

資料27-2-1

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
(第27回H28.5.10)

X線天文衛星ASTRO-H「ひとみ」の 状況について(その2)

平成28(2016)年5月10日

国立研究開発法人

宇宙航空研究開発機構

本資料における時刻は注記のあるものを除いて全て日本時間(JST)で記述しております。

目次

1. ASTRO-H 軌道上の状況（その2）
 - 1.1 ASTRO-Hの運用について
 - 1.2 ASTRO-Hからの電波と推定していた受信について
 - 1.3 推定されるメカニズムの確認状況
 - 1.3.0 推定メカニズムサマリ
 - 1.3.1 推定メカニズム① 姿勢異常発生
 - 1.3.2 推定メカニズム② 姿勢異常継続
 - 1.3.3 推定メカニズム③ 制御異常
 - 1.3.4 推定メカニズム④ 物体破断・分離
 - 1.4 推定される現在の衛星状態
2. 前回のご質問に対する回答
3. 今後の計画

1. ASTRO-H 軌道上の状況 (その2)

4/19からの更新

1.1 ASTRO-Hの運用について

以下の状況、および、複数の海外機関から太陽電池パドルの両翼分離を示唆する情報を得たことを踏まえ、今後衛星が機能回復することは期待できない状態にあるとの判断に至り、復旧に向けた活動は取りやめ原因究明に専念することとした。(4月28日)

- 物体の分離に至る推定メカニズムについてシミュレーションを含めた解析の結果がほぼ確定し、構造的に弱い部位である太陽電池パドルが両翼とも根元から分離した可能性が高いと考えられること。
- 物体が分離した後も電波を受信できていたことを根拠とし、通信の復旧の可能性があると考えていたが、得られた電波の周波数が技術的に説明できないこと等から、受信した電波はASTRO-Hのものではなかったと判断されること。

1.2 ASTRO-Hからの電波と推定していた受信について1

これまで、通信異常が発生した後もASTRO-Hからと推定される電波を3回受信したことを報告してきた。

- ①3/26 23:49～23:52(約3分)@USC、23:48～23:51(約3分)@KTU
- ②3/27 01:23～01:27(約4分)@USC、01:21～01:27(約6分)@KTU
- ③3/28 22:06(約10秒)@USC

■ これら3回の受信については、調査の中で以下の事象を確認しており、詳細な調査を進めてきた。

- ASTRO-Hのキャリア周波数(約2.3[GHz])から200[kHz]程度ずれた電波を受信している。
- 周波数スペクトルが通信異常が発生する前の正常なデータと異なっている。

■ ただし、次の点からASTRO-Hからの電波の可能性があると考えていた。

- 計画通りの時間と方向から電波を受信できた。
- 周波数がずれているとはいえ、衛星が想定外の状態にあり、周波数が大きくずれる可能性もあると考えられた。
- 国際電気通信連合(ITU)で公開されている周波数情報からは、混信する可能性がある衛星が見つからなかった。

1.2 ASTRO-Hからの電波と推定していた受信について2

- 搭載通信機の設計並びに地上試験データを基に検討したところ、次の結論に至った。
 - 一般に発振子の温度変化等によって周波数は変動しうるが、今回の異常姿勢や温度環境における検討を進めた結果、キャリア周波数の200[kHz]程度変動は発生しないとの結論に至った。
- 受信した電波と同様の特徴を有する電波を発する衛星の存在を確認した。
 - ASTRO-Hの復旧のための運用中の4月13日に、3月26日に観測された周波数スペクトルと同様の微弱な電波を、ASTRO-Hの可視開始予測時刻より2分程度前から受信した。
 - ASTRO-Hではない、ITUに公開されていない別の衛星の電波であると考え、当該衛星の軌道を検討し、ドップラー周波数を分析すると、3月26日及び27日に受信した電波の周波数と一致した。
- 搭載通信機の検討結果、及びASTRO-Hのキャリア周波数から200[kHz]程度ずれた電波を出す衛星の存在を確認したことから、3回受信した電波はASTRO-Hからのものではないと判断した。

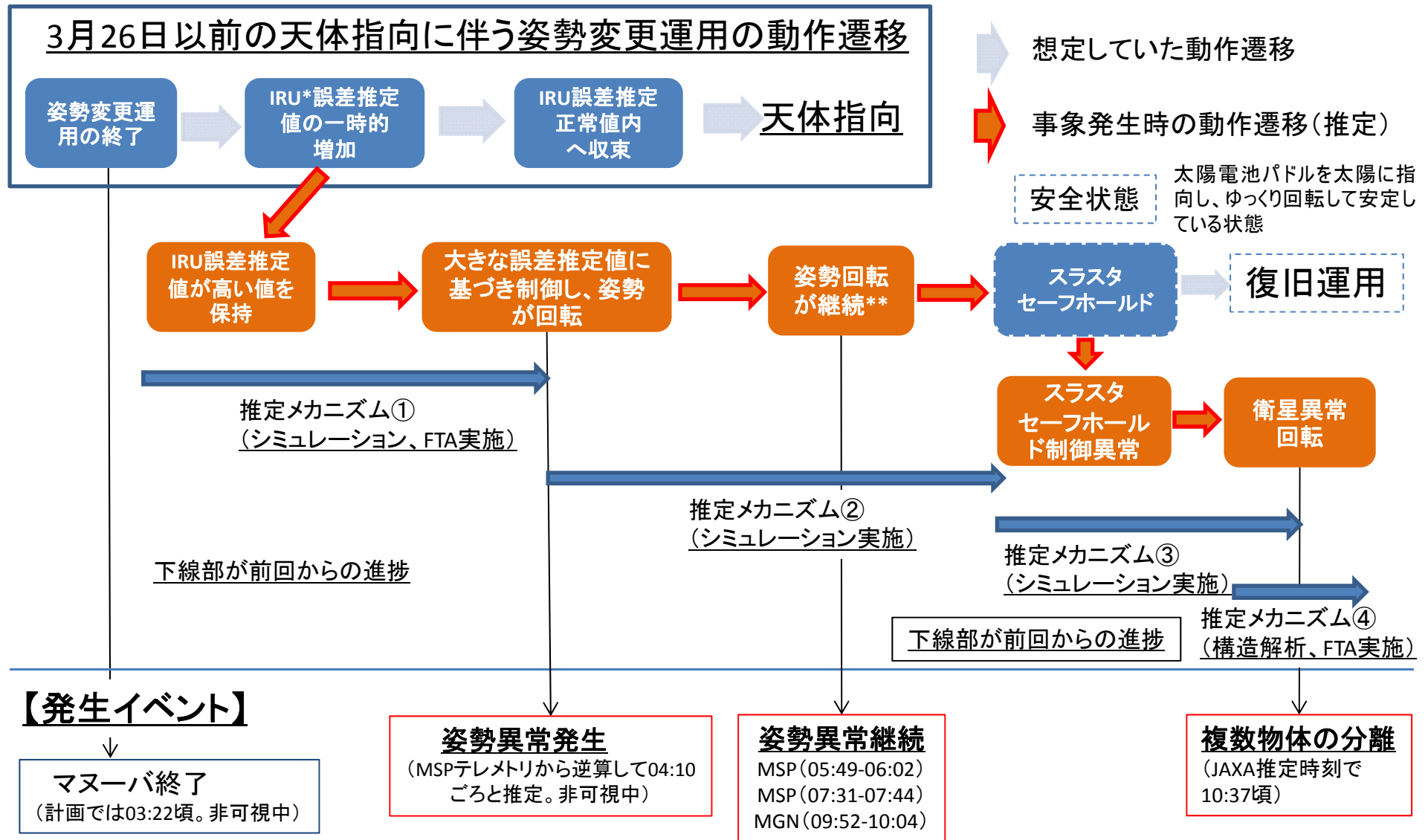
1.3 推定メカニズムの確認状況

下線部が前回からの進捗

1.3.0 推定メカニズムサマリ(正常状態から姿勢異常が発生し分離に至るまで)

- (1) 3月26日に、活動銀河核指向での初期機能確認を行う為の姿勢変更運用を計画通り実施した。
- (2) 姿勢変更運用終了後、姿勢制御系の想定と異なる動作により、実際には衛星が回転していないにもかかわらず、姿勢制御系は衛星が回転していると自己判断した。その結果、回転を止めようとする向きにリアクションホイール(RW)を作動させ、衛星を回転させるという姿勢異常が発生した。【推定メカニズム①】
- (3) 加えて、姿勢制御系が実施する磁気トルカによる角運動量のアンローディング※が姿勢異常のため正常に働かず、RWに角運動量が蓄積※し続けた。【推定メカニズム②】
- (4) 姿勢制御系はこの状況を危険と判断し、衛星を安全な状態とするためセーフホールド(SH)に移行し、スラスタを噴射したと推定される。この際、姿勢制御系は不適切なスラスタ制御パラメータにより、想定と異なる指示をスラスタに与えたと推定される。その結果、スラスタは想定と異なる噴射を行い、衛星の回転が加速する作用を与えたと推定される。【推定メカニズム③】
- (5) 衛星の想定以上の回転運動により、太陽電池パドル、あるいは伸展式光学ベンチ(EOB)など、回転状態で発生する力に対して構造的に弱い部位が破断し分離したと推定される。特に太陽電池パドルについては、取付部周辺で破損し、両翼とも分離した可能性が高い。【推定メカニズム④】

1.3.0 推定メカニズム(図解) 衛星正常状態から物体の分離に至る迄



表示時刻は
全て日本時間3/26

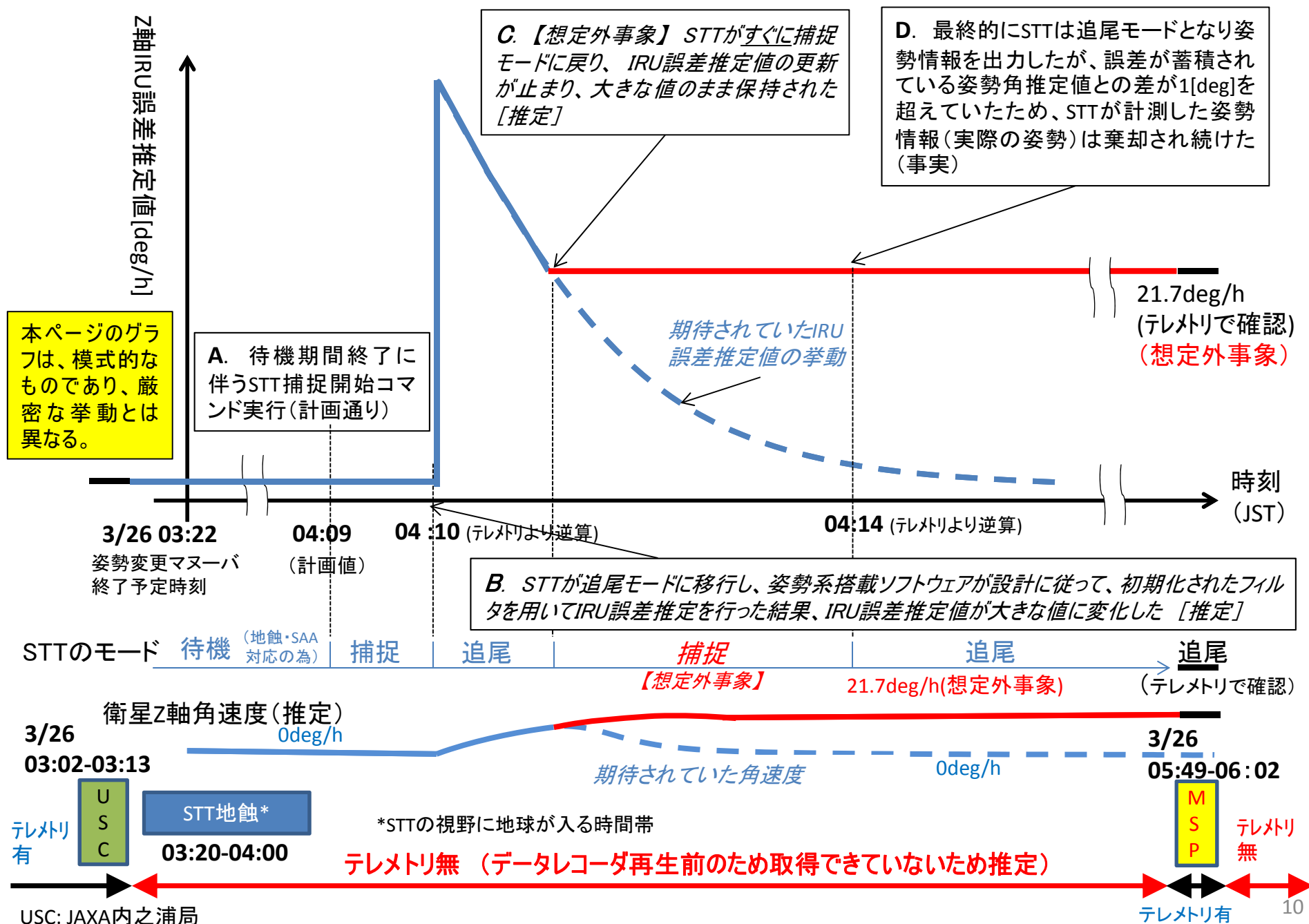
* IRU: Inertial Reference Unit、慣性基準装置

**ASTRO-Hの姿勢制御系は、姿勢異常判断に太陽センサを使用せず、姿勢制御系ソフトウェアによる推定値をもとに姿勢異常を判断している。

1.3.1 【推定メカニズム①】 衛星正常状態から姿勢異常発生まで

- ASTRO-Hは通常時、慣性基準装置(IRU)とスタートラッカ(STT)の情報をもとに姿勢制御を行う。
- 3/26の姿勢変更運用は、姿勢変更中はSTTデータの取り込みを一時的に停止し、姿勢変更運用終了後にSTTデータの取り込みを再開する運用としていた。STTデータの取り込み再開の際、IRU誤差推定値が一時的に実際の誤差推定値よりも大きな値となり、その後、STTデータによる補正により正常値範囲内に収束する動作を行うことを想定していた。
- しかしながら、3/26の姿勢変更運用終了後、IRU誤差推定値が実際とは異なる高い値を保持し続け、その結果、MSP局のテレメトリとして21.7[deg/h]という高いIRU誤差推定値が確認されたと考えている。
- この場合、実際には衛星が回転していないにもかかわらず、姿勢制御系が衛星が回転していると自己判断し、その結果、回転を止めようとする向きにリアクションホイール(RW)を作動させたと判断している。
- IRU誤差推定値が高い値を保持する要因について、搭載ソフトウェアを用いてSTTのモード遷移をインプットしてシミュレーションしたところ、次ページに示すSTTの動作においてIRU誤差推定値が高い値のまま保持されることを確認した。
- なお、IRU誤差推定値が高い値に保持された件についてFTAを行い、IRUの異常や搭載コンピュータのハードウェア異常といったその他の要因により、高い値に保持される可能性は低いと判断している。

1.3.1 推定メカニズム①補足： IRU誤差推定値の動き



1.3.2 【推定メカニズム②】 姿勢異常発生から姿勢回転継続まで

- (1)の事象発生後、衛星はゆっくりとZ軸周りに回転を始め、太陽電池パドルが太陽方向からずれ始めたが、ASTRO-Hの姿勢制御系は、太陽センサを姿勢異常判断に使用していないため姿勢異常が検知できず、姿勢回転が継続した。
- この時、並行して実施している磁気トルカによるRW角運動量のアンローディング*処理が、姿勢異常のため正常に働かず、RWに角運動量が蓄積**された。
- 09:52-10:04 MGN局のテレメトリから、RWに蓄積された角運動量が制限値に近い値まで上昇していたことを確認している(テレメトリ:112[Nms]、制限値:120[Nms])。
- 姿勢異常状態における角運動量蓄積についてシミュレーションにて確認し、実際の値とほぼ同じ角運動量がRWに蓄積されることを確認した。

*アンローディング:磁気トルカ作動または姿勢制御用スラスタの微量噴射により、リアクションホイールの回転数を正常動作範囲内に調整する運用

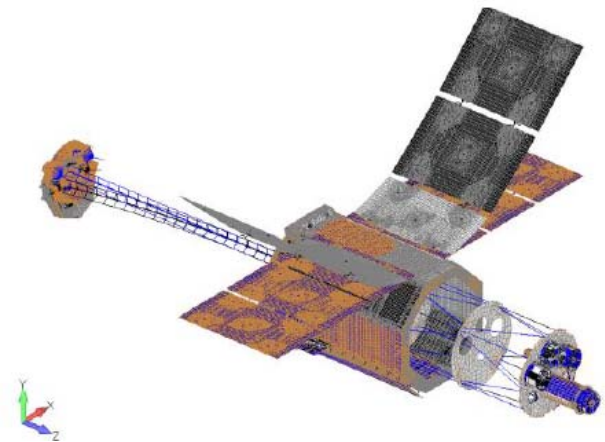
**角運動量の蓄積:角運動量の蓄積は、リアクションホイールの回転数の増加に相当

1.3.3 【推定メカニズム③】 姿勢回転継続から異常回転まで

- RWに蓄積する角運動量が最終的に制限値(120[Nms])を超えると姿勢制御系はRWによる制御に何らかの異常が発生したと判断し、スラスタにより姿勢制御を行うモード(スラスタセーフホールドモード: RCS SH)に移行する。
- RCS SHでは、スラスタにより太陽を捕捉するように姿勢を立て直す動作を行う。
- RCS SHに移行した場合、不適切なスラスタ制御パラメータにより、スラスタは想定と異なり、衛星の角速度が増加する方向に噴射を行う。
- シミュレーションにより不適切なスラスタ制御パラメータによる噴射動作を模擬したところ、角速度が増加する方向に作用し、太陽電池パドルの分離に至る角速度まで到達するケースがあることを確認した。

1.3.4 【推定メカニズム④】 異常回転から物体の破断・分離まで

- 今回の事象について、衛星の角速度が増加した結果、回転状態で大きな荷重が加わる部位（太陽電池パドルの一部、伸展式光学ベンチ（EOB）等）が破断して分離したと推定してきた。
- 調査・検討の結果、太陽電池パドルについては、両翼とも取付部周辺で破断し、一部ではなく全部が取付け部から分離した可能性が高いと、以下2つの点から判断した。
 - 太陽電池パドル部の詳細な解析（有限要素法による構造解析）の結果、回転状態で発生する力に対して太陽電池パドル取付部周辺が最も弱いこと
 - 太陽電池パドル取付部周辺が破断に至る角速度は、協力を依頼している観測所等の観測により推定しているASTRO-Hの角速度と同じオーダー（桁）であること
- EOBについても、上記同様の解析を行った結果、破断し先端の観測機器と共に分離した可能性が高いと判断した。



Z軸回転時変形イメージ

1.4 推定される現在の衛星状態

- 衛星全体は大きな角速度で回転
- 太陽電池パネル両翼が破断し分離
- EOBが破断し先端の観測機器と共に分離
- バッテリー枯渇

上記を踏まえ、今後衛星が機能回復することは期待できない状態にあると判断し、復旧に向けた活動は取りやめた。(4月28日)

- ASTRO-Hから分離した物体のうち2つは比較的早く高度を下げていることが観測されており、4月20日と24日に大気圏に再突入した。JAXAでは、これらの物体は大気圏中で燃え尽きたと推定している。

2. 前回のご質問に 対する回答

前回のご質問

- (1) 宇宙の安全利用の観点から、国際社会に対して日本が今後も責任ある宇宙活動国であるために、逐次、状況について国際科学界に対して明確な説明を行うとともに、宇宙物体登録の観点からの対応も必要である。また、軌道寿命後の再突入時にどのような物体が燃え尽きずに落下するか確認すること。
- (2) 水平展開状況

(1) 回答：デブリ発生を踏まえたJAXAとしての対応 1

- 宇宙条約第11条の趣旨を踏まえ、引き続き、以下の対応を行う。
 - JAXAウェブサイトを通じて一般に最新状況を公表する。
 - 6月のCOPUOS本委員会においても、然るべき形で状況を報告することを、関係省庁と検討する。
 - IADCに対し、年次報告で言及する。
 - COSPAR等の国際科学界で最新状況を説明する。

【参考】宇宙条約 第11条

- 月その他の天体を含む宇宙空間における活動を行う条約の当事国は、宇宙空間の平和的な探査及び利用における国際協力を促進するために、その活動の性質、実施状況、場所及び結果について、国際連合事務総長並びに公衆及び国際科学界に対し、実行可能な最大限度まで情報を提供することに合意する。
- 国際連合事務総長は、この情報を受けたときは、それが迅速かつ効果的に公表されるようにするものとする。

(1) 回答：デブリ発生を踏まえたJAXAとしての対応 2

- 宇宙物体登録条約及び宇宙物体登録勧告決議に基づき、関係省庁に対し、宇宙物体の運用状態の変更に関する情報を文書により提供するとともに、外交ルートを通じて国際連合事務総長に対し当該情報を提供するように要請する予定。

【参考】宇宙物体登録勧告決議 2(b)

国連事務総長に提供すべき、追加可能かつ適切と考えられる下記の分野に関する情報について検討すべきである。

- (i) 静止軌道(GSO)の位置(適宜)
- (ii) 運用状態の変更(とりわけ機能を停止した宇宙物体について)
- (iii) おおよその軌道減衰日又は軌道再突入日に関する情報の提供
(締約国において同情報を確認できる場合)
- (iv) 宇宙物体の廃棄軌道への遷移日及び同状況に関する情報の提供
- (v) 宇宙物体の公式情報を掲載したウェブサイト

(1)回答： どのような物体が燃え尽きずに落下するか

空力加熱のため、衛星の材料はチタン合金等、特殊な材料を除き溶融する。

ASTRO-Hは燃料タンクがチタン合金製であり燃え尽きずに落下するが、地上に及ぼす影響は十分に小さいと推定している。

(2)回答： 水平展開状況

- ASTRO-Hの運用異常について、原因究明を行いつつ、他プロジェクトへの影響についても並行して確認を行っているところ。運用中及び開発中の科学・探査衛星プロジェクトについては、衛星の姿勢制御方式や運用方法が異なることから、今のところ影響はない見込み。
- 引き続き、「背景要因」も含めた分析を進め、必要な水平展開を図る予定。

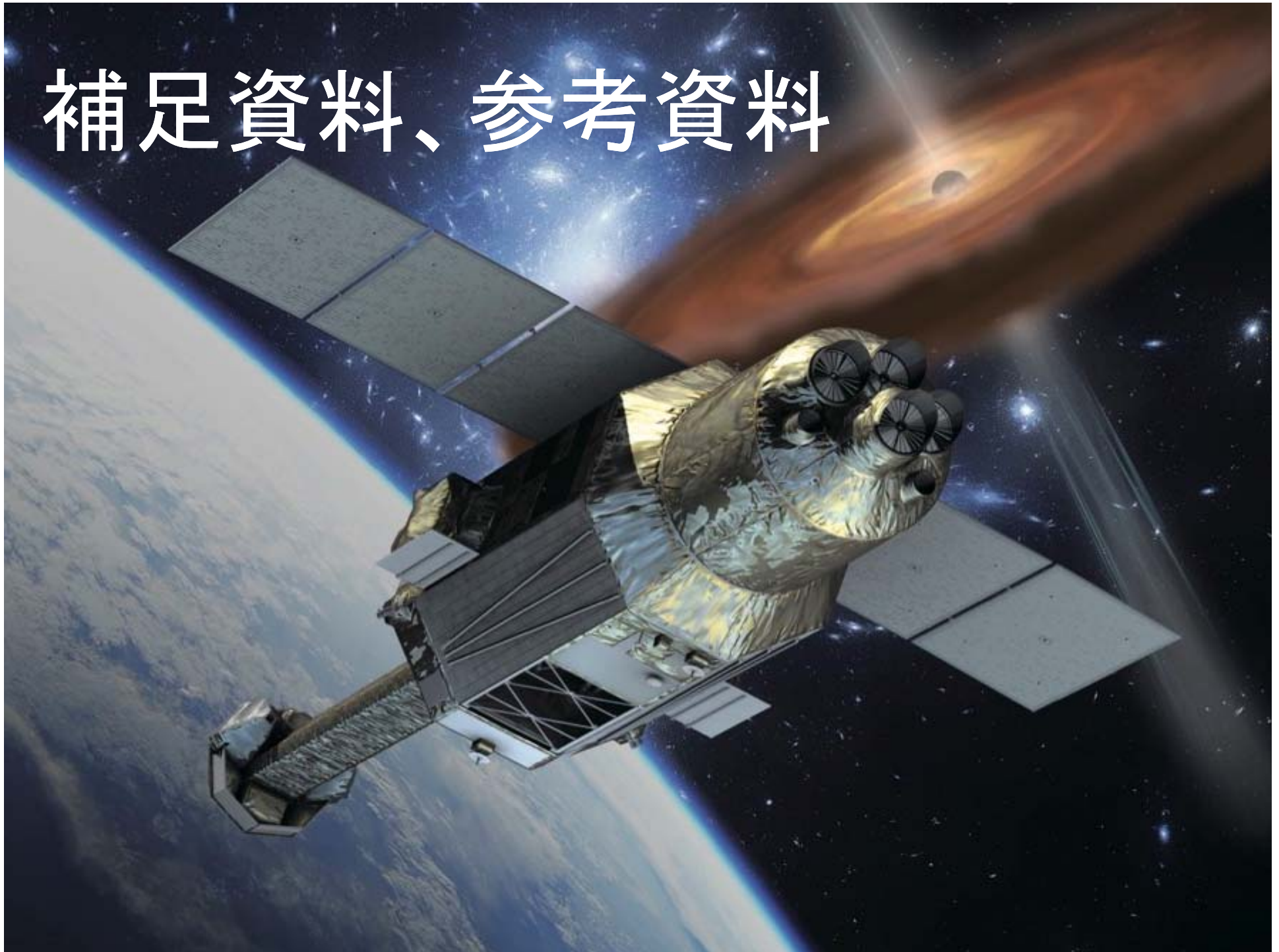
3. 今後の計画

3. 今後の計画

利用部会にて指摘頂いた事項の検討結果、及び、JAXAが実施してきた要因分析結果を小委員会にて議論頂き、その結果を利用部会に報告する。

以上

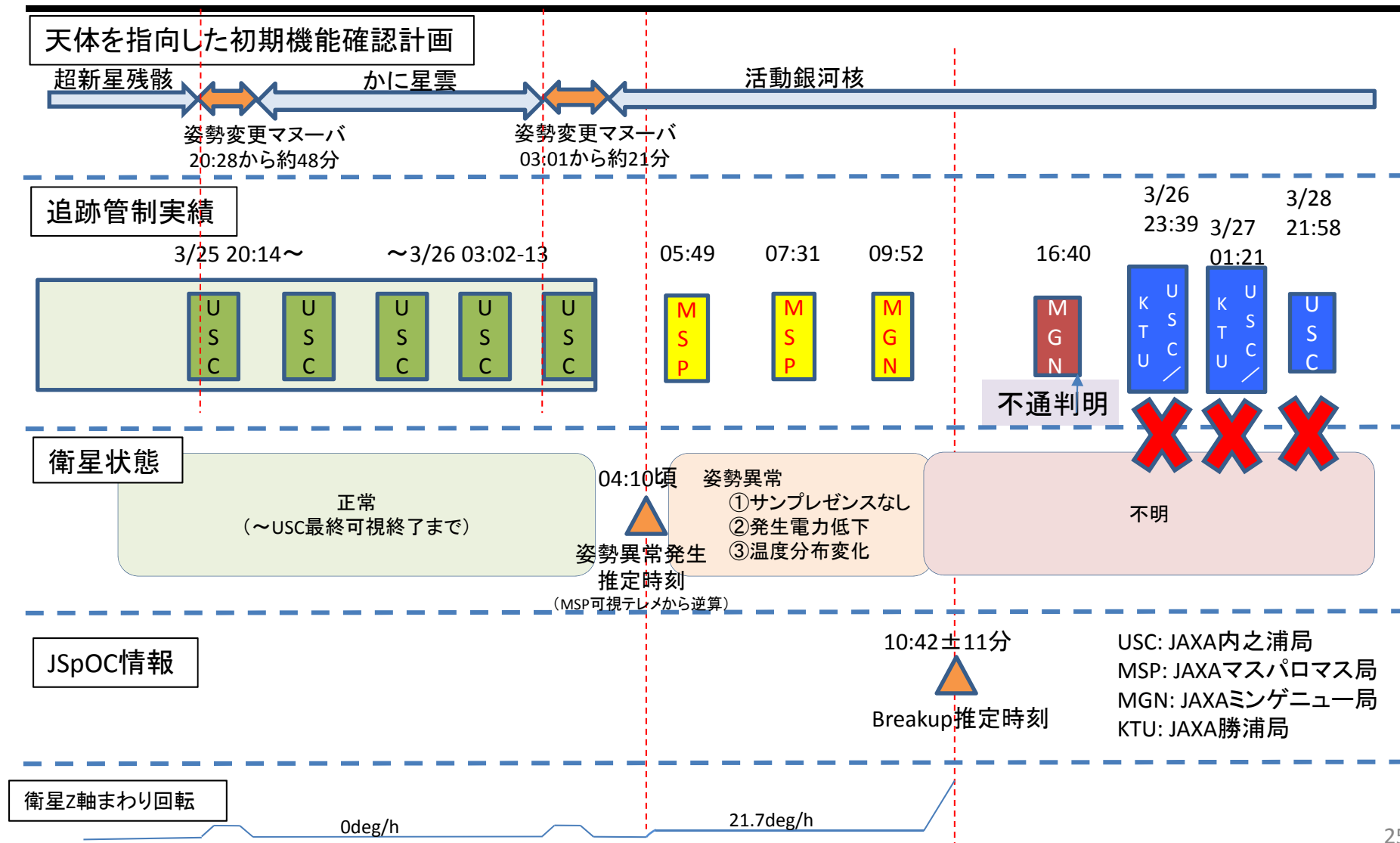
補足資料、参考資料



事象発生前後の衛星状態

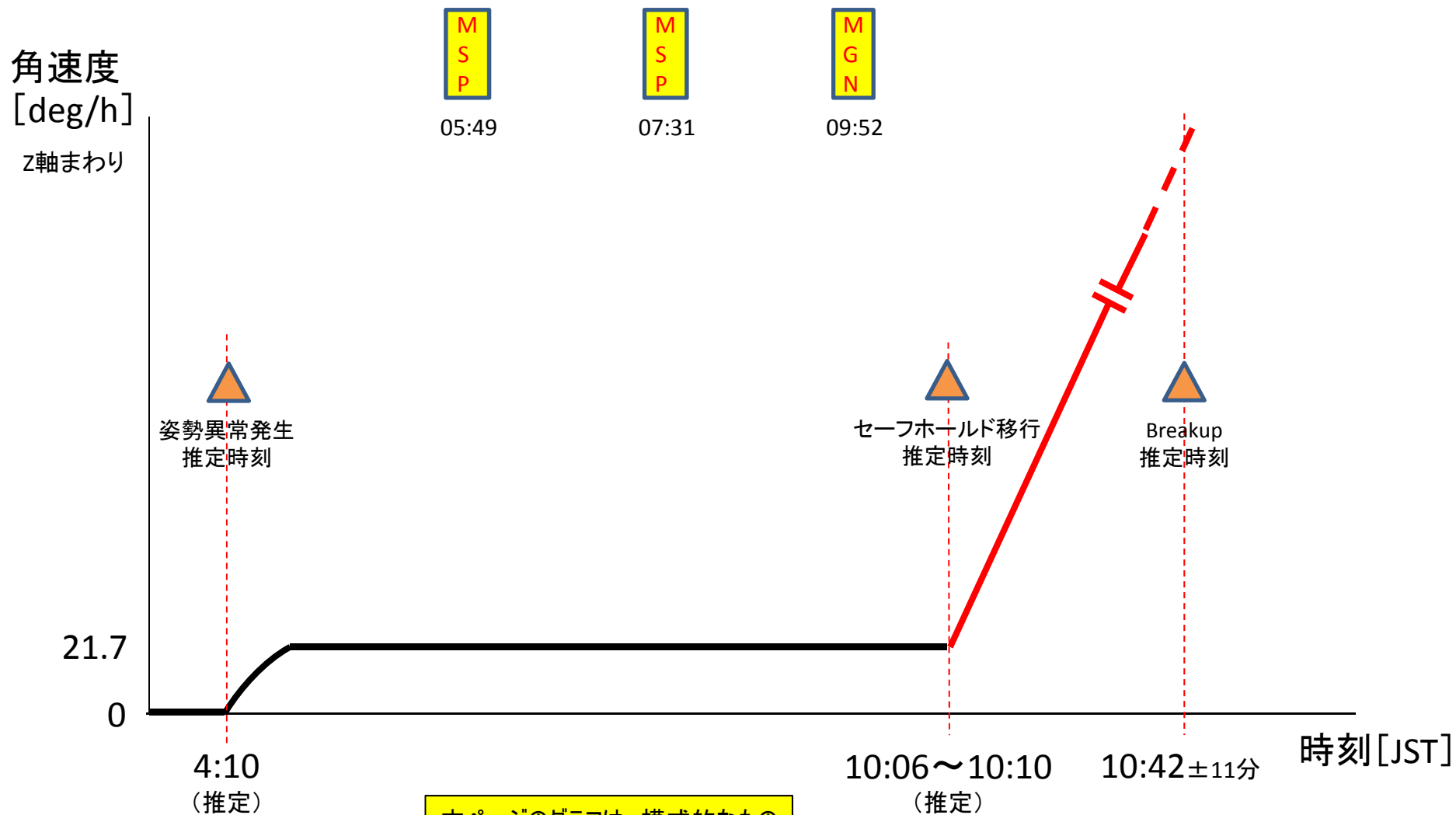
補足

- 天体を指向した初期機能確認計画（指向天体と姿勢変更マヌーバ）と追跡管制の実績、その時の衛星状態とJSpOC情報の時刻関係を下図に示す。



衛星の角速度（Z軸まわり）推移

（姿勢変更マヌーバ終了後から）



本ページのグラフは、模式的なものであり、厳密な挙動とは異なる。

一部物体の大気圏再突入について

○再突入予測・結果情報

国防総省戦略軍統合宇宙運用センター(JSpOC)はASTRO-Hについて、本体と識別されている物体を含めた11物体の軌道情報をホームページ上に公開している。当該ホームページに2物体(ID:41438、41443)の大気圏再突入予測が更新されている。これらは、他の9物体と比べ、比較的早く高度を下げていることが観測されていた物体である。

－ 再突入結果

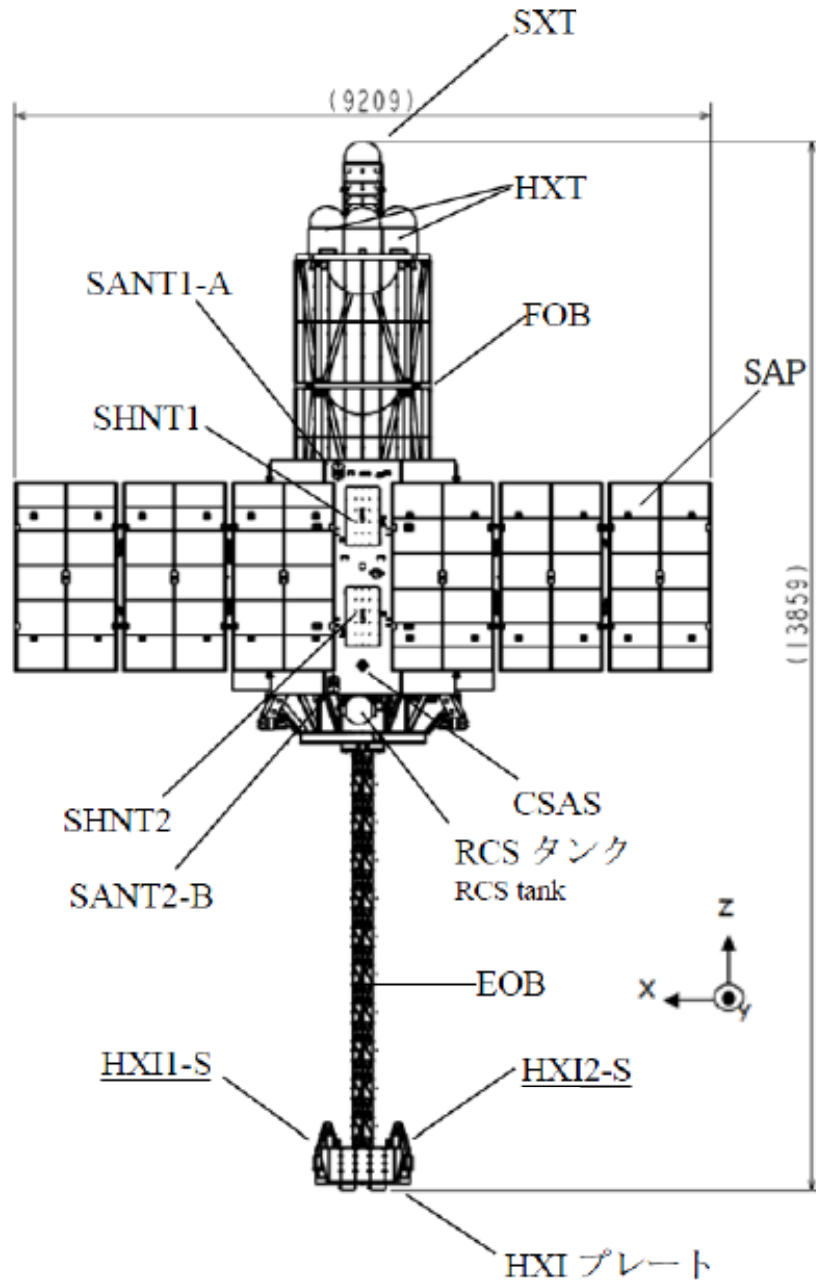
- 41443: 2016年4月20日
- 41438: 2016年4月24日

○再突入物体について

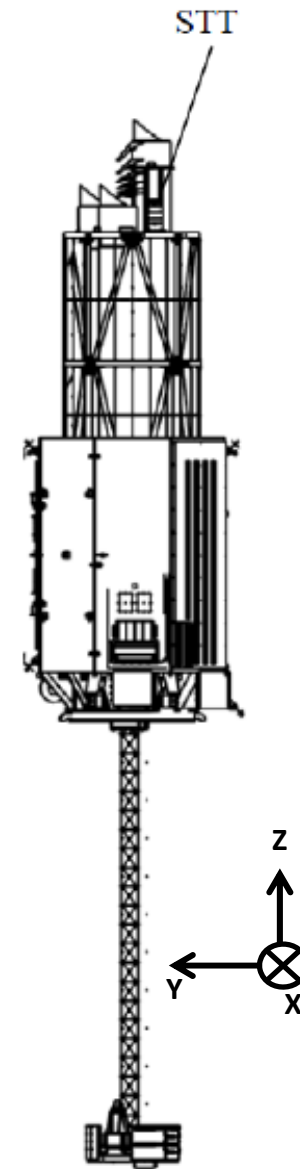
JAXAでは、これらの物体は大気圏中で燃え尽きたと推定している。

衛星外観(詳細)

参考: 前回より再掲



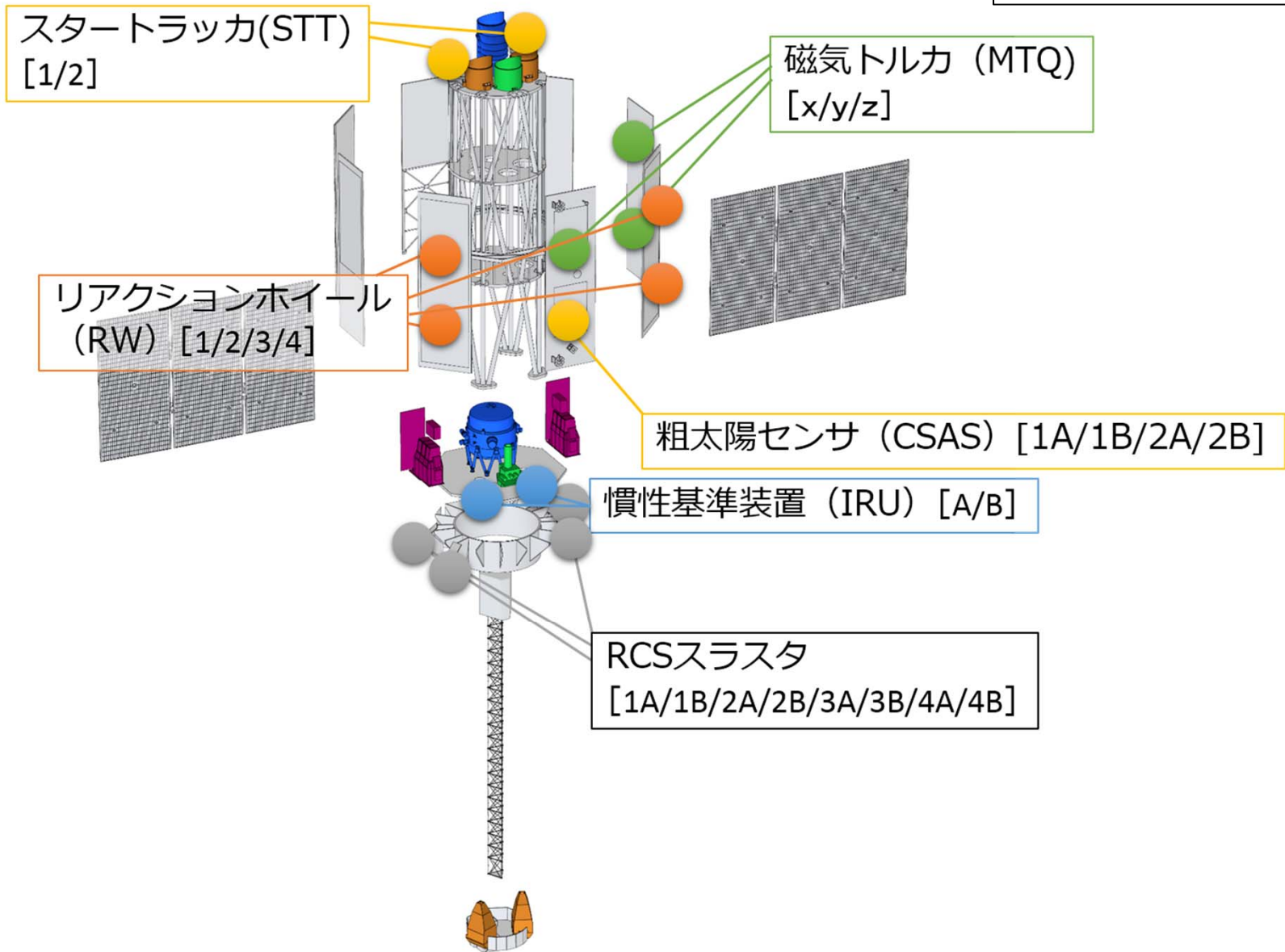
単位:mm



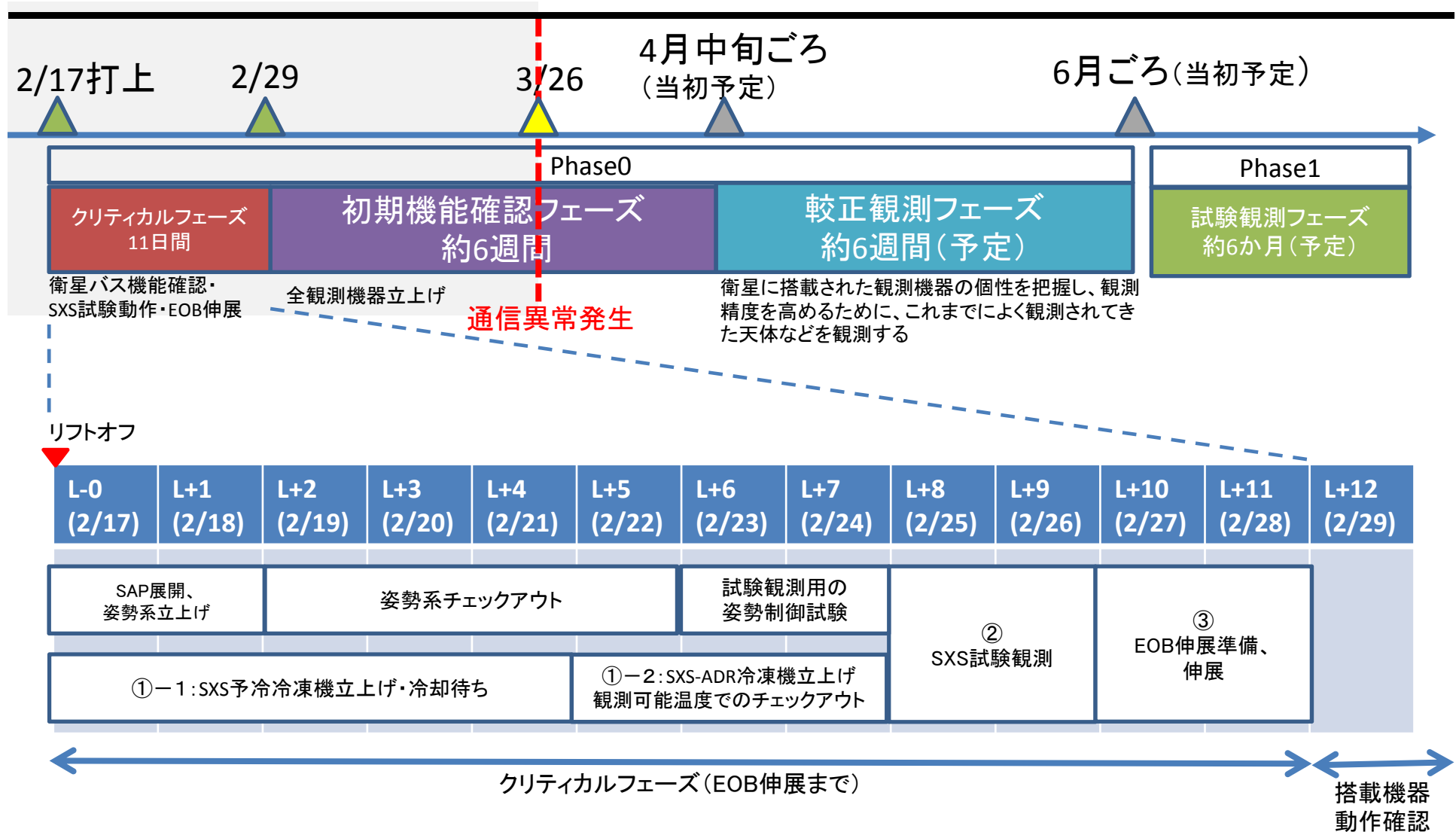
略語	日本語名称
SXT	軟X線望遠鏡
HXT	硬X線望遠鏡
SANT	S帯アンテナ
FOB	固定式光学ベンチ
SHNT	シャント装置
SAP	太陽電池パネル
CSAS	粗太陽センサ
RCS	推進系
EOB	伸展式光学ベンチ
HXI	硬X線撮像検出器
STT	スタートラッカ

衛星外観（姿勢制御系機器）

参考：前回より再掲



スケジュール(運用)



発生事象一覧

参考:再掲一部更新

日本時間		地上局運用		発生イベント・衛星状態等
		成否	地上局	
3月26日	03:02-03:13	○	USC局	衛星状態は正常
	05:49-06:02	○	MSP局	・姿勢:異常あり ・電源:異常あり(発生電力低下:姿勢異常に伴うものと想定) ・温度分布:一部温度上昇(姿勢異常に伴うものと想定)
	07:31-07:44	○	MSP局	・姿勢:異常あり ・電源:N/A(日陰のため発生電力はなし) ・温度分布:一部温度上昇(姿勢異常に伴うものと想定)
	09:52-10:04	○	MGN局	・姿勢:異常あり ・電源:異常あり(発生電力低下:姿勢異常に伴うものと想定) ・温度分布:一部温度上昇(姿勢異常に伴うものと想定)
	10:31~10:53 (10:42±11分)	—	—	ASTRO-H Breakups時刻(JSpOCによるTwitterより)(※)
	16:40-16:50	×	MGN局	通信出来ず。JAXAとして「ひとみ」運用異常を確認。
3月27日	23:39-23:52/ 23:40-23:53	×	USC局/KTU局	電波受信継続中。約3分間
	01:20-01:33/ 01:22-01:33	×	USC局/KTU局	電波受信継続中。約6分間
	13:00	—	—	X線観測衛星「ひとみ」(ASTOR-H)運用異常対策本部設置
3月28日	21:58-22:11	×	USC局	電波受信継続中。約2分間、22:07-22:11

【成否】

○:テレメトリ受信

△:衛星からの電波のみ受信

×:不通

【局名称等】

MGN: ミンゲニュー局(オーストラリア)

SNT: サンチアゴ局(チリ)

MSP: マスパロマス局(スペイン)

USC: 内之浦宇宙空間観測所

KTU: 勝浦宇宙通信所

MSD: 増田宇宙通信所

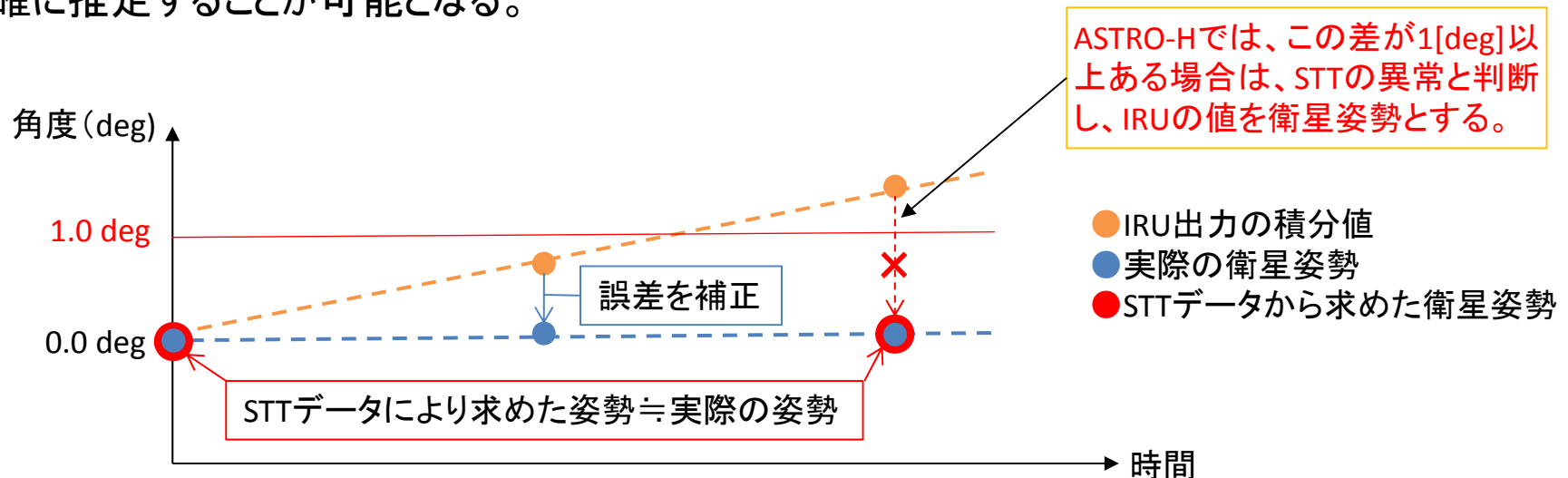
BSGC: 美星スペースガードセンター

KSGC: 上齋原スペースガードセンター

IRU誤差推定値について

参考：
前回より再掲

- IRUは衛星の各軸(X、Y、Z軸)の角速度(deg/sec)を計測する機器
- IRUデータにより衛星姿勢(deg)を決定する場合、時間積分により算出する
例 計測値:0.1[deg/sec] 10秒後の姿勢:0.1×10[sec]=1.0[deg])。
- 角速度計測値には僅かな誤差があり、時間積分により誤差が蓄積する。
例 計測誤差:0.01[deg/sec] 10秒後の姿勢決定誤差:0.01×10=0.1[deg]
- 精度の高いSTTによる姿勢決定値と比較することでIRUの誤差の傾向(下図オレンジの線の傾き)を算出している。
- この誤差の傾向(IRU誤差推定値)を利用することで、STTデータの無い部分でも、姿勢を正確に推定することが可能となる。



(注)あくまでわかりやすさを重視した図であり、実際の処理とは異なる

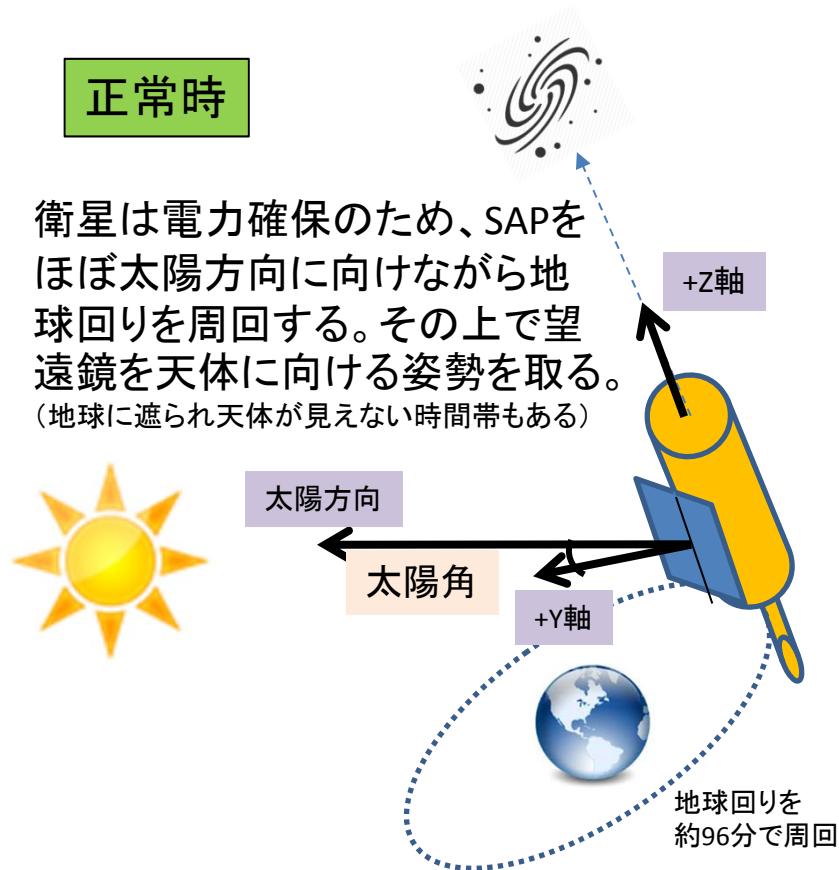
推定メカニズム②での衛星挙動(イメージ)

3/26 01:40ごろ【推定】～少なくとも10:04(MGN可視終了)まで

参考:
前回より再掲

正常時

衛星は電力確保のため、SAPをほぼ太陽方向に向けながら地球回りを周回する。その上で望遠鏡を天体に向ける姿勢を取る。
(地球に遮られ天体が見えない時間帯もある)

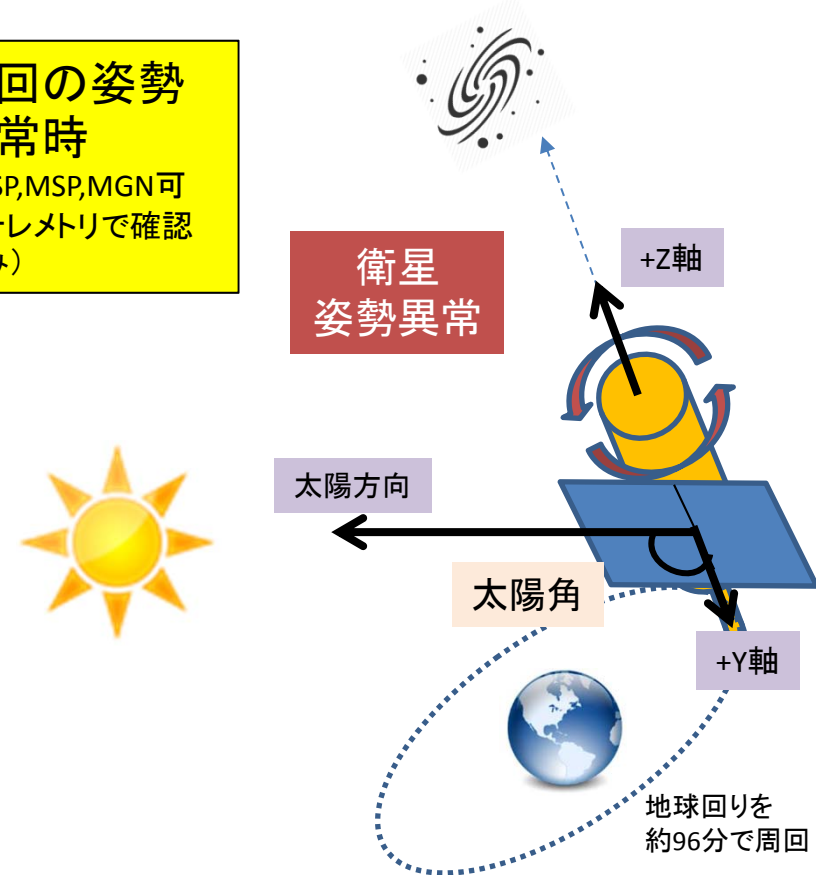


衛星+Y軸と太陽方向のなす角度(太陽角)が、プラスマイナス30度以内であれば正常

今回の姿勢異常時

(MSP,MSP,MGN可視テレメトリで確認済み)

衛星姿勢異常

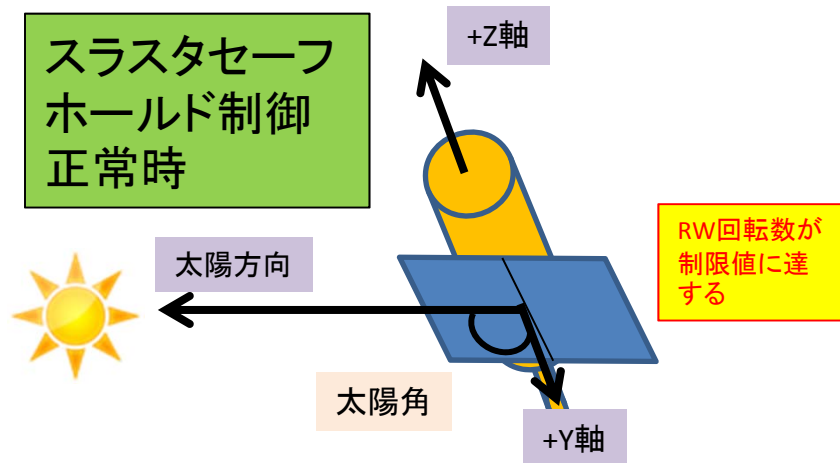


- 姿勢制御パラメータが異常になって以降、衛星が1時間に約21.7度の割合でZ軸回りにゆっくり回転を始めた
- 最後にテレメトリを確認できたMGN局での太陽角は約123度であった(すなわち、太陽電池パネル裏面から太陽光入射していた)。

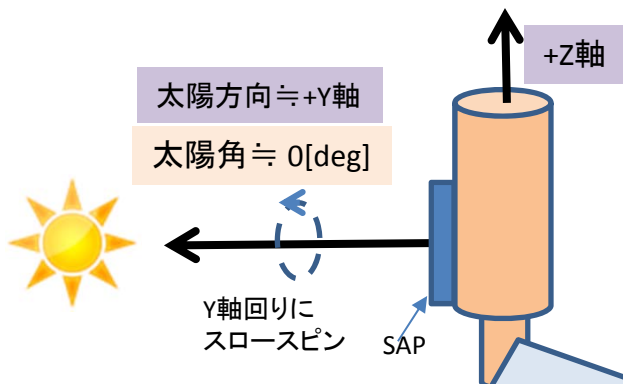
【補足】推定メカニズム③④での衛星挙動(イメージ)

3/26 10:04【MGN可視終了後】以降、10:37【衛星分離のJAXA推定時刻】までの間

参考：
前回より再掲



観測中断し(天体指向姿勢を諦めて)、
スラスタによる姿勢制御モード(RCS
SH)に遷移



セーフホールド姿勢

力学的に安定かつ発生電力が確保できる姿勢。この状態で地上からの復旧指令を待つ。

スラスタセーフ
ホールド制御
異常時(今回)
(非可視時間帯のため
推定)

(左上図と
同じ状態)

RW回転数が
制限値に達し
た【推定】

観測中断し(天体指向姿勢を諦めて)、
スラスタによる姿勢制御モード(RCS
SH)に遷移【推定】

不適切なスラスタ制御パラメータ設
定により、想定と異なる噴射【推定】

- 衛星の角速度が増加【推定】
- 回転によって大きな荷重が加わる部位
(太陽電池パネル、EOB等)が破断し分
離【推定】

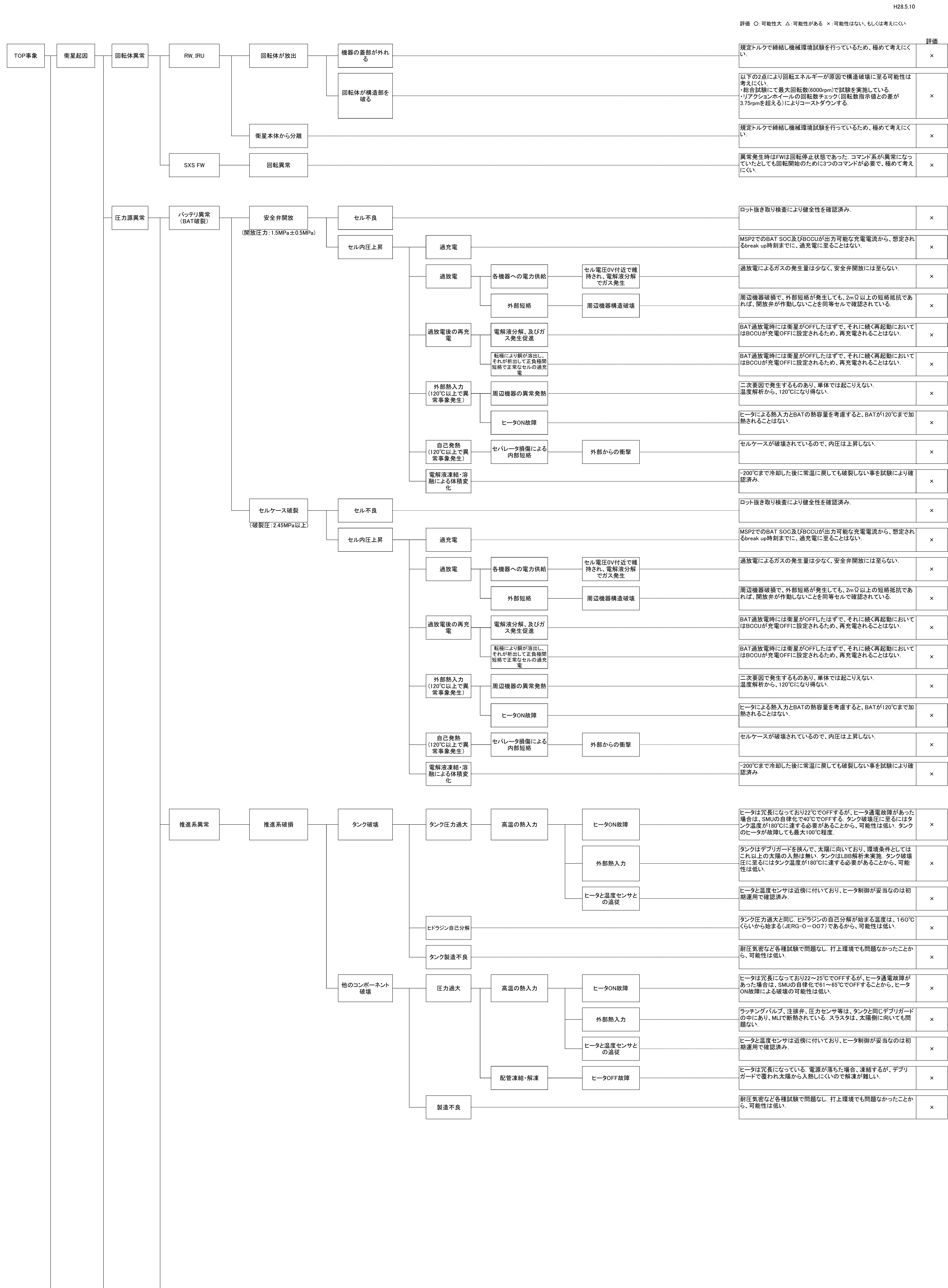
参考1

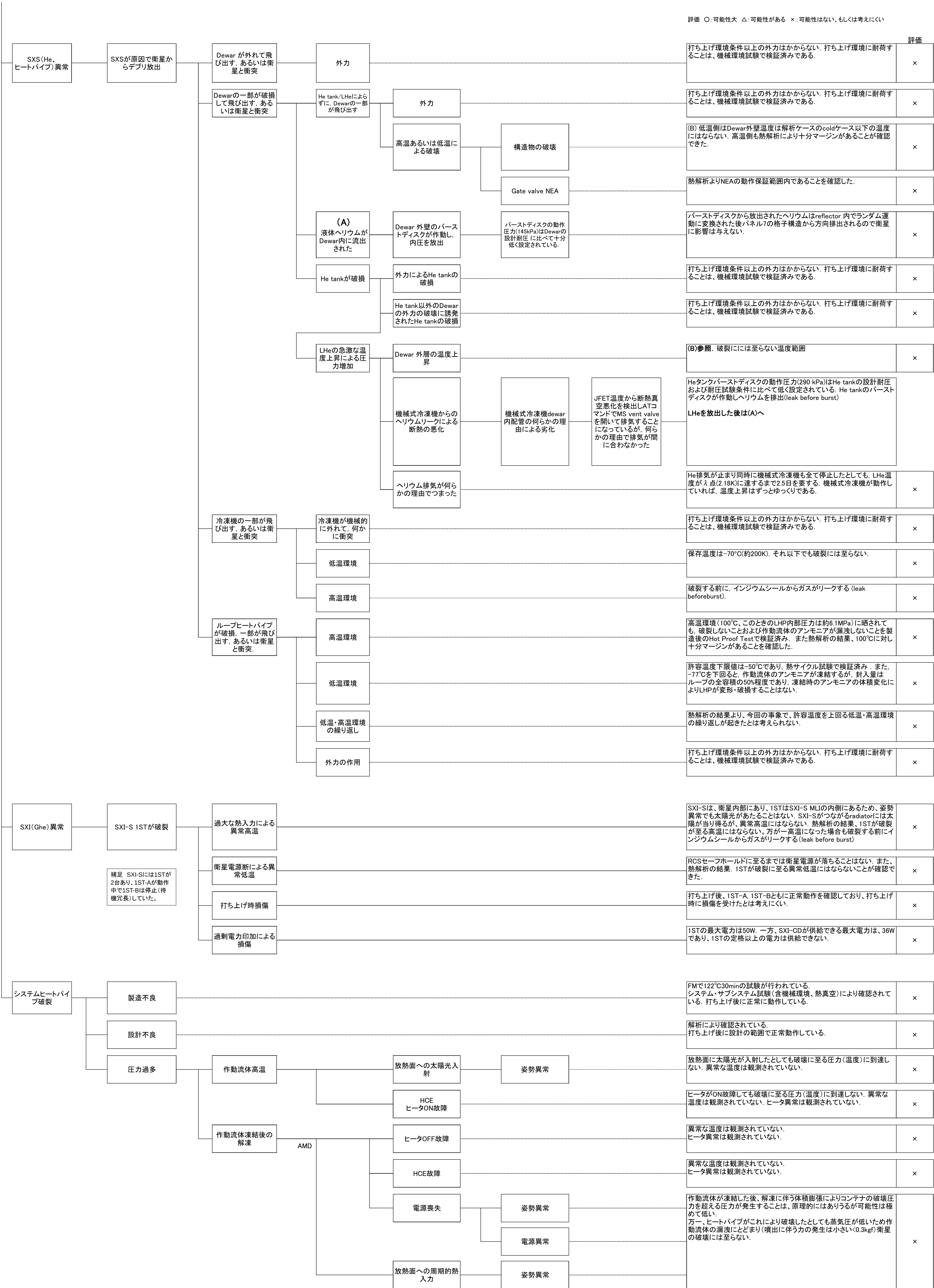
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
(第27回H28.5.10)

X線天文衛星ASTRO-H「ひとみ」に係るFTA (衛星破損及び姿勢異常)

現在、並行して原因究明を行っており、FTAの中身について今後見直される可能性が有ります。

平成28(2016)年5月10日
国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構





打ち上げ環境条件以上の外力はかからない. 打ち上げ環境に耐荷することは, 機械環境試験で検証済みである.

打ち上げ環境条件以上の外力はかからない. 打ち上げ環境に耐荷することは, 機械環境試験で検証済みである.

(B) 低温側はDewar外壁温度は解析ケースのcoldケース以下の温度にはならない. 高温側も熱解析により十分マージンがあることが確認できた.

熱解析よりNEAの動作保証範囲内であることを確認した.

バーストディスクから放出されたヘリウムはreflector 内でランダム運動に変換された後パネル7の格子構造から方向排出されるので衛星に影響は与えない.

打ち上げ環境条件以上の外力はかからない. 打ち上げ環境に耐荷することは, 機械環境試験で検証済みである.

打ち上げ環境条件以上の外力はかからない. 打ち上げ環境に耐荷することは, 機械環境試験で検証済みである.

(B)参照. 破裂には至らない温度範囲

Heタンクバーストディスクの動作圧力(290 kPa)はHe tankの設計耐圧および耐圧試験条件に比べて低く設定されている. He tankのバーストディスクが作動しヘリウムを排出(leak before burst)

LHeを放出した後は(A)へ

He排気が止まり同時に機械式冷凍機も全て停止したとしても, LHe温度が入点(2.18K)に達するまで2.5日を要する. 機械式冷凍機が動作していれば, 温度上昇はずっとゆっくりである.

打ち上げ環境条件以上の外力はかからない. 打ち上げ環境に耐荷することは, 機械環境試験で検証済みである.

保存温度は-70°C(約200K). それ以下でも破裂には至らない.

破裂する前に, インジウムシールからガスがリークする (leak before burst).

高温環境(100°C, このときのLHP内部圧力は約6.1MPa)に晒されても, 破裂しないことおよび作動流体のアンモニアが漏洩しないことを製造後のHot Proof Testで検証済み. また熱解析の結果, 100°Cに対し十分マージンがあることを確認した.

許容温度下限値は-50°Cであり, 熱サイクル試験で検証済み. また, -77°Cを下回ると, 作動流体のアンモニアが凍結するが, 封入量はループの全容積の50%程度であり, 凍結時のアンモニアの体積変化によりLHPが変形・破損することはない.

熱解析の結果より, 今回の事象で, 許容温度を上回る低温・高温環境の繰り返しは起きたとは考えられない.

打ち上げ環境条件以上の外力はかからない. 打ち上げ環境に耐荷することは, 機械環境試験で検証済みである.

SXI-Sは, 衛星内部にあり, ISTはSXI-S MLIの内側にあるため, 姿勢異常でも太陽光があたることはない. SXI-Sがつながるradiatorには太陽が当り得るが, 異常高温にはならない. 熱解析の結果, ISTが破裂が至る高温にはならない. 万が一高温になった場合も破裂する前にインジウムシールからガスがリークする (leak before burst)

RCSセーフホールドに至るまでは衛星電源が落ちることはない. また, 熱解析の結果, ISTが破裂に至る異常低温にはならないことが確認できた.

打ち上げ後, IST-A, IST-Bともに正常動作を確認しており, 打ち上げ時に損傷を受けたとは考えにくい.

ISTの最大電力は50W. 一方, SXI-CDが供給できる最大電力は, 36Wであり, ISTの定格以上の電力は供給できない.

FMで122°C30minの試験が行われている. システム・サブシステム試験(含機械環境, 熱真空)により確認されている. 打ち上げ後に正常に動作している.

解析により確認されている. 打ち上げ後に設計の範囲で正常動作している.

放熱面に太陽光が入射したとしても破壊に至る圧力(温度)に到達しない. 異常な温度は観測されていない.

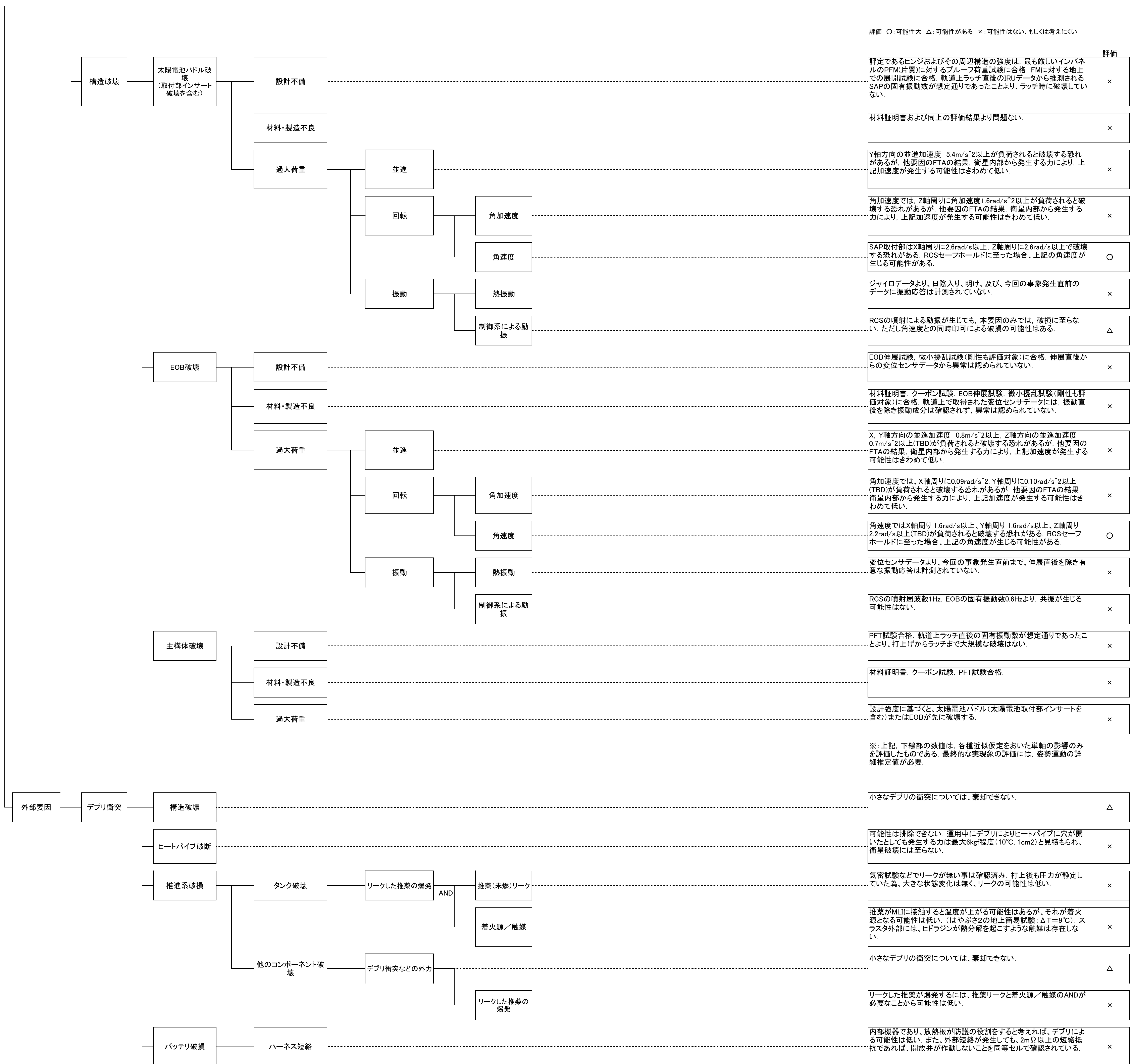
ヒータがON故障しても破壊に至る圧力(温度)に到達しない. 異常な温度は観測されていない. ヒータ異常は観測されていない.

異常な温度は観測されていない. ヒータ異常は観測されていない.

異常な温度は観測されていない. ヒータ異常は観測されていない.

作動流体が凍結した後, 解凍に伴う体積膨張によりコンテナの破壊圧力を超える圧力が発生することは, 原理的にはありうるが可能性は極めて低い. 万一, ヒートパイプがこれにより破壊したとしても蒸気圧が低いため作動流体の漏洩にとどまり(噴出に伴う力の発生は小さい)衛星の破壊には至らない.

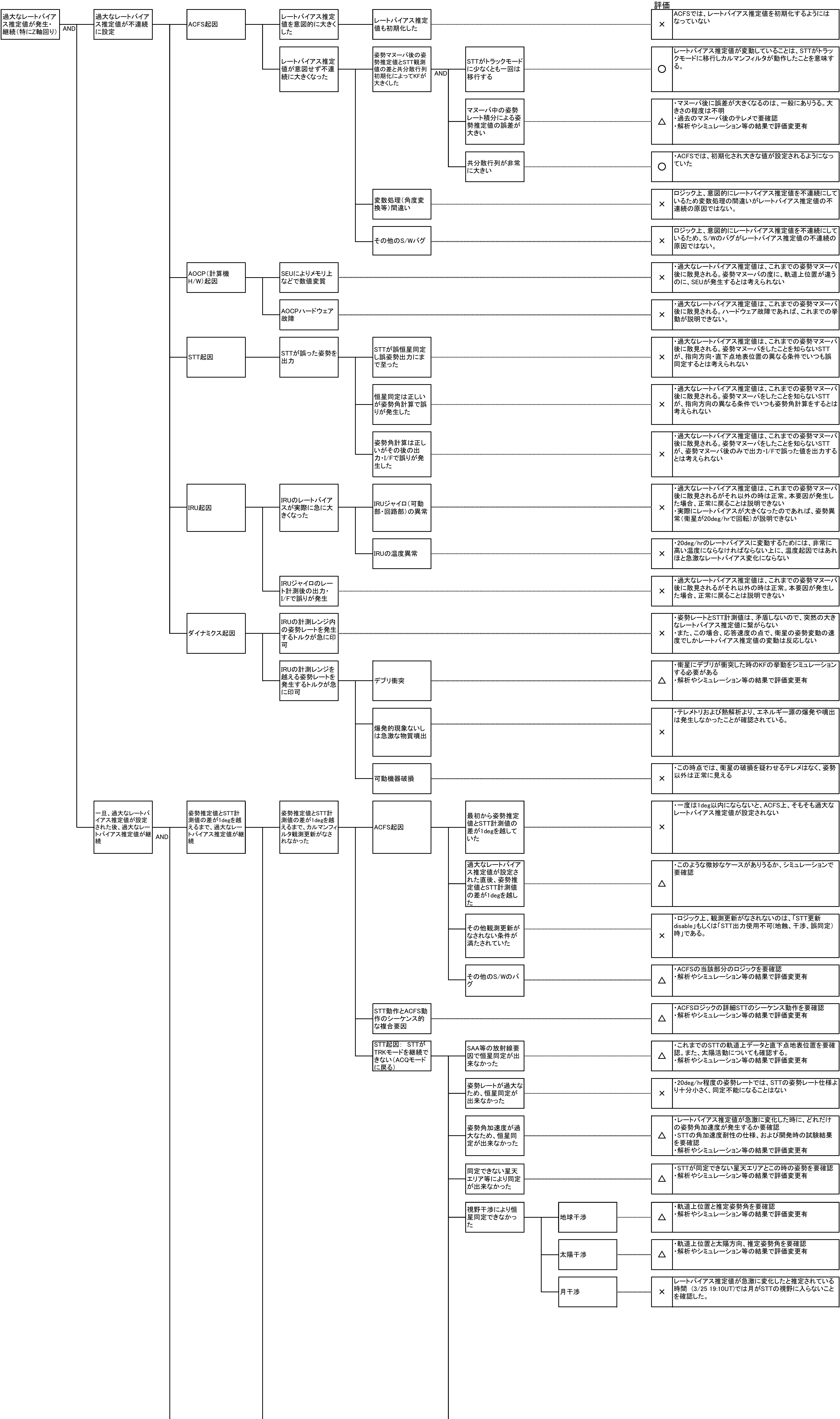
評価 ○:可能性大 △:可能性がある ×:可能性はない, もしくは考えにくい



姿勢異常FTA

H28.5.10

評価 ○:可能性大 △:可能性がある ×:可能性はない、もしくは考えにくい



姿勢異常FTA

