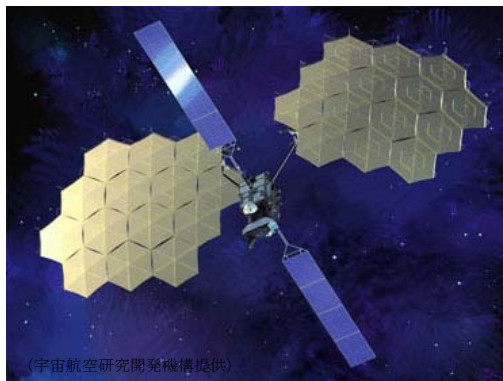


技術試験衛星Ⅷ型（ETS-VIII）「きく8号」の 受信系異常に係る原因究明及び今後の対策について



平成19年5月24日

総務省
情報通信政策局

1. きく8号の概要

きく8号は、ユビキタスネット社会の実現に必要な携帯端末による衛星通信を可能とする次世代の移動体衛星通信技術の確立を目的として、宇宙航空研究開発機構(JAXA)、情報通信研究機構(NICT)及び日本電信電話株式会社(NTT)が共同で開発した衛星。

【主な開発要素】

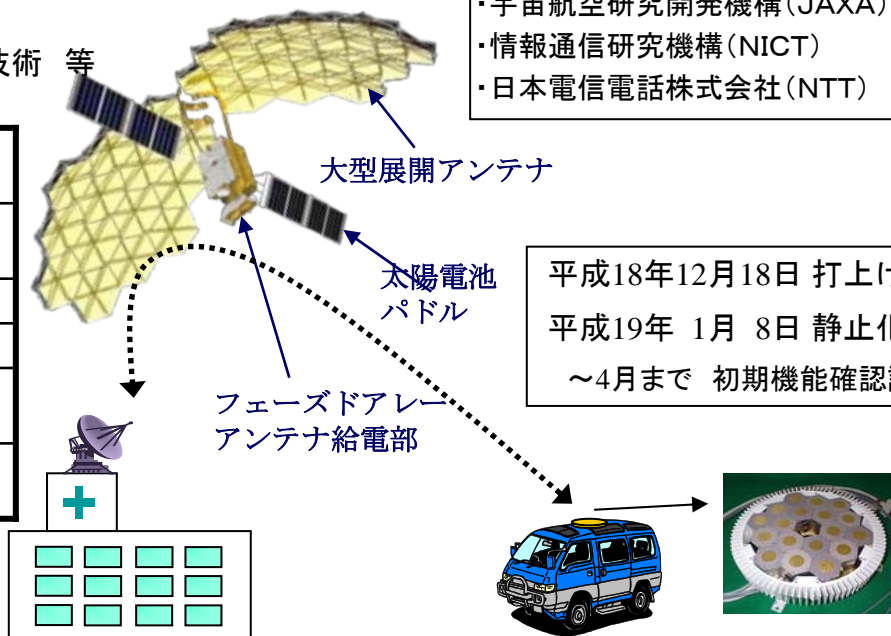
- 大型展開アンテナ技術
- 移動体衛星通信技術
- 3トン級衛星バス技術
- 高精度衛星測位システム技術 等

衛星開発機関

- ・宇宙航空研究開発機構(JAXA)
- ・情報通信研究機構(NICT)
- ・日本電信電話株式会社(NTT)

| | |
|-----------------|--------------------------|
| 重量 | 5.8トン(打上時) 3トン(初期) |
| 寸法(本体) | 7.3m×4.6m×3.7m |
| 寸法(アンテナ) | 17m×19m(送・受それぞれ) |
| 発生電力 | 7500W以上 |
| 軌道 | 東経146°(静止) |
| 周波数 (通信機器) | 上り:2.6GHz帯 下り:2.5GHz帯 |
| 周波数 (時刻基準装置) | 1.6GHz帯 2.5GHz帯 |

設計寿命:ミッション機器:3年
衛星バス:10年



平成18年12月18日 打上げ
平成19年 1月 8日 静止化
~4月まで 初期機能確認試験

ETS-Ⅷのオープンな利用機会の推進について

総務省では、ETS-Ⅷの開発成果の拡大を図るため、行政機関、内外の企業や大学等にETS-Ⅷを用いた利用実験の参加者を広く公募。
(採択済22件、新規提案13件。)

ポータブル端末



W285×D374×H125mm
重量:約8.2kg
伝送速度:64k~1.5Mbps



超小型 携帯通信端末

W78×D28.5×H174.5mm
重量:約300g
伝送速度:50、400bps

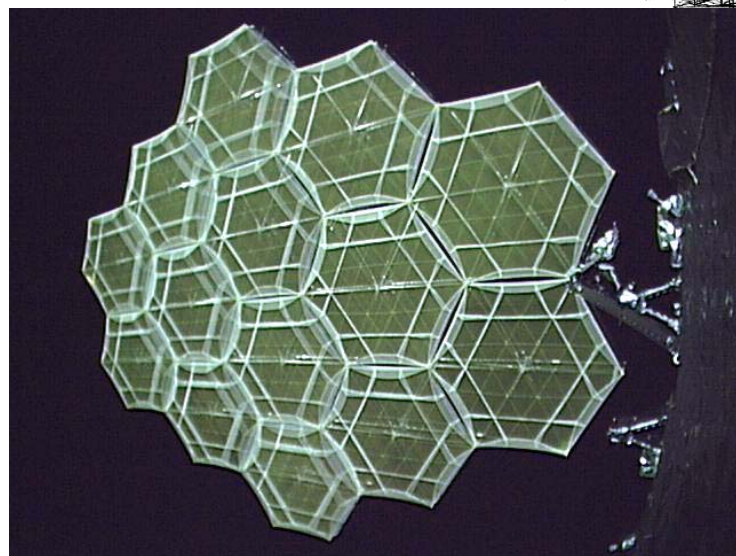
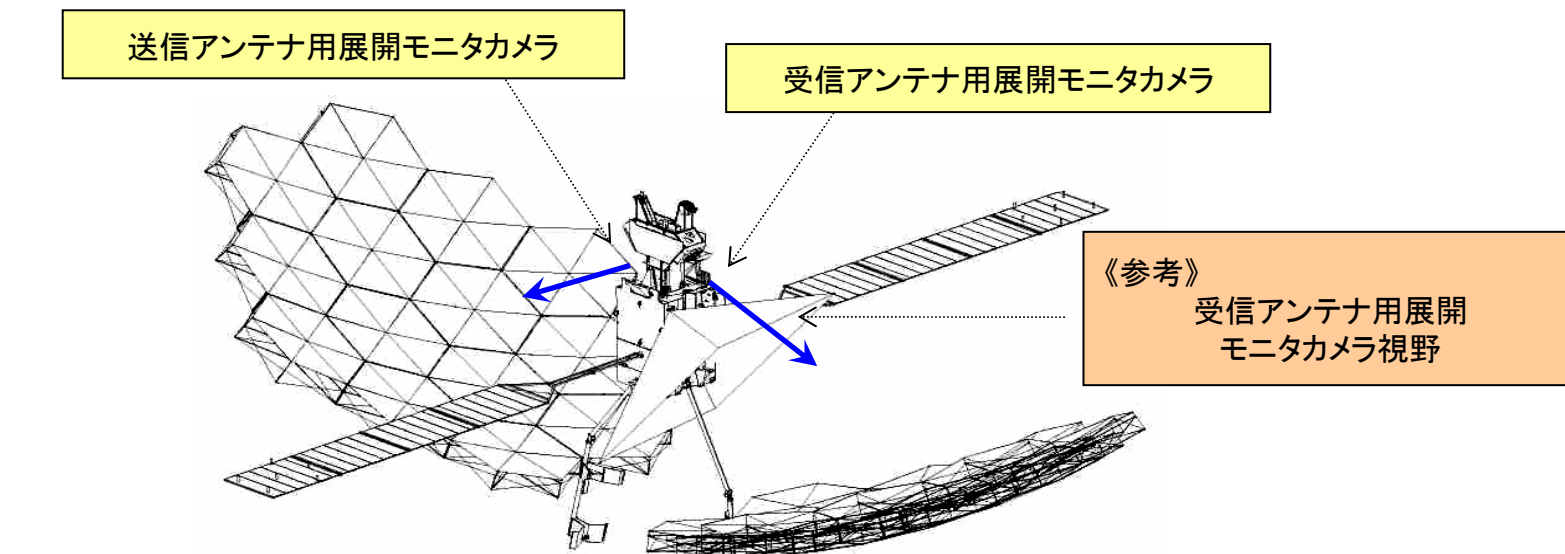
携帯型装置

W58×D170×H37.5mm
重量:約390g
伝送速度:8kbps

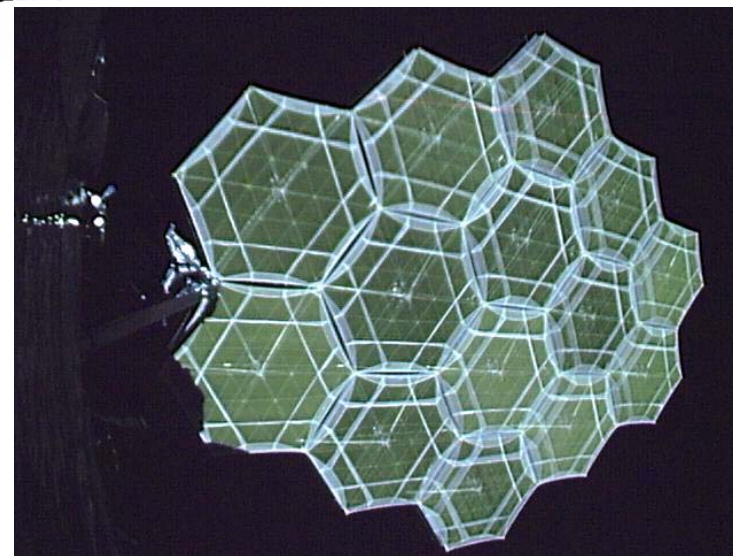
非携帯型装置

W105×D185×H45mm
重量:約680g
伝送速度:8kbps

2. 「きく8号」大型展開アンテナ展開の結果

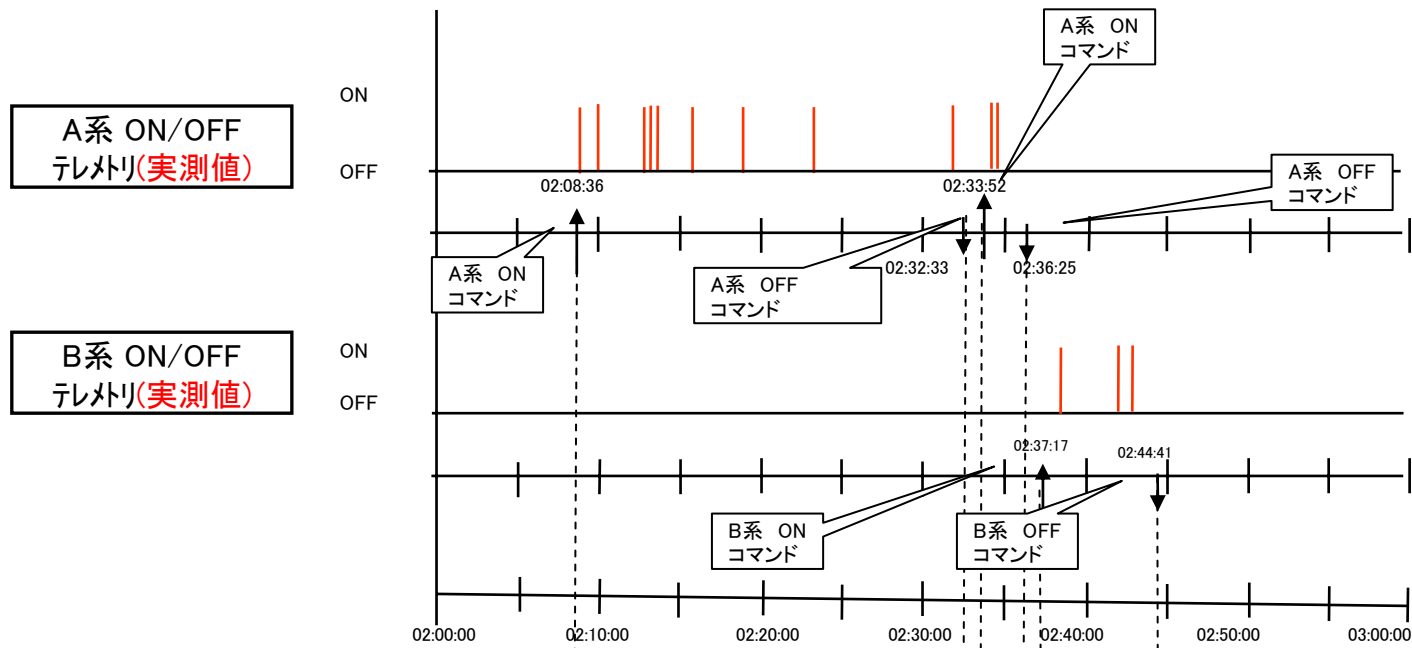


大型展開アンテナ(受信用)
平成18年12月25日展開

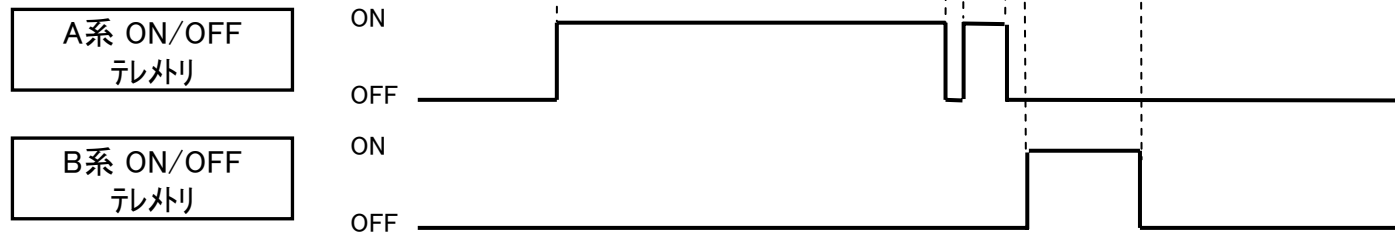


大型展開アンテナ(送信用)
平成18年12月26日展開

3. 受信系異常の発生



LNA-PS ON/OFFテlemetryの期待値

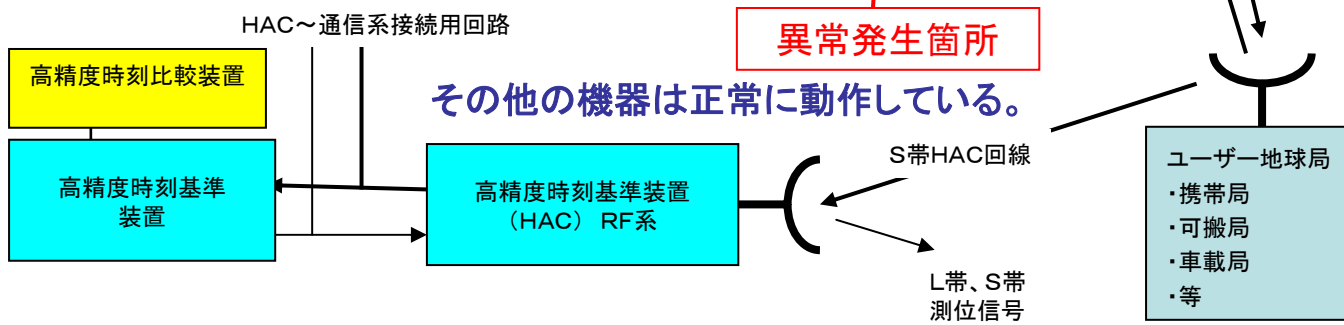
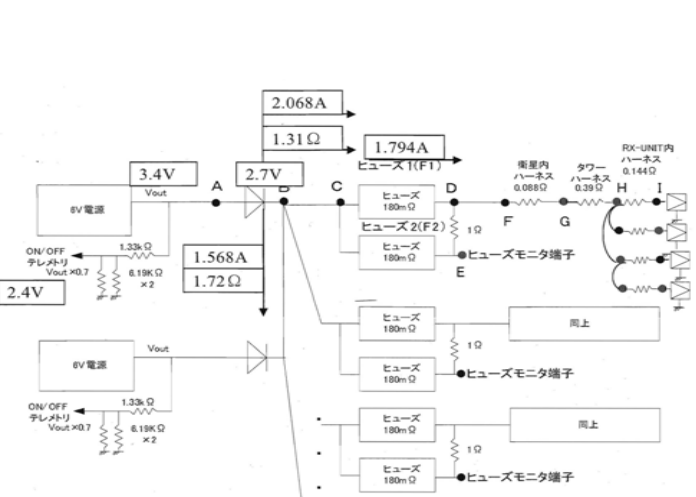
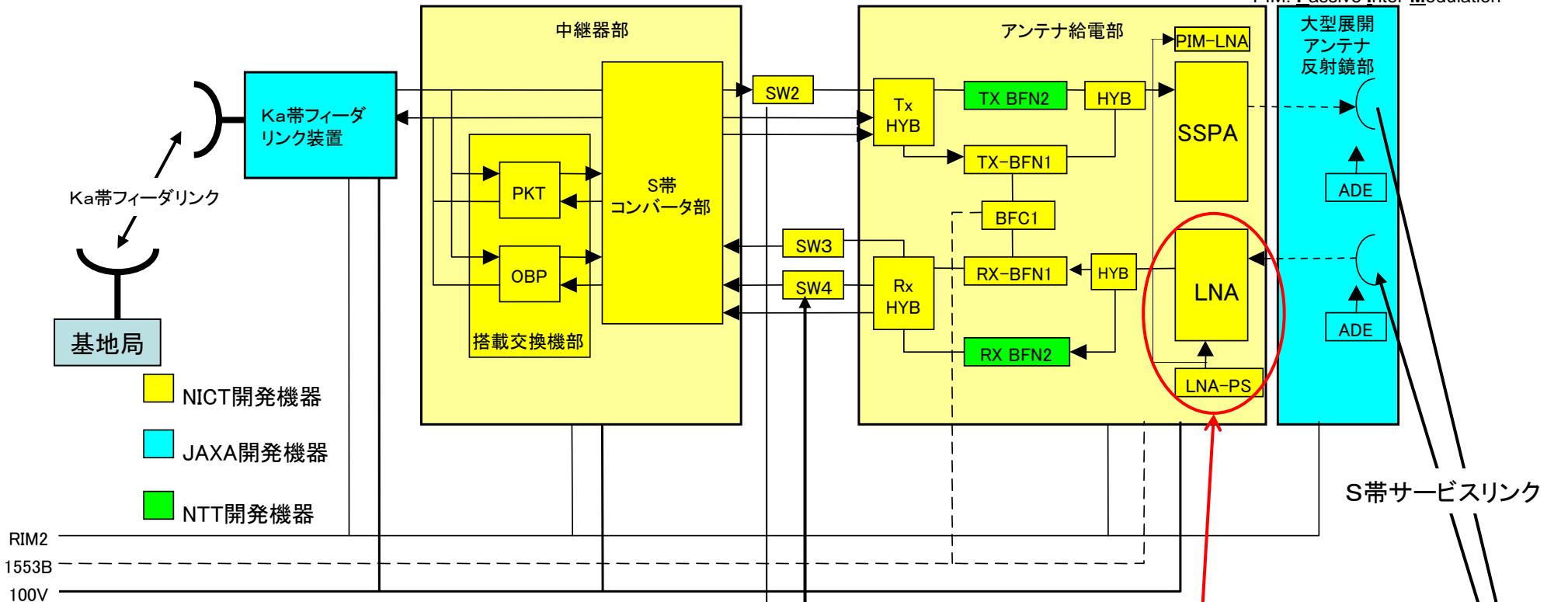


1月30日 初期機能確認試験において、移動体通信機器のうち、S帯受信系機器の異常を発見。
 【現象】LNA-PS内のDC/DCコンバータをONにしても、安定してONにならない状態。

低雑音増幅器用電源のテlemetry異常の測定データ

4. 異常発生箇所

PIM: Passive Inter-Modulation



5. 異常発生後の対応

2月2日 NICTが「きく8号対策本部」(本部長:NICT理事長)を設置し、報道発表。
また、JAXA及び製造業者も参加した「きく8号通信系ミッション機器不具合原因究明合同チーム」(チーム長:大森慎吾NICT理事)の第一回会合を開催。
外部有識者として、高畑文雄早稲田大学理工学術院教授、中谷一郎宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部教授、水野秀樹東海大学開発工学部教授が参加。

その後、「対策本部(13回開催)」及び「合同チーム(19回開催)」による検討を実施。

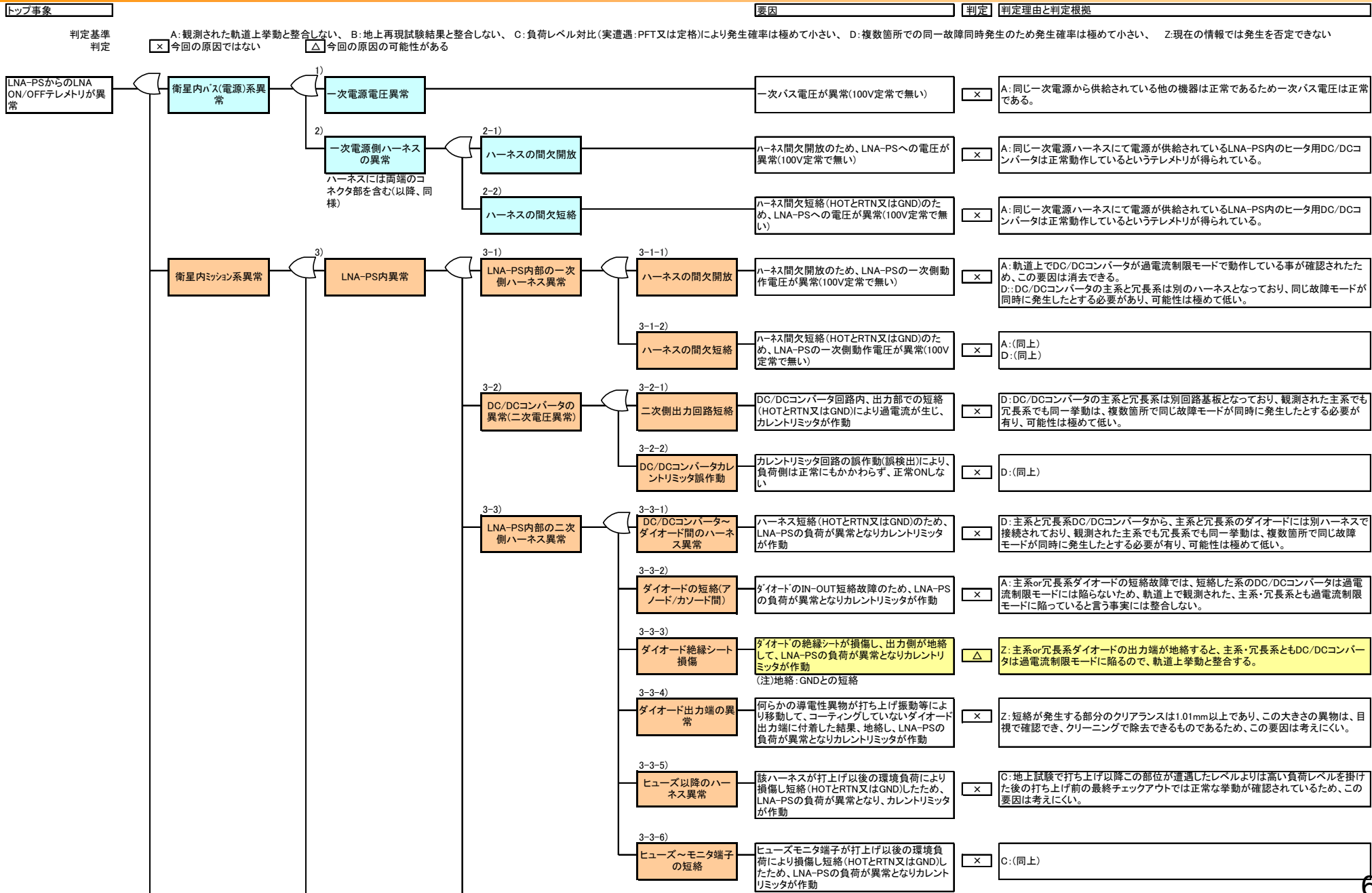
2月7日、2月21日、3月14日 宇宙開発委員会へ報告。内容を報道発表。

3月19日 総務省独立行政法人評価委員会情報通信・宇宙開発分科会情報通信研究機構部会に委員及び専門委員計6名による「きく8号受信系異常に関するWG」を設置。
NICTが実施している原因究明・対策等について中立な立場からの検討を開始。

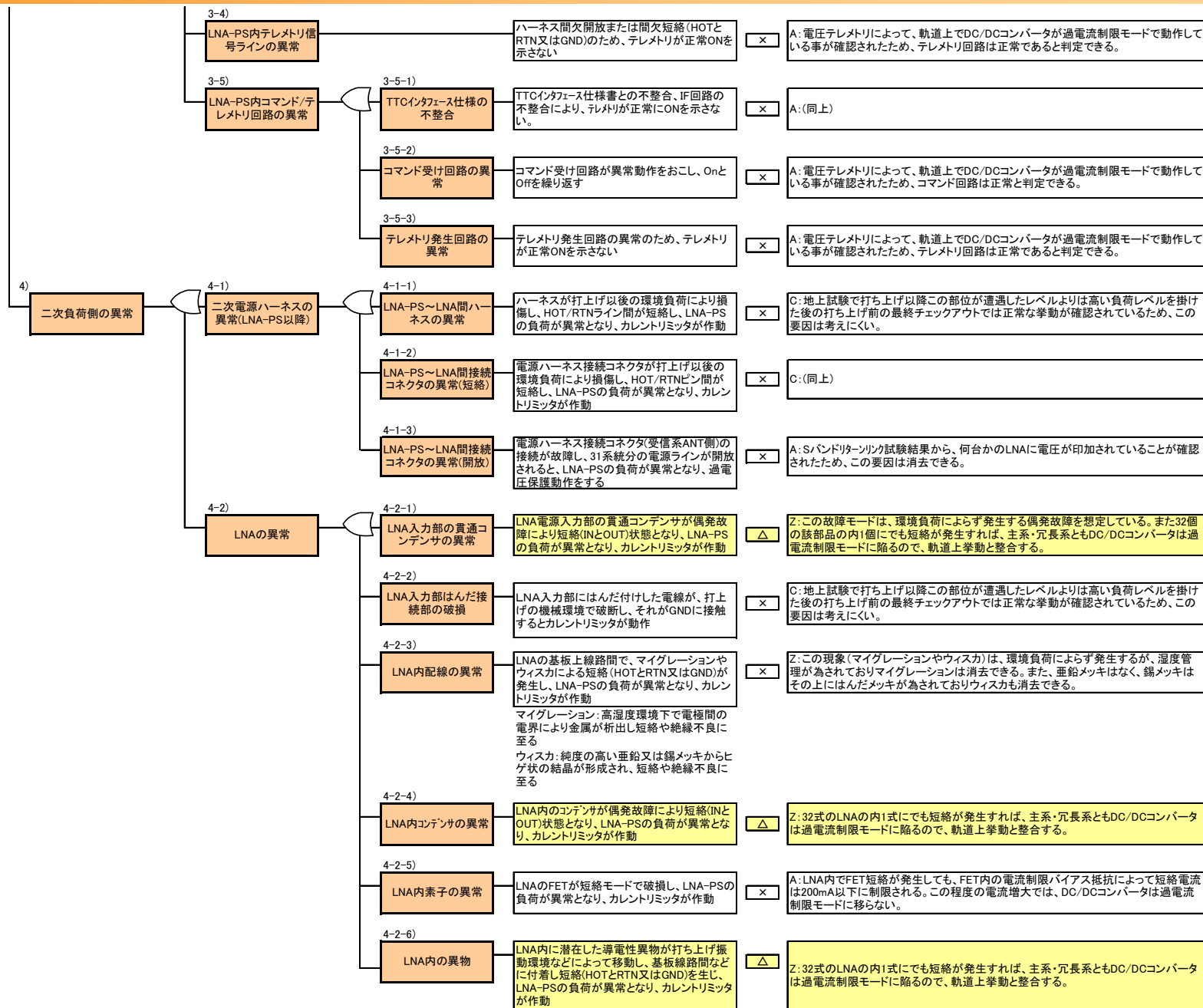
主 査 森永 規彦 広島国際大学 工学部長 教授
主査代理 根元 義章 東北大学大学院 情報科学研究科 教授
 國井 秀子 (株)リコー 常務執行役員ソフトウェア研究開発本部長
 原島 博 東京大学大学院 情報学環 教授
 東倉 洋一 国立情報学研究所 副所長 教授
 花澤 隆 日本電信電話(株) 常務理事 第三部門長

5月9日 5回(3月19日、3月27日、4月5日、4月20日、4月25日)にわたるWGでの検討結果を中間報告として公表。また、宇宙開発委員会に報告。

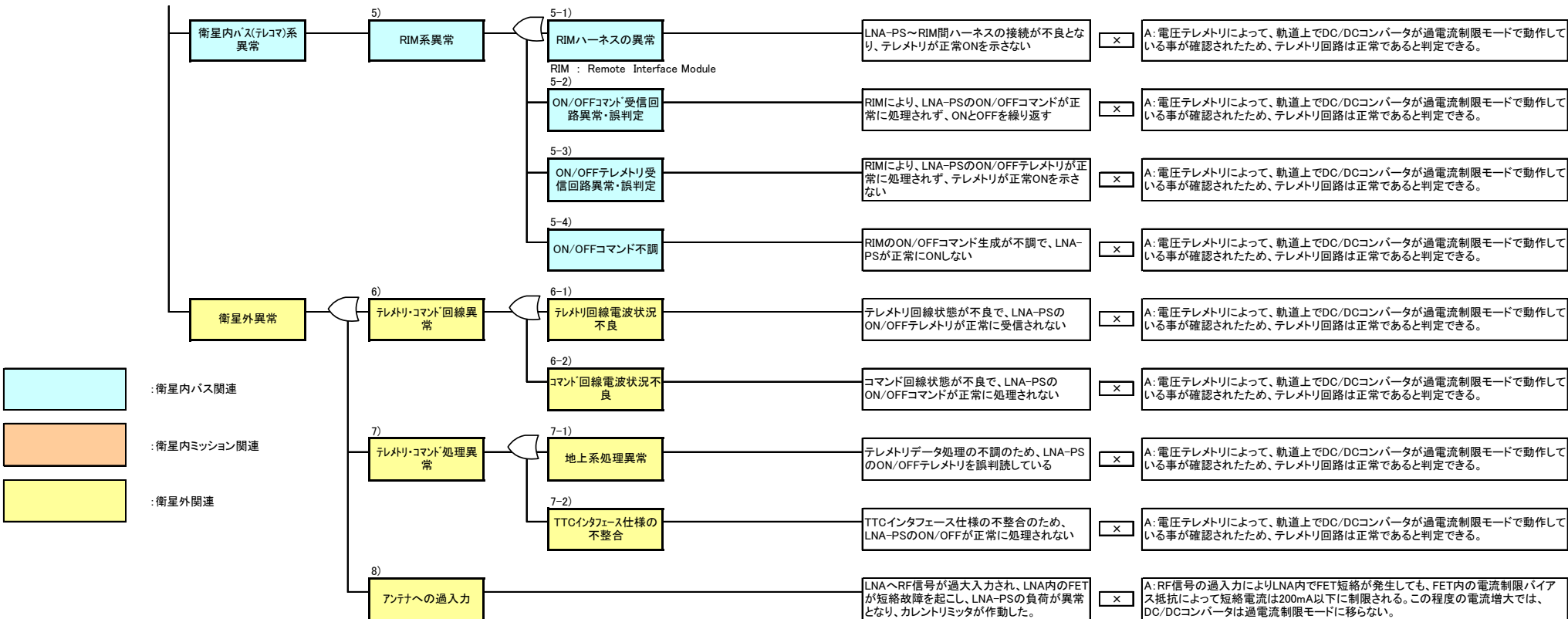
6. 異常原因の究明 (その1)



6. 異常原因の究明 (その2)



6. 異常原因の究明 (その3)



A A: 観測された軌道上挙動と整合しない
 B B: 地上再現試験結果と整合しない
 C C: 負荷レベル対比(実遭遇:PFT又は定格)により発生確率は極めて小さい
 D D: 複数箇所での同一故障同時発生のため発生確率はきわめて小さい
 O Z: 現在の情報では発生を否定できない

6. 異常原因の究明（その4）

- (1) 電源を投入しても電流が正常に流れない状況であるため、受信系回路で短絡(ショート)が発生と推定。
- (2) 衛星からのデータ、地上再現実験の結果から、短絡箇所を次の2箇所(4ケース)に絞り込み。

① ダイオードの絶縁シートの損傷による出力端短絡



絶縁シート
0.38ミリ厚

①ダイオード
(約3cm 1.3cmΦ)
短い印鑑サイズ

- 絶縁シート仕様スペック
- 厚さ0.38mm
 - 耐圧4000V
(放熱絶縁シリコンゴムシート)

【異常発生シナリオ】



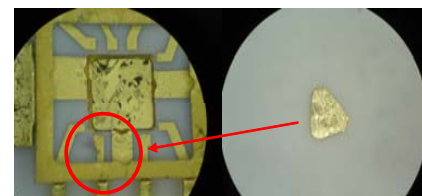
はんだくず(0.4mm)の挟み込みにより、絶縁シートが突き破れ、絶縁不良(147mΩ)となった。

② LNA内部短絡(異物付着、内部2部品の偶発故障)(3ケース)

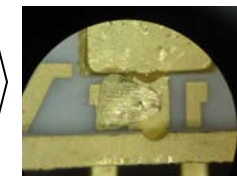


② LNA (Low Noise Amplifier)
(約2cm×約4cm×約1.5cm)
消しゴムサイズ

【LNA内の導電性異物による短絡シナリオ】



基板と金リボン概形



パターン間に置いた場合

【LNA内部部品の偶発故障の可能性】

- ・LNA入力部の貫通コンデンサの異常
- ・LNA内コンデンサの異常

7. 再発防止の徹底及び実験の実施

2. 再発防止の徹底

電源系という最も基本的な機能で異常が発生。これを重く受け止め、今回の知見を今後の衛星開発に真摯に反映。

(1) 短絡防止のための対策

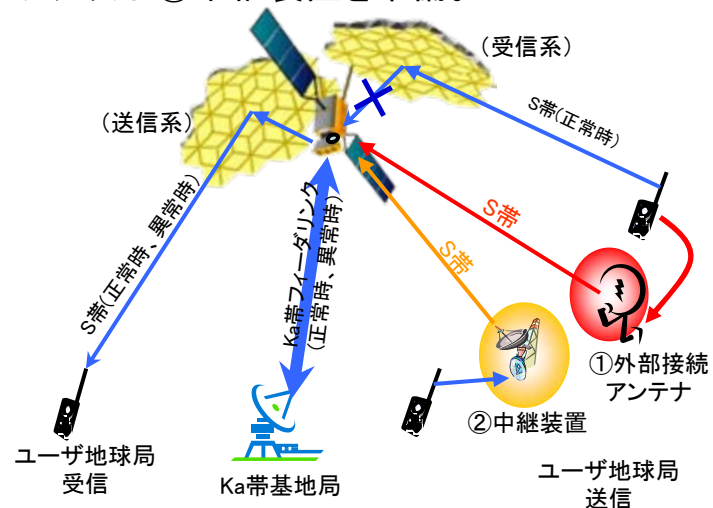
- ①ダイオード絶縁材劣化対策
設計の変更、試験の強化
- ②導電性異物付着対策
コーティング処理、試験の強化
- ③部品の偶発故障対策
故障分離機能の実装、試験の強化

(2) 異常箇所分離のための対策

- ①設計
冗長設計、機能復旧設計の徹底
- ②試験
開発段階での検証試験の徹底
- ③チェック体制
第三者による検証体制の確立・充実

3. 衛星実験の実施

- 大型展開アンテナ給電部の受信系以外は全て正常に動作。
→ 速やかな衛星実験実施が適当。
- 予定していた実験を実施できるよう、NICTを中心に、速やかに①外部接続アンテナ及び②中継装置を準備。



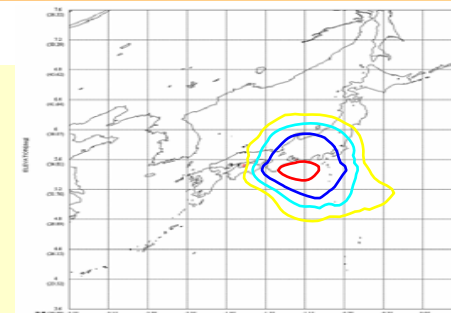
○原因究明・異常箇所分離作業は併行して実施。

| 実験項目 | 概要 | ①受信系全損の場合の影響 | ②LNA4台分離の場合 |
|---------|----------------------|-------------------------|-------------|
| 移動体通信実験 | 搭載機器評価、携帯端末等を用いた通信実験 | S帯受信系の性能評価ができない。 (注) | ほとんど影響なし |
| 測位実験 | 衛星測位システム実証実験 | 影響なし | 影響なし |
| バス系実験 | 衛星バス軌道上評価実験 | 影響なし | 影響なし |
| 時刻比較実験 | 時刻比較装置の評価実験 | 影響なし | 影響なし |

(注) 移動体からの送信は、①外部接続アンテナを接続するか、又は中継装置を経由。

(1) 基本実験の実施

NICT, JAXA, NTTによる搭載機器の性能試験、通信・測位の基本的な実験を実施中。特に、異常のない部分については速やかに実施。



S帯送信アンテナパターン測定値の例

(2) 利用実験の実施

衛星を共同開発した3者以外の広範な関係者の参画による利用実験を実施。既に22件を採択しており、更に13件の新規提案。5月30日に採択評価を行い、6月上旬に結果を公表。

(3) 原因究明・故障分離作業の継続

上記実験の実施と並行して、衛星受信系の状況監視を継続するとともに、地上再現試験を引き続き実施し、原因究明・故障分離作業を行う。

(4) 総務省独立行政法人評価委員会「きく8号受信系異常に関するWG」

上記作業の進捗状況を踏まえ、引き続き、調査審議を進めていく予定。