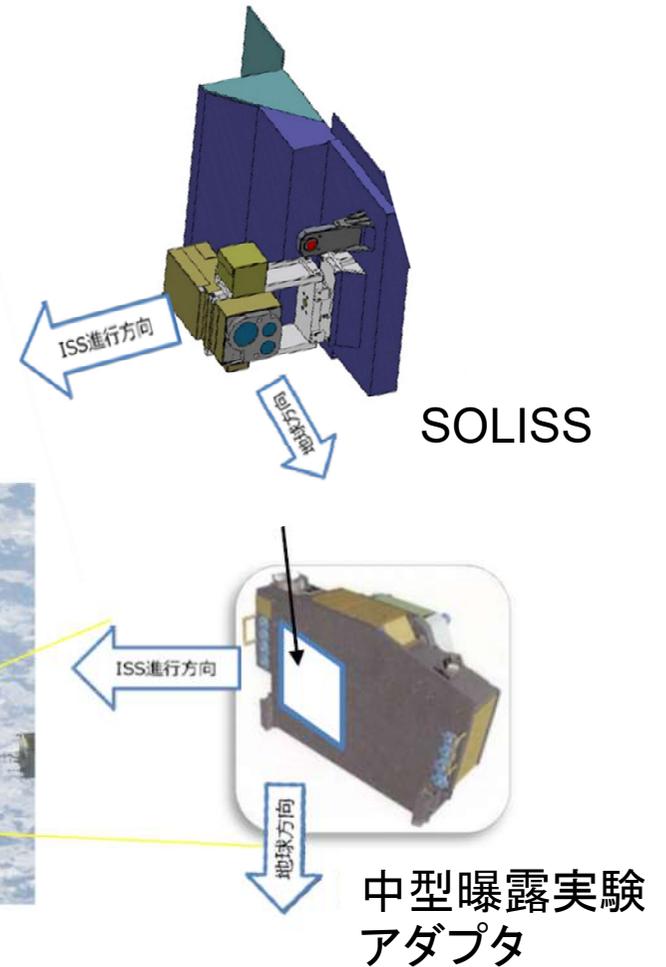
2. 審査対象 軌道上実証光通信装置 (SOLISS) 概要 (3/4)



搭載位置



S133E010683



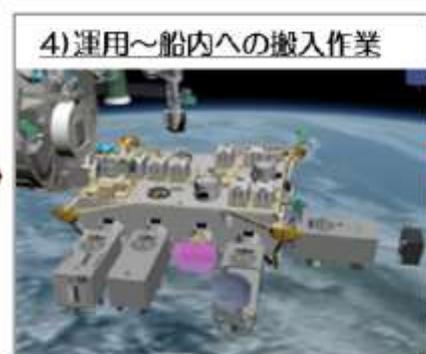
2. 審査対象 軌道上実証光通信装置 (SOLISS) 概要 (4/4)



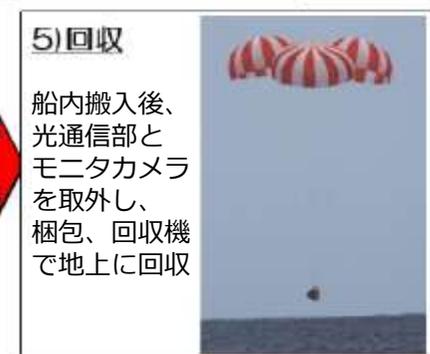
運用シナリオ



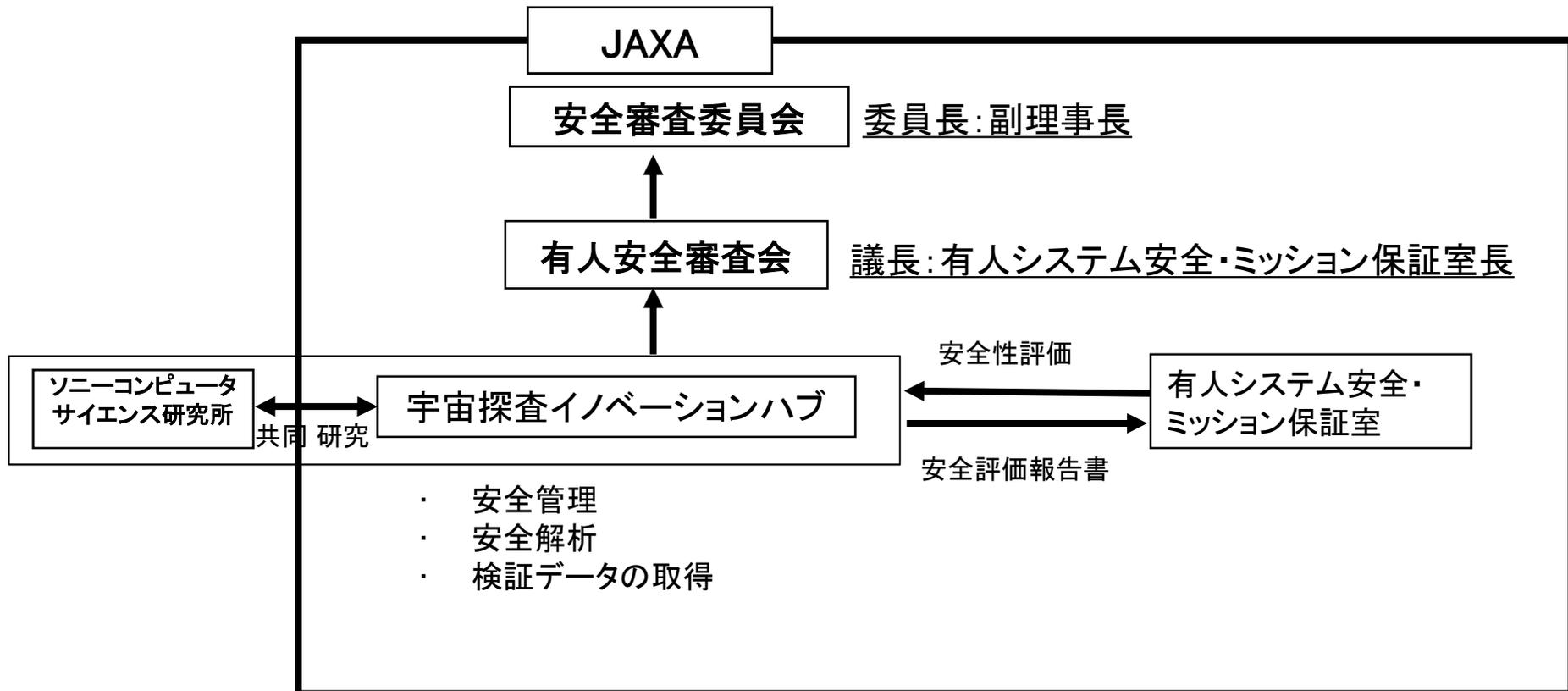
エアロック経由で、船外に搬出
ロボットアームによりiSEEP+PLを船外ポートに移設



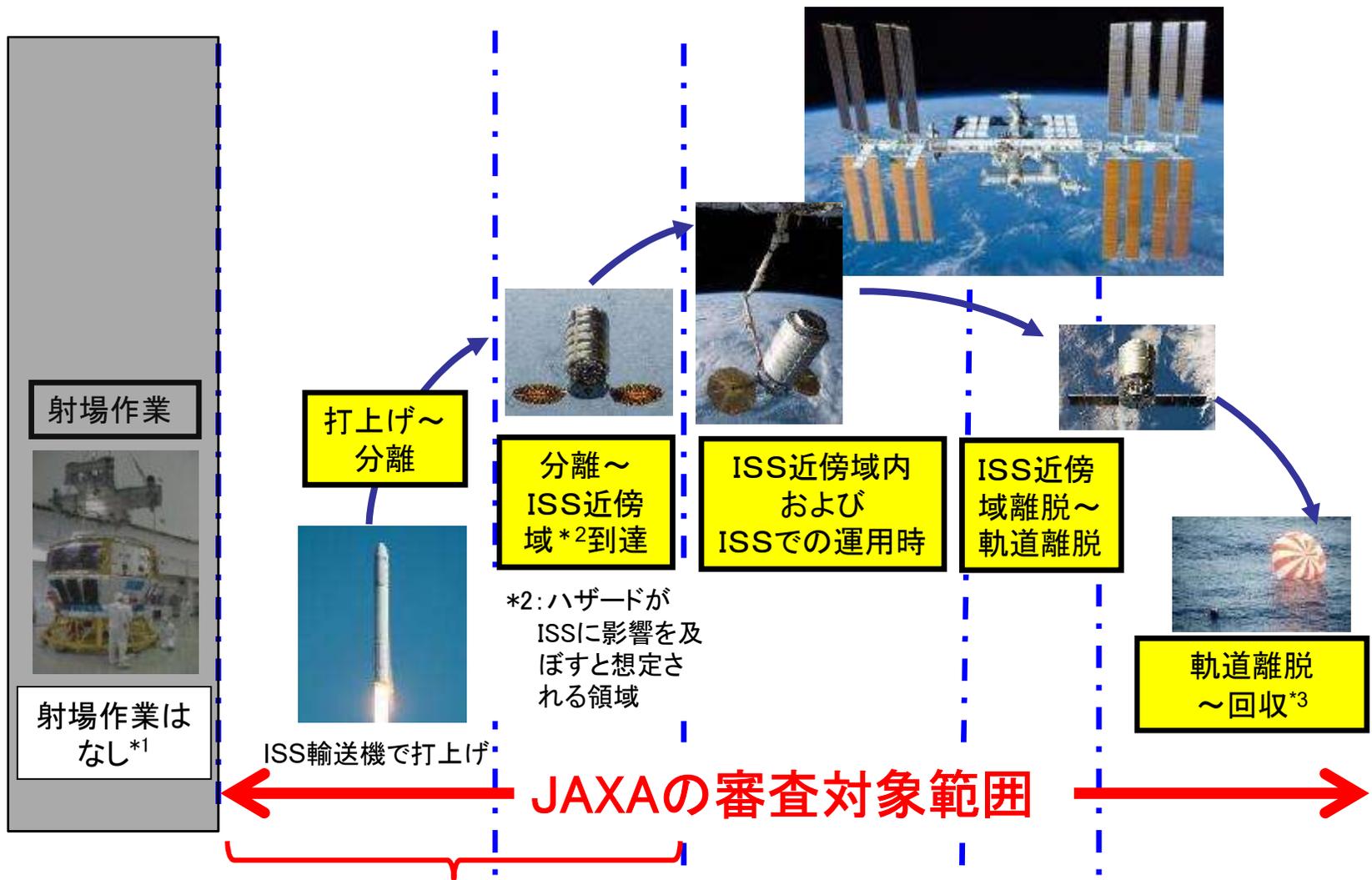
- 軌道上運用
- 運用終了後、上記の逆手順で船内に搬入



2. 審査対象 SOLISSの安全審査体制



2. 審査対象 対象フェーズ



*1: ソフトバッグに梱包した対象アイテムをロケット側に引き渡すのみ

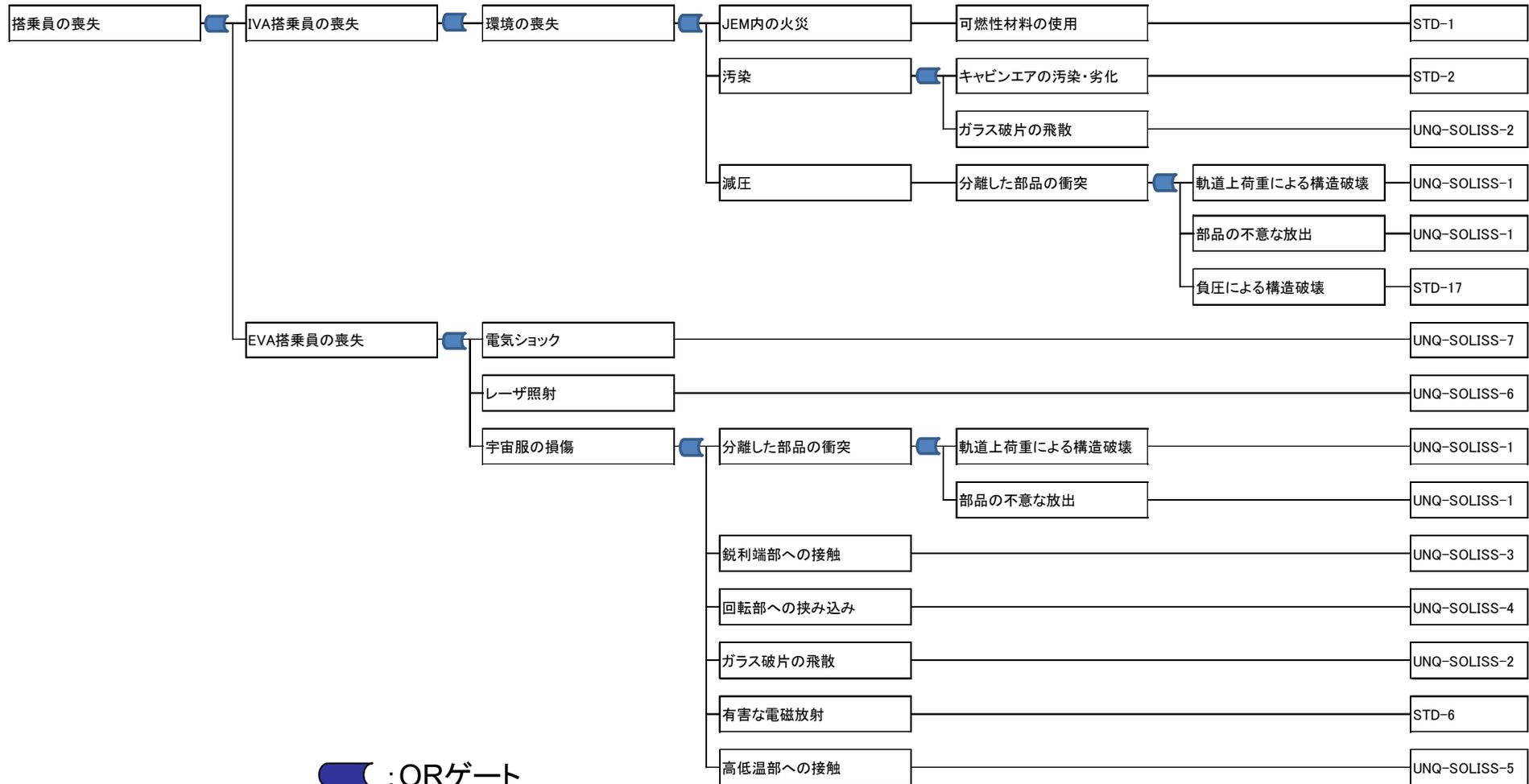
有人安全審査会はISSへのSafe on arrival (構造等が健全な状態でISSに到着させること)の観点から評価している。

*3: 光通信部とモニタカメラのみ。他の部位は廃棄する。

3. 安全解析の概要 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、13件のハザードが識別された。ハザードのリスク表については、添付3を参照。



3. 安全解析の概要 ハザードの識別 FTA(2/2)



 :ORゲート

3. 安全解析の概要 ハザード識別結果



識別した13件のハザードは以下の通り。

- ①【標準ハザード】過去の経験をもとに標準化されたハザードの制御・検証がひな形にされたもの。
- ②【ユニークハザード】標準化された方法以外で制御・検証するもの。

番号	ハザード	対象	
①	STD-1	火災(可燃性物質の使用)	機器全般
	STD-2	船内空気の汚染(使用材料からのオフガス)	機器全般
	STD-3	鋭利端部への接触、挟み込み(船内)	船内搭乗員接触箇所
	STD-4	高温・低温部への接触(船内)	船内搭乗員接触箇所(船外からの搬入時)
	STD-6	電磁適合性	機器全般
	STD-17	通気口を有する機器の破損	光通信部、モニタカメラ、制御装置
②	UNQ-SOLISS-1	構造破壊	打上げ～軌道上荷重全般
	UNQ-SOLISS-2	ガラス等の破損	バンドパスフィルタ・カメラレンズ
	UNQ-SOLISS-3	鋭利端部への接触(船外)	船外搭乗員接触箇所
	UNQ-SOLISS-4	回転機器の破損、挟み込み(船外)	光通信部、ジンバル部
	UNQ-SOLISS-5	高温・低温部への接触(船外)	MLIで覆われていない部分
	UNQ-SOLISS-6	意図しないレーザー照射	光通信部のレーザー
	UNQ-SOLISS-7	電力系の損傷	機器全般

3. 安全解析の概要 標準ハザードの検証結果(1/2)



ハザード原因に対して制御/検証手段が適切に設定され、検証結果が妥当であることを確認した。

標準 ハザード 番号	タイトル	想定されるハザード	制御	検証結果
STD-1	火災(可燃性物質の使用)	可燃性物質が使用された場合、「きぼう」内で火災が発生する可能性がある。	安全要求(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、安全要求を満足する材料が選定されていることを確認した。
STD-2	船内空気の汚染(使用材料からのオフガス)	使用材料からのオフガスにより「きぼう」内が汚染され、搭乗員に危害を及ぼす可能性がある。	安全要求(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、安全要求を満足する材料が選定されていることを確認した。
STD-3	鋭利端部への接触、挟み込み(船内)	鋭利端部に接触することで、船内の搭乗員が負傷する可能性がある。	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への接触試験により鋭利端部がないことを確認した。

3. 安全解析の概要 標準ハザードの検証結果(2/2)



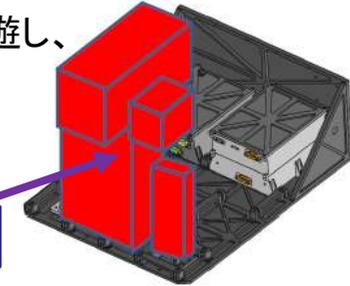
標準 ハザード 番号	タイトル	想定されるハザード	制御	検証結果
STD-4	高温・低温部 への接触(船 内)	高温部或いは低温部と の接触により、船内の 搭乗員が負傷する可能 性がある。	搭乗員が接触し得る 部分の表面温度が規 定の温度範囲(0～ +45℃)になる設計と する。	統合熱解析を実施し、 船外からの搬入時に 適切な待機時間が設 けられ、規定の温度範 囲になることを確認し た。
STD-6	電磁適合性	電子機器から発生する 電磁波によって、周りの 機器や搭乗員に影響を 与える可能性がある。	電磁適合性(EMC) 要求に適合した設計 とする。 逸脱する項目がある 場合は、JEMや周り の機器への影響がな いことを示す。	EMC試験を実施し、一 部要求を逸脱したため、 追加の試験、解析を実 施し、逸脱量が少なく、 JEMや周りの機器への 影響がなく受入可能で あることを確認した。
STD-17	通気口を有す る機器の破損	機器の破損により、船 内の搭乗員が負傷する 可能性がある。	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。	容積に対する開口部 の面積の比率が規定 値以下であることを確 認した。

3. 安全解析の概要(ユニークハザードの検証結果) UNQ-SOLISS-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(搭乗員の喪失,ISS機能の喪失)

- ・ 打上げおよび軌道上運用中の加速度荷重によりSOLISSが構造破壊を起こし、それらが浮遊し、ISSあるいは船外活動中の搭乗員と衝突し、搭乗員の喪失に至る可能性がある。



接触禁止区域(赤)

【制御方法、検証方法】: リスク最小化設計、運用手順

ハザード原因	制御	検証結果
不適切な構造強度	a. 軌道上荷重及び船外活動中の搭乗員による荷重に対して正の安全余裕を有する構造設計を行う。 b. 接触禁止区域を識別し、船外活動中の搭乗員に対して運用制約を課す。	a. 各構造部材が正の安全余裕を持つこと、通常の船外活動中の作業で受入可能な強度であることを強度解析、試験により確認した。 b. 接触禁止区域への注意喚起が、運用制御合意文書 ^{注)} に反映されていることを確認した。
不適切な材料選定	安全要求を満足する材料を使用する。	材料使用リストを審査し、安全要求を満足し、構造材として適切な材料を使用していることを確認した。
材料の疲労	安全要求に基づいたフラクチャコントロールを行う。	構造破壊を引き起こす可能性がある構造部材を識別し、その構造部材が問題ないことを解析、試験で確認した。
不適切な締結具の使用	認定された締結具を使用する。	認定された締結具を使用していることを保証書で確認した。
締結具の緩み	a. 緩み止め付きの締結具を使用する。 b. トルク管理を行う。	a. 緩み止め付きの締結具を使用していることを図面と製造検査記録で確認した。 b. 地上組立時にトルク管理が実施されていることを製造記録で確認した。また、軌道上組立時のトルク管理について、運用制御合意文書 ^{注)} に反映されていることを確認した。
不適切な製造／組立	組立工程の管理を行う。	製造検査記録に問題ないことを確認した。
不適切な梱包	梱包計画に基づいた梱包を行う。	梱包記録で問題ないことを確認した。

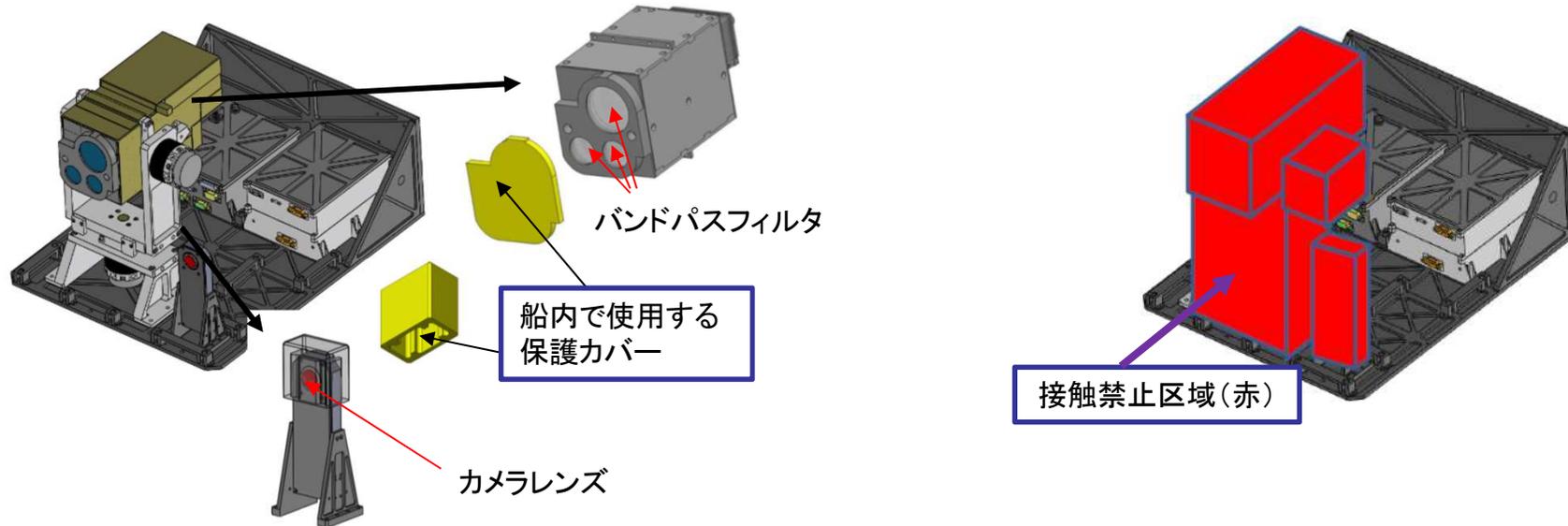
注) 運用制御合意文書: 運用制御内容を装置開発担当部門から手順書を作成する運用部門に申し送るための文書

3. 安全解析の概要(ユニークハザードの検証結果) UNQ-SOLISS-2/ガラス等の破損



【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(搭乗員の喪失)

- ・ ガラス等の脆性材料部品が破損し、飛散した破片や損傷箇所に船外活動スーツが接触した際に、船外活動スーツの損傷により搭乗員の喪失に至る可能性がある。



【制御方法、検証方法】: リスク最小化設計、運用手順

ハザード原因	制御	検証結果
不適切な強度設計	脆性材料が打上環境で破損しない設計とする。	振動試験で脆性材料に破損がないことを確認した。
ガラスの露出	a. 船内では脆性材料には保護カバーをつける。 b. 船内では保護カバーをつける運用制約を課す。 また、船外ではガラスが露出するため、接触禁止区域を設定する運用制約を課す。	a. 保護カバーが適切に取り付けられていることを、図面および製造検査記録により確認した。 b. 運用制約が、運用制御合意文書 ^{注)} に反映されていることを確認した。

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

3. 安全解析の概要(ユニークハザードの検証結果) UNQ-SOLISS-3/鋭利端部への接触(船外)



【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(搭乗員の喪失)

- SOLISSに鋭利端部があると、船外活動スーツを損傷して搭乗員の死傷に至る可能性がある。

【制御方法、検証方法】: リスク最小化設計

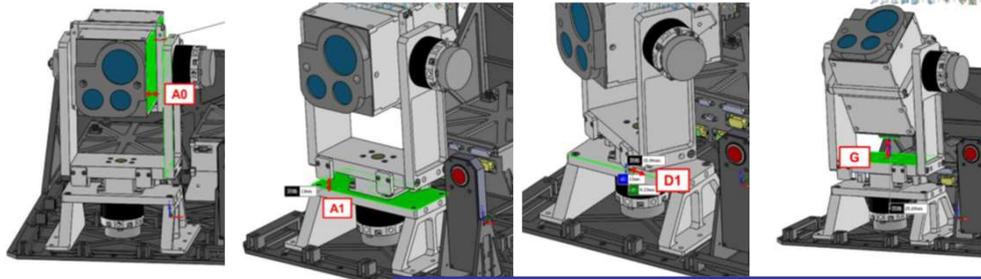
ハザード原因	制御	検証結果
不適切な設計/製造	a. 安全要求に基づく設計を行う。 b. 組立工程の管理を行う。	a. 図面および開発仕様書などの設計結果に問題ないことを確認した。 b. 組立工程が適切に管理されていることを製造検査記録で確認した。また、フライトハードウェアに対して接触試験を行い、鋭利端部が露出していないことを確認した。

3. 安全解析の概要(ユニークハザードの検証結果) UNQ-SOLISS-4／回転機器の破損、挟み込み(船外)

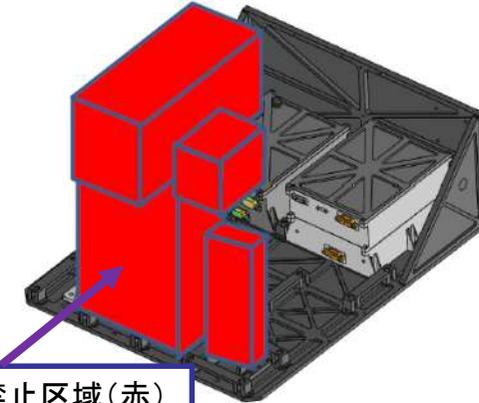


【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(搭乗員の喪失)

- SOLISSの光通信部および2軸ジンバル部は、ミッション上の要求から隙間および回転体を除去することができない。そのため、回転機器の故障により船外活動時の搭乗員の指や手が挟まれることにより、船外活動スーツを損傷して搭乗員の死傷に至る可能性がある。



挟み込む可能性がある主なエリア(緑)



接触禁止区域(赤)

【制御方法、検証方法】: リスク最小化設計、運用手順

ハザード原因	制御	検証結果
意図しないモータ駆動	a. SOLISS遠方で船外活動を実施する際は、ジンバル部駆動用モータの電源を遮断する。また、搭乗員の接触禁止区域を設定する運用制約を課す。 b. SOLISS近傍で緊急船外活動を実施する際は、aの制御に加え、地上から中型曝露実験アダプタの電源を遮断し、意図しないモータ駆動を抑える運用制約を課す。	a. 図面および機能試験により電源遮断がされることを確認した。また、運用制約が運用制御合意文書 ^{注)} に反映されていることを確認した。 b. 運用制約が運用制御合意文書 ^{注)} に反映されていることを確認した。
不適切な設計／製造	a. 搭乗員の接触を避けるため、接触禁止エリアを設定する運用制約を課す。 b. 安全要求に基づく設計を行う。 c. 組立工程の管理を行う。	a. 運用制約が、運用制御合意文書 ^{注)} に反映されていることを確認した。 b. 図面および開発仕様書などの設計結果に問題ないことを確認した。 c. 製造検査記録に問題ないことを確認した。

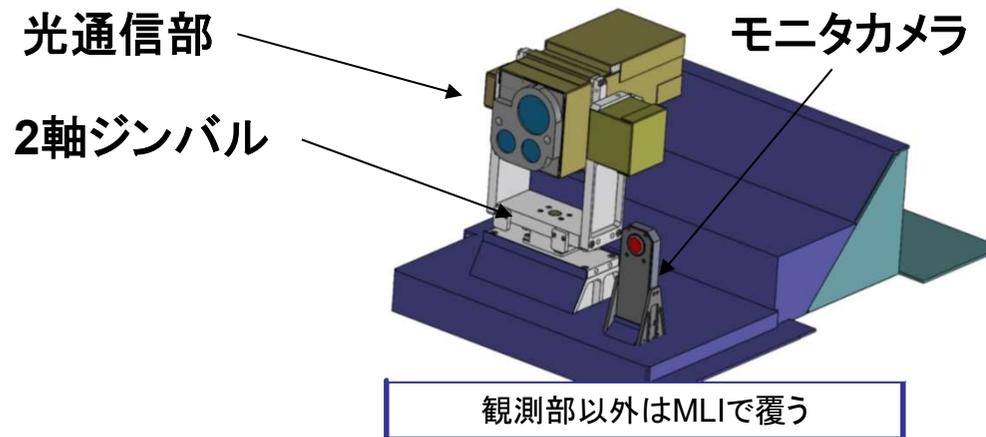
注) 運用制御合意文書: 運用制御内容を装置開発担当部門から手順書を作成する運用部門に申し送るための文書

3. 安全解析の概要(ユニークハザードの検証結果) UNQ-SOLISS-5/高温・低温部への接触(船外)



【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(搭乗員の喪失)

- SOLISSの光通信部、2軸ジンバル、モニタカメラは、ミッション上の要求から多層断熱材(MLI)で覆うことができない。そのため、船外活動時に搭乗員が高温・低温部へ不意に接触すると、船外活動スーツを損傷して搭乗員の死傷に至る可能性がある。



【制御方法、検証方法】: リスク最小化設計

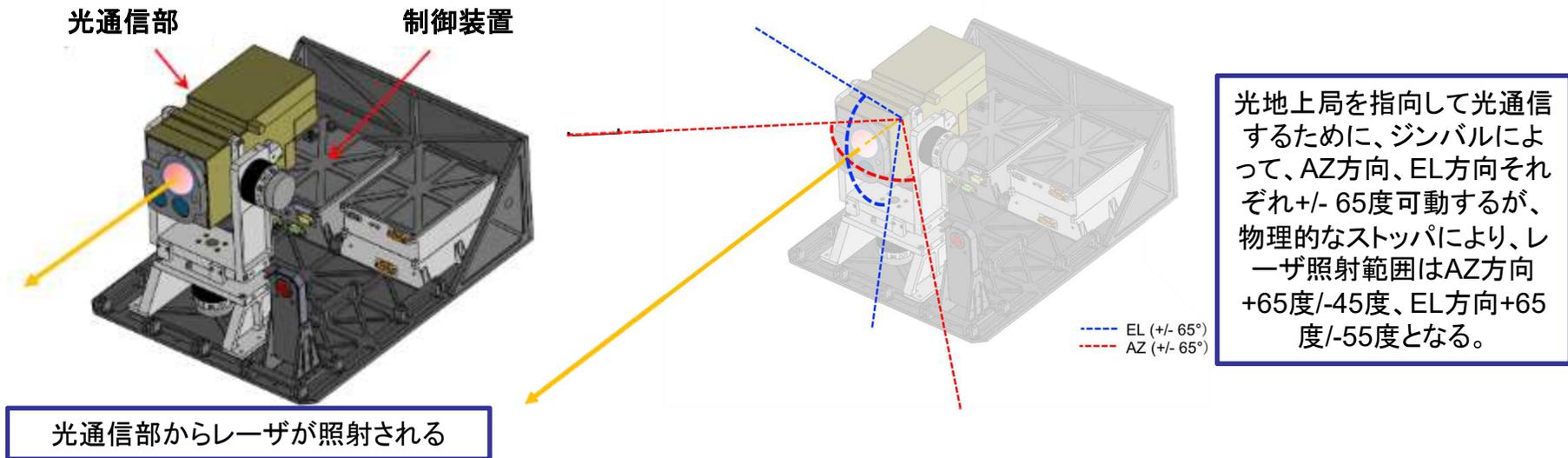
ハザード原因	制御	検証結果
不適切な設計/製造	安全要求に基づく熱設計を行う。	2故障を考慮した適切な熱解析条件により船外活動中の接触温度クライテリア(-118°C~112°C)を満足する設計であることを熱解析書にて確認した。

3. 安全解析の概要(ユニークハザードの検証結果) UNQ-SOLISS-6/意図しないレーザ照射



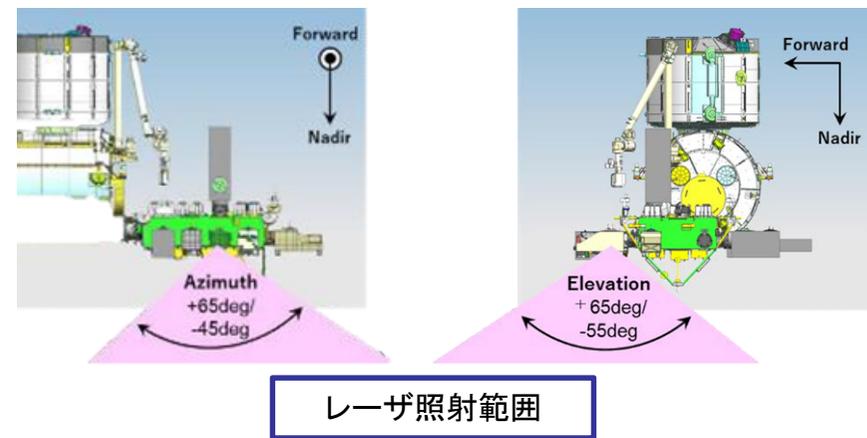
【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(搭乗員の喪失、ISS機能の喪失)

- SOLISSの光通信部から意図しないレーザが照射されることにより、船外活動中の搭乗員の死傷する可能性がある。また、ISSに接近/離脱する輸送機の誘導制御に影響を与えることでISSに衝突する可能性がある。

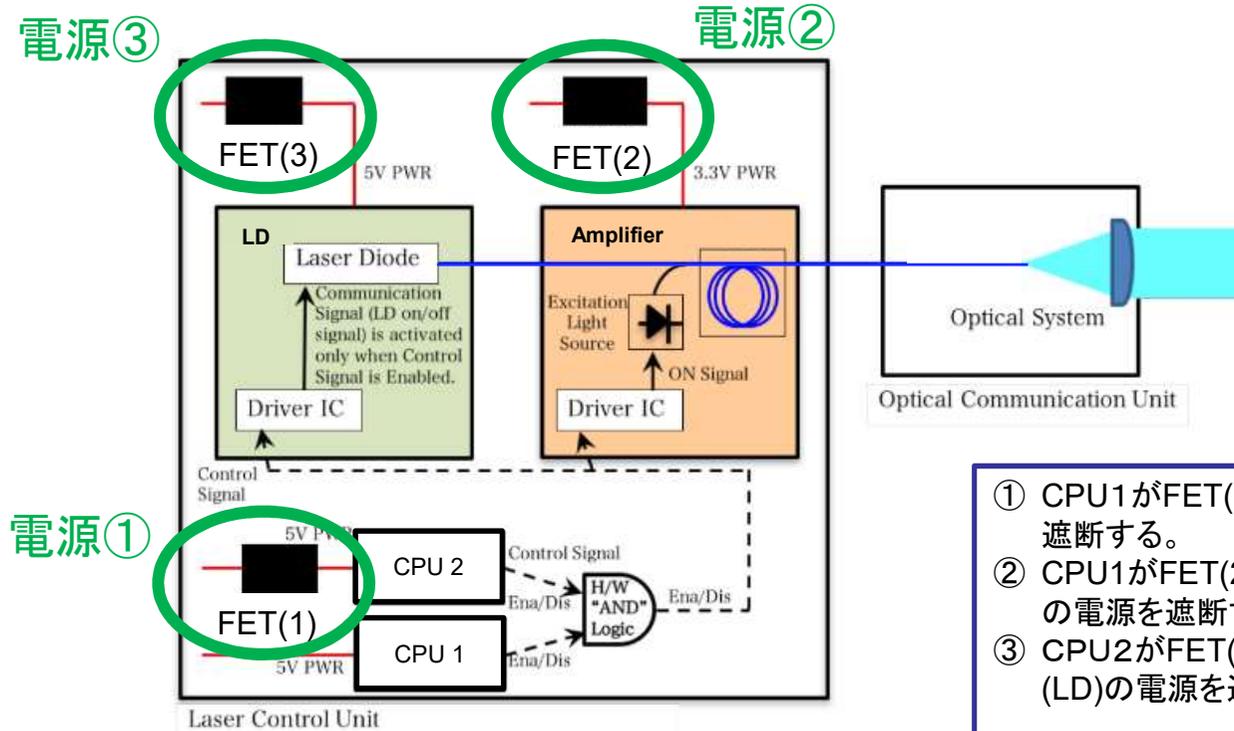


以下のハザードは発生の可能性が極めて低いため、ハザードレポートでの評価をしていないが、安全評価報告書に安全評価結果を記載している。

- SOLISSのレーザ光は、レーザ照射範囲外のISS船内窓に照射できないため、船内のISSクルー照射されることはない。
- 地上へのレーザ照射については、400km真上から直径40cmの望遠鏡に照射しても観測者(航空機を含む)に損傷を与えることはない程度にレーザ光が減衰される。また、光地上局からのレーザ照射についても400km真上のISSに損傷を与えることはない。



3. 安全解析の概要(ユニークハザードの検証結果) UNQ-SOLISS-6/意図しないレーザー照射



- ① CPU1がFET(1)を制御することでCPU2の電源を遮断する。
- ② CPU1がFET(2)を制御することで増幅器(Amplifier)の電源を遮断する。
- ③ CPU2がFET(3)を制御することでレーザーダイオード(LD)の電源を遮断する。

FET: Field effect transistor (電界効果トランジスタ)

【制御方法、検証方法】故障許容設計、運用手順

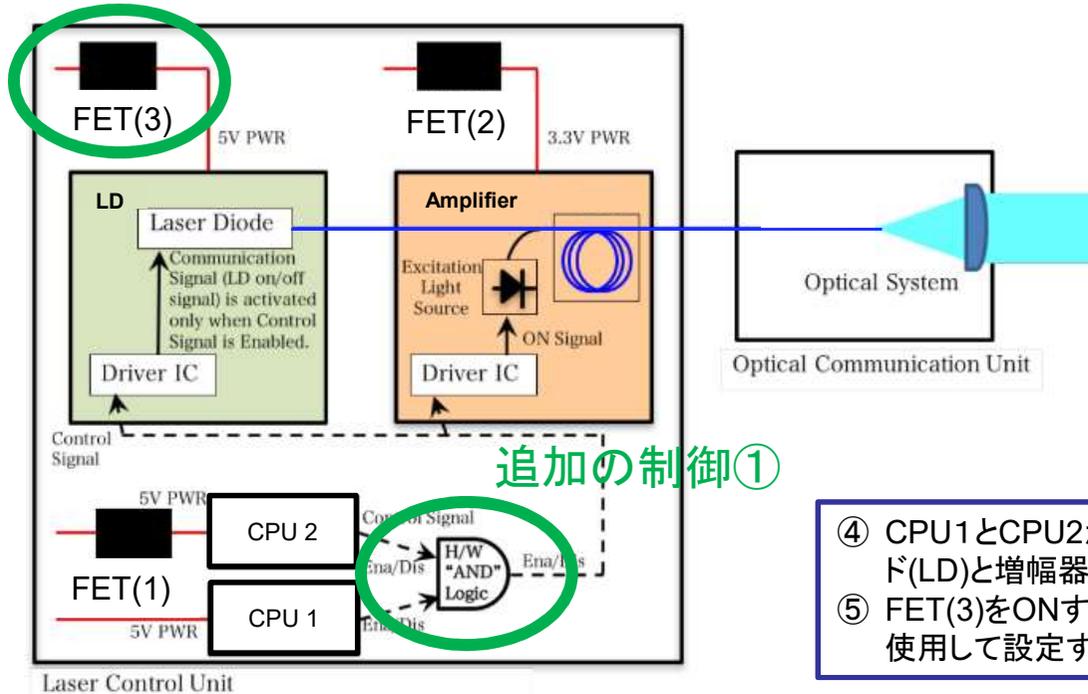
ハザード原因	制御	検証結果
意図しないレーザー照射	<ol style="list-style-type: none"> a. 曝露部に搭載されていない状態では電源が供給されない設計を行う。 b. 曝露部に搭載されている状態ではレーザー照射に必要な電源を遮断できる故障許容設計を行う。また、船外活動時、輸送機の接近/離脱時、SOLISS運用終了時は電源を遮断した状態にする運用制約を課す。 	<ol style="list-style-type: none"> a. 打上げ時や曝露部への移設中は電源が接続されない(供給されない)設計であることを図面で確認した。 b. 図面でレーザー照射を制御する電界効果トランジスタ(FET)が二つのCPUで独立制御されていることを確認した。また、機能試験で健全性を確認した。さらに運用制約が、運用制御合意文書^{注)}に反映されていることを確認した。

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

3. 安全解析の概要(ユニークハザードの検証結果) UNQ-SOLISS-6/意図しないレーザ照射



追加の制御②



- ④ CPU1とCPU2がAND回路を介してレーザダイオード(LD)と増幅器(Amplifier)を制御する。
- ⑤ FET(3)をONするコマンドを暗号化した通信回線を使用して設定する。

【追加の制御①】

SOLISSは三つの独立した電源を二つのCPUで制御する設計のため、コンピュータによるハザード制御を行うシステムに対する安全要求に適合していることを示すことを目的として、二つのCPUがAND回路を介さなければレーザが照射されない設計であることをハザードレポートに明記した。

【追加の制御②】

SOLISSはコマンド送信のためにイーサネットを使用するため、第三者からの妨害を阻止するセキュリティ対策を講じなければならない。そのため、電源ONのコマンドを暗号化した回線を使用して設定する設計であることをハザードレポートに明記した。

3. 安全解析の概要(ユニークハザードの検証結果) UNQ-SOLISS-7/電力系の損傷



【想定されるハザード】: カタストロフィックハザード(搭乗員の喪失、ISS機能の損失)

- 船外活動中に、高電圧部位(光通信部:最大45VDC)への不意な接触により、搭乗員が感電し死傷に至る可能性がある。

【制御方法、検証方法】: リスク最小化設計

ハザード原因	制御	検証結果
不適切な設計/製造	a. ISS要求に従った回路保護装置の適切なデレーティングと選定を行う。 b. 漏電防止のためISS要求に従ったボンディング・接地設計を行う。	a. 要求に従った回路保護の設定、ワイヤ選定がなされていることを回路図、解析書および製造検査記録で確認した。 b. 要求に従ったボンディング・接地設計を行っていることを回路図、解析書、製造検査記録で確認した。

4. 基本指針に対するSOLISSの適合性評価結果(1/7)



「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」に対する評価結果を示す。詳細は付表-1参照。

基本指針項目	SOLISSの適合性評価結果	関連する項
1. 目的及び位置付け	基本指針に基づきSOLISSの安全性を確認した。	なし
2. 適用範囲	JAXAの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、SOLISSの安全性確認結果を宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会に報告する。	なし
3. 基本的な考え方 (1)安全確保の対象 (2)安全確保の方法	<p>SOLISSに対してハザード原因を抽出し、ハザードの制御方法およびその検証結果が妥当であることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • SOLISSによる火災 • SOLISSによる船内汚染 • SOLISSの鋭利端部への接触、挟み込み(船内・船外) • SOLISSの高温・低温部への接触(船内・船外) • SOLISSからの電磁波 • SOLISSの通気口を有する機器の破損 • SOLISSの構造破壊 • SOLISSのガラス等の破損 • SOLISSの回転機器の破損 • SOLISSからの意図しないレーザー照射 • SOLISSの電力系の損傷 	3項(P.12)

4. 基本指針に対するSOLISSの適合性評価結果(2/7)



基本指針項目	SOLISSの適合性評価結果	関連する項
3. 基本的な考え方 (3) 有人活動の特殊性への配慮	有人活動の特殊性に配慮した設計を行っている。	なし
4. 宇宙環境対策 (1) 自然環境からの保護 ア 隕石・スペースデブリ	適用外	なし
イ 宇宙放射線	部品、材料に関して放射線照射試験や解析評価を行い、耐放射線性があることを確認した。	なし
ウ 高真空、微小重力等	熱真空試験を行い、高真空下での耐環境性を確認している。また微小重力下での搭乗員による取扱手順が適切に設定されている。プラズマによる機器の劣化については、適切に接地が確保され、帯電防止が行われている。軌道上の熱環境に対しては熱解析を行い、船内・船外ともに機器の故障が生じないこと、搭乗員が許容できる外表面温度になることを確認した。酸素原子に対しては、多層断熱材(MLI)で覆い、防護対策を講じている。	STD-4 UNQ-SOLISS-5

4. 基本指針に対するSOLISSの適合性評価結果(3/7)



基本指針項目	SOLISSの適合性評価結果	関連する項
4. 宇宙環境対策 (2) 誘導環境からの保護 ア 打上げ時の誘導環境	SOLISSは、打上げ輸送機の振動・加速度・音響・圧力等の諸条件に対して、構造破壊・劣化等を起こさないよう設計、検証されている。 また、SOLISSはベントホールを有する機器があるが、最大差圧に対する強度を持たせた設計としている。	STD-17 UNQ-SOLISS-1
イ 軌道上の誘導環境 (ア) 雰囲気空気	適用外	なし
(イ) 汚染	SOLISSに使用される材料は、安全要求(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っている。	STD-2
(ウ) 振動、音響、電磁波	SOLISSは船内では電源がOFFであるため、振動、音響、電磁波を発生しない。船外で発生する振動、音響は他の機器に影響を与えるレベルではない。電磁波に関してはJEMや周りの機器への影響がなく受入可能であることを電磁適合性試験、解析で確認した。	STD-6
(3) 軌道上環境等の保全	SOLISSは軌道上で固体または液体の放出をしない。	なし

4. 基本指針に対するSOLISSの適合性評価結果(4/7)



基本指針項目	SOLISSの適合性評価結果	関連する項
5. 構造 (1)設計	搭乗員・搭載機器を宇宙環境から保護し、安全に支持するため、SOLISSの打上げ・軌道上等の定常運用における全ての荷重モードに対し十分な剛性・静荷重強度を持つよう設計され、その結果は解析及び試験によって検証され、十分な安全性を持つことが確認されている。	STD-17 UNQ-SOLISS-1
(2)剛性及び強度 ア 剛性	SOLISSは、打上げ荷重、軌道上荷重に対して十分な剛性を持つことを解析、試験により検証している。	UNQ-SOLISS-1
イ 静荷重強度 ウ 疲労強度	SOLISSは、打上時静荷重の影響を解析により評価を行い、構造強度が十分な安全余裕を有していることを確認した。	UNQ-SOLISS-1
(3)構成材料	可燃性・ガス発生、破壊靱性、耐腐食性・耐応力腐食性・耐電食性等を考慮した材料の使用、表面処理が施されていることを確認した。	STD-1 STD-2 UNQ-SOLISS-1
6. 安全・開発保証 (1)安全性 (2)信頼性 ア システムの独立性	SOLISSのレーザ照射に必要な電源を遮断できるよう、故障許容設計(レーザ照射を制御する電界効果トランジスタ(FET)を二つのCPUで独立制御する)を行う。また、船外活動時、輸送機の接近/離脱時、SOLISS運用終了時は電源を遮断した状態にする。	UNQ-SOLISS-6
イ 故障検知	適用外	なし

4. 基本指針に対するSOLISSの適合性評価結果(5/7)



基本指針項目	SOLISSの適合性評価結果	関連する項
6. 安全・開発保証 (2)信頼性 ウ 自律性の確保 エ 自動機能に対する オーバーライド	SOLISSは地上管制が受けられない場合においても、電源の遮断をすることで安全化することができる。	UNQ-SOLISS-6
(3)保全性 ア 機能中断の防止	適用外	なし
イ 危険防止	SOLISSは保全作業を行わない。また、SOLISSはエアロックから船外に搬出され、ロボットアームにより設置されるため、搭乗員の船外活動を必要としない。軌道上で粉塵等を発生する作業も行わない。	なし
(4)品質保証	安全上重要な機能について性能等を満足していることを確認するため、サブシステム、システムレベルの段階において、試験・解析・検査による検証を実施し、記録類、解析書、試験データ、評価結果等のエビデンスの確認を通して、検証の妥当性を確認した。	全般

4. 基本指針に対するSOLISSの適合性評価結果(6/7)



基本指針項目	SOLISSの適合性評価結果	関連する項
<p>7. 人間・機械系設計 (1) 搭乗員の保護</p>	<p>外傷を防止するため、回転機器については搭乗員が船外活動を実施する際は電源を遮断することで意図しないモータ駆動を防いだ。 鋭利端部、挟み込みはISS安全要求に従った設計を行いフライトハードウェアに対する検査を実施した。 脆性材料で露出する部位(カメラレンズ)は、振動試験で耐環境性を確認し、船内ではカバーで保護した。 火傷を防止するため、許容できる露出部表面温度を逸脱することがないことを確認した。 短絡・接続不良等による漏電、感電を防止するため、電力ラインが露出していないことをフライトハードウェア検査にて確認した。また接地の確認のため絶縁抵抗試験、ボンディング・グラウンディング抵抗測定を行った。 全般として、船外に機器がある際は、接触禁止区域による運用制約を課した。</p>	<p>STD-3 STD-4 UNQ-SOLISS-2 UNQ-SOLISS-3 UNQ-SOLISS-4 UNQ-SOLISS-5 UNQ-SOLISS-7</p>
<p>(2) 誤操作等の防止</p>	<p>レーザ放射のコマンドは、地上要員が安全のための必要条件を満足していることを確認した後、発信されることとなっている。また、レーザ照射に必要な電源を遮断できるよう、故障許容設計(レーザ照射を制御する電界効果トランジスタ(FET)を二つのCPUで独立制御する)を行っている。</p>	<p>UNQ-SOLISS-6</p>

4. 基本指針に対するSOLISSの適合性評価結果(7/7)



基本指針項目	SOLISSの適合性評価結果	関連する項
7. 人間・機械系設計 (3) 共通化	適用外	なし
8. 緊急対策 (1) 緊急警報	適用外	なし
(2) アクセス	軌道上で必要となる安全上重要な手順書は、軌道上で搭乗員がアクセスできるよう電子ファイル媒体、文書として保管・掲示されることになっている。 またSOLISSのエアロックテーブルへの取付作業は搭乗員の脱出・避難を妨げない範囲で実施されることが評価されている。	なし
(3) 減圧及び再加圧	適用外	なし
9. 安全確保体制	SOLISSプロジェクトチームから独立した安全・開発保証部門である「有人システム安全ミッション保証室」が安全、開発保証活動を実施している。安全上の問題については、開発・運用の責任者まで報告・検討される体制が確立されている。 さらに、SOLISSの開発・運用に携わる者への安全教育・訓練が実施されるとともに、安全確保に係る事項の周知徹底が図られている。	2項審査体制(P.8)

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. 軌道上実証光通信装置 (SOLISS) 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「軌道上実証光通信装置 (SOLISS)」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。

なお、今後NG-11 (Northrop Grumman11号機)での打上げを予定している。

添付1 : 適用文書及び審査文書

添付2 : 略語集

添付3 : リスク表

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

- UTB-2018014

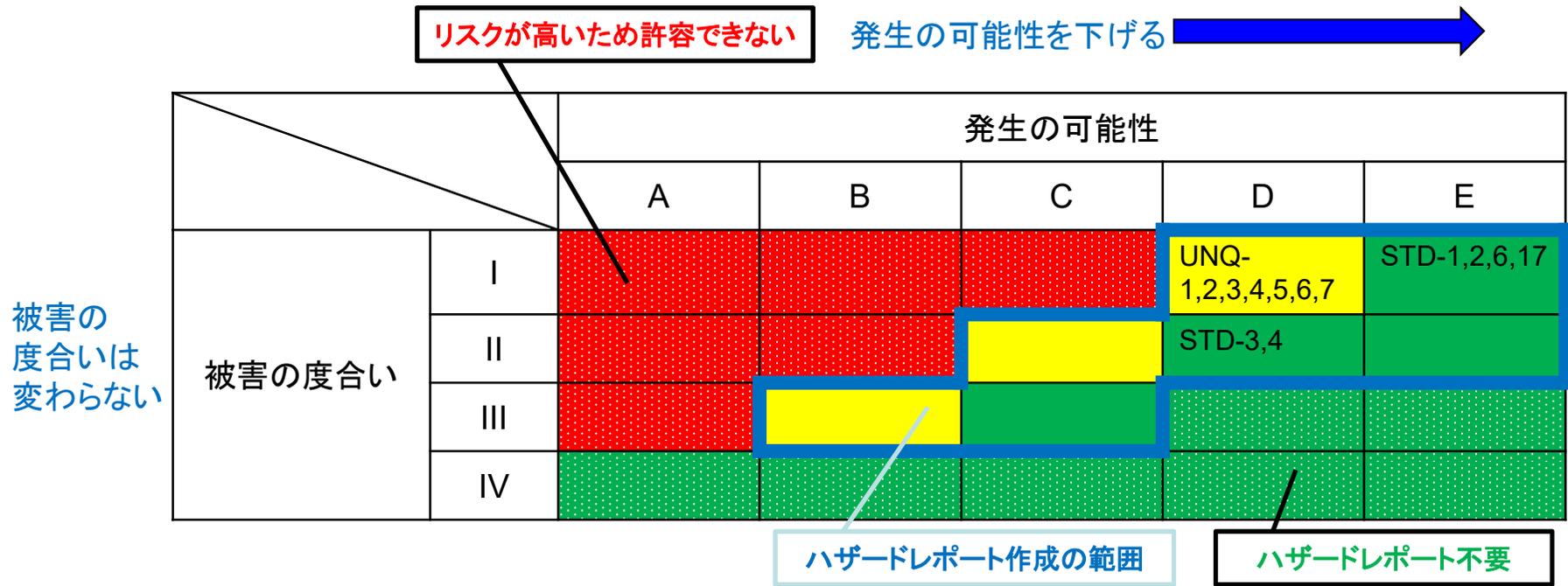
Phase III SAFETY ASSESSMENT REPORT(SAR) FOR Sony Optical Link for International Space Station (SOLISS)

添付2. 略語集



略語	正式名称	和訳
CBCS	Computer Based Control System	コンピュータによるハザード制御を行うシステム
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
FET	Field Effect Transistor	電界効果トランジスタ
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
MIUL	Material Identification and Usage List	材料使用リスト
MLI	Multi Layer Insulation	多層断熱材
S&MA	Safety and Mission Assurance	安全及びミッション保証
SOLISS	Sony Optical Link for International Space Station	軌道上実証光通信装置

添付3. リスク表



被害の度合い

被害の度合い	用語	説明
I	カタストロフィック	打上機／ISSの喪失、致命的な人員の傷害となり得る状態
II	クリティカル	打上機／ISS機器の損傷や人員の傷害となり得る状態
III	マージナル	要員の軽度の人的被害、ISS機器の軽度の損傷、または軽度の環境への影響をもたらす状態
IV	ネグリジブル	要員の軽度の人的被害やISS機器の軽度の損傷、または軽度の環境への影響をもたらさない程度

発生の可能性

発生の可能性	説明
A	しばしば発生する。
B	たまに発生する。
C	まれに発生する。
D	ほとんど発生しない。
E	ほとんど全く発生しない。