

環境観測技術衛星(ADEOS-II)「みどり」運用異常に係る
原因究明の検討状況について

- 異常発生メカニズムの推定と検証計画 -

1. 各異常部位に対する異常発生シナリオの概要

故障の木解析(FTA)によって抽出された異常部位において、約 3 分間で約 6kW から約 1kW に発生電力が低下する異常事象に至る発生シナリオ(仮説)は以下のとおりである。

【太陽電池パドル電力ライン】

(1) 仮説 1 - 1 (図 1 - 1 参照)

太陽電池セル / 銅ハーネス間において、

アレイ回路と銅ハーネス間の 1 箇所、トリガ放電が発生し、さらに持続放電が発生し、短絡に至る。

隣接する回路に波及し、短絡に至る。

さらに、約 3 分間で約 50 回路に波及し、短絡に至る。

(2) 仮説 1 - 2、仮説 1 - 3 (図 1 - 2 参照)

銅ハーネス接続部において、

銅ハーネス接続部の半田付けランド間でトリガ放電が発生し、さらに、持続放電が発生し、開放(仮説 1 - 2)または短絡(仮説 1 - 3)に至る。

隣接する回路に波及し、開放(仮説 1 - 2)または短絡(仮説 1 - 3)に至る。

さらに、約 3 分間で約 50 回路に波及し、開放または短絡に至る。

(3) 仮説 1 - 4 (図 1 - 3 参照)

太陽電池セル間において、

太陽電池セルの端部間の 1 箇所、トリガ放電が発生し、さらに持続放電が発生し、短絡に至る。

隣接する回路に波及し、短絡に至る。

さらに、約 3 分間で約 50 回路に波及し、短絡に至る。

【太陽電池パドルハーネス】

(4) 仮説2 - 1、仮説2 - 2 (図1 - 4参照)

太陽電池パドルハーネスにおいて、

接地されていない太陽電池パドルハーネスを覆う MLI(図1 - 5参照)が帯電する。

MLIと傷つきハーネス間でトリガ放電が発生する。

隣接する2本の傷つきハーネス(プラス側ライン/マイナス側ライン)間で放電し、その後、持続放電に発展する。

の持続放電による発熱が隣接するハーネスへ波及し、芯線間が短絡する。

の短絡による発熱により、さらに隣接するハーネスへ波及し、約3分間でハーネス束全体に波及し、開放(仮説2 - 1)または短絡(仮説2 - 2)する。

(5) 仮説2 - 3、仮説2 - 4 (図1 - 4参照)

太陽電池パドルハーネスにおいて、

何らかの理由によりハーネス被覆に傷がつき、隣接する2本のハーネス(プラス側ライン/マイナス側ライン)間が露出し、接触して短絡する。

の短絡による発熱により、さらに隣接するハーネスへ波及し、約3分間でハーネス束全体に波及し、開放(仮説2 - 3)または短絡(仮説2 - 4)する。

2. 発生シナリオ(仮説)の検証計画

上記の発生シナリオ(仮説)において、仮説を引き起こすような異常発生メカニズムにブレークダウンし、仮説の成立に必要な個々の事象が生じる可能性について調査・解析、あるいは試験により検証を行っている。

仮説の可能性を確認するための検証計画の一覧を図2 - 1、および表2 - 1に示す。

環境観測技術衛星(ADEOS-II)「みどり」運用異常に係る
原因究明に関するこれまでの検討状況について

- 異常発生メカニズムの推定と検証計画 -

図表集

平成16年5月21日

独立行政法人
宇宙航空研究開発機構

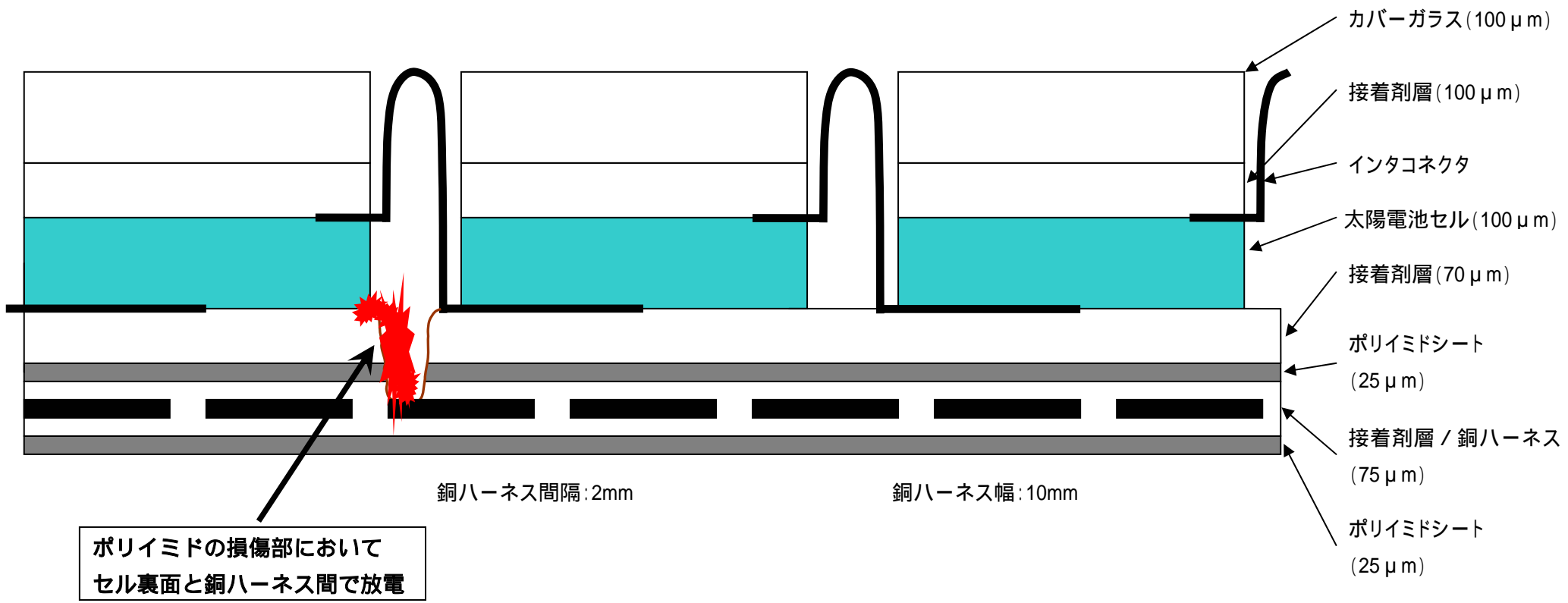


図1 - 1 仮説1 - 1:アレイ回路と銅ハーネスの間

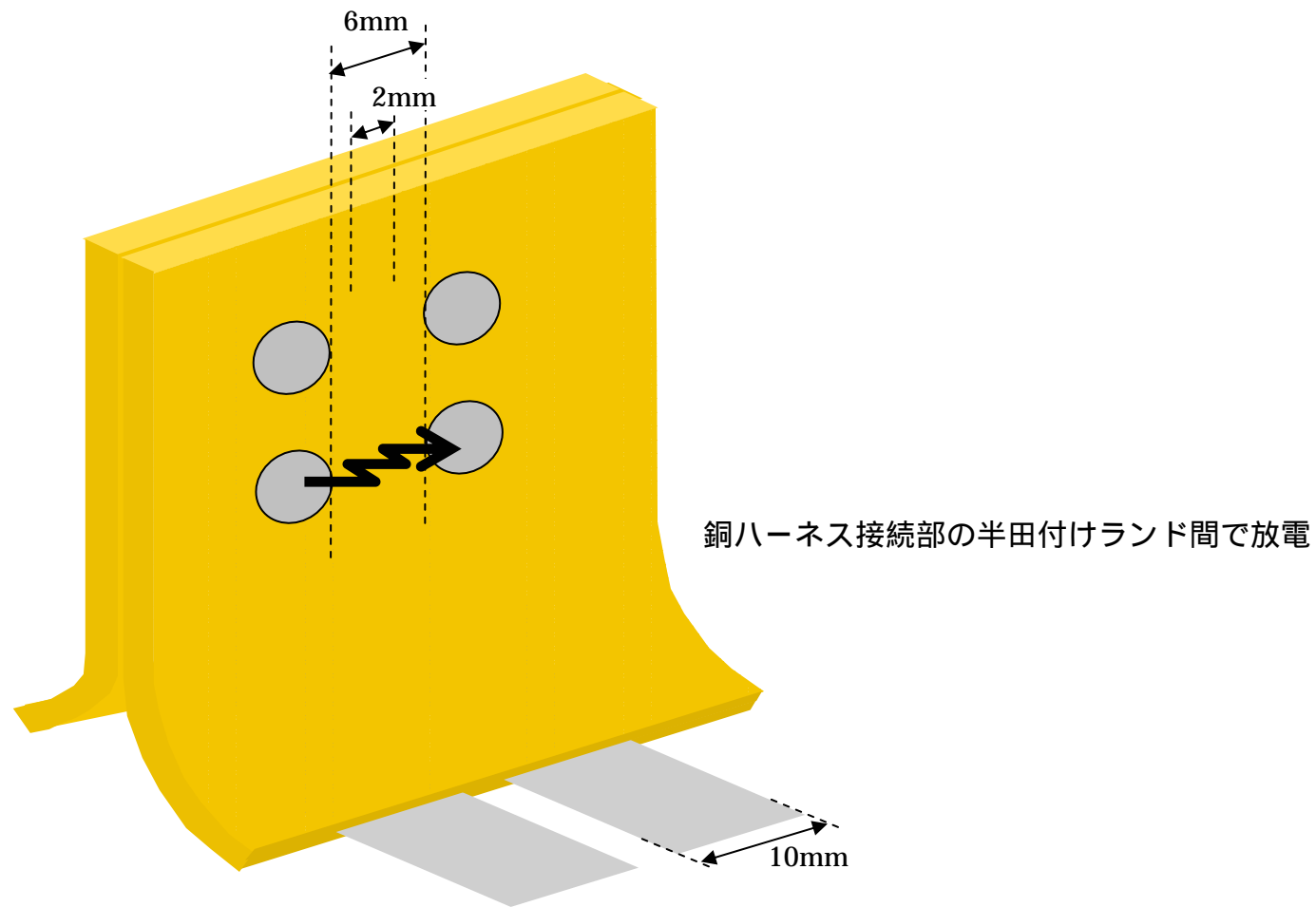


図 1 - 2 仮説 1 - 2 及び 1 - 3 : 銅ハーネス接続部

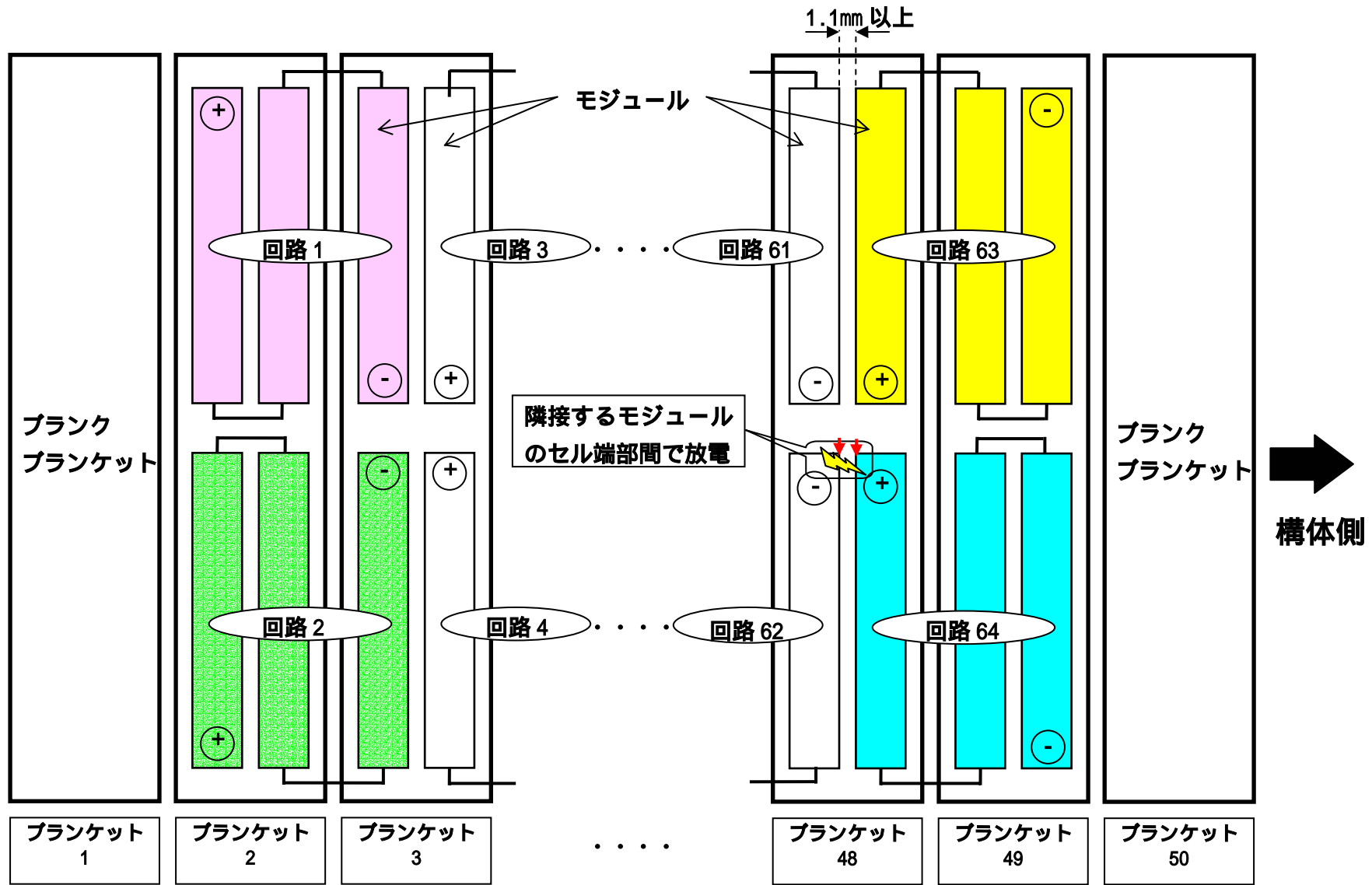


図 1 - 3 仮説 1 - 4 : アレイ回路のモジュール間

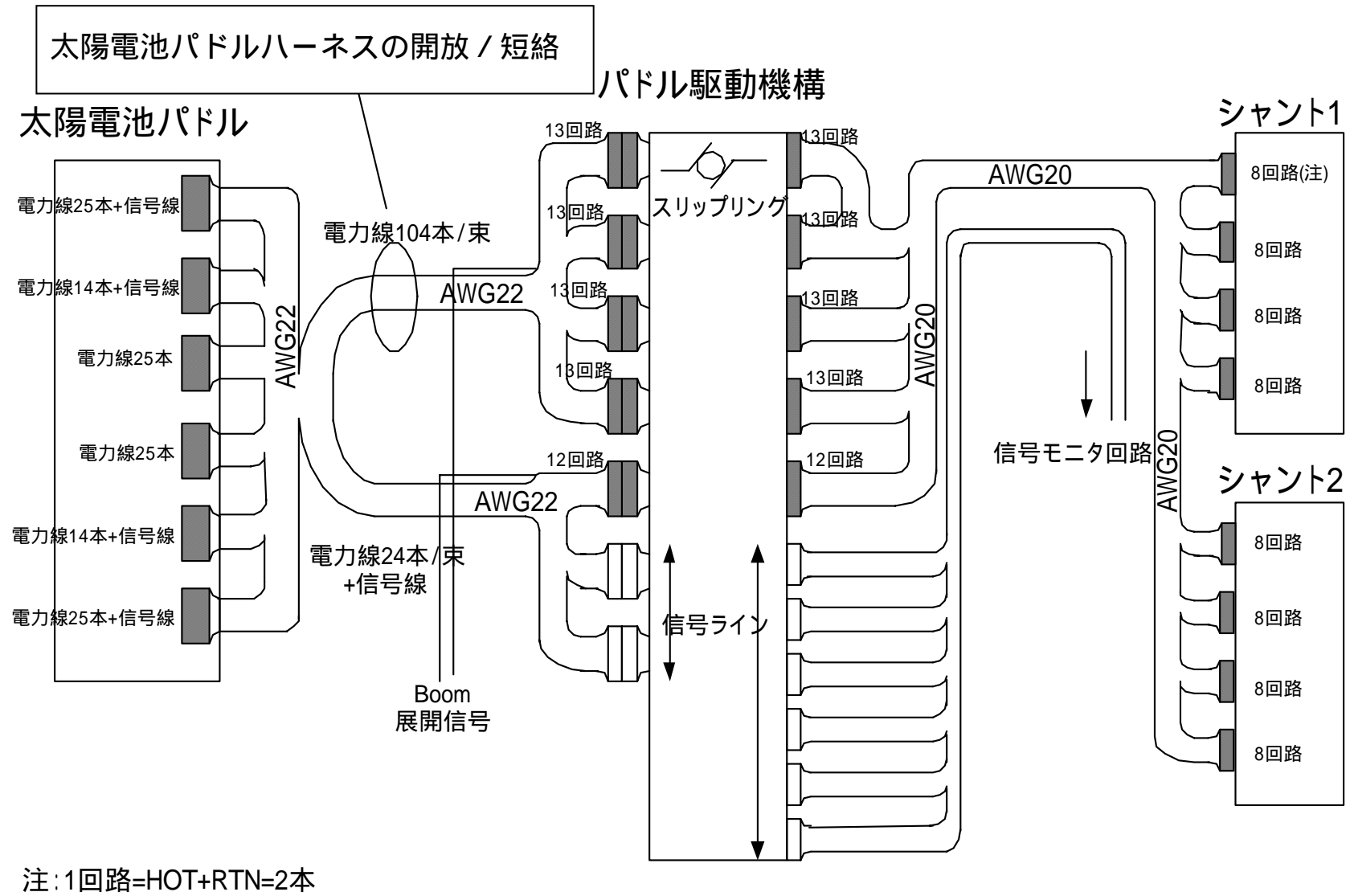
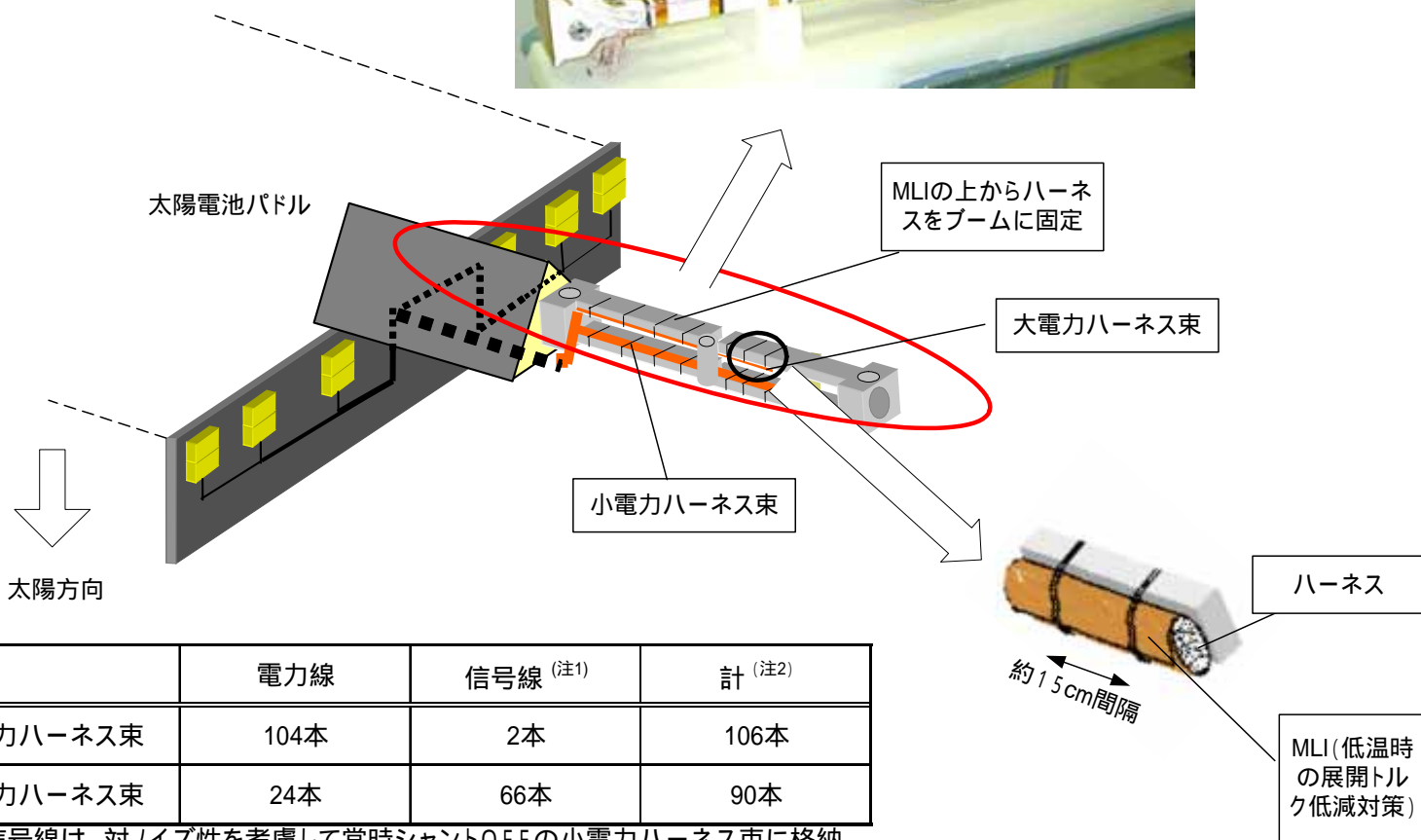
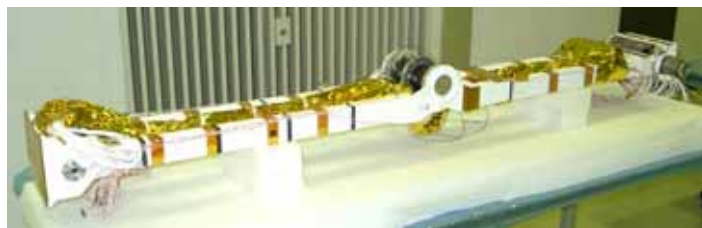


図1 - 4 仮説2 - 1 ~ 2 - 4 : 太陽電池パドルハーネス



注1: 信号線は、対ノイズ性を考慮して常時シャントOFFの小電力ハーネス束に格納
 注2: 電力線は、ハーネス束の展開トルクへの影響を考えハーネス束として均等になるように配分

図1 - 5 太陽電池パドルハーネス概念図

FTA

発生シナリオ

発生シナリオの要因／確認手法

| |
|------------------------|
| 太陽電池パドルの指向方向変動 (×) |
| アレイ回路の機能劣化 (×) |
| 太陽電池パドル電カラインの故障 (△) |
| 太陽電池パドルハーネスの故障 (△) |
| パドル駆動機構電カラインの故障 (×) |
| パドル駆動機構接続ハーネスの故障 (×) |
| シャント回路の故障 (×) |
| シャント電力制御回路間ハーネスの故障 (×) |
| 電力制御回路の故障 (×) |
| バッテリー制御回路の故障 (×) |

| | | |
|------------------|---|------|
| 仮説 1-1 | アレイ回路と銅ハーネス(電カライン)間で持続放電が発生し、回路が短絡。その後、隣接回路に波及。 | 次ページ |
| 仮説 1-2 仮説 1-3 | 銅ハーネス接続部で持続放電が発生し、回路が開放(短絡)。その後、隣接回路に波及 | 次ページ |
| 仮説 1-4 | セル端部間で持続放電が発生し、回路が短絡。その後、隣接回路に波及 | 次ページ |

| | | |
|------------------|--|------|
| 仮説 2-1 仮説 2-2 | 太陽電池パドルハーネスで、何らかの理由に起因する放電によりハーネスが開放(短絡)。その後、隣接回路に波及 | 次ページ |
| 仮説 2-3 仮説 2-4 | 太陽電池パドルハーネスで、何らかの理由により、ハーネス被覆及び芯線が損傷し開放(短絡)その後、隣接回路に波及 | 次ページ |

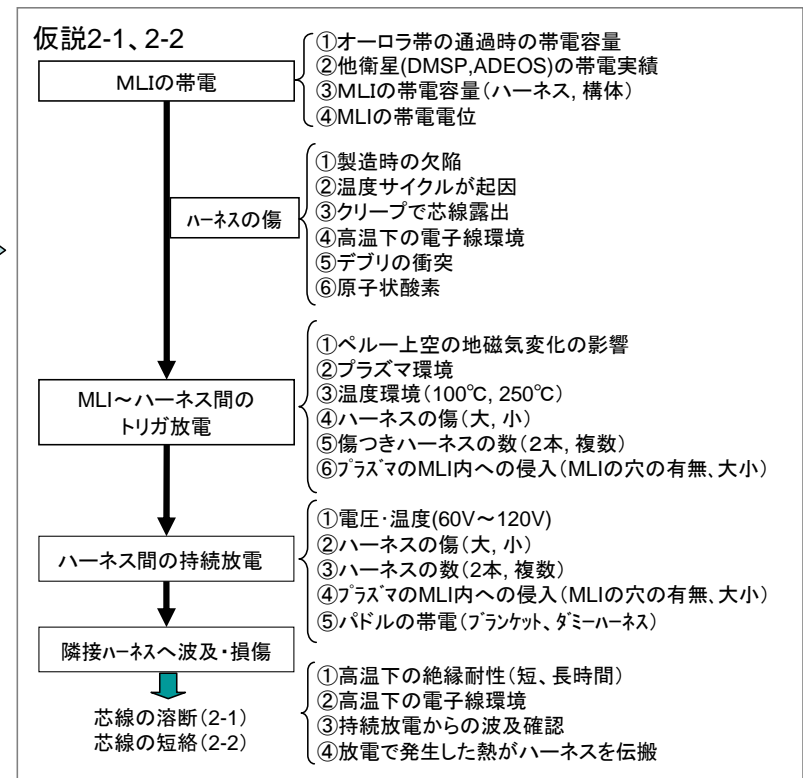
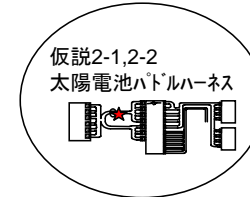


図2-1 検証試験一覧(1/2)

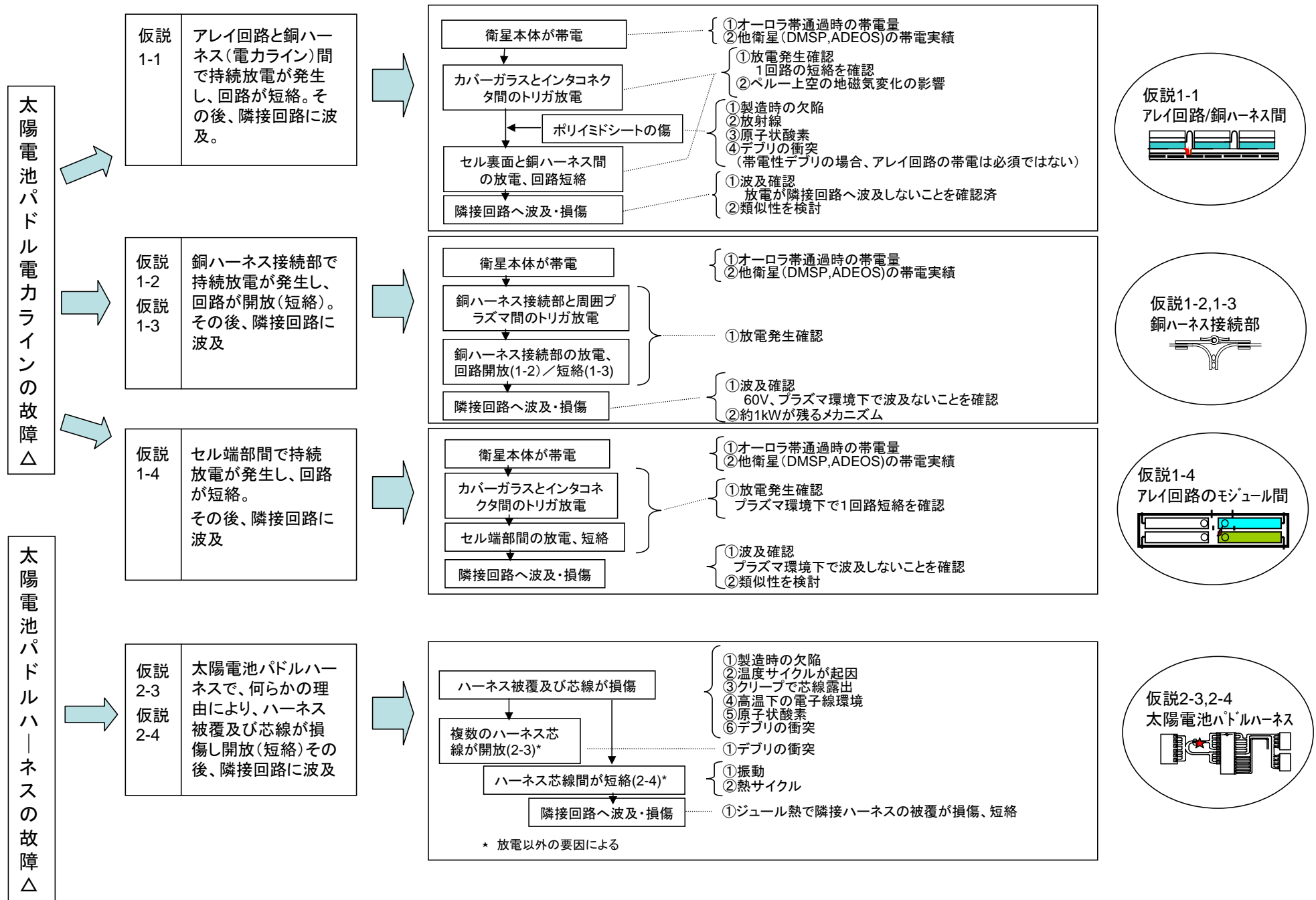


図2-1 検証試験一覧(2/2)

表2 - 1 発生シナリオと検証計画(仮説2 - 1、2 - 2)

| 発生シナリオ (仮説2 - 1、2 - 2) | 各事象を発生させる要因 / 条件 | 検証計画 | |
|--|--|---|---|
| | | 解析・調査 項目 | 試験 項目 |
| <p>太陽電池パドルハーネスで、MLIの帯電に起因する放電によりハーネスが開放・短絡</p> <p>MLIの帯電</p> <p>ハーネスの損傷</p> <p>MLI～ハーネス間のトリガ放電</p> <p>ハーネス間の単発的な放電</p> <p>ハーネス間の持続放電</p> <p>隣接ハーネスへ波及</p> <p>芯線の溶断(2-1) 芯線の短絡(2-2)</p> | <p>MLI～ハーネス間のトリガ放電が発生するのに必要な帯電が「みどり」で発生しうるかを確認する</p> | <p>オーロラ帯通過時の電子流入量</p> <p>他衛星の帯電実績調査</p> <p>MLI帯電電位解析</p> | <p>MLI帯電電位実証試験</p> <p>MLI/ブーム絶縁性確認試験</p> |
| | <p>予備試験の結果、傷のないハーネスではトリガ放電が発生していないことから、傷を発生させる要因について試験による実証も含め検討を行っている</p> <p>・製造時の欠陥</p> <p>・軌道上環境に起因</p> <ul style="list-style-type: none"> — 熱的要因 — 電子線 — 熱 + 電子線の複合要因 — 原子状酸素 — デブリ | <p>ハーネス扱い方法の確認</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>原子状酸素による影響解析</p> <p>デブリ衝突確率解析</p> | <p>ハーネス熱サイクル試験</p> <p>電線クリープ試験</p> <p>電線高温放置試験</p> <p>高温環境下の電子線照射試験</p> <p>「高温放置」と「電子線照射」と「熱サイクル」の組合せ試験</p> |
| | <p>MLI～ハーネス間のトリガ放電及びハーネス間の単発的な放電が発生する条件を検討し、試験による実証を行っている</p> <p>・外部条件</p> <ul style="list-style-type: none"> — 地磁気 — プラズマ <p>・内部条件</p> <ul style="list-style-type: none"> — 傷つきハーネスの数 | <p>地磁気による起電力解析</p> <p>10/24プラズマ環境の影響</p> <p>-</p> | <p>帯電 / 放電試験</p> |
| | <p>ハーネス間の持続放電が発生する条件を検討し、試験による実証を行っている</p> <p>・内部条件</p> <ul style="list-style-type: none"> — 電圧 — ハーネス傷の形状・大きさ — 傷つきハーネスの数 — MLIの穴の有無 / サイズ — MLI内真空度 — 傷つきハーネス間距離 | <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> | <p>帯電 / 放電試験 120V、100V、80V、60V</p> <p>帯電 / 放電試験 環状傷、スリット傷</p> <p>帯電 / 放電試験 2本のハーネスに傷対向</p> <p>帯電 / 放電試験 10mm、2mm、無し</p> <p>帯電 / 放電試験 MLI内真空度の計測</p> <p>帯電 / 放電試験 密着、約1mmの隙間</p> |
| | <p>隣接ハーネスへの波及が発生する要因を検討し、試験による実証を行っている</p> <ul style="list-style-type: none"> — 熱エネルギー — 絶縁性能の劣化 — ハーネスの分布 | <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> | <p>帯電 / 放電試験 2回路分</p> <p>多数回路分</p> <p>高温絶縁耐性試験(高温放置試験と同じ)</p> <p>高温環境下の電子線照射試験</p> <p>ハーネス束における電力線分布確認試験</p> |
| <p>傍証 (その他、テレメトリデータ等との整合性)</p> <p>姿勢変動(事象B)との関係</p> <p>放電時のノイズの確認</p> | <p>10/24電力低下時に発生した姿勢変動(事象B)との整合性を確認する。</p> <p>放電を裏付けるノイズがミッションデータ及びテレメデータにないかを確認する。</p> | <p>解析によりトルク発生面を特定</p> <p>ミッションデータ、テレメデータの点検</p> | <p>ハーネス高温過熱時の発生ガス量・組成確認試験</p> <p>ノイズ検出確認試験</p> |