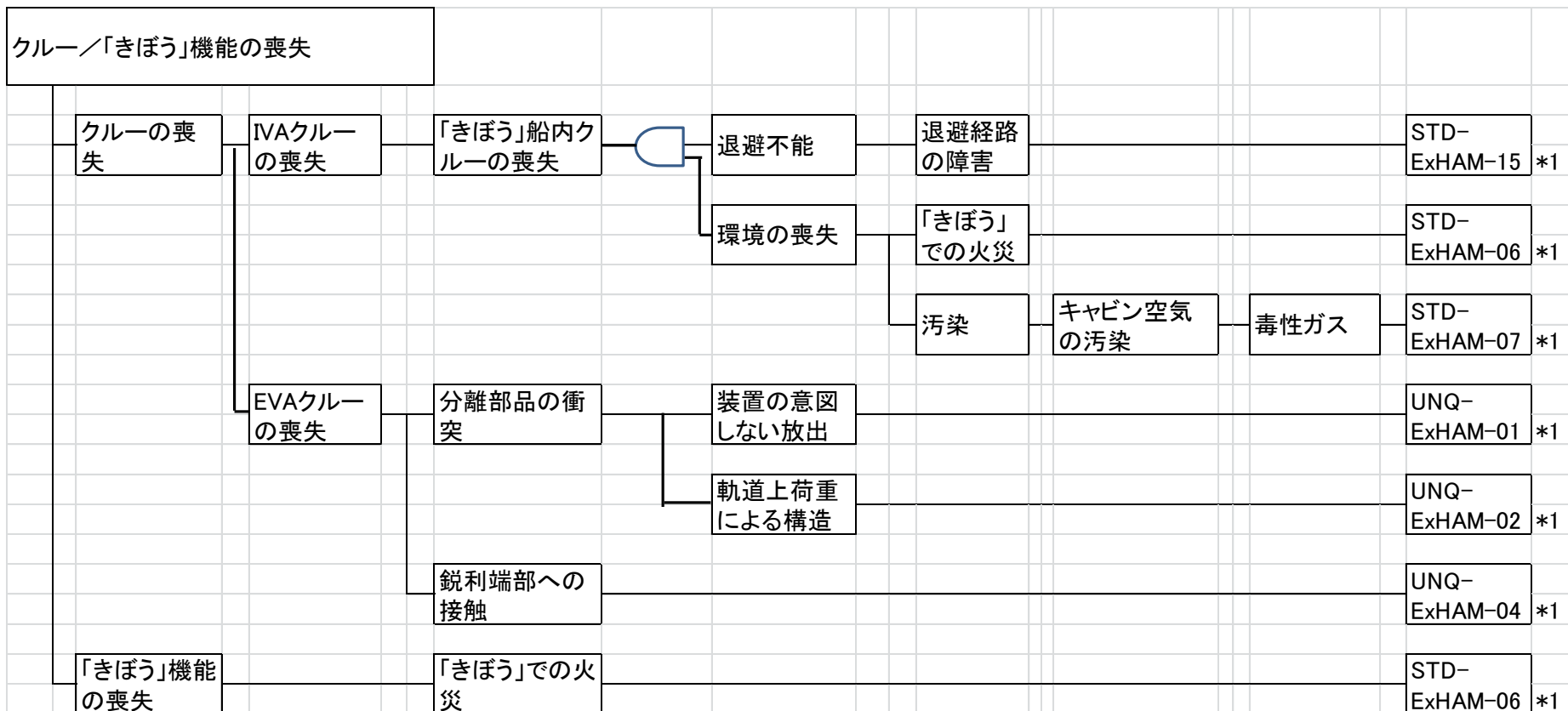


添付

- 添付1 ; FTA
- 添付2 ; 安全解析結果
- 添付3 ; 標準ハザードレポートの例
- 添付4 ; ユニークハザードレポートの例
- 添付5 ; ハンドホールドの構造解析結果

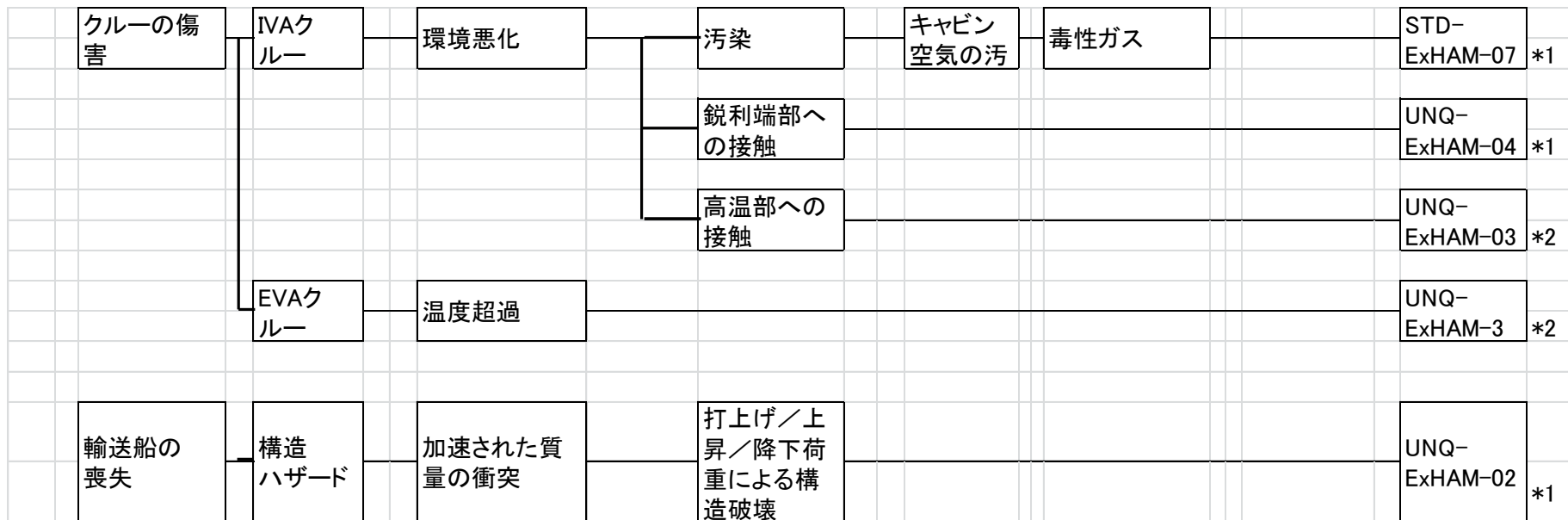
付表-1 ; 安全評価のための基本指針に対するExHAMの安全検証結果

添付1 ; FTA (1/2)



- 注
1. 図中でORの表示は省略している。
 2. *1はカタストロフィックハザード、*2はクリティカルハザードを示す。

添付1 ; FTA (2/2)



注

1. 図中でORの表示は省略している。
2. *1はカタストロフィックハザード、*2はクリティカルハザードを示す。

(STD-ExHAM-07とUNQ-ExHAM-04は「クルーの喪失」の大きな要因になるため、被害の度合いが大きいカタストロフィックハザードとしている)

添付2 ; 安全解析結果(1/4)

該当ハザード番号	ハザードタイトル (注1)	ハザード原因	ハザード制御	検証方法
UNQ-ExHAM-01 (不意な放出)	ExHAMのハンド ホールドからの 不意な放出 (1)	ラッチ機構の不具合	<ul style="list-style-type: none"> ・リスク最小化設計を行う ・子アームを使用し、ラッチ機構を再度開とする 	解析、試験 手順検査
		プリロード機構のスタック	<ul style="list-style-type: none"> ・リスク最小化設計を行う ・ラッチ機構がEVA作業にて開できるように設計する ・EVAクルーによりラッチ開放する ・プリロード機構を保持するためプリロードバネを有する設計とする ・プリロードバネのEVAボルトを回転させる ・プリロードバネが緩まないようにセルフロックタイプのインサートを用いる 	解析、試験、機能試験、 手順検査、現品検査
		子アーム又はIVAとの協同 作業中のExHAMの不適切 な放出	<ul style="list-style-type: none"> ・機械的インジケータを2つ持つように設計する ・ラッチステータスを子アームTVカメラにより地上及びIVAクルーで目視確認する ・子アームがツールフィクスチャを捕捉したことを地上及びIVAクルーで目視確認する ・IVAにてExHAMをエアロックアダプタのハンドホールドに取付後、インジケータのステータス確認を行う 	解析、試験、手順検査

添付2 ; 安全解析結果(2/4)

該当ハザード番号	ハザードタイトル (注1)	ハザード原因	ハザード制御	検証方法
UNQ-ExHAM-01 (不意な放出)	ExHAMのハンドホールドからの不意な放出 (I)	ハンドホールド捕捉後のExHAMの不意な放出	<ul style="list-style-type: none"> ExHAMがハンドホールド捕捉後、20kgfのプリロードを加える 	解析
			<ul style="list-style-type: none"> 2次緩み機構を適用する 	試験
		外部荷重によるExHAMの構造破壊	<ul style="list-style-type: none"> バネエネルギーからEVAクルーを守るため及びプリロード機構を保持するようプリロードバネを設計する EVAクルーによりプリロードバネを操作する プリロードバネのEVAボルトを回転させる プリロードバネが緩まないようにセルフロックタイプのインサートを用いる 	解析、手順検査、現品検査
		EVA作業時のEVAクルーに対するExHAMの不意の放出	<ul style="list-style-type: none"> プリロード解放前にPreload Spring Stopperを作動させる 	解析、手順検査、現品検査

注)ハザードの被害の度合いの尺度としてカタストロフィックをⅠ、クリティカルをⅡと()内に表示した。

添付2 ;安全解析結果(3/4)

該当ハザード番号	ハザードタイトル (注)	ハザード原因	ハザード制御	検証方法
UNQ-ExHAM-02 (構造破壊)	ExHAM、ハンドホールド、又はハンドホールドインタフェース構造のISS/JEM/EVAクルーの衝突荷重による構造破壊 (I)	軌道上荷重によるハンドホールドの構造破壊	荷重に対して安全係数を持った設計を行う	解析、構造検証計画の承認、試験
		軌道上荷重によるハンドホールドインタフェースの構造破壊	同上	解析、構造検証計画の承認

注)ハザードの被害の度合いの尺度としてカタストロフィックをⅠ、クリティカルをⅡと()内に表示した。

添付2 ; 安全解析結果(4/4)

該当ハザード番号	ハザードタイトル (注1)	ハザード原因	ハザード制御	検証方法
UNQ-ExHAM-3 (高温/低温部への接触)	高/低温部への接触 (Ⅱ)	高温/低温表面との接触	<ul style="list-style-type: none"> 表面温度或いは熱伝導率が基準内となる設計を行う。 もしくはグローブの損傷温度には至らないことを確認する 	解析
UNQ-ExHAM-04 (鋭利端部)	鋭利端部、突起物への接触及び挟み込み (Ⅰ)	鋭利端部、突起物等の存在	<ul style="list-style-type: none"> 鋭利端部、突起物等がない設計・製造を行う 鋭利端部が残る部分はアクセスを回避する設計、手順とする 	現品検査、図面検査
		挟み込み	<ul style="list-style-type: none"> 挟み込みが起こらないようISS要求を満足する設計をおこなう 	現品検査、手順検査
STD-ExHAM-06 STD-ExHAM-07 (可燃材料及びオフガス)	<ul style="list-style-type: none"> 火災(可燃性物質の使用) 船内空気の汚染(使用物質からのオフガス) (Ⅰ)	可燃性物質の使用 オフガスの発生	<ul style="list-style-type: none"> ISS要求を満たす材料を使用する 可燃性評価を行う 	MUA及びMIULの評価承認、現品検査
			<ul style="list-style-type: none"> オフガス試験及び評価を行う 	MUA及びMIULの評価承認、現品検査
STD-ExHAM-15 (緊急退避)	クルー退避時の障害 (Ⅰ)	退避経路の阻害	<ul style="list-style-type: none"> 船内の避難経路を阻害しない設計とする 	解析

注)ハザードの被害の度合いの尺度としてカタストロフィックをⅠ、クリティカルをⅡと()内に表示した。

添付3 ; 標準ハザードレポートの例

		A. NUMBER	B. PHASE	C. DATE
FLIGHT PAYLOAD STANDARDIZED HAZARD CONTROL REPORT		STD- ExHAM-1	III	2013.2.13
D. PAYLOAD, DTO, DSO or RME (Include Part Number(s), if applicable)		HAZARD TITLE		E. VEHICLE
ExHAM (Exposed Experiment Handrail Attachment Mechanism)		STANDARD HAZARDS		<i>HIV, ATV, Progress, ISS</i>
F. DESCRIPTION OF HAZARD:	G. HAZARD CONTROLS: (complies with)	H. APP.	I. VERIFICATION METHOD, REFERENCE, AND STATUS:	
5. Shatterable Material Release	Meets all that apply: a) All materials are contained. b) Optical glass (i.e. lenses, filters, etc.) components of crew cabin experiment hardware that are non-stressed (no delta pressure) and have passed both a vibration test at flight levels and a post-test visual inspection. c) Shuttle payload bay hardware shatterable material components that weigh less than 0.25 lb (113g) and are natural.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	N/A <i>Note: Include a listing and figure(s) of shatterable material(s) as an attachment.</i>	
6. Flammable Materials	Meets one or more of the following: a) A-rated materials selected from MAPTIS or applicable IP materials process. b) Flammability assessment per NSTS 22648, JSC 29353, or applicable International Partner materials process.	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	1) MIUL will be reviewed and approved by JAXA: CLOSED (KST-12-X082A ExHAM MIUL, dated 2012.09.21) 2) MUA will be reviewed and approved by JAXA if necessary: N/A (Materials that need MUAs are not used in ExHAM.)	
7. Materials Offgassing	Meets one or more of the following: a) Offgassing tests of assembled article per NASA-STD-6001. b) Offgassing evaluation per: MSFC-HDBK-527/JSC or MAPTIS.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	1) MIUL will be reviewed and approved by JAXA: CLOSED (KST-12-X082A ExHAM MIUL, dated 2012.09.21) 2) MUA will be reviewed and approved by JAXA if necessary: N/A (Materials that need MUAs are not used in ExHAM.)	

火災に関する部分(STD-ExHAM-06)

船内空気の汚染に関する部分(STD-ExHAM-07)

添付4 ;ユニークハザードレポートの例(1/6)

UNQ-ExHAM-02

ExHAMまたはハンドホールドの構造破壊

PAYLOAD HAZARD REPORT		a. NO: ExHAM-02
b. PAYLOAD: ExHAM (Exposed Experiment Handrail Attachment Mechanism)		c. PHASE: III
d. SUBSYSTEM: Structure	e. HAZARD GROUP: Collision	f. DATE: 2013.3.19
g. HAZARD TITLE: Structural Failure of ExHAM, Handhold or Handhold interface structure		i. HAZARD CATEGORY <input checked="" type="checkbox"/> CATASTROPHIC <input type="checkbox"/> CRITICAL
h. APPLICABLE SAFETY REQUIREMENTS: SSP 51700, 3.9.1 Structural Design, 3.9.3 Stress Corrosion, SSP 52005, SSP 30559		
j. DESCRIPTION OF HAZARD: Failure of ExHAM structure, Handhold or Handhold interface structure could result in floating and collision to JEM and/or EVA crew and/or ISS hardware.		
k. HAZARD CAUSES: (See continuation sheet)		

添付4 ; ユニークハザードレポートの例(2/6)

UNQ-ExHAM-02

ExHAMまたはハンドホールドの構造破壊

I. HAZARD CONTROLS:		
(See continuation sheet)		
m. SAFETY VERIFICATION METHODS:		
(See continuation sheet)		
n. STATUS OF VERIFICATION:		
(See continuation sheet)		
o. APPROVAL	PAYLOAD ORGANIZATION	SSP/ISS
PHASE I		
PHASE II		
PHASE III		

添付4 ;ユニークハザードレポートの例(3/6)

UNQ-ExHAM-02

ExHAMまたはハンドホールドの構造破壊

PAYLOAD HAZARD REPORT CONTINUATION SHEET	
a. NO:	ExHAM-02
b. PAYLOAD: ExHAM (Exposed Experiment Handrail Attachment Mechanism)	c. PHASE: III
k. HAZARD CAUSES: 1. Structural failure of Handhold or Handhold interface structure by external load 1.1 Structural failure of Handhold by external load On-orbit load such as EVA kick load, handling load, JEMRMS collision load, cyclic acceleration of 0.2 g max by reboost may cause structural failure of Handhold and ExHAM to be released from Handhold. 1.2 Structural failure of Handhold interface structure by external load On-orbit load such as EVA kick load, handling load, JEMRMS collision load, cyclic acceleration of 0.2 g max by reboost may cause structural failure of Handhold interface structure and ExHAM/Handhold to be released from Handhold interface structure.	
l. HAZARD CONTROLS: 1.1 To confirm that applied load to Handhold through ExHAM is within strength capability of Handhold. Note: As for EVA kick load, NCR is applied for approval (Refer to NCR-ExHAM-1). <Op> ExHAM shall be relocated for any EVA task where ExHAM is located within the EVA worksite envelope or translation path volume, and caution will be included in EVA procedures for ExHAM itself or EVA around theExHAM so that special attention should be paid not to kick the ExHAM. 1.2 To confirm that applied load to Handhold interface structure through ExHAM/Handhold is within strength capability of Handhold interface structure.	

添付4 ;ユニークハザードレポートの例(4/6)

UNQ-ExHAM-02

ExHAMまたはハンドホールドの構造破壊

m. SAFETY VERIFICATION METHODS:

1.1-1 Structural Analysis of Handhold

1.1-2 Structural Verification Plan will be reviewed by JAXA.

1.1-3 Strength test will be performed in configuration of attaching ExHAM to Handhold and applying critical load (i.e., EVA handling load) to ExHAM in order to confirm that Handhold can withstand such load condition.

1.1-4 Approval of NCR

1.1-5 Verification is completed once formal acceptance is provided by JAXA Operation Community through JAXA OCM.

1.2-1 Structural Analysis of Handhold interface structure

1.2-2 Structural Verification Plan will be reviewed by JAXA.

n. STATUS OF VERIFICATION:

1.1-1 Closed : KST-12-X077 Status report for study of Handhold strength test result, dated 2012.04.27

1.1-2 Closed : KST-11-X066C ExHAM Structural Verification Plan, dated 2012.05.29

1.1-3 Closed : KST-12-C007A ExHAM Handhold strength test report, dated 2012.05.23

1.1-4 Closed : NCR-ExHAM-1

1.1-5 Closed : Refer to OCM-ExHAM-11 (OCAD No.: JO00696), dated 2012.10.10

1.2-1 Closed : 67C-M-23-151 Structural Assessment of R-ORU Structure against ExHAM Loads

NU-39896A Strength Assessment of JLP Handhold Support Structure against ExHAM Loads

1.2-2 Closed : KST-11-X066C ExHAM Structural Verification Plan, dated 2012.05.29

添付4 ; ユニークハザードレポートの例(5/6)

UNQ-ExHAM-02

ExHAMまたはハンドホールドの構造破壊

PAYLOAD HAZARD REPORT CONTINUATION SHEET	a. NO: ExHAM-02
b. PAYLOAD: ExHAM (Exposed Experiment Handrail Attachment Mechanism)	c. PHASE: III
k. HAZARD CAUSES: 2. Structural failure of ExHAM by external load External load such as EVA kick load etc. may cause structural failure of ExHAM and ExHAM to be released from Handhold. 2.1 Inadequate structural strength for launch, ascent, on-orbit load (including crew applied load and thermal effect), RMS collision load, disposal, or de-pressurization. 2.2 Improper materials selection and processing, including usage of stress corrosion sensitive materials. 2.3 Metal fatigue or propagation of inherent cracks or internal flaws. 2.4 Use of counterfeit fasteners. 2.5 Loosing of fasteners during launch and on-orbit. 2.6 Improper manufacturing and/or assembly.	
l. HAZARD CONTROLS: 2.1a Designed to meet the applicable requirements for soft-stowed items for launch as defined in JMR-002, ESA-ATV-1700.7b, II 32928-103. As maximum factor of safety, a factor of safety of 1.5 for yield (derived from HTV requirement), and a factor of safety of 2.0 for ultimate (derived from ATV requirement) will be applied to launch loads. 2.1b Designed to a factor of safety of 1.25 for yield, and a factor of safety of 2.0 for ultimate on-orbit loads as defined in SSP 52005. 2.1c Preload from 16kgf to 20kgf is applied by compression coil spring in order to keep structural integrity of ExHAM for on-orbit cyclic loads in handhold attached condition. 2.2 Proper material and processing method are selected according to CR-99117, JAXA Space Station Program Requirements for Materials and Processes. Materials used will be listed in Material Identification and Usage List (MIUL) and the materials which are not categorized rating A in MAPTIS and special process will be indicated in Material Usage Agreement (MUA). 2.3 To prevent a catastrophic failure, fracture control will be performed in accordance with SSP 52005 and NASA-STD-5003. 2.4 Fastener control will be implemented based on JBX-97159 "JEM Payload Fastener Control Plan." 2.5a To prevent loosening of fasteners, self lock type nuts are used. 2.5b <Op> Operational torque control will be conducted for the fasteners of sample holder (20-25 in-lb) and Airlock Adapter (50-70 in-lb). (See Attached Sheet 02-2.5-1). 2.6 Inspection will be performed at each manufacturing phase.	

添付4 ; ユニークハザードレポートの例(6/6)

UNQ-ExHAM-02

ExHAMまたはハンドホールドの構造破壊

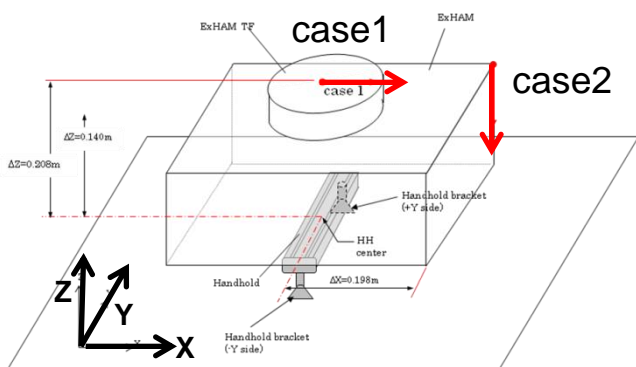
m. SAFETY VERIFICATION METHODS:

- 2.1a-1 Mass Property Analysis
- 2.1a-2 Inspection of hardware (including that the hardware is properly packed in CTB with cushion)
- 2.1b-1 Stress analysis is performed to verify structural integrity.
- 2.1b-2 Structural Verification Plan will be reviewed by JAXA.
- 2.1c-1 Review of drawing (including review by MSWG for preload mechanism)
- 2.1c-2 Inspection of hardware (including measurement of preload)
- 2.2 MIUL and MUA will be approved by JAXA.
- 2.3-1 Fracture Control Plan will be reviewed and approved by JAXA.
- 2.3-2 Fracture Control Status Report is submitted to JAXA, and approved by JAXA.
- 2.3-3 Fracture Control Summary Report is submitted to JAXA, and approved by JAXA
- 2.4-1 Review of drawing
- 2.4-2 Inspection of hardware
- 2.4-3 Verification of supplier's certification
- 2.5a-1 Review of drawing
- 2.5a-2 Inspection of hardware
- 2.5b Verification is completed once formal acceptance is provided by JAXA Operation Community through JAXA OCM.
- 2.6-1 Review of drawing
- 2.6-2 Inspection records will be stored to verify manufacturing process has been completed.

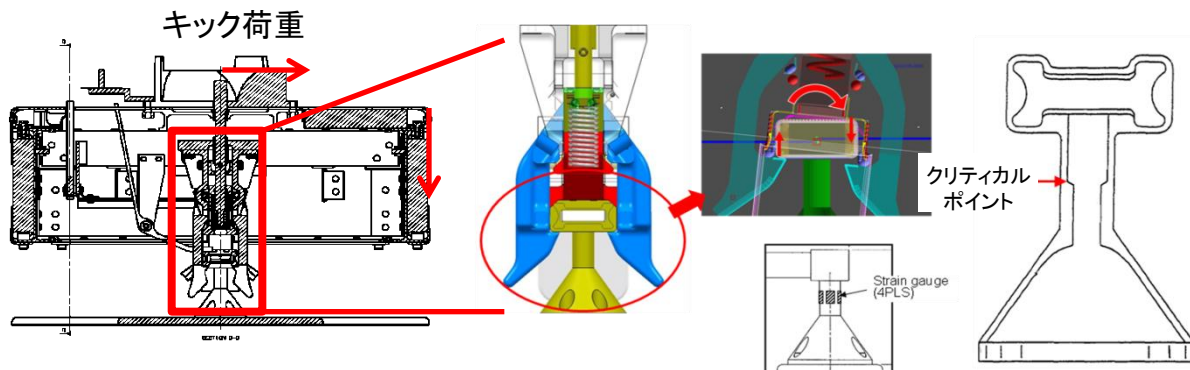
n. STATUS OF VERIFICATION:

- 2.1a-1 Closed : KST-11-X063D ExHAM Mass Property Analysis, dated 2012.06.12
- 2.1a-2 Closed : USH1011-101 CP order, dated 2012.11.26
- 2.1b-1 Closed to SVTL : SVTL No. ExHAM-VTL-01
- 2.1b-1 Closed : KST-11-X110A ExHAM Strength and Stiffness Analysis (Report 2), dated 2012.12.24
KST-12-X086A ExHAM Strength Analysis for RMS Impact Load (Report 2), dated 2012.06.04
- 2.1b-2 Closed : KST-11-X066C ExHAM Structural Verification Plan, dated 2012.05.29
- 2.1c-1 Closed : USH1010 ExHAM PFM, dated 2012.10.30
- 2.1c-2 Closed : USH1011-101 CP order, dated 2012.11.26
- 2.2 Closed : KST-12-X082A ExHAM MIUL, dated 2012.09.21
- 2.3-1 Closed : KST-11-X059B ExHAM Fracture Control Plan, dated 2011.07.21
- 2.3-2 Closed : KST-12-X087A ExHAM Fracture Control Status Report, dated 2012.06.01
- 2.3-3 Closed : KST-12-X176B ExHAM Fracture Control Summary Report, dated 2012.12.25
- 2.4-1 Closed : USH1010 ExHAM PFM, dated 2012.10.30
- 2.4-2 Closed : USH1011-101 CP order, dated 2012.11.26
- 2.4-3 Closed : USH1011-101 CP order, dated 2012.11.26
- 2.5a-1 Closed : USH1010 ExHAM PFM, dated 2012.10.30
- 2.5a-2 Closed : USH1011-101 CP order, dated 2012.11.26
- 2.5b Closed : Refer to OCM-ExHAM-08 (OCAD No.: JO00693), dated 2012.10.10
- 2.6-1 Closed : USH1010 ExHAM PFM, dated 2012.10.30
- 2.6-2 Closed : USH1011-101 CP order, dated 2012.11.26

添付5 ; ハンドホールドの構造解析結果



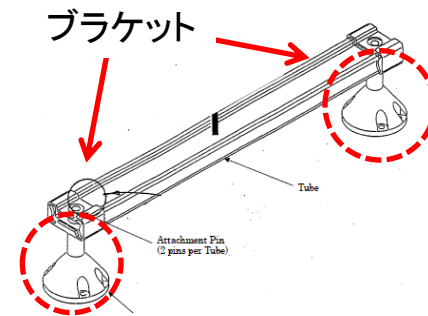
荷重入力の場合



横から見た図

表1 強度余裕(M.S.) 計算結果

case	荷重条件	最大許容応力 [MPa]	ハンドホールドブラケットの強度余裕(M.S.)	
			+Y	-Y
1	125 lb (×安全率1.5)	648.1	0.08 > 0	-0.18 < 0
2			0.39 > 0	-0.02 < 0



ハンドホールド

強度余裕(M.S.)の計算方法

1. 試験で45[lb]を荷重し、その時のブラケットの歪を測定し、発生応力を求めた。
2. この結果を基に、キック荷重である125[lb] × 1.5が荷重された場合の発生応力を解析により求めた。
3. この結果からM.S.を算出した。

ハンドホールドのブラケットは2つある(+Y, -Y)。-YのM.S.は負となるが、+YのM.S.は正である。