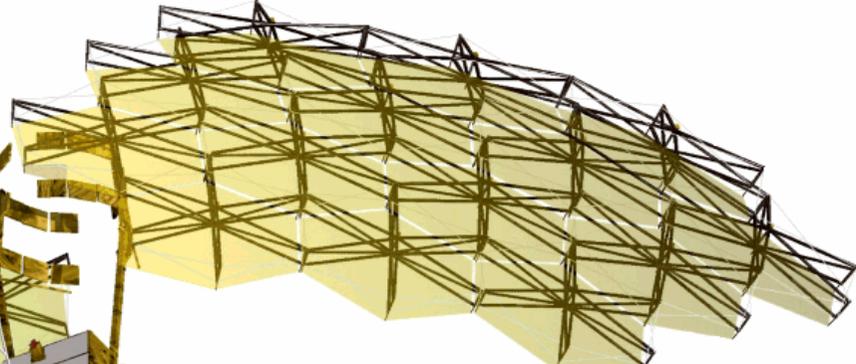
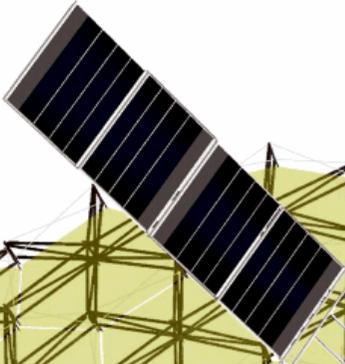
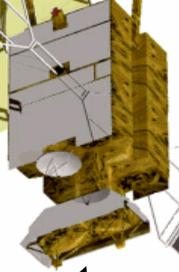


IV. 図表集

太陽電池パドル



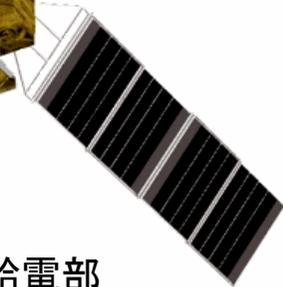
衛星構体



大型展開アンテナ反射鏡(受信用)



大型展開アンテナ給電部



大型展開アンテナ反射鏡(送信用)

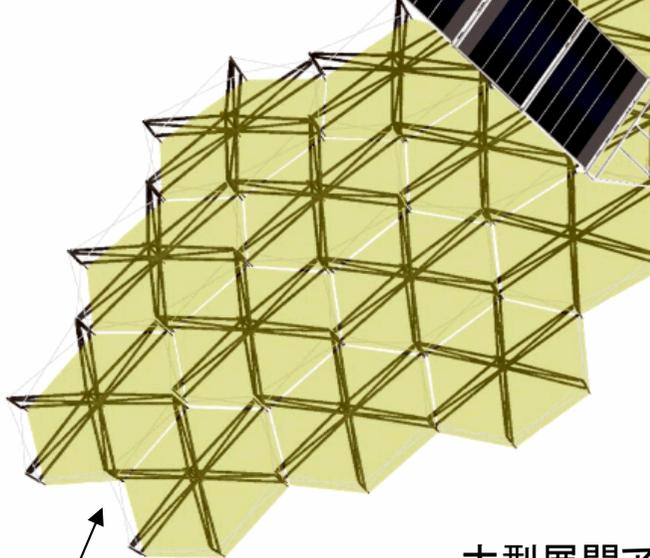


図 I - 1 - 1 「きく8号」軌道上外観図

表 I - 1 - 1 「きく8号」の主要諸元

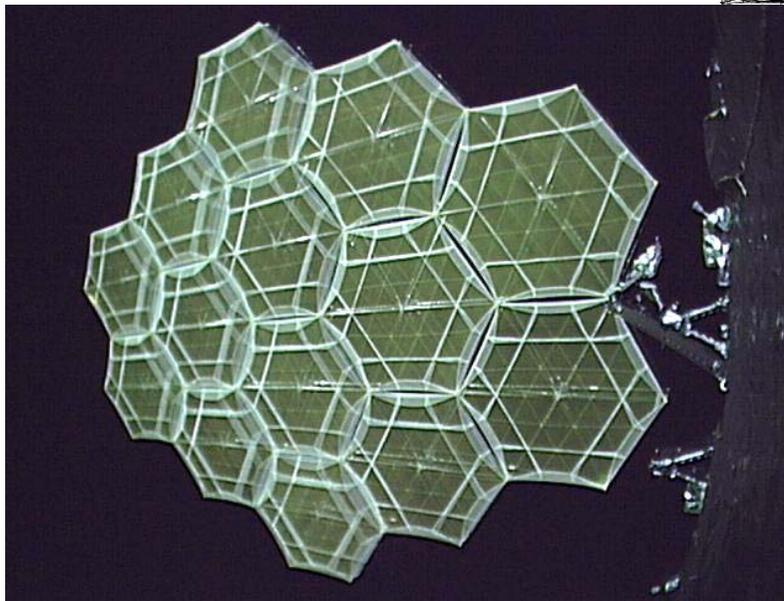
項目	諸元
大きさ	全長約40m、全幅約40m
寸法	衛星構体 約2.35m×2.45m×7.3m アンテナ 17m×19m（送受それぞれ）
重量	約2.8t（静止衛星軌道上初期）
発生電力	7500W（3年後夏至）
設計寿命	衛星バス10年、ミッション機器3年
軌道	静止衛星軌道（東経146度）
姿勢安定方式	3軸姿勢制御方式
姿勢精度	ロール／ピッチ±0.05度、ヨー±0.15度
周波数	移動体通信機器送信 2.5GHz帯、受信2.6GHz帯 時刻基準装置 1.6GHz帯、2.5GHz帯
打上げ日	平成18年12月18日

送信アンテナ用展開モニタカメラ

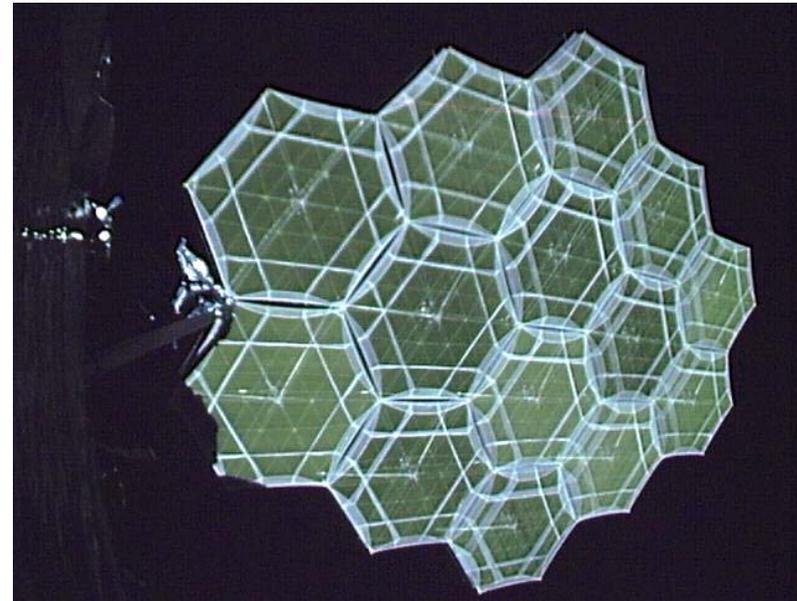
受信アンテナ用展開モニタカメラ

《参考》

受信アンテナ用展開
モニタカメラ視野



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

図 I - 1 - 2 「きく8号」大型展開アンテナ展開画像

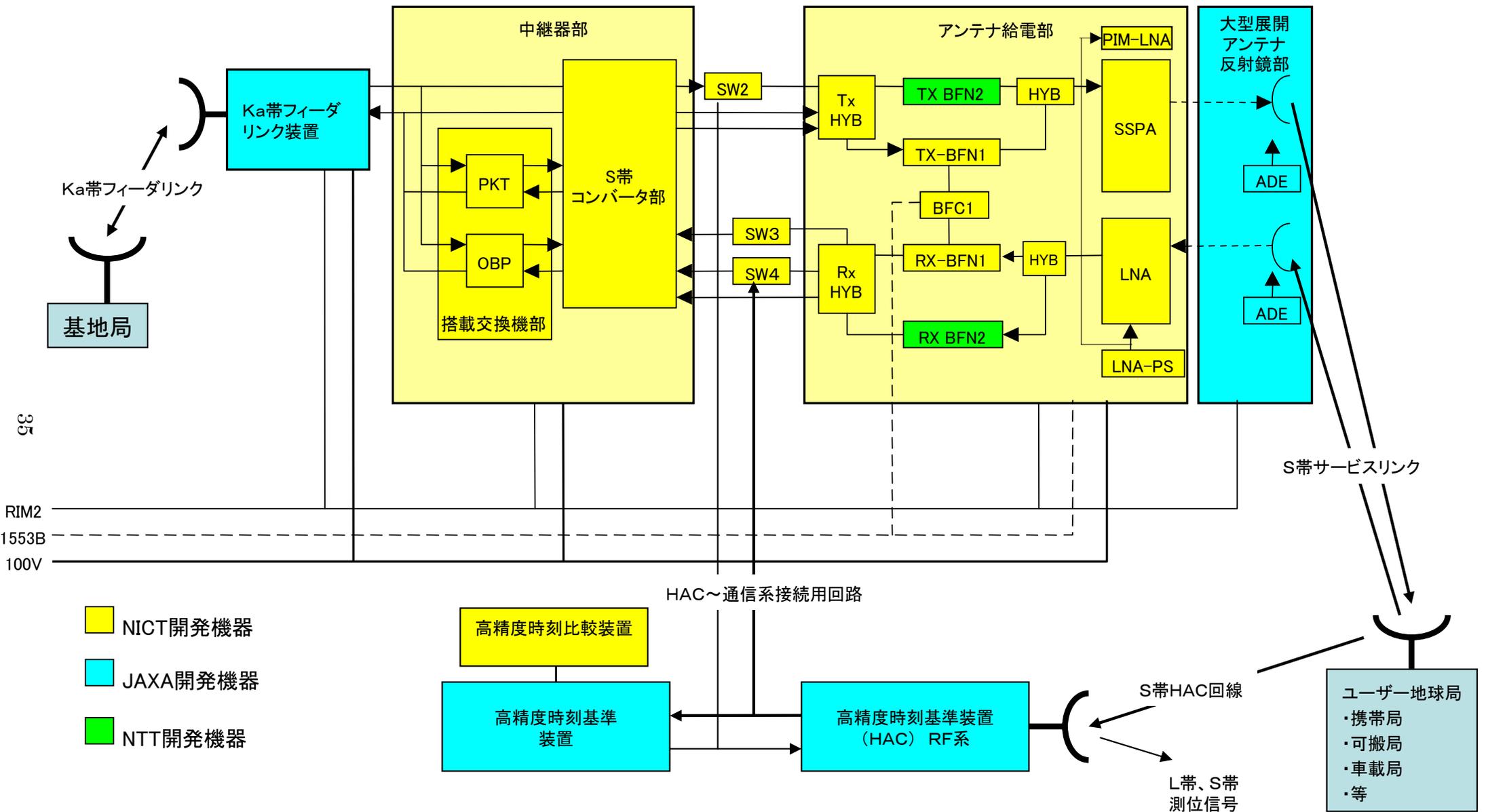


図 I - 2 - 1 「きく8号」移動体通信ミッションの全体構成

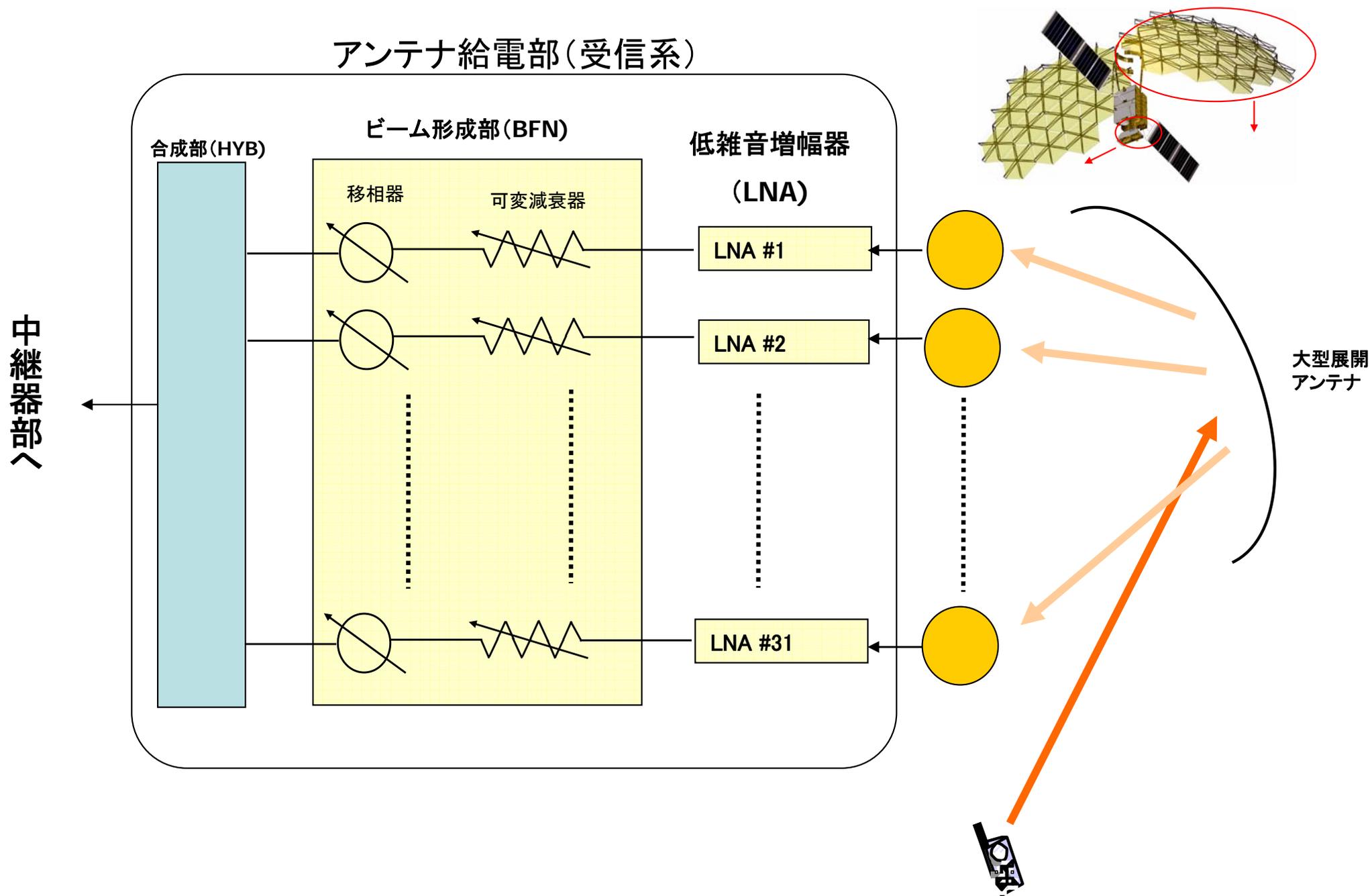
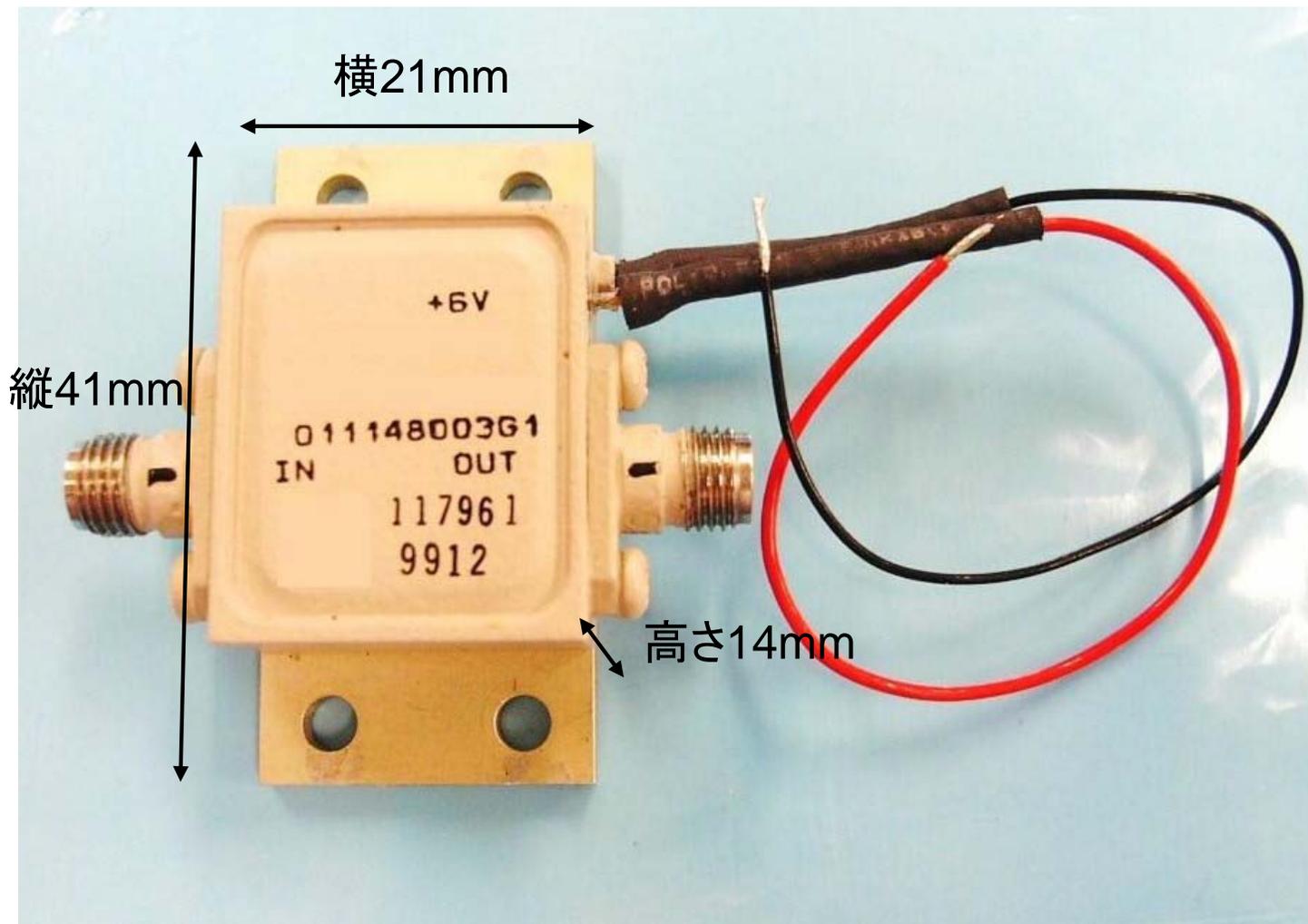


図 I - 2 - 2 「きく8号」S帯受信系の構成図



取り付け台座の部分を含めて、ケースは横21mm、縦41mm、高さ14mm(コネクタ含まず)

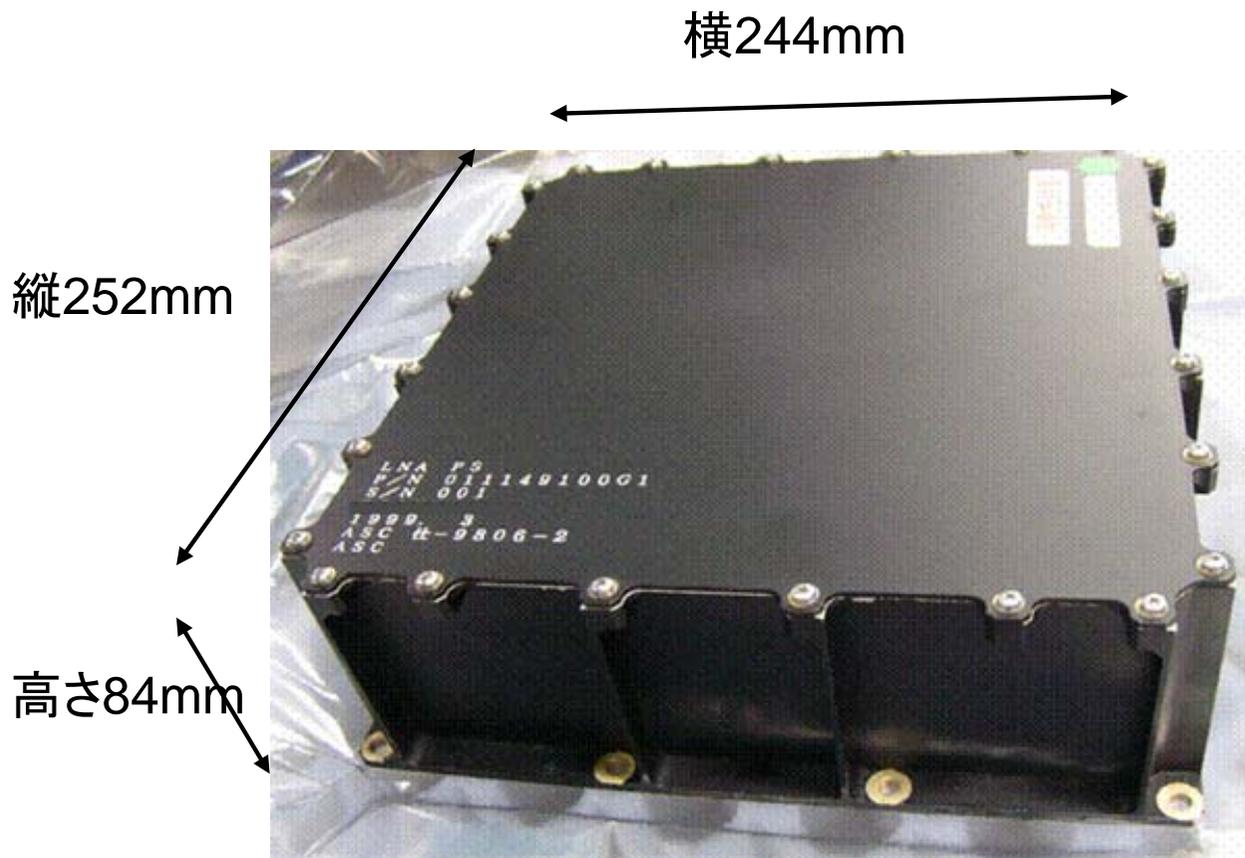
消しゴムサイズ。各種あるLNAの中では小型の部類。

入出力コネクタ部を含めると横41mm、縦41mm、高さ14mm。

LNA仕様スペック

- 電圧 6.1V
- 電流 100mA以下
(実測では65mA程度)
- N/F雑音指数 1.5dB
(等価雑音温度では約120K)

図 I - 2 - 3 LNAの外観

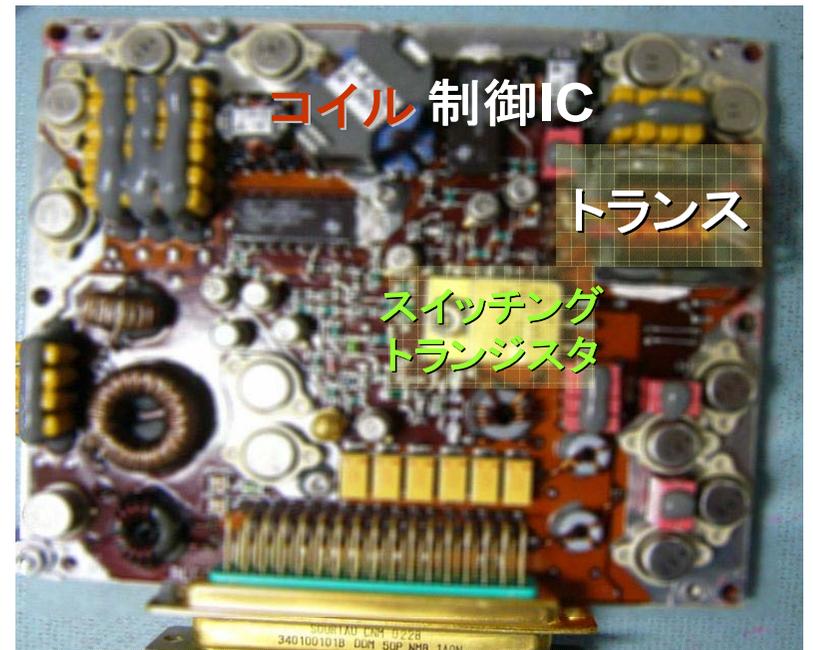


EM(エンジニアリングモデル)の外観

縦252mm×横244mm×高さ84mm
(百科事典サイズ)

LNA-PS仕様スペック

- LNA出力電圧 6.1V 2.35A(ノミナル)
- ヒータ出力電圧 28V 0.45A(ノミナル)

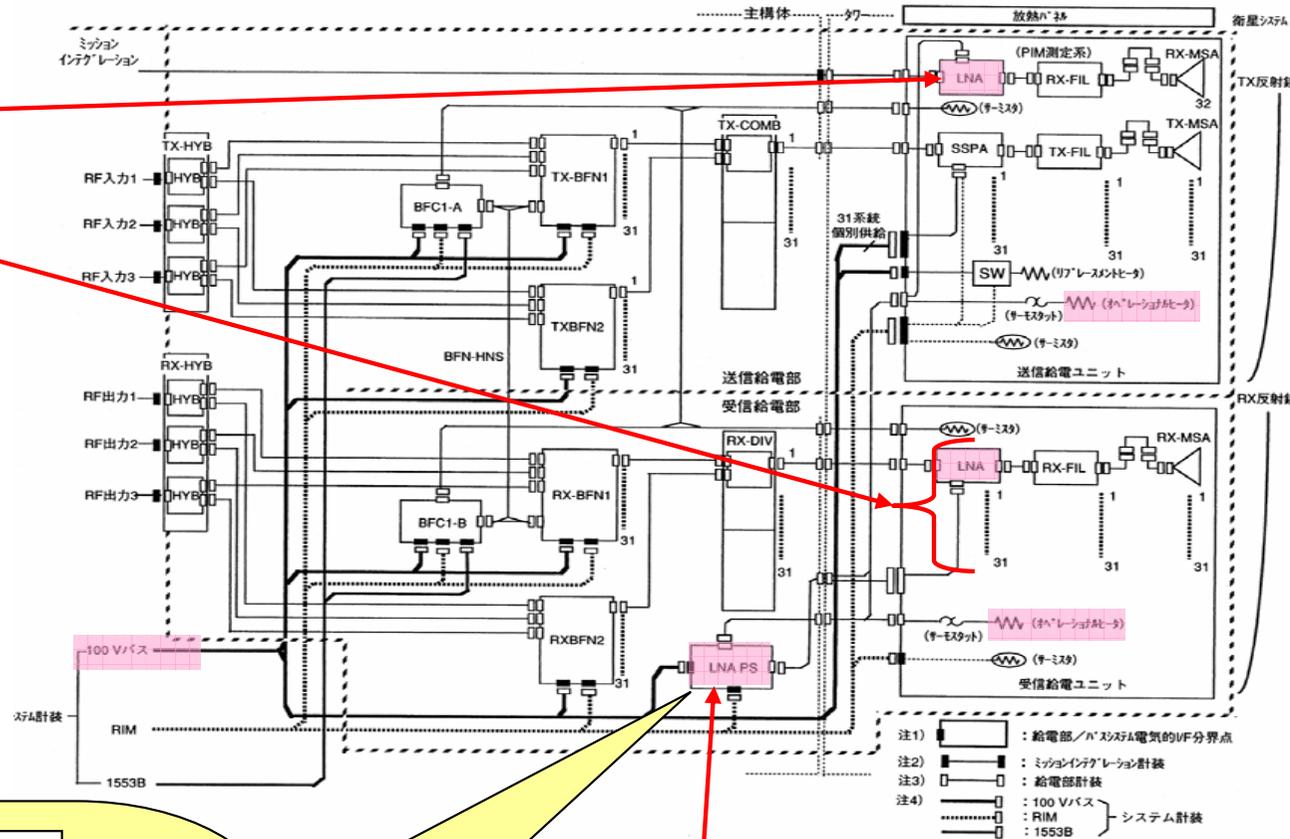


類似電源のEM(エンジニアリングモデル)
内部実装状況

図 I - 2 - 4 LNA-PSの外観

低雑音増幅器 (LNA) 1個
PIM測定用

低雑音増幅器 (LNA) 31個



LNA電源 (LNA-PS) : 1式
(32個のLNAに8系統で電力を供給)

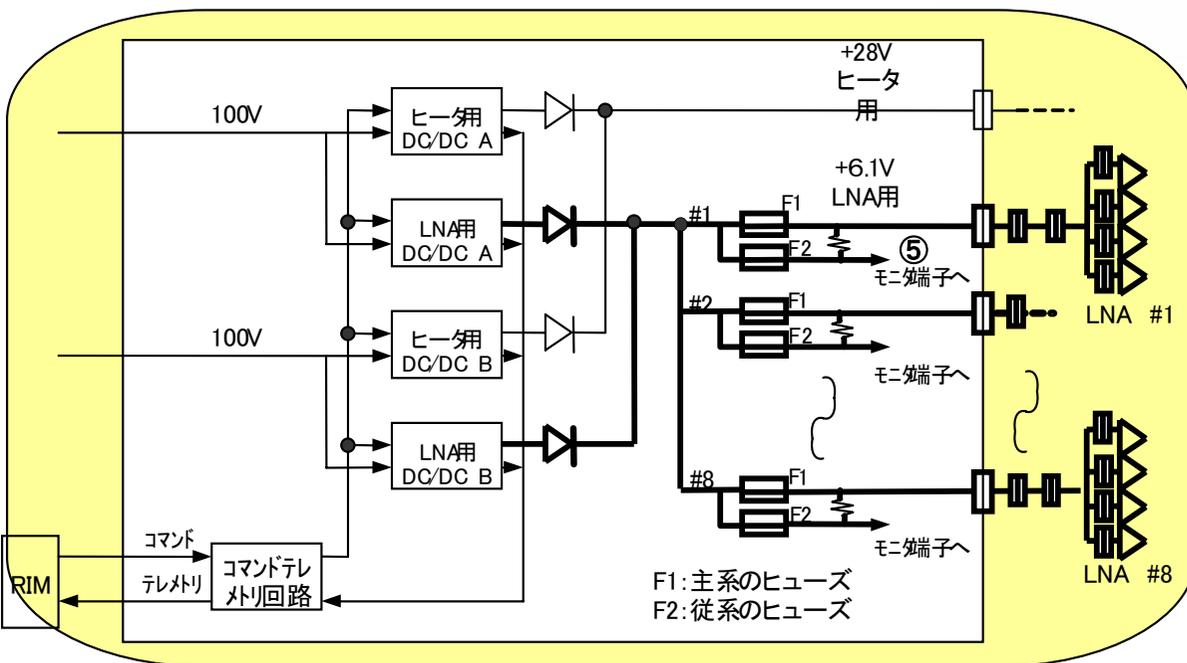
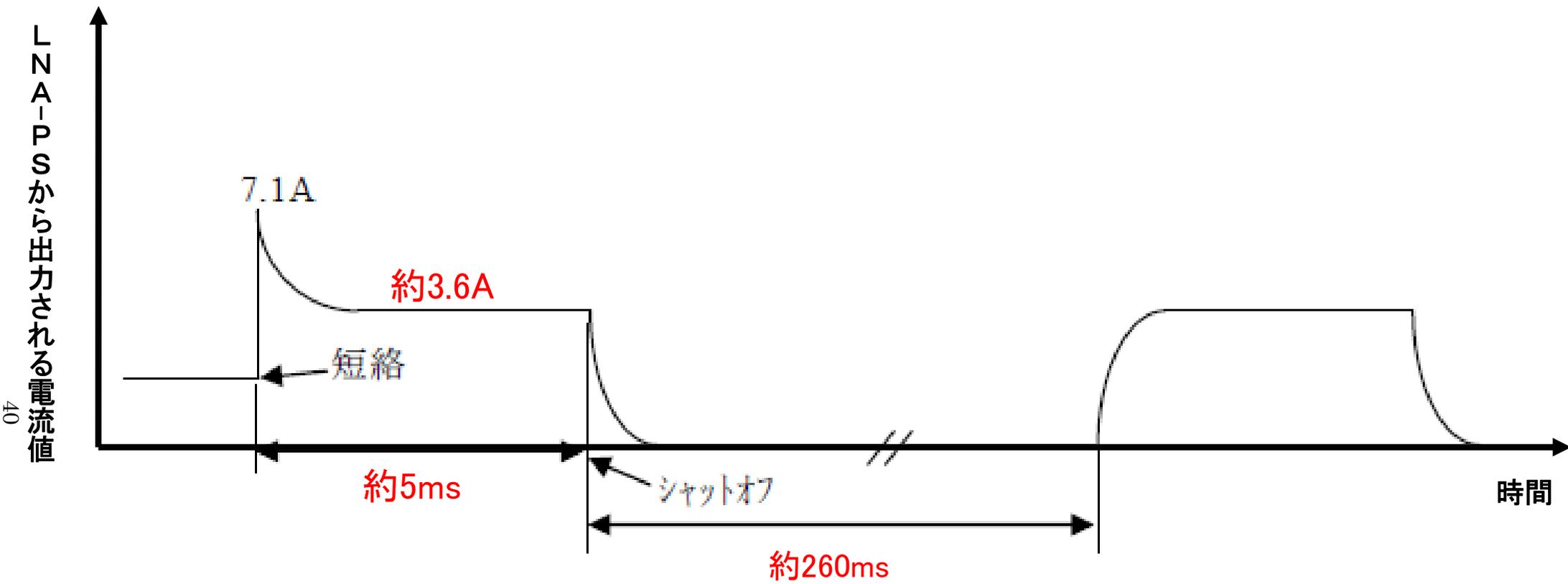


図 I - 2 - 5 LNA-PS (低雑音増幅器用電源) の構成図

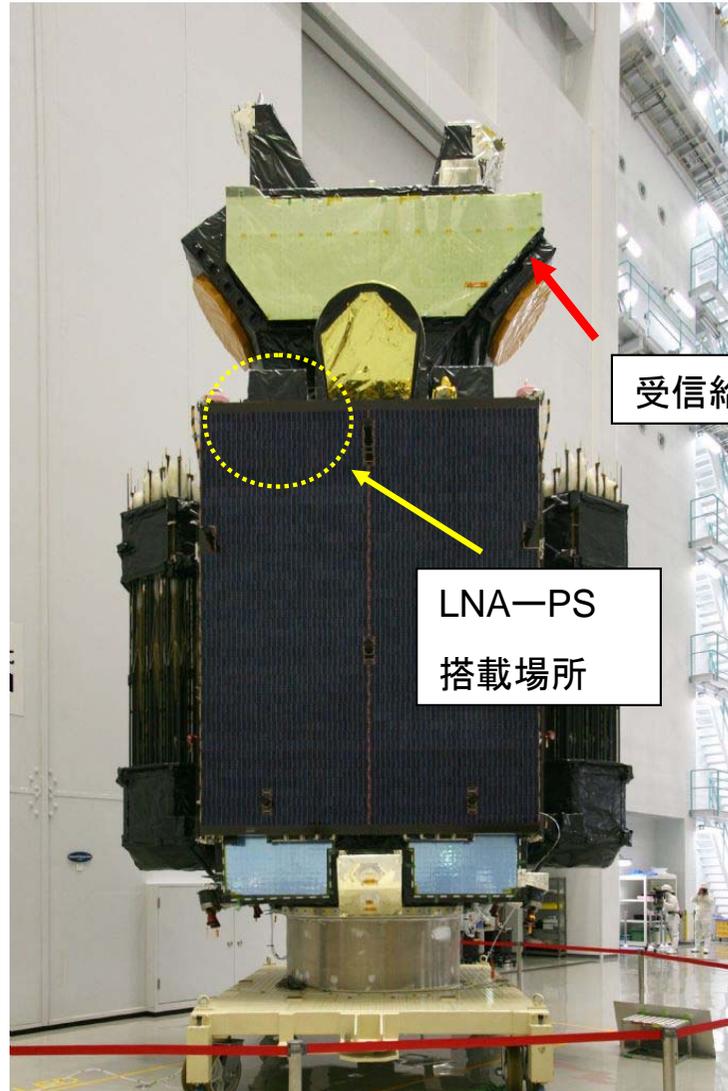


負荷特性によって約160msが混在する場合がある。

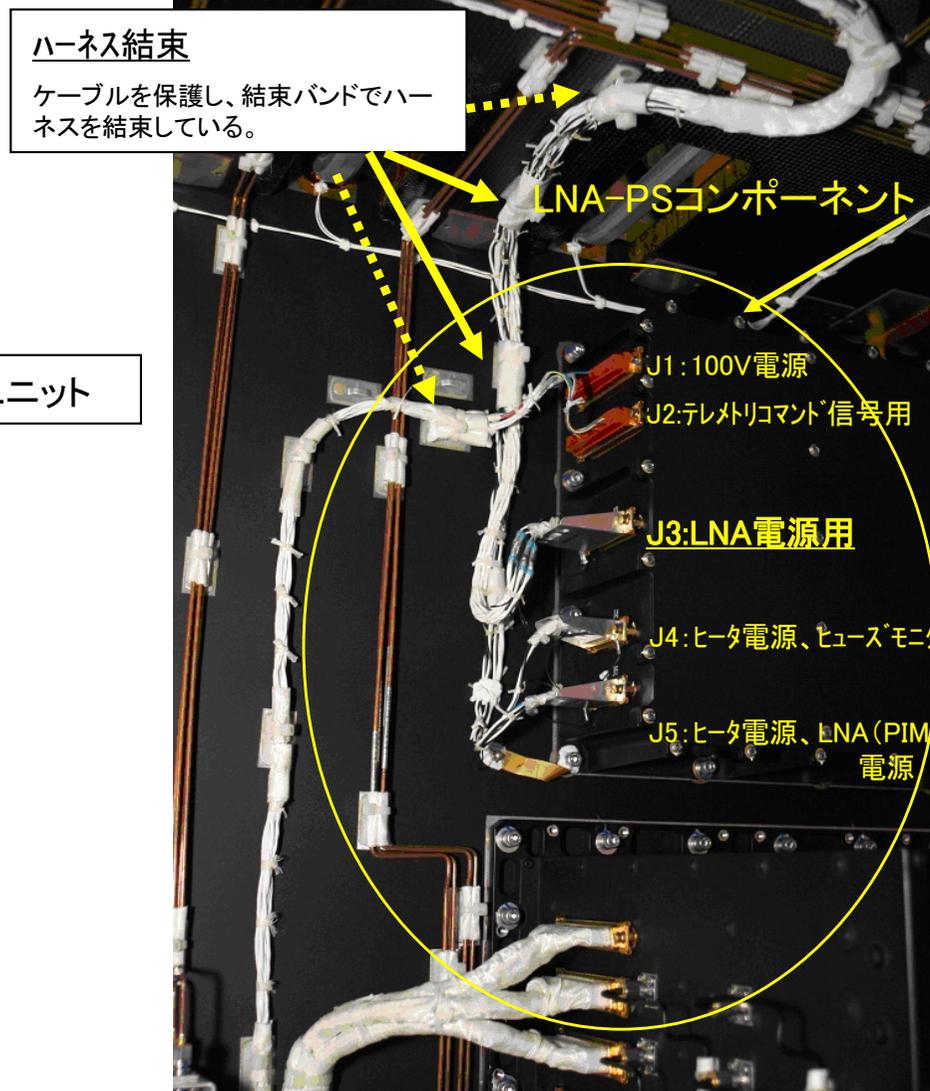
図 I - 2 - 6 LNA-PSの過電流保護機能の特性

衛星構体内ハーネス実装状態

アンテナタワー/衛星構体内ハーネスレイアウトは協力機関との共同により実施



技術試験衛星 (ETS-VIII)

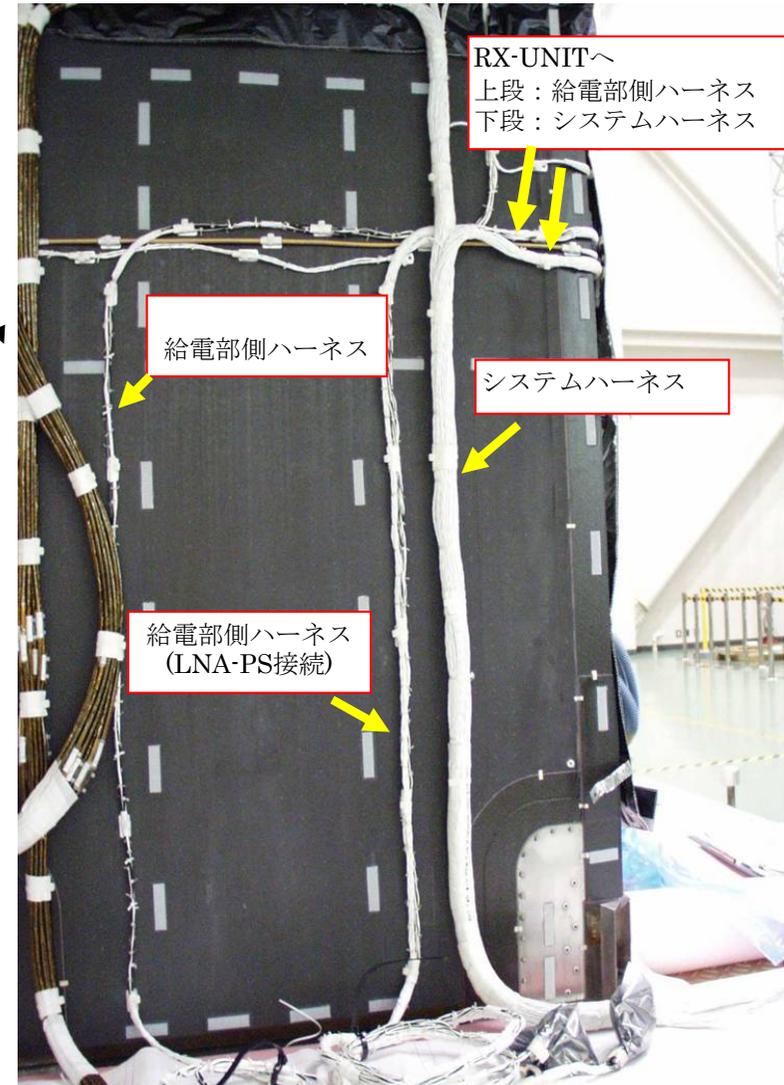
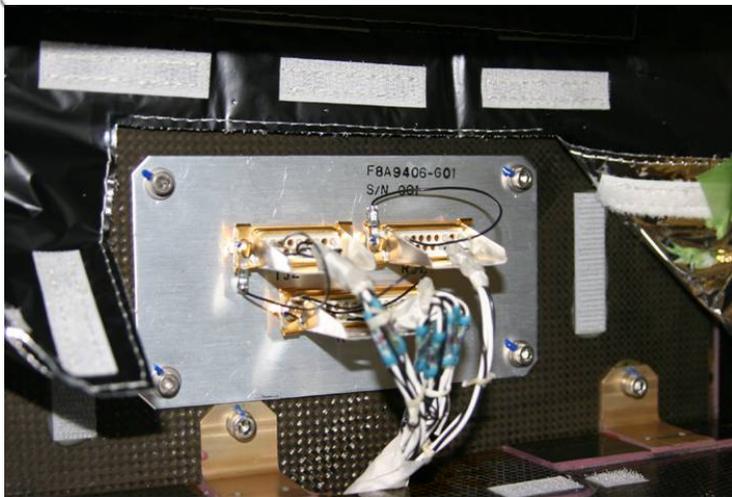
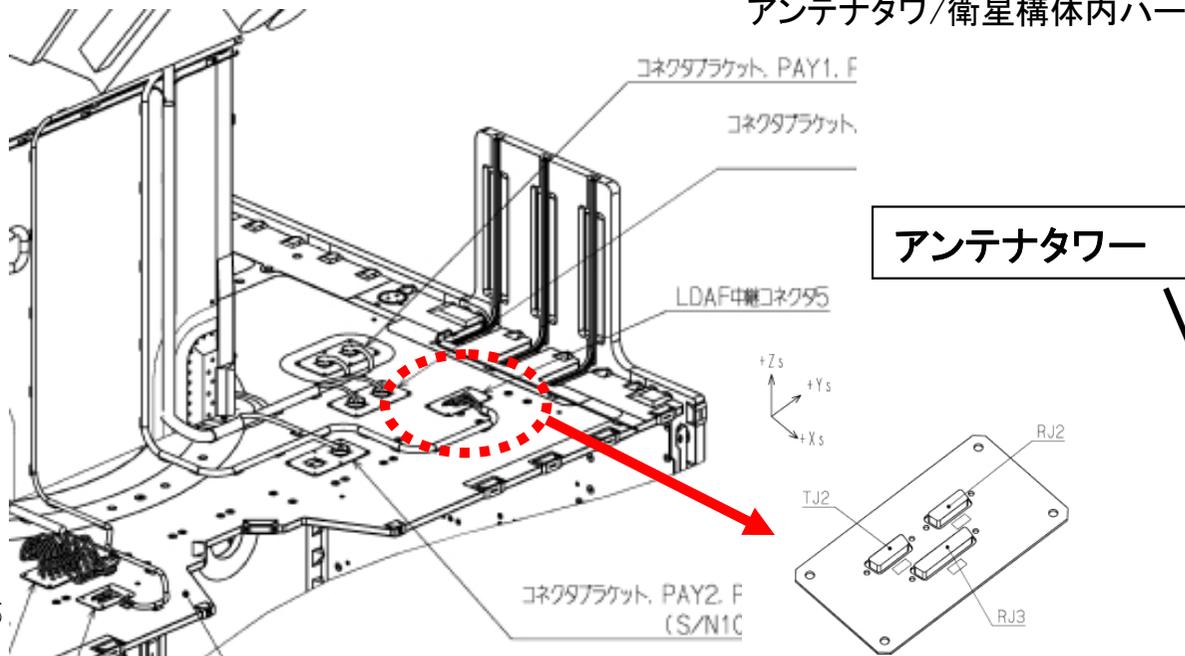


衛星構体内LNA-PS周辺ハーネス実装図

図 I - 3 - 1 LNA及びLNA-PSの配置位置及びハーネス実装状況図(1/3)

衛星構体・アンテナタワー間中継コネクタ実装状態

アンテナタワー/衛星構体内ハーネスレイアウトは協力機関との共同により実施

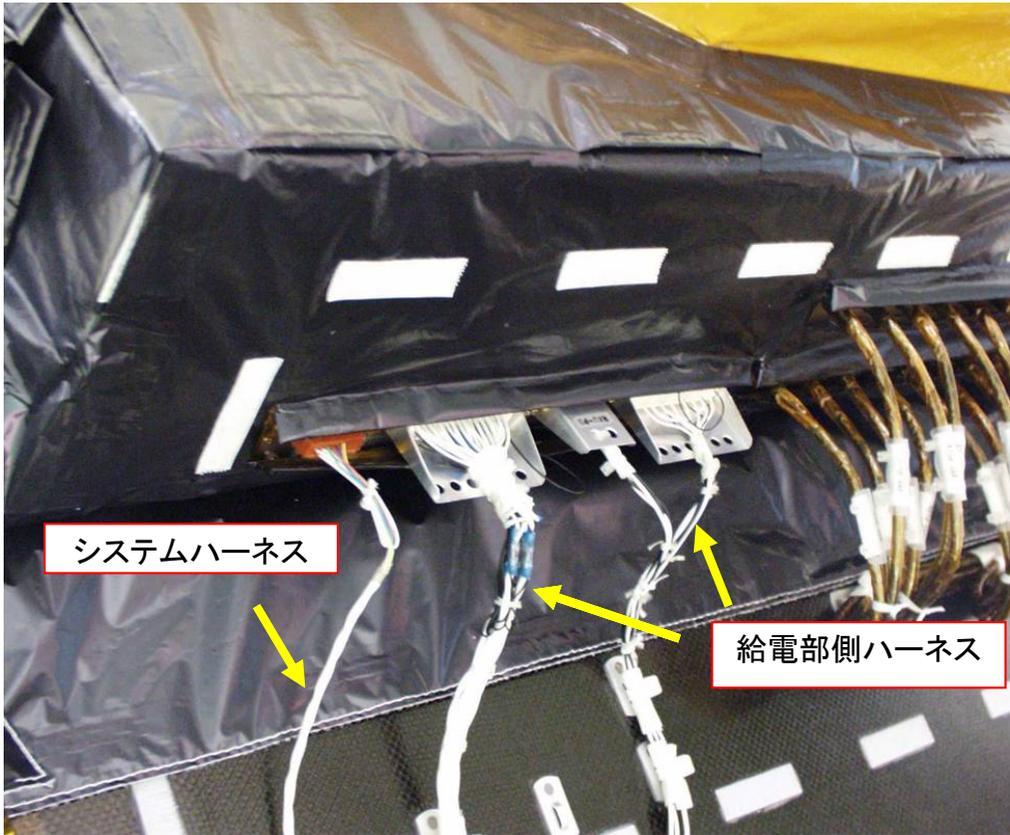


アンテナタワー 実装状態図

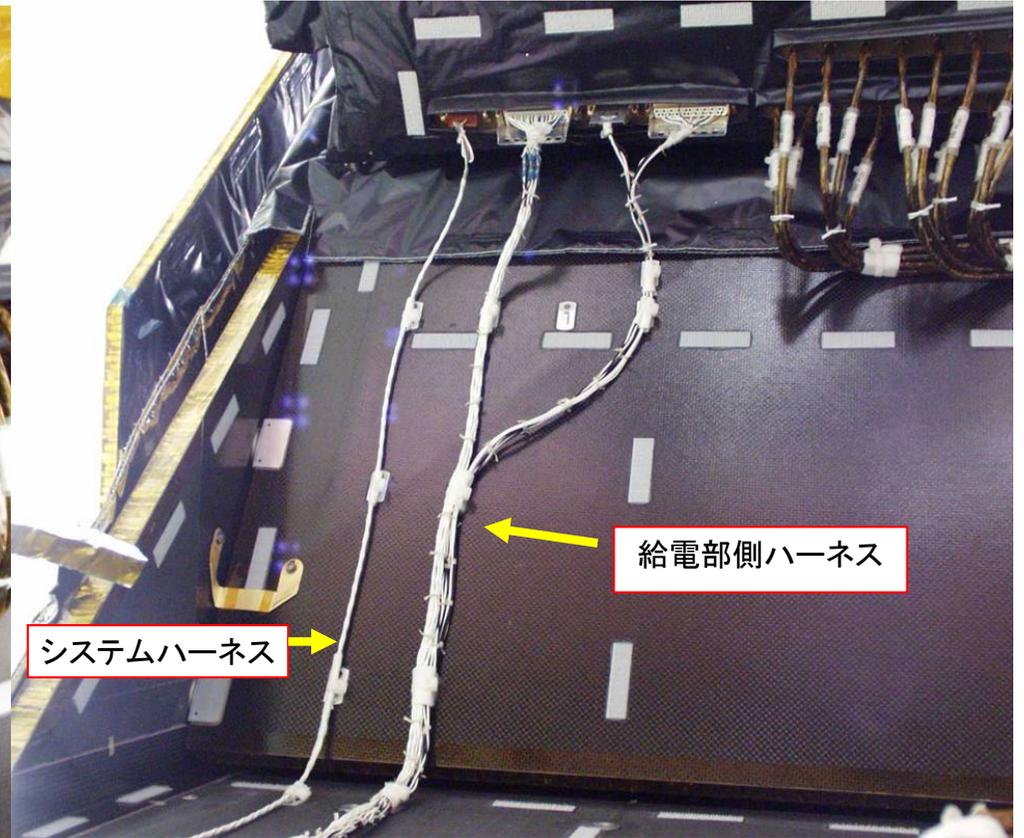
図 I - 3 - 1 LNA及びLNA-PSの配置位置及びハーネス実装状況図(2/3)

アンテナタワー、受信給電ユニットハーネス実装状態

アンテナタワー/衛星構体内ハーネスレイアウトは協力機関との共同により実施



RX-UNITコネクタ近傍



アンテナタワー 実装状態図

図 I - 3 - 1 LNA及びLNA-PSの配置位置及びハーネス実装状況図(3/3)

表 I - 3 - 1 コンポーネントレベルにおける振動試験、熱真空試験及び電気性能試験の実施状況(1/6)

1 振動試験の実施状況(試験結果は正常)

給電部受信系を構成する機器に対して、以下に示すプロトフライトレベルの機械環境試験を実施し、試験結果は正常であった。

試験対象機器	試験項目	内容	日時・場所	試験結果
受信給電ユニット (RX-UNIT)	音響試験 (音響振動)	アンテナタワーを模擬した治具に取り付けて、送信給電ユニット(TX-UNIT)、給電部放熱パネル(RPNL)と共に、タワー給電部として、試験を実施。	2000/12/18~12/25 筑波宇宙センター 総合環境試験棟	<ul style="list-style-type: none"> ● 供試体の変形等の異常無し ● 問題となるレベル超過は無いことを確認。
	正弦波振動試験	同上	2000/12/13 筑波宇宙センター 総合環境試験棟	<ul style="list-style-type: none"> ● 規定の正弦波振動環境に耐えることを確認。 ● 固有振動数要求を満足することを確認。 ● 構造解析モデルとの適合性を確認。
低雑音増幅器用電源 (LNA-PS)	ランダム振動試験	低雑音増幅器用電源(LNA-PS)は、単体でランダム振動試験を実施。	2001/1/25~1/26 (株)東芝 小向工場	<ul style="list-style-type: none"> ● 規定のランダム振動環境に耐えることを確認。
	正弦波振動試験、	低雑音増幅器用電源(LNA-PS)は、単体で正弦波振動試験を実施。	同上	<ul style="list-style-type: none"> ● 規定の正弦波振動環境に耐えることを確認。 ● 固有振動数要求を満足することを確認。

2 熱真空試験の実施状況(試験結果は正常)

給電部受信系を構成する機器の熱真空環境に関する試験として、以下に示すプロトフライト試験を実施し、試験結果は正常であった。

試験対象機器	試験項目	内容	日時・場所	試験結果
受信給電ユニット (RX-UNIT)	熱環境試験 (以下を含む) -熱真空試験 -熱平衡試験 (機能/性能試験を含む)	アンテナタワーを模擬した治具に取り付けて、送信給電ユニット(TX-UNIT)、給電部放熱パネル(RPNL)と共に熱環境試験を実施した。	2001/1/19~1/29 (株)東芝 小向工場	<ul style="list-style-type: none"> ● 熱真空環境下での機能・性能が、設計要求事項に合致していることを確認
低雑音増幅器用電源 (LNA-PS)	熱真空試験 (主系及び従系の電気性能試験を含む)	低雑音増幅器用電源(LNA-PS)は、単体で熱真空試験を実施した。	2001/1/26~2/1 (株)東芝 小向工場	<ul style="list-style-type: none"> ● 熱真空環境下での機能・性能が、設計要求事項に合致していることを確認

表 I - 3 - 1 コンポーネントレベルにおける振動試験、熱真空試験及び電気性能試験の実施状況(2/6)

3 電気性能試験の実施状況(1/2)

電気性能試験(試験結果は正常)

受信給電ユニット(RX-UNIT)及び送信給電ユニット(TX-UNIT)から低雑音増幅器用電源(LNA-PS)に至る経路の品目(ハーネス等)について通常行う試験は行っており、試験結果は正常であった。

給電部コンポーネントレベルのEM/PFM段階で、以下に示す電気性能試験を実施した。

構成品目名称	EM	PFM
受信給電ユニット(RX-UNIT)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 周波数、雑音指数、線形利得、給電損失の確認 ・ 消費電力の測定 ・ 温度テレメトリの確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 周波数、線形利得、入出力ターンロスの確認(雑音指数、給電利得は解析による) ・ 消費電力の測定 ・ 温度テレメトリの確認
送信給電ユニット(TX-UNIT)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 周波数[送信帯域(通信)、送信帯域(放送)、PIM測定帯域]、入力電力、送信電力、給電損失、PIM測定系利得の確認 ・ 消費電力の測定 ・ コマンド/テレメトリ試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 周波数[送信帯域(通信)、送信帯域(放送)、PIM測定帯域]、入力電力、送信電力、PIM測定系利得の確認(給電利得は解析による) ・ 消費電力の測定 ・ コマンド/テレメトリ試験
送信給電部OPHTRハーネスA 送信給電部OPHTRハーネスB 受信給電部LNAPWRハーネスA 受信給電部LNAPWRハーネスB	<ul style="list-style-type: none"> ・ 導通/非導通試験 ・ 絶縁抵抗試験 ・ 絶縁耐圧試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 導通/非導通試験 ・ 絶縁抵抗試験 ・ 絶縁耐圧試験
低雑音増幅器用電源(LNA-PS)	出力電圧(28V系、6.1V系)、 出力リップル(6.1V系)	(主系/従系) 出力電圧(28V系、6.1V系)、 出力リップル(6.1V系)、 消費電力、効率

表 I - 3 - 1 コンポーネントレベルにおける振動試験、熱真空試験及び電気性能試験の実施状況(3/6)

3 電気性能試験の実施状況(2/2)

給電部サブシステムレベルでの電気性能試験項目

構成品目名称	EM	PFM
給電部	<ul style="list-style-type: none"> ● テレメトリ/コマンド確認 ● S帯コンバータ部とのインタフェース条件確認 ● 受信給電部通過特性(通過利得、通過位相)、システム雑音温度、帯域外スプリアス、3次IM、線形利得測定 ● 送信給電部通過特性(通過利得、通過位相)、帯域外スプリアス、励振誤差測定 ● 消費電力 	<ul style="list-style-type: none"> ● 励振分布、放射パターン測定 ● テレメトリ/コマンド確認 ● 消費電力

表 I - 3 - 1 コンポーネントレベルにおける振動試験、熱真空試験及び電気性能試験の実施状況(4/6)

振動試験レベル

給電部正弦波試験レベル

加振軸	加振要求レベル		実際に加振レベル	
	振動数 [Hz]	加速度 レベル	振動数 [Hz]	加速度 レベル
X,Y,Z	5~24.22	12.7mmDA	5~19.78	12.7mmDA
	24.22~27	15G	19.78~50	10G(*)
	27~50	10G		
	50~100	5G	50~100	5G

*加振機能の限界により、19.78~27Hzではシステム側の了承を得て10Gでの試験を実施。

LNA-PS ランダム振動試験

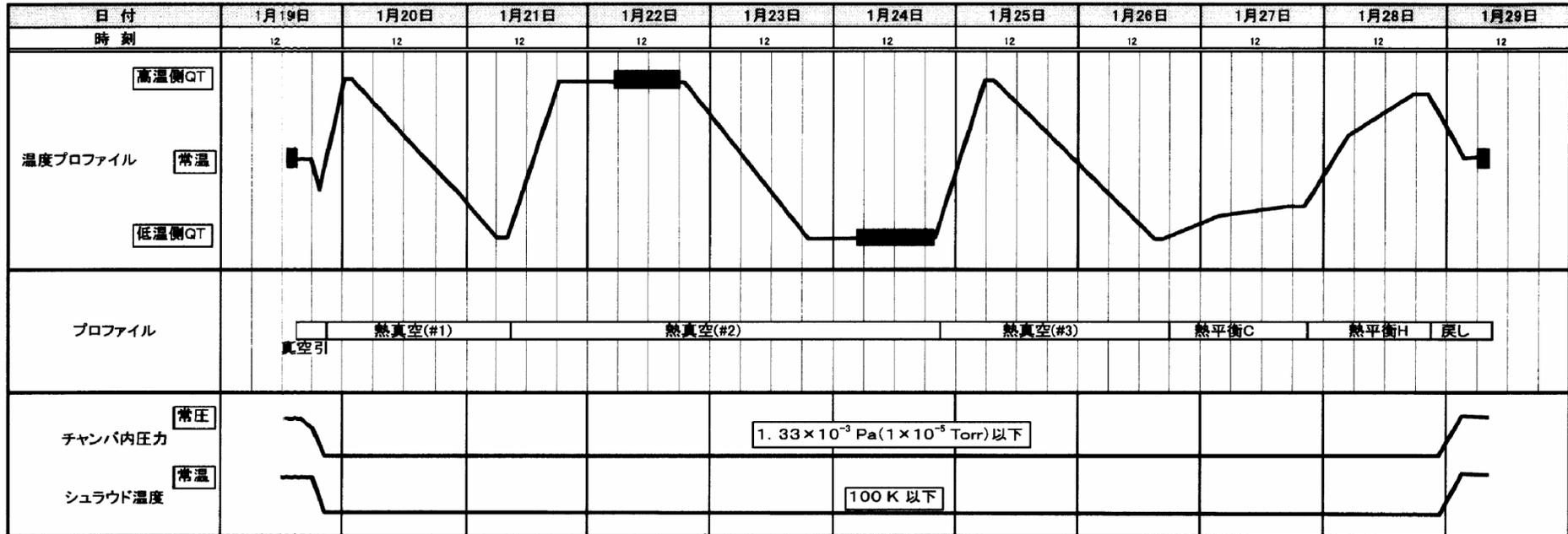
	振動数 [Hz]	加速度レベル [(m/s ²) ² /Hz]
z軸	20~70	+6dB/oct
	70~270	48.1 (0.5 G ² /Hz)
	270~400	-6dB/oct
	400~1000	22.1 (0.23 G ² /Hz)
	1000~2000	-8dB/oct
x,y軸	20~70	+6dB/oct
	270~700	19.2 (0.2 G ² /Hz)
	700~2000	-8dB/oct

LNA-PS 正弦波試験レベル

	振動数 [Hz]	加速度レベル [m/s ²]
z軸	5~27.96	12.7mmDA
	27.96~100	196 (20G)
x,y軸	5~19.77	12.7mmDA
	19.77~100	98 (10G)

表 I - 3 - 1 コンポーネントレベルにおける振動試験、熱真空試験及び電気性能試験の実施状況(5/6)

給電部熱環境試験 温度・圧カプロフィール



■ : 機能・性能試験

: (°C)

動作モード	SSPA	TX-MSA	TX-FIL	LNA	RX-MSA	RX-FIL
高温さらし	50°C	110°C	(50°C)	60°C	(80°C)	(55°C)
低温さらし	-30°C	-100°C	(-30°C)	-30°C	(-85°C)	(-35°C)

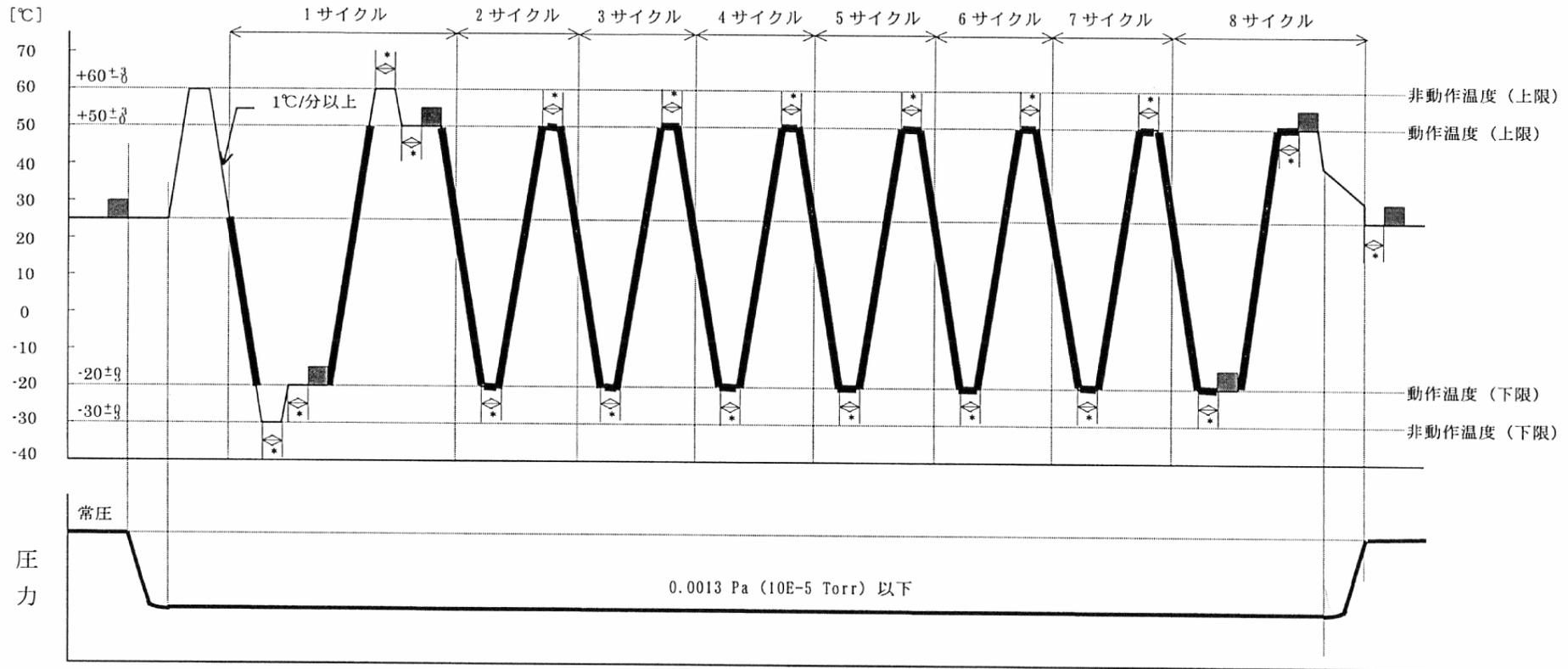
※ TX-MSA オペレーショナル-クサ-モスタット動作温度範囲: -48/-37°C

※ RX-LNA オペレーショナル-クサ-モスタット動作温度範囲: 2.8/10.6°C

※ ()で示す温度は独立で温度制御ができないため他のコンポーネント (SSPA、LNA) の設定条件により決まる温度(予測値)である。

表 I - 3 - 1 コンポーネントレベルにおける振動試験、熱真空試験及び電気性能試験の実施状況(6/6)

低雑音増幅器用電源(LNA-PS)単体熱真空試験 温度・圧カプロファイル



- : 機能性能試験
- * : 1Hr 以上又は、機器内部が温度安定するまで
(温度安定基準: 温度変化率 $3^\circ\text{C}/\text{Hr}$)
- : LNA PS 電源 OFF
- : LNA PS 電源 ON

表 I - 3 - 2 システムのインテグレーション、システムプロトフライト試験 及び射場搬入後試験の実施状況

○システムプロトフライト試験状況（試験結果は正常）

(1) 熱真空試験	2003/11/18～2003/12/22
(2) 正弦波振動試験	2005/ 9月～10月 筑波宇宙センター
(3) 音響試験	2005/10月～11月 筑波宇宙センター
(4) パドル解放の影響	LNA、LNA-PSとも十分にスペックを満足する範囲であることを確認。

システムインテグレーション及びシステムプロトフライト試験、射場搬入後試験において、搭載機器への試験環境、保管管理を含め、衛星全機としての必要な全ての作業、試験を適切に実施しており、問題はなかった。

また、打上げ時に付加された衛星環境条件も問題ない適切なレベルであり、温度等の軌道上の環境条件についても適切なレベルである。

該当機器(LNA及びLNA-PS)を含むミッション機器受領後、システムへのインテグレーション、システムプロトフライト試験、射場搬入後試験、衛星打上げ作業の実施状況は、以下のとおり。

- システムプロトフライト試験での機械環境(振動、熱真空、衝撃)試験は、付加された環境条件(全てインタフェース条件以下)も含め、全て適切に実施されている。
- インテグレーション後及びシステムプロトフライト試験(初期電気性能試験、機械環境試験前後、最終電気性能試験)、射場搬入後試験においても、全て正常動作を確認しており、問題はなかった。
- ミッション機器受領後から打上げまでは、適切な保管環境にて保管管理を実施している。
また、システムへのインテグレーション時にはコネクタの外観検査、嵌合(かんごう)検査、ハーネス実装状態も含め、検査、対策が適切に取られていることを確認した。

システムPFT(熱真空試験実施状況)

衛星を軌道上と同等の熱環境に曝した状態における衛星ハードウェア性能、熱設計の妥当性、熱数学モデルの妥当性の確認のための熱真空試験を平成15年11月18日～12月22日にかけて実施した。

システム熱真空試験では、試験設備の都合上、衛星は衛星構体部とアンテナタワー部の分割コンフィギュレーションにて熱真空試験を実施している。

実際の軌道上における予想条件より厳しい熱真空環境条件における熱真空電気性能試験を実施し、問題ないことを確認している。

熱真空試験時におけるLNA-PS及びLNAの温度を図に示す。

衛星構体部 アンテナタワー部

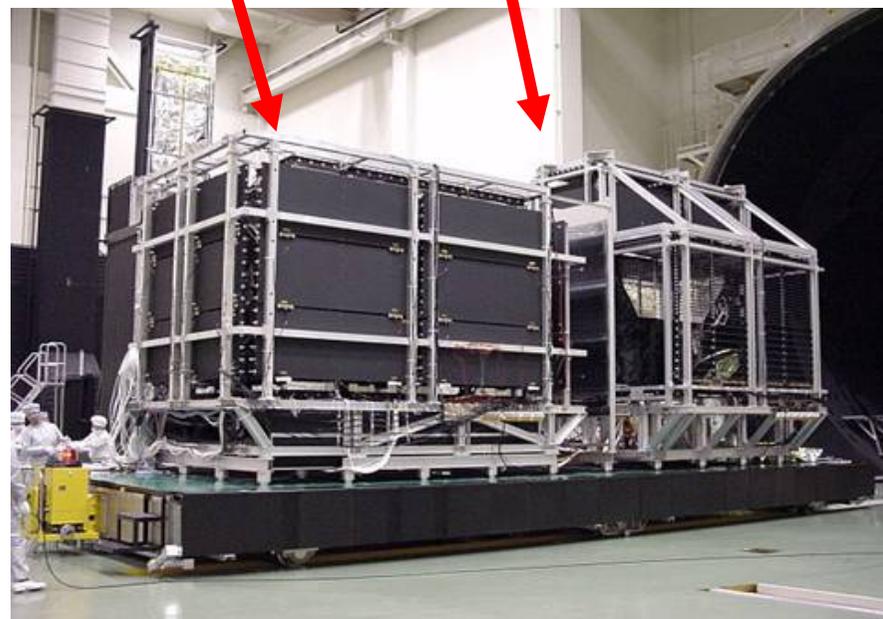


図 I - 3 - 2 システムプロトフライト試験の実施状況 (1/7)

熱真空試験時におけるLNA、LNA-PS温度環境

ETS-VIIIシステム熱真空試験時のLNA温度プロファイル

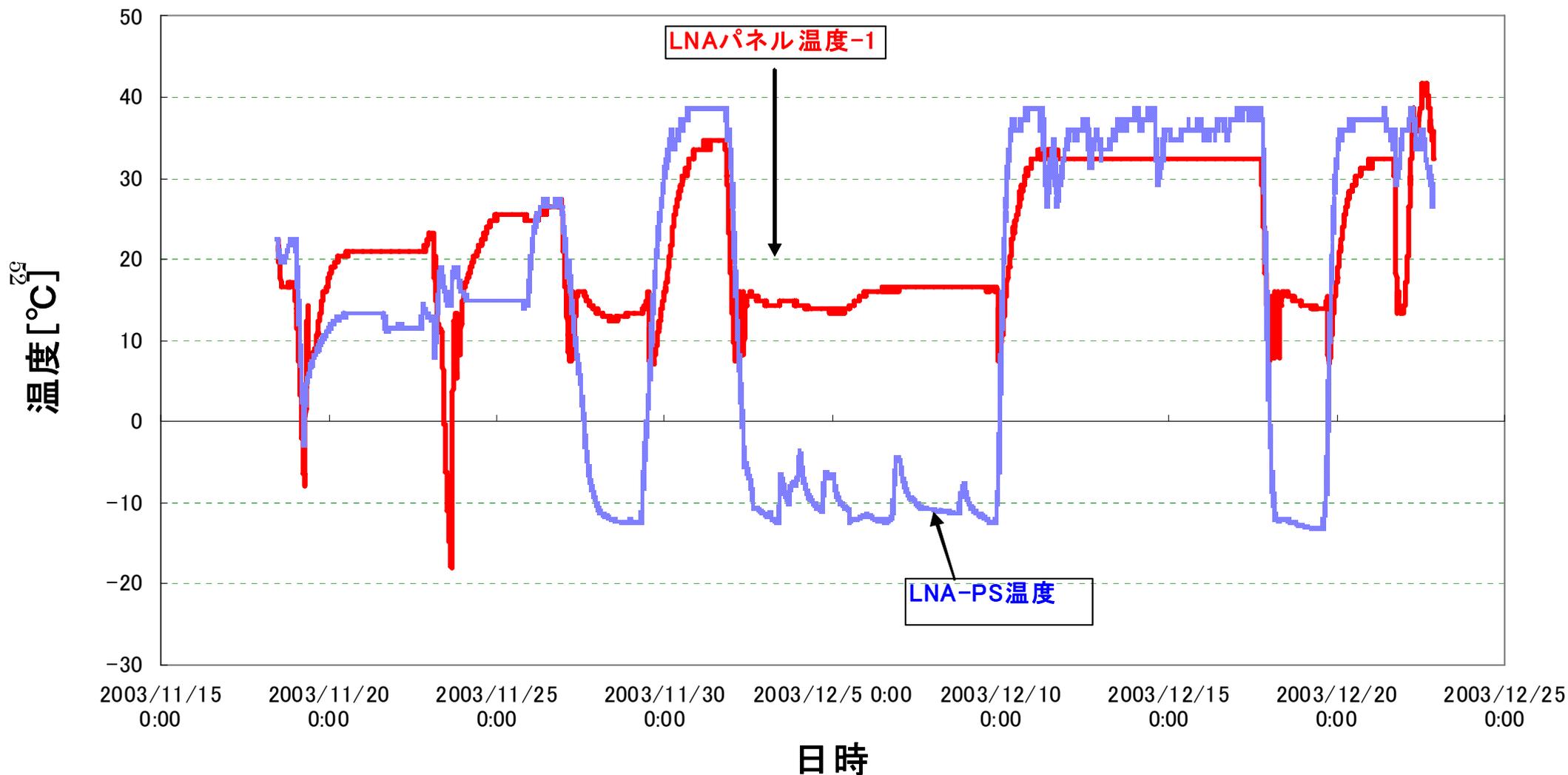


図 I - 3 - 2 システムプロトフライト試験の実施状況 (2/7)

軌道上におけるLNA-PS及びLNAの温度環境

低雑音増幅器用電源ユニット（LNA-PS）及び低雑音増幅器（LNA）の軌道上温度環境

機器名	動作温度	非動作温度	軌道上温度環境		備考
			最低温度*	最高温度*	
LNA	-20~60°C	-30~60°C	-13.7°C	+27.0°C	温度制御は ミッション側で 行われている
LNA-PS	-20~50°C	-30~60°C	+6.0°C	+21.3°C	

* : 打上げ日（平成18年12月18日）から平成19年3月13日までの温度

図 I - 3 - 2 システムプロトフライト試験の実施状況（3/7）

システムPFT(音響試験)

- ・平成17年10月～11月、筑波宇宙センターにおいて音響試験を実施し、打上げ時の音響環境への耐性を確認するとともに、構造特性及び搭載環境の評価を行い、問題ないことを確認した。
- ・ロケットのインタフェースの規定に対して各周波数域に対して+4dBをPFTレベルとして衛星全機に負荷をした。



図 I - 3 - 2 システムプロトフライト試験の実施状況 (4/7)

システムPFT(正弦波振動試験)

- ・平成17年9月～10月、筑波宇宙センターにおいて振動試験を実施し、打上げ時の大型柔構造物(大型展開アンテナ等)等の振動環境への耐性を確認するとともに、搭載環境を満足することの評価を行い、問題のないことを確認した。
- 試験は、三軸に対してモーダル・サーベイ→2/5PFT→4/5PFT→PFT→モーダル・サーベイの順に実施された。



図 I - 3 - 2 システムプロトフライト試験の実施状況 (5/7)

システムPFT（パドル開放衝撃環境について(1/2)）

①LNAはタワー上に配置されており、衝撃発生源からは遠い為パドル開放衝撃による衝撃影響を殆ど受けない。尚、開発試験時測定結果としては、Rxユニット受信面面外加速度はPeak値で10Gで、十分に安全領域であり衝撃試験評定外とした。

②LNA PSはOBP PKT MODEMを挟んで南面パドル保持点3側に配置されている。

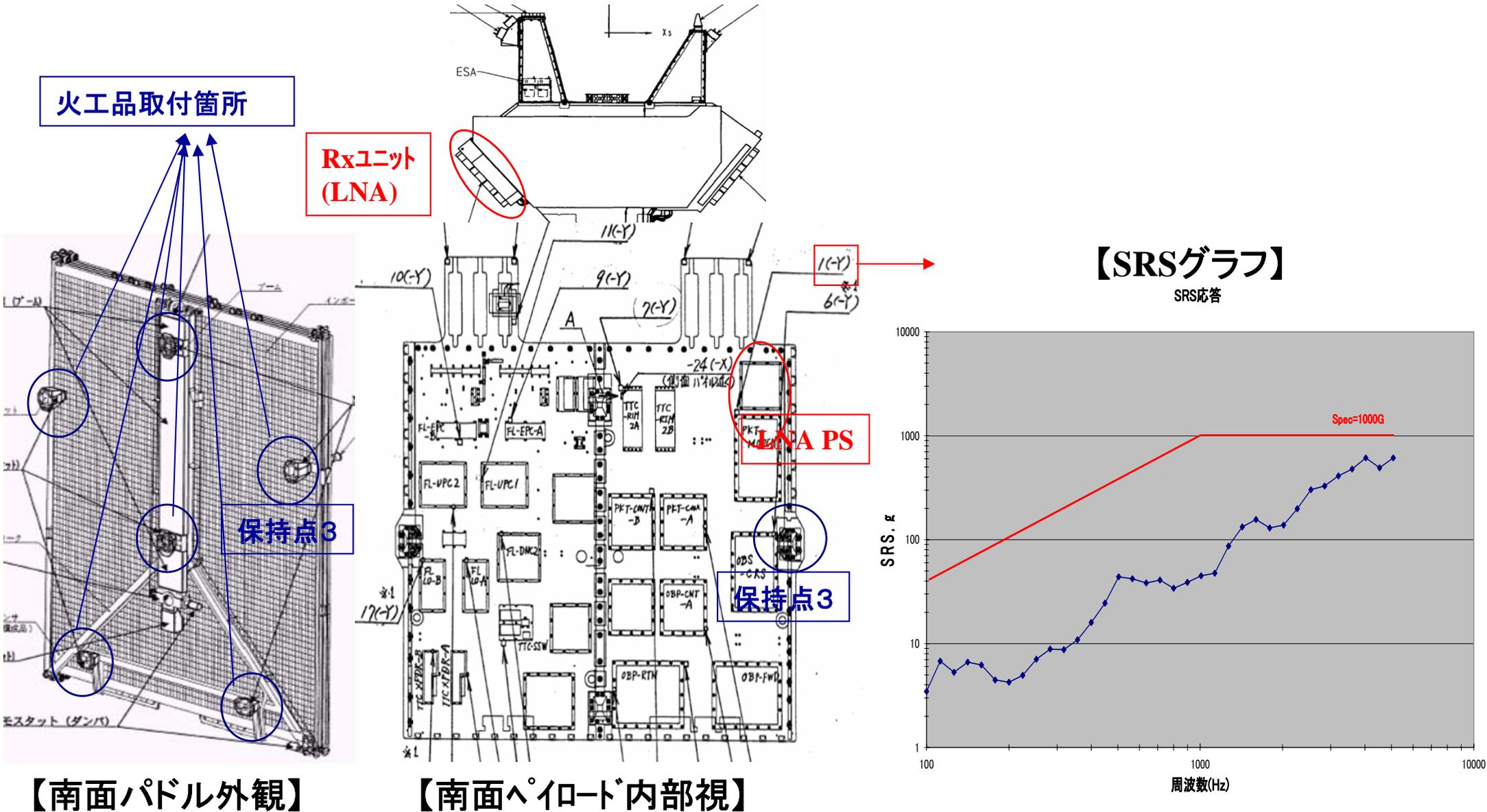
開発試験結果においては、LNA PSに対するパドル開放衝撃環境がLNA PSのスペックを十分満たす範囲(LNA PSスペック1000Gに対して、発生衝撃Peak値650G)であったことを確認済みである。

③上記の通り、LNA及びLNA PSは開発試験の結果十分に安全領域で有ることを確認済みである為、プロトフライト試験では、衝撃試験時のウオッチアイテムとはしていない。尚、プロトフライトモデルではパドル側での発生衝撃低減対策を実施しており、上記の衝撃レベルよりも更に低減されている。

【注】

衝撃環境は軌道上と地上での差異は無く、地上試験での確認により機器環境のギャランティが可能である為、軌道上での衝撃環境データ取得は実施していない。

システムPFT (パドル開放衝撃環境について(2/2))



【南面パドル外観】

【南面ペイロッド内部視】

図 I - 3 - 2 システムプロトフライト試験の実施状況 (7/7)

表 I - 3 - 3 製造時の部品レベルの保管管理状況及び製造時・検査時の作業環境

- (1) 部品レベル 購入部品の入庫後の保管は、気圧、温度、湿度が管理されたクリーンルームで保管されている。
- (2) 製造時 製造時は、気圧、温度、湿度が管理されたクリーンルーム内で作業されている。
- (3) 検査時 検査時は、同様に気圧、温度、湿度が管理されたクリーンルーム内で作業されている。

以上から保管環境において、問題になる点はないと考えられる。

LNA-PS

保管場所	保管期間	保管条件	環境記録
東芝小向工場 71号-2F	2000/12/14~2001/1/25	温度:15~30℃	温度:21~22℃ 湿度:42~48%
東芝小向工場 73号-2F	2001/1/25~2001/1/26	湿度:20~60% 気圧:大気圧 清浄度:クラス10万	*1 温度:21℃ 湿度:56%
東芝小向工場 71号-2F	2001/1/26	より良好なこと	*1 温度:22℃ 湿度:45%
東芝小向工場 71号-1F 真空チャンバー内	2001/1/26~2001/2/1	温度:-33~63℃ 湿度:N/A 気圧:0.0013Pa以下 清浄度:N/A	温度:-30.7~62.1℃ 気圧:0.00128Pa *1
東芝小向工場 71号-2F	2001/2/1~2001/2/13	温度:15~30℃ 湿度:20~60% 気圧:大気圧 清浄度:クラス10万 より良好なこと	温度:22~23℃ 湿度:37~43% *1
東芝小向工場 電波試験棟	2001/2/13~2001/3/13	温度:15~30℃ 湿度:20~60% 気圧:大気圧 清浄度:N/A	*1
東芝小向工場 71号-2F	2001/3/13~2001/4/2	温度:15~30℃ 湿度:20~60% 気圧:大気圧 清浄度:クラス10万 より良好なこと	*1

(*1)製造記録に記載のあるものは数値を示すが、それ以外については保管期間中に環境逸脱の不具合通報は発行されていないため、環境条件は満足していたと判断する。

LNAを含むRX-UNIT

保管場所	保管期間	保管条件	環境記録
東芝京浜事業所	2000/10/11~2001/11/30	温度:15~30℃	温度:20~23.5℃ 湿度:48~56% *1
筑波宇宙センター SITE	2000/12/1~2000/12/18	湿度:20~60% 気圧:大気圧	*1
筑波宇宙センター 構造試験棟	2000/12/18~2000/12/26	清浄度:クラス10万 より良好なこと	*1
東芝小向工場 71号-1F	2000/12/27~2001/1/19		*1
東芝小向工場 71号-1F 真空チャンバー内	2001/1/19~2001/1/29	温度:構成部品毎に許容 温度範囲を規定 湿度:N/A 気圧:0.0013Pa以下 清浄度:N/A	温度:*2 気圧:0.00079Pa *1
東芝小向工場 71号-2F	2001/1/29~2001/2/13	温度:15~30℃ 湿度:20~60% 気圧:大気圧 清浄度:クラス10万 より良好なこと	温度:22~23℃ 湿度:37~43% *1
東芝小向工場 電波試験棟	2001/2/13~2001/3/13	温度:15~30℃ 湿度:20~60% 気圧:大気圧 清浄度:N/A	*1
東芝小向工場 71号-1F	2001/3/13~2001/4/2	温度:15~30℃ 湿度:20~60% 気圧:大気圧 清浄度:クラス10万 より良好なこと	*1

(*1)製造記録に記載のあるものは数値を示すが、それ以外については保管期間中に環境逸脱の不具合通報は発行されていないため、環境条件は満足していたと判断する。

(*2)構成部品毎に温度記録があり、環境条件は満足している。

表 I - 3 - 4 コンポーネントレベルの保管管理状況

長期保管については以下の環境で、下表に示す場所に保管されていた。
保管中にこの環境を逸脱したことはなかった。

保管環境

温度：+15～30℃

相対湿度：20～60%

清浄度：FED-STD-209E CLASS100,000 に準ずる

日付	イベント	保管場所
2001/04/05	東芝→衛星システム担当メーカー	ミッションインテグレーション担当メーカー
2002/11/22	衛星システム担当メーカー→CRL移動	ミッションインテグレーション担当メーカー
2002/11/22	CRL→NASDA移動	ミッションインテグレーション担当メーカー
2002/11/22	NASDA→衛星システム担当メーカー移動	衛星システム担当メーカー
2002/11/26	搬入	NASDA・筑波

表 I - 3 - 5 衛星保管管理状況

衛星本体、寿命管理要求(*)がない搭載コンポーネントについては、特段の劣化対策は実施せず、温度、湿度、清浄度管理されたクリーンルーム内にて保管管理を実施している。

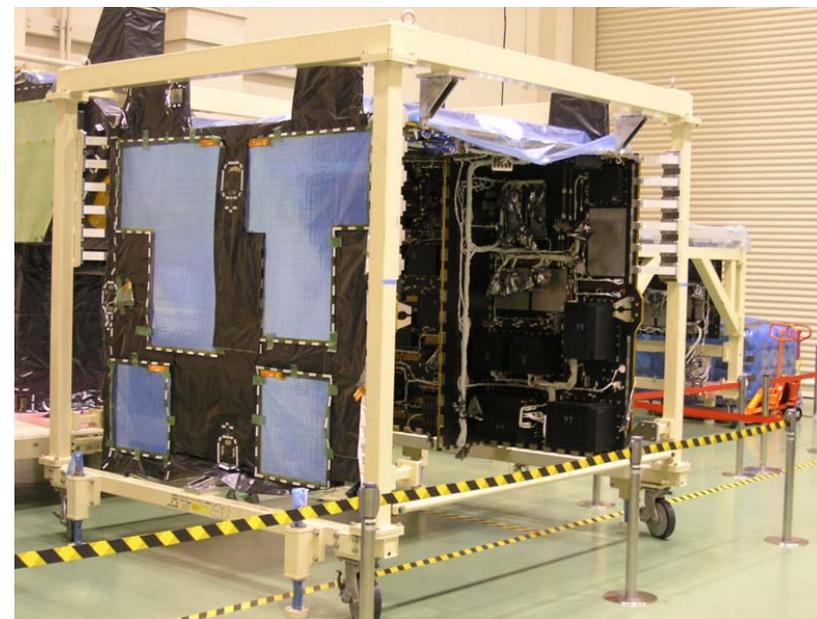
機器へ接続していないコネクタについては、静電防止用シートにて保護し、異物等の混入、破損等を防止している。

これまで筑波、種子島においていずれも適切な環境下で保管管理されている。

下表に管理状況を示す。

* :ETS-VIIIでは、寿命管理品である搭載バッテリー、イオンエンジンスラスタ、パドル駆動機構、火工品については個別に専用の環境にて保管管理を実施している。

保管建屋	点検場所 要求	清浄度 100,000個 /ft3	温度 16~24℃	湿度 40~60%
筑波 SITE	組立 準備室3	11018 0	0.5μ以上最大値 0.5μ以上最小値 20.7~ 23.6℃	51~ 58.0%
種子島 SFA2	ペイロード 組立室	13111 44	同上 19.9℃~ 21.5℃	44.9~ 50.1%
	フェアリン グ組立室	6322 0	同上 18.2~ 21.1℃	46.0~ 49.0%
種子島 SFA1	推進薬充 填室	2376 0	同上 16.1~ 22.1℃	40.0~ 53.0%



筑波総合環境試験棟での衛星保管状況

ETS-VIII耐環境性設計基準書では保管環境の要求条件は-10℃~40℃、湿度60%以下、CLASS100,000に準ずる旨規定している。

表 I - 3 - 6 打上げ状況

打上げ状況

○H-II A 204型の振動環境の実測値は、打上げ環境として提示されていた条件を満たしていることを確認（打上状況は**正常**）

(1) 複合加速度荷重

ロケットとのインタフェース条件を満足している。なお、複合加速度荷重については、通常、衛星の主構造の設計評定であり、コンポーネントの設計評定とはならない。参考に今回の不具合に関するコンポーネントの設計条件は下記のとおりであり、ロケットのインタフェース条件と比較してコンポーネント設計条件が高く、打上げ環境が問題となるレベルではない。

コンポーネント名称	設 計 条 件(機軸、機軸直交方向とも同一条件)
低雑音増幅器電源(LNA-PS)	20G(196m/s ²)
低雑音増幅器(LNA)	15G(147m/s ²)

(2) 正弦波振動

下表に示すロケットとのインタフェース条件を満足している。

	インタフェース条件
機軸方向	5 ~ 30 Hz : 1.0 Go-p 30 ~ 100 Hz : 0.8 Go-p
機軸直交方向	5 ~ 18 Hz : 0.7 Go-p 18 ~ 100 Hz : 0.6 Go-p

なお、正弦波振動試験においては100Hz以下の大型柔構造物(ETS-VIIIでは、太陽電池パドルや大型展開アンテナ等)や衛星の二次構造部材はノッチングを行う試験の対象であるが、一方、衛星のコンポーネントは、最低の固有振動数が120Hz以上の要求であり、100Hz以下には共振点を持たないことから正弦波振動は設計の評定とはならないと判断する。

(3) 音響環境(ランダム環境)

フライト環境は、ロケットとのインタフェース条件(140.1dB)を満足するとともに地上での衛星試験に対しても問題ないレベルである。なお、ランダム環境が、通常、コンポーネントの設計評定となる。

(4) 温度 インタフェース条件(-10 ~ 40 °C)を満たしている。

表 I - 3 - 1 ~ 6 のまとめ 地上試験、保管の実施状況、打上げ状況について

- コンポーネントレベル、システムレベルとも、通常の衛星開発に適用される地上試験は全て実施されており、試験結果は正常。
- 保管管理状態についても、製造時から打上時まで、温度、湿度、清浄度管理された適切な環境下で保管。
- H-II A204型による振動環境の実測値は、提示条件以下であることが確認。

①振動試験(試験結果は**正常**)

試験対象機器	試験項目	日時・場所
受信給電ユニット (RX-UNIT)	音響試験(音響振動)	2000/12/18~12/25 筑波宇宙センター 総合環境試験棟
	正弦波振動試験	2000/12/13 筑波宇宙センター 総合環境試験棟
低雑音増幅器用電源(LNA-PS)	ランダム振動試験、 正弦波振動試験	2001/1/25~1/26 (株)東芝小向工場

②熱真空試験(試験結果は**正常**)

試験対象機器	試験項目	日時・場所
受信給電ユニット (RX-UNIT)	熱環境試験(以下を含む) -熱真空試験 -熱平衡試験(機能/性能試験を含む)	2001/1/19~1/29 (株)東芝小向工場
低雑音増幅器用電源(LNA-PS)	熱真空試験(主系及び従系の電気性能試験を含む)	2001/1/26~2/1 (株)東芝小向工場

③電気性能試験(試験結果は**正常**)

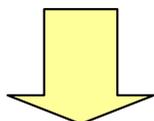
受信給電ユニット(RX-UNIT)及び送信給電ユニット(TX-UNIT)から低雑音増幅器用電源(LNA-PS)に至る経路の品目(ハーネス等)について通常行う試験は行っており、試験結果は正常であった。

○システムプロトフライト試験状況(試験結果は**正常**)

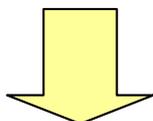
- (1) 熱真空試験 2003/11/18~2003/12/22
- (2) 正弦波振動試験 2005/ 9月~10月 筑波宇宙センター
- (3) 音響試験 2005/10月~11月 筑波宇宙センター
- (4) パドル解放の影響 LNA、LNA-PSとも十分にスペックを満足する範囲であることを確認。

○H-II A204型の振動環境の実測値は、打上げ環境として提示されていた条件を満たしていることを確認(打上げ状況は**正常**)

コンポーネント・サブシステム
プロトフライト試験
(PFT)



システム
プロトフライト試験
(システムPFT)



打上げ状況

表 I - 3 - 7 「のぞみ」電源系統における不具合を受けた信頼性技術情報の概要

「のぞみ」電源系統における不具合を受けた信頼性技術情報の概要

① 不具合の影響度の評価

不具合が発生する可能性を完全に排除できないことから、不具合による影響度をFMEA、FMECA等により適切に評価し、コンポーネント毎の重要性から対策の是非を判断すること。

② 故障分離

宇宙機搭載機器で不具合が発生する可能性を完全に排除することはできない。このため、下位の機器で不具合が発生してもミッションは継続可能なように保護抵抗、スイッチ等を設置し、故障分離対策を徹底することによって、上位システムへの影響をなくす必要がある。特にブラックボックス化した輸入部品に対しては、優先的に故障分離策を講じる必要がある。

③ 輸入品に対する検証

国内では調達できないため輸入部品・機器を搭載せざるを得ない場合がある。この際、製造会社と密に情報交換したとしても調達時に得られる情報には限界がある。このため、ユーザとしてDPAや源泉検査等による確認、検証試験等の実施を検討する必要がある。

表 I - 3 - 8 点検対象とした書類

点検対象とした書類

- ・ 開発仕様書
- ・ インターフェース管理仕様書
- ・ 調達仕様書
- ・ インターフェースFMEAシート
- ・ 機能FMEAシート
- ・ ICD
- ・ 設計報告会、成果報告会、データ確認会資料
- ・ 文書パッケージ(納入時写し)
- ・ PFT以降不具合サマリ、関連資料

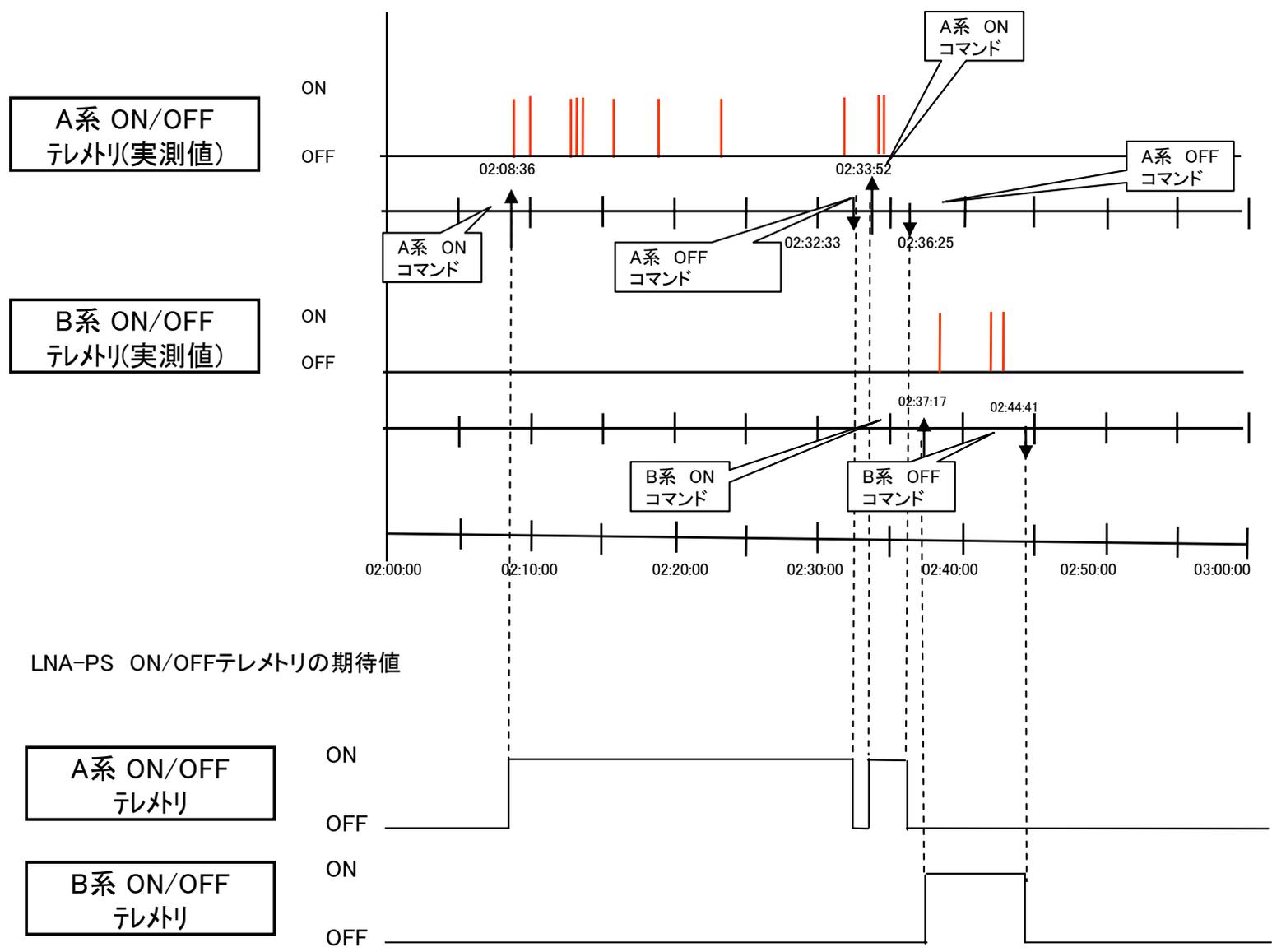


図 II - 1 - 1 低雑音増幅器用電源のテレトリ異常の測定データ

表Ⅱ－１－１ 打上げから本WG設置までの経緯（１／３）

- ① 平成18年12月18日
「きく8号」打上げ(種子島宇宙センター)。
- ② 12月25日～26日
大型展開アンテナの展開。
- ③ 平成19年1月8日
静止軌道への投入完了。搭載機器の初期機能確認を開始。
- ④ 1月30日
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。
- ⑤ 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。以後、対策本部及び合同チームによる検討を実施。
- ⑥ 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。
【原因】受信系回路で短絡(ショート)が発生していると推定。
【対策】ショートしている回路のヒューズを溶断し、異常箇所を分離する。
- ⑦ 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。

表Ⅱ-1-1 打上げから本WG設置までの経緯(2/3)

「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」について

1 目的

「きく8号」通信系ミッション機器不具合に関する原因究明及び対策の実施。

2 メンバー等

チーム長 NICT理事大森慎吾

メンバー NICT、JAXA

3 開催状況

平成19年2月2日に第1回合同チーム会合を行い、以降、4月27日までに19回の会合を開催。

4 外部有識者の参加

原因究明や対策実施を加速するために外部有識者の意見を反映させることとし、3名の外部委員に参加頂いている。

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

5 検討結果の反映

検討結果は、2月7日、2月21日、3月14日に宇宙開発委員会へ報告し、同日報道発表するとともに、3月19日以降は、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きく8号受信系異常に関するWGにおける調査審議（3月19日、3月27日、4月5日、4月20日、4月25日）に反映。

表Ⅱ－1－1 打上げから本WG設置までの経緯(3／3)

「きく8号対策本部」の活動状況

1 目的

「きく8号」通信系ミッション機器不具合に関するNICTとしての原因究明及び対策の実施。

2 メンバー

対策本部長 NICT理事長
メンバー NICT理事5名

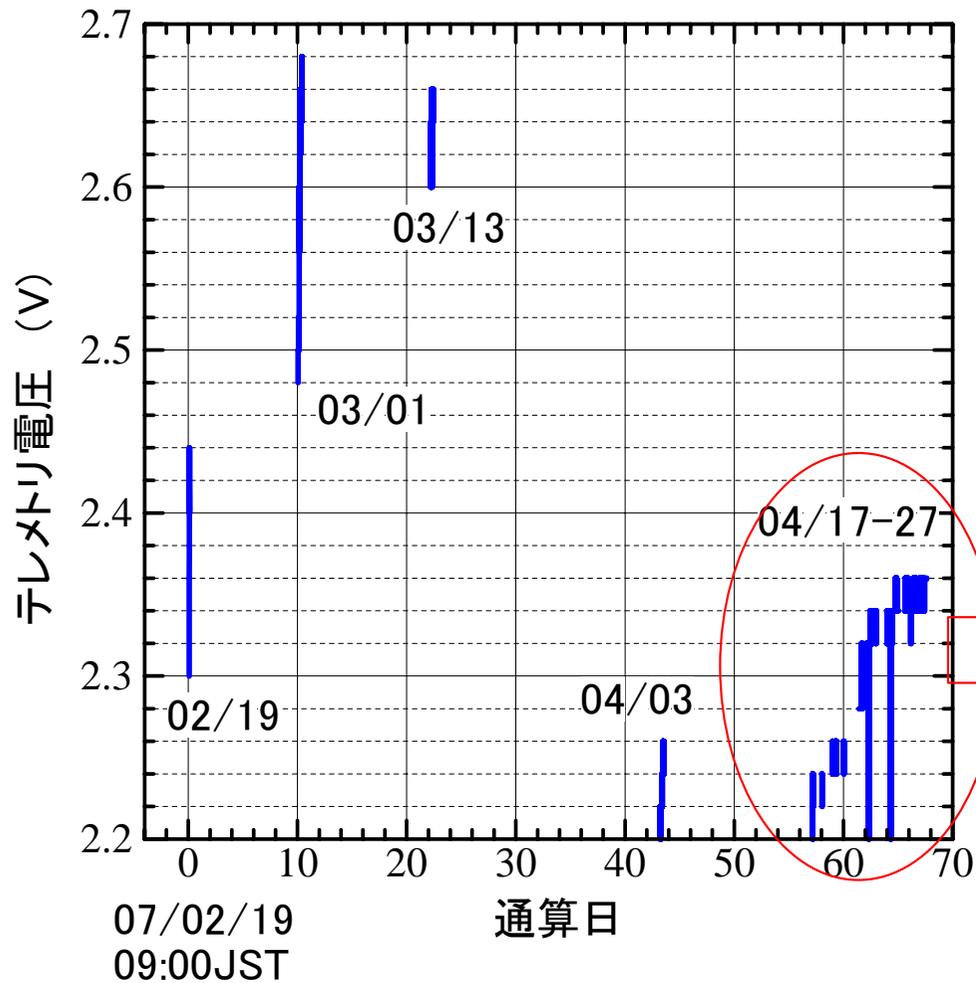
3 活動状況

平成19年2月2日に設置を行い、以降、4月27日までに13回の会合を開催。

4 検討結果の反映

「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」における原因究明及び対策並びに「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きく8号受信系異常に関するWG」における調査審議に反映（詳細は合同チームの活動状況を参照）。

2007年2月19日(月)～4月27日(金)の
測定結果



2007年4月17日(火)～4月27日(金)の
測定結果

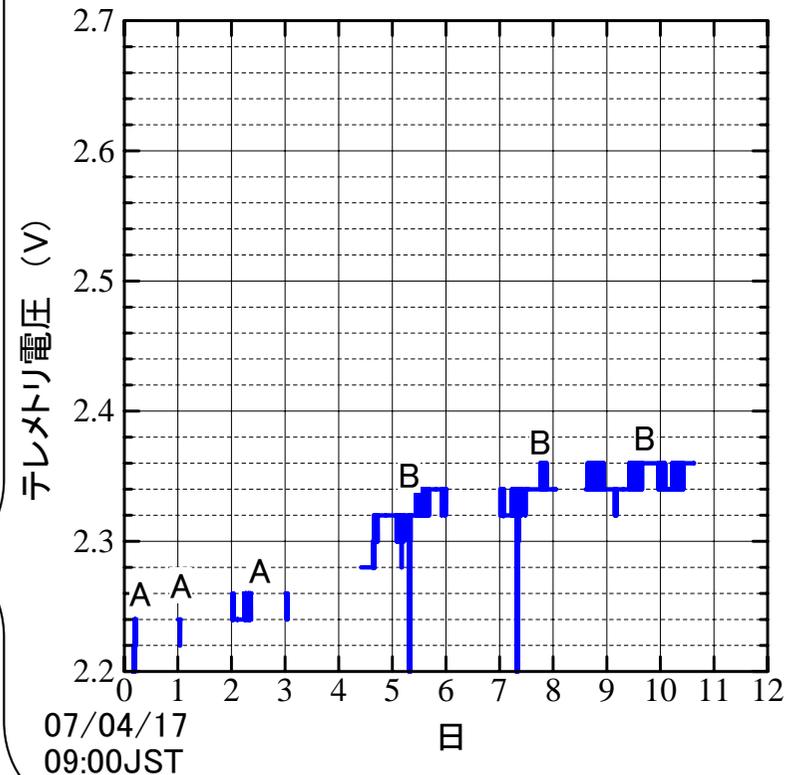
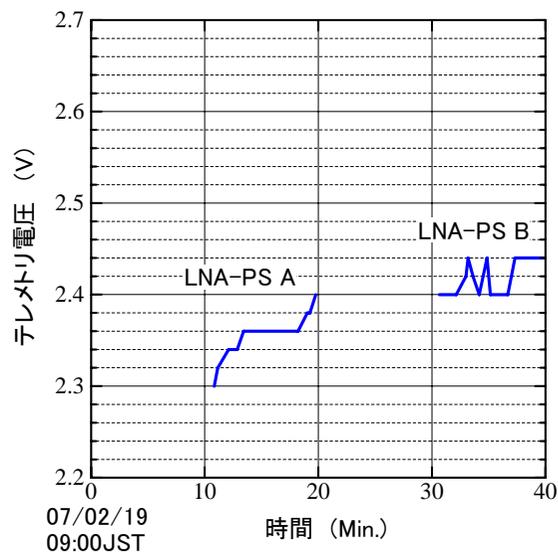
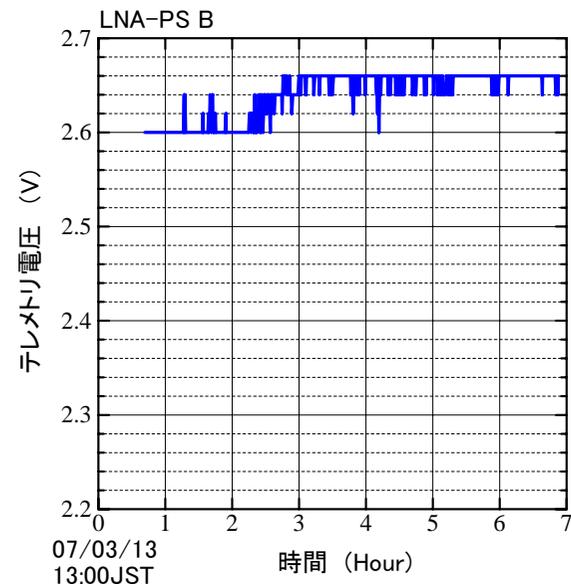


図 II - 1 - 2 LNA-PS内のDC/DCコンバータの出力電圧測定結果(1/6)

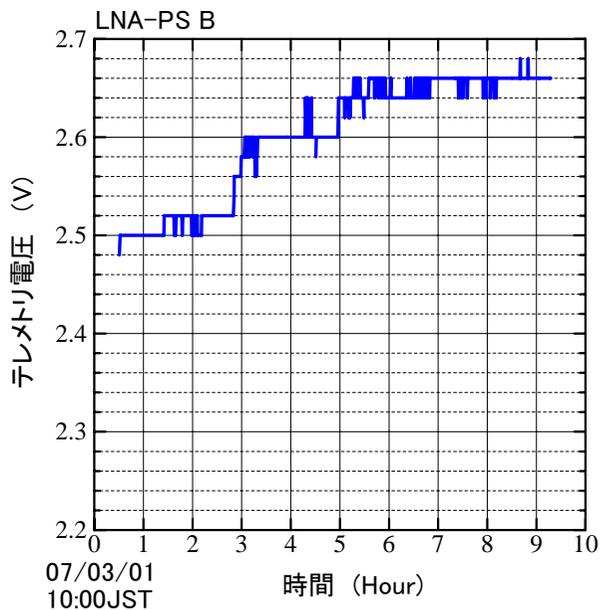
(1) 2007年2月19日(月)の測定結果



(3) 2007年3月13日(火)の測定結果



(2) 2007年3月1日(木)の測定結果



(4) 2007年4月3日(火)の測定結果

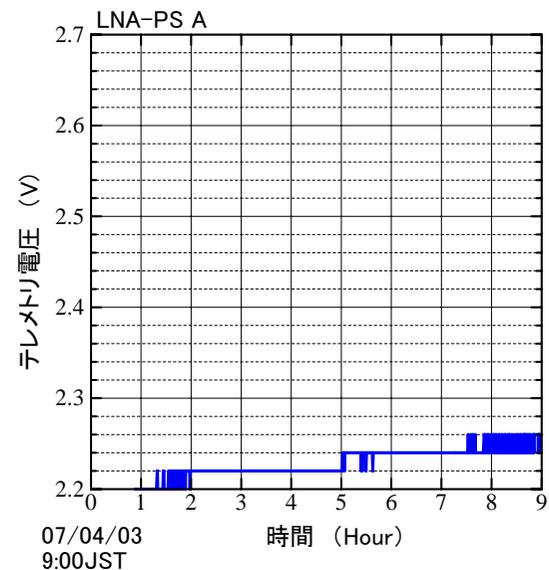
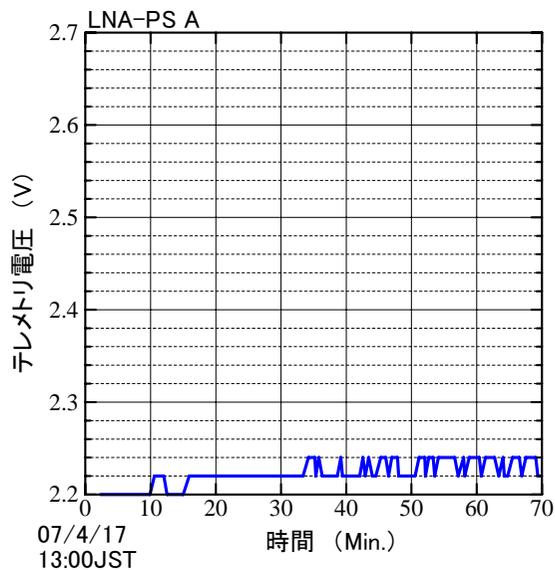
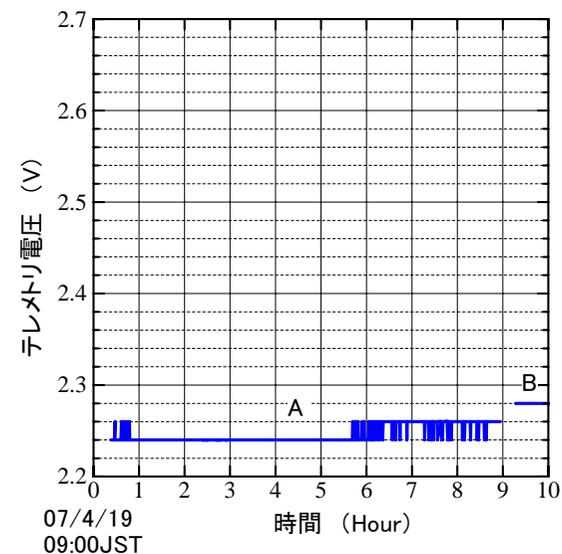


図 II - 1 - 2 LNA-PS内のDC/DCコンバータの出力電圧測定結果(2/6)

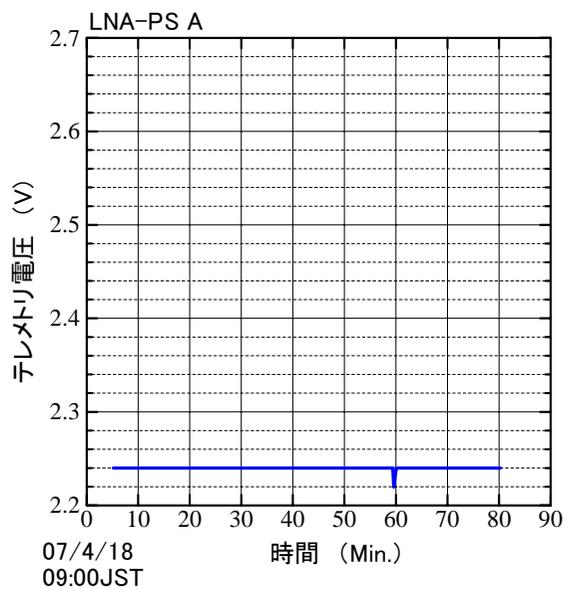
(5) 2007年4月17日(火)の測定結果



(7) 2007年4月19日(木)の測定結果



(6) 2007年4月18日(水)の測定結果



(8) 2007年4月20日(金)の測定結果

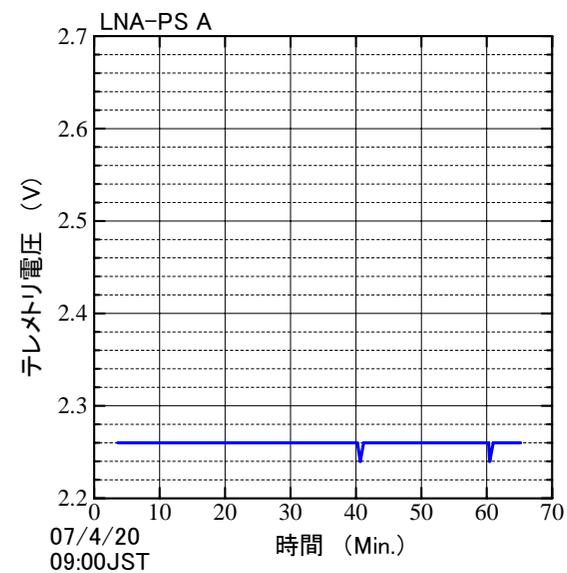
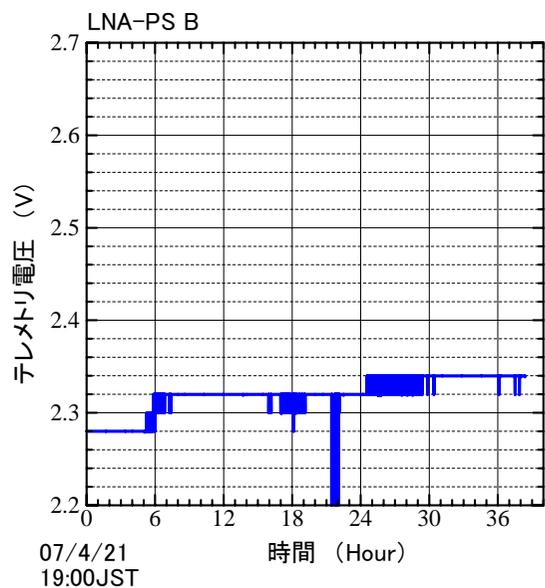
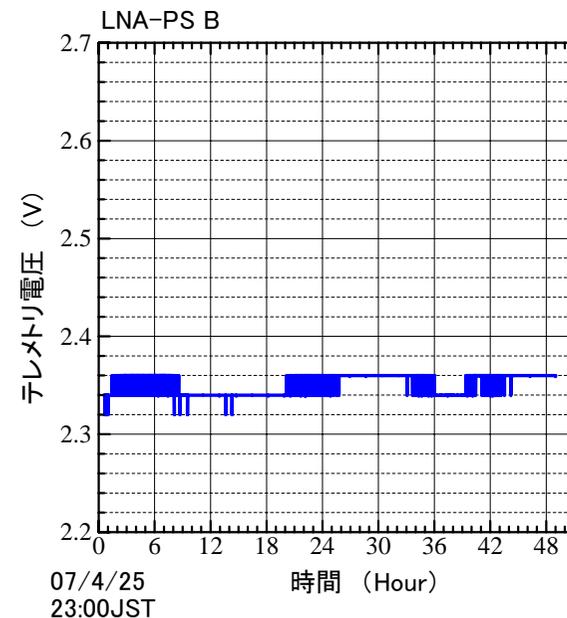


図 II - 1 - 2 LNA-PS内のDC/DCコンバータの出力電圧測定結果(3/6)

(9) 2007年4月21日(土)の測定結果



(11) 2007年4月25日(水)~27(金)の測定結果



(10) 2007年4月24日(火)~25(水)の測定結果

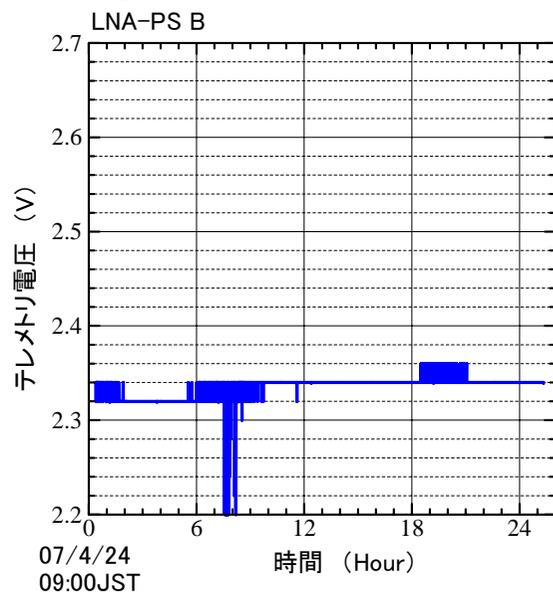
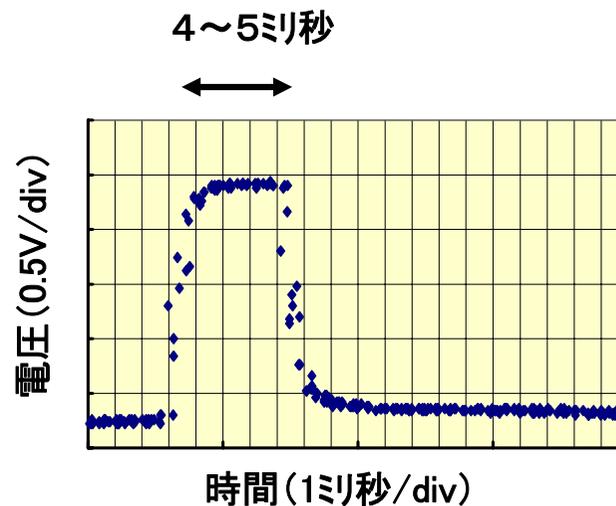
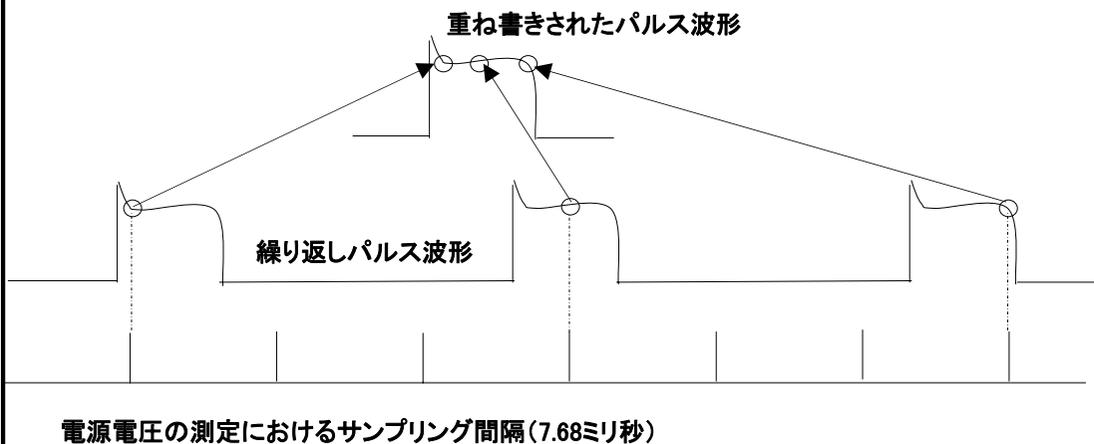
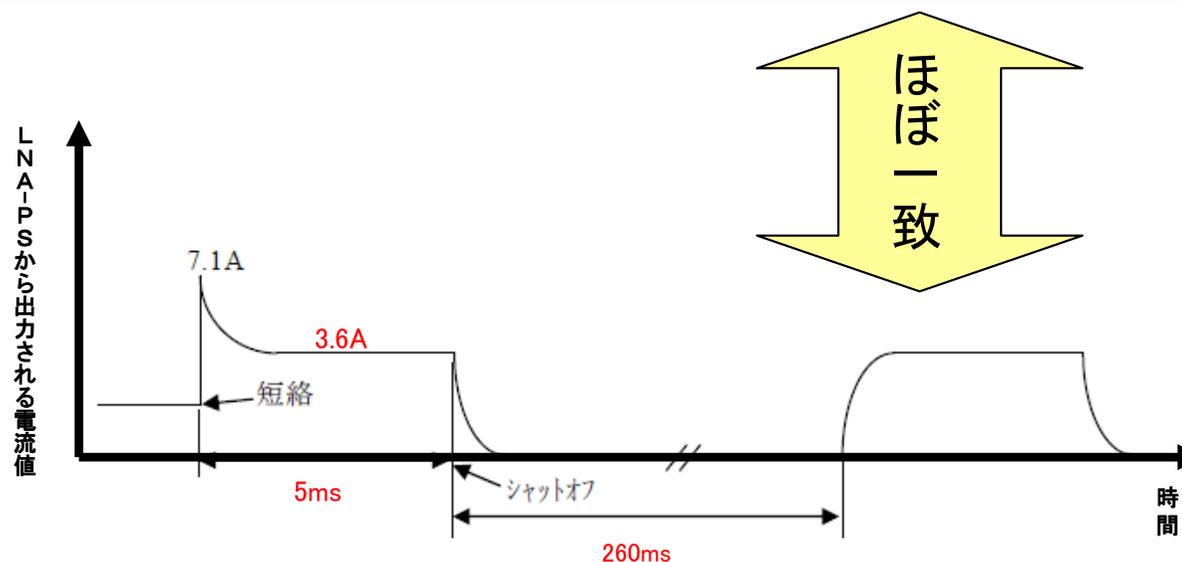


図 II - 1 - 2 LNA-PS内のDC/DCコンバータの出力電圧測定結果(4/6)

- ランダムサンプリング手法を使用して解析
- パルス幅5ミリ秒、パルス間隔260ミリ秒の繰り返しパルス波形に対して、サンプル間隔7.68ミリ秒のデュエルモードでサンプルを行い、パルス幅とサンプル周期のずれ(位相差)を利用して、基準点(たとえば、パルスの立ち上がりポイント)からの各サンプルポイント迄の位相差を求め、サンプルポイントの振幅値を重ね書きすることにより、出力パルス波形を求めた。

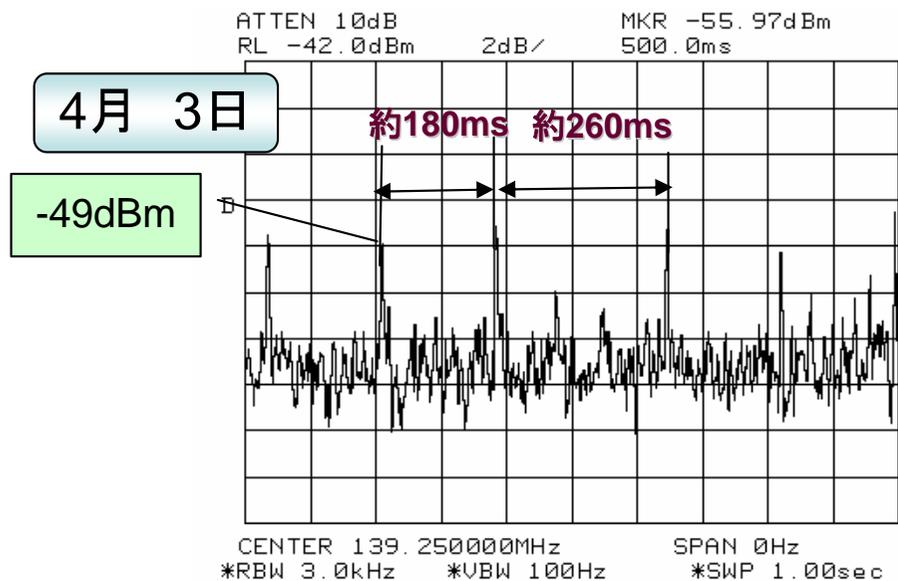


電源電圧測定値から、ランダムサンプリング手法を使用し解析したLNA-PSの出力電圧波形



LNA-PSに設けられた過電流保護機能の動作特性

図 II - 1 - 2 LNA-PS内のDC/DCコンバータの出力電圧測定結果(5/6)



- 4月3日の測定において、LNA電源の電圧変化と共に、パルス周期が変化していることが確認された。
(通常の260ミリ秒周期に、173ミリ秒周期が入り交じる状況。)
- この状態で今後も電源を使用することに問題がないかどうかDC/DCコンバータ製造メーカーを訪問し、現地にて確認を行なった。
- 負荷状態が変化することによりパルス周期が変化することがあり得ること、特段LNA電源の使用に問題がないことがわかった。

図 II - 1 - 2 LNA-PS内のDC/DCコンバータの出力電圧測定結果(6/6)

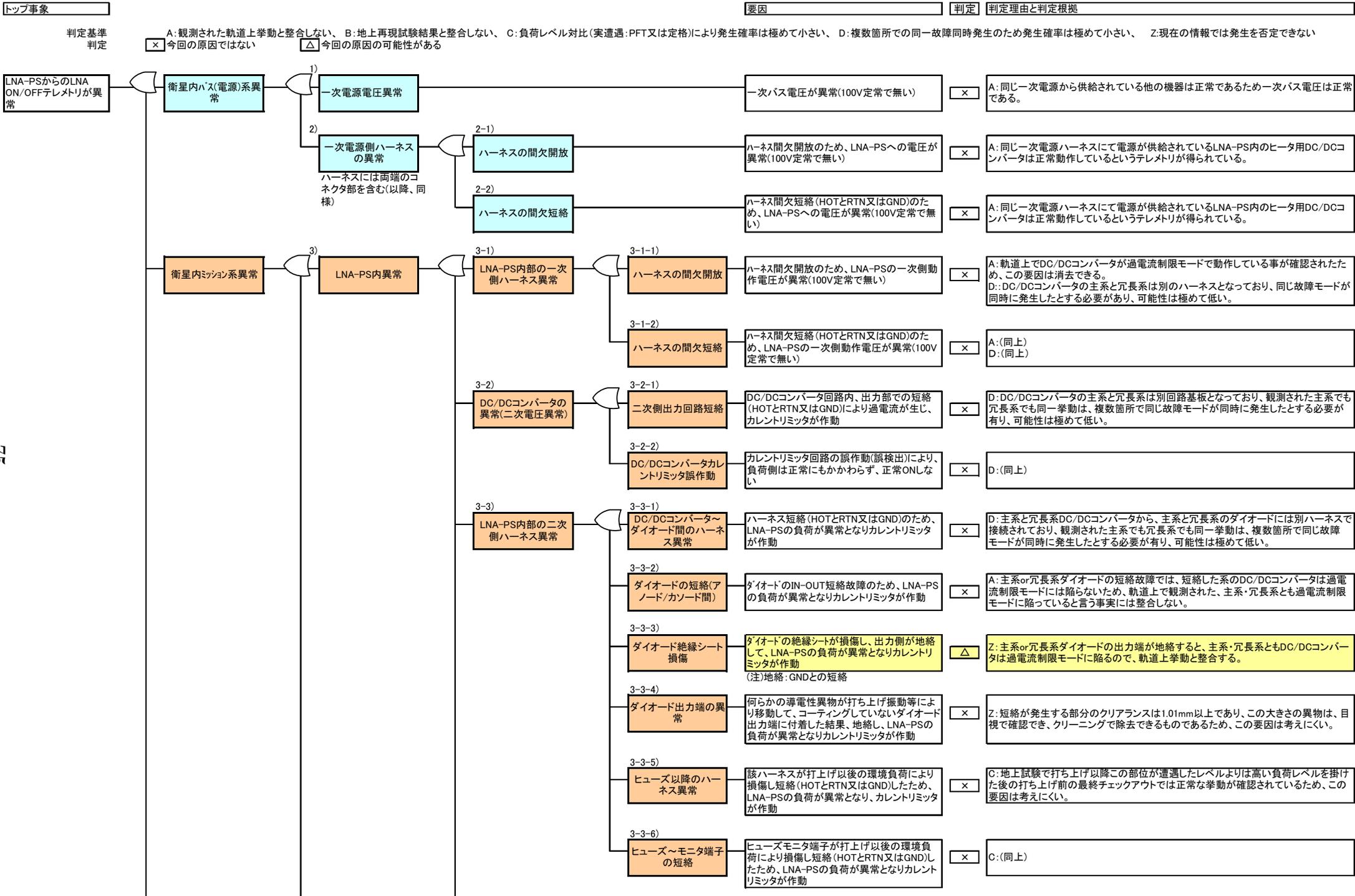


図 II - 2 - 1 故障の木解析(FTA) (1/3)

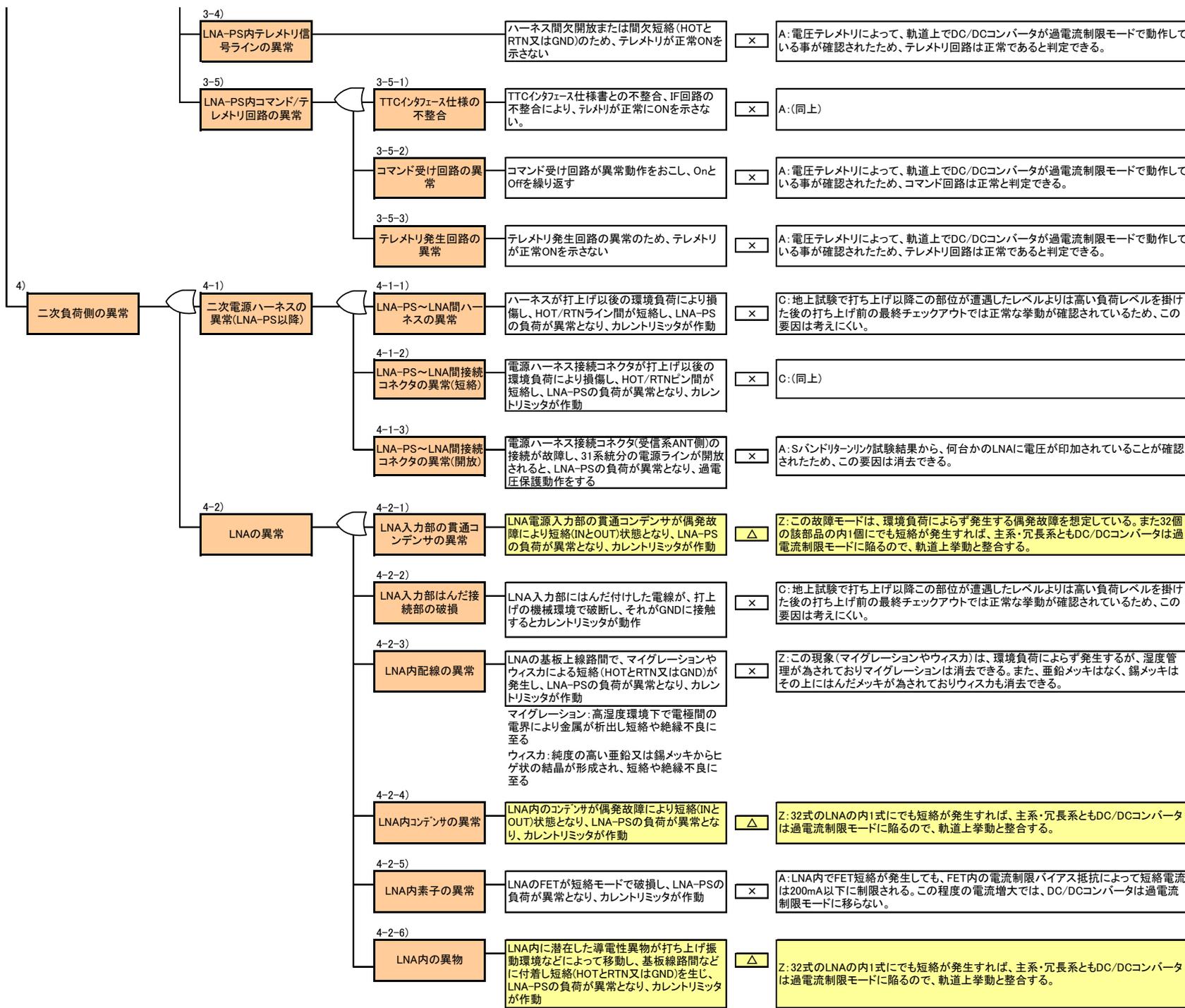
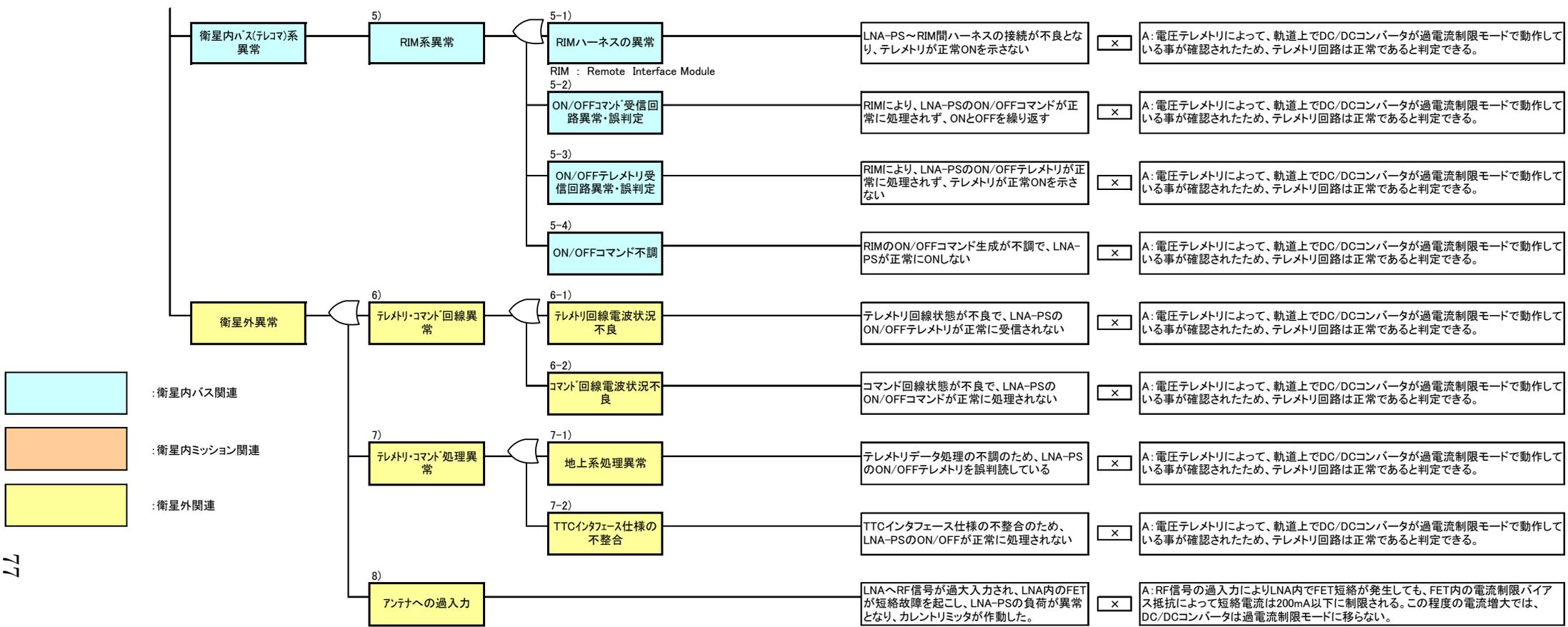
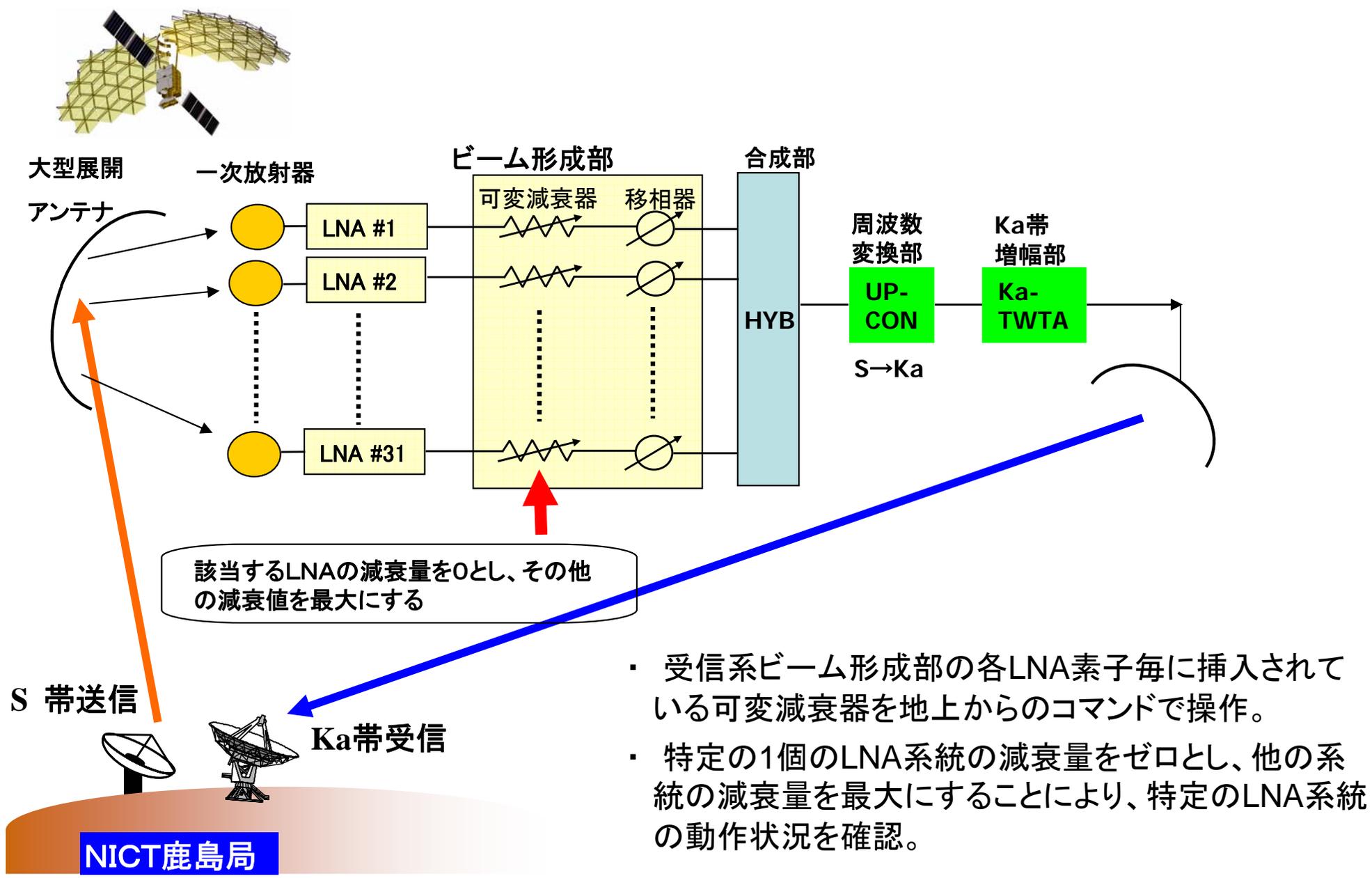


図 II - 2 - 1 故障の木解析(FTA) (2/3)



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 O: 現在の情報では発生を否定できない

図 II - 2 - 1 故障の木解析(FTA) (3/3)



図Ⅱ-2-2 「きく8号」搭載LNAの特性試験の実験系

LNA グループ	LNA 番号	3月13日実施		4月3日実施		4月19日実施		4月27日実施		LNA 番号	LNA グループ
		送信電力1W時 受信レベル (dBm *1)	送信電力10W時 受信レベル (dBm *1)	送信電力10W時 受信レベル (dBm *1)	送信電力10W時 受信レベル (dBm *1)	送信電力33W時 受信レベル (dBm *1)	送信電力10W時 受信レベル (dBm *1)	送信電力33W 受信レベル (dBm *1)			
1	1	-53	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	1	1
	3	-53	-46	-57	-60	-60	-60	-60	-60	3	
	10	-54	-53	-57	-60	-60	-60	-60	-60	10	
	13	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	13	
2	7	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	7	2
	12	-55	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	12	
	16	-55	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	16	
	28	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	28	
3	6	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	6	3
	9	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	9	
	26	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	26	
	31	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	31	
4	5	-53	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	5	4
	8	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	8	
	14	-52	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	14	
	23	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	23	
5	11	-51	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	11	5
	18	(*2) -37	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	18	
	20	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	20	
	22	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	22	
6	4	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	4	6
	19	-46	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	19	
	25	-55	-52	-57	-60	-60	-60	-60	-60	25	
	29	-53	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	29	
7	15	-45	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	15	7
	21	-53	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	21	
	24	-54	---	-51	-55	-51	-53	-49	-60	24	
	30	-51	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	30	
8	2	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	2	8
	17	-40	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	17	
	27	-54	---	-57	-60	-60	-60	-60	-60	27	
	PIM測定系	-54	-47	-57	-60	-60	-60	-60	-60	PIM測定系	

*1 スペクトルアナライザでの測定値

*2 このレベルでも回線設計に比べて25dB低い。

受信信号が確認できない(雑音レベル)

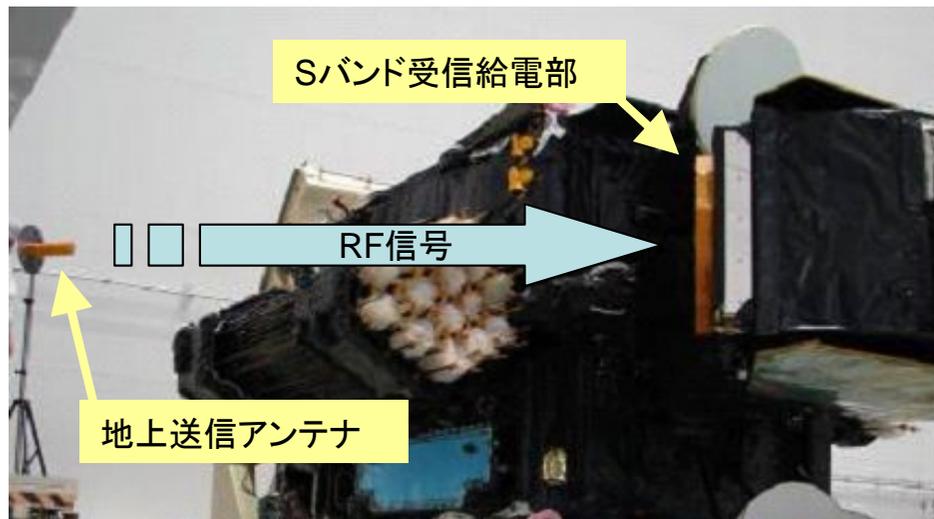
受信信号が不明瞭

受信信号を確認できる

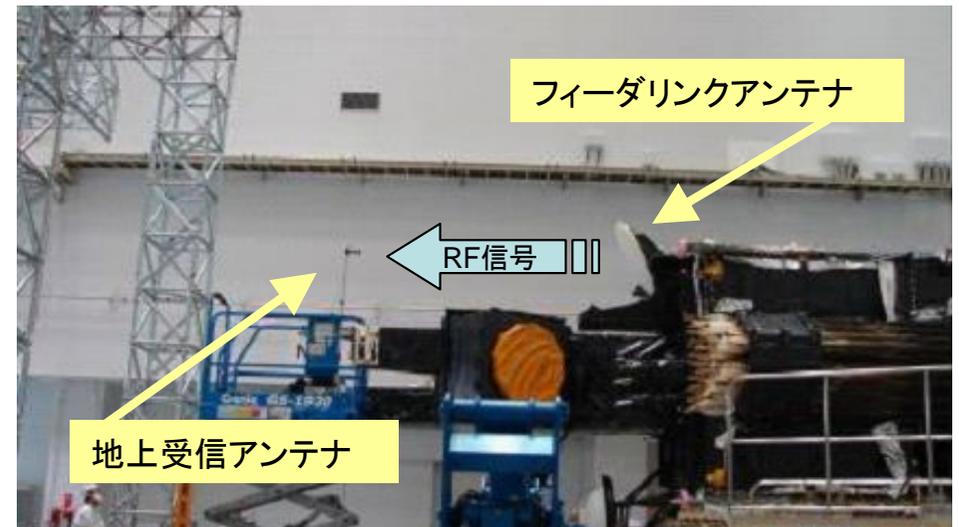
図Ⅱ-2-3 「きく8号」搭載LNAの特性試験 実験結果

LNA最終動作(試験コンフィギュレーション)

- 地上でのLNAの最終動作確認は10月2日のRFプレゼンス試験である。
- 試験状況は下の写真に示すように、左下の写真の通りエアリンクで送信したSバンドアップリンク信号を衛星受信給電部で受信し、右下の写真の通り衛星で中継した信号をフィーダリンク装置からKaバンドで送信し、衛星のEnd-to-Endで正常動作を確認するものである。



Sバンドアップリンク

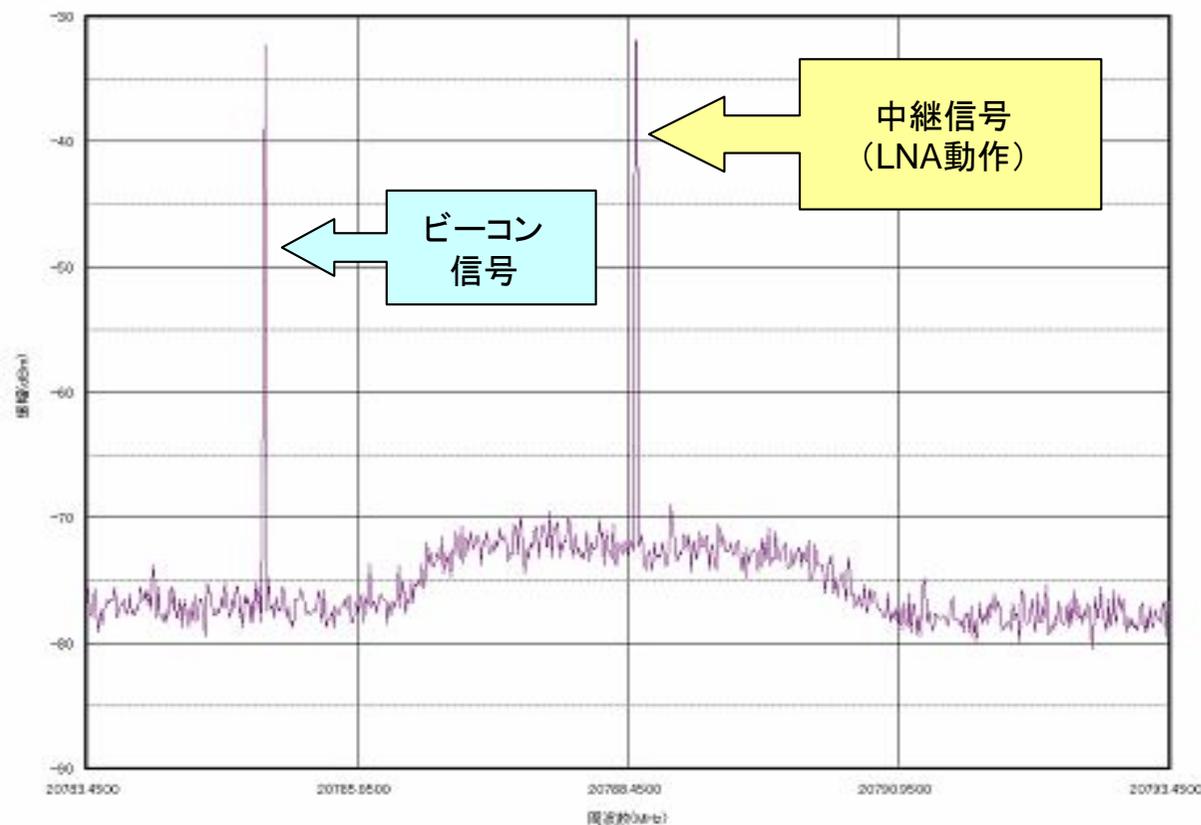


Kaバンドダウンリンク

図Ⅱ-2-4 打上げ前の地上試験結果(1/11)

LNA最終動作(試験結果)(1/9)

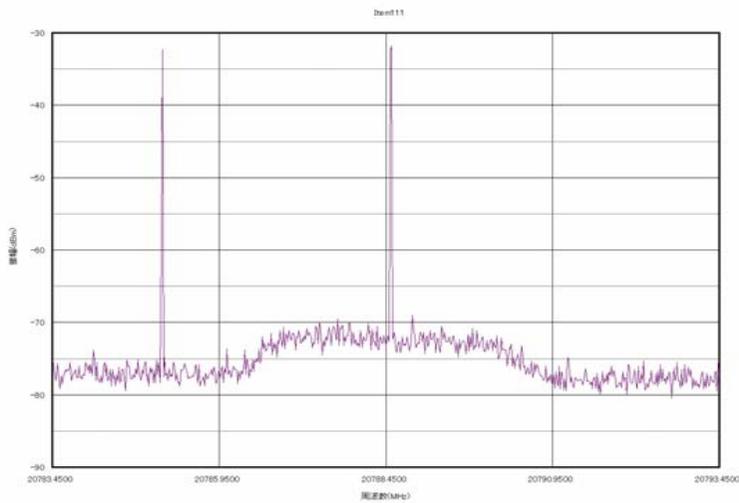
- RFプレゼンス試験では、32系統のLNAを個別に試験した。
- 32系統とも中継信号が確認されており、衛星は正常に動作している。
- 次ページ以降に32系統の結果を示す。



図Ⅱ-2-4 打上げ前の地上試験結果(2/11)

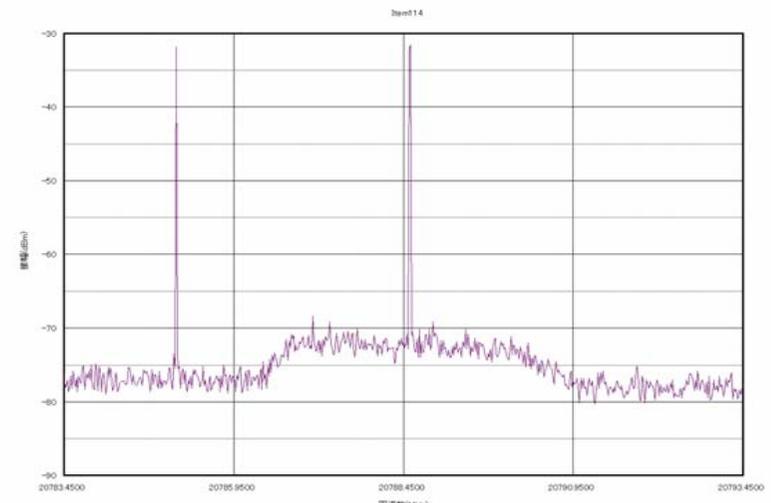
LNA最終動作(試験結果)(2/9)

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 KHz
RBW	: 1 KHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
Mag	: -31.83 dBm



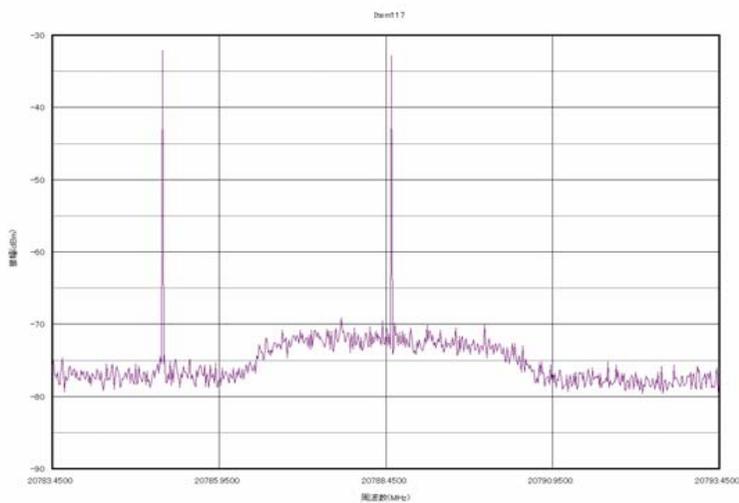
MSA01:LNA-02

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 KHz
RBW	: 1 KHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
Mag	: -31.5 dBm



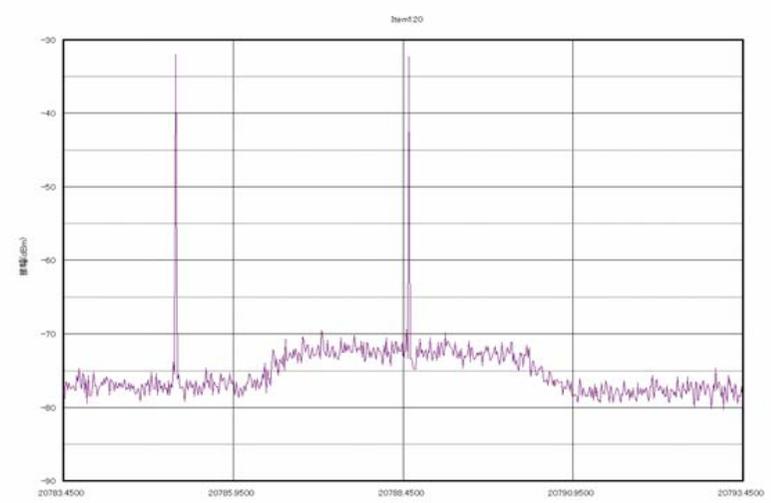
MSA02:LNA-31

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 KHz
RBW	: 1 KHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
Mag	: -32.16 dBm



MSA03:LNA-01

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 KHz
RBW	: 1 KHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
Mag	: -32 dBm

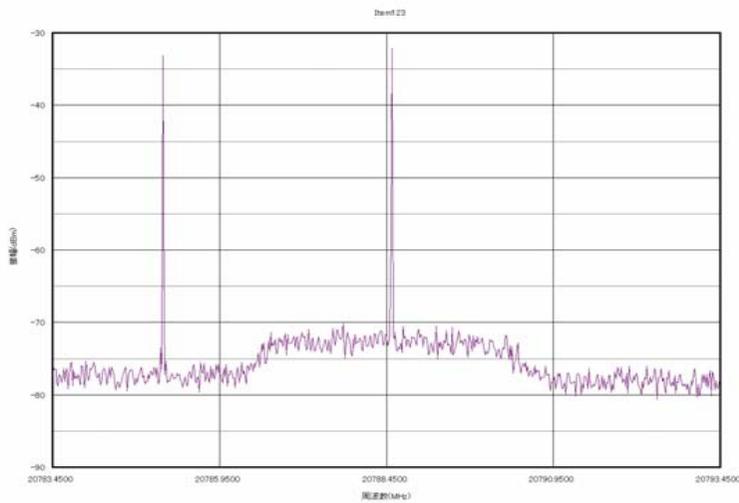


MSA04:LNA-21

図Ⅱ-2-4 打上げ前の地上試験結果(3/11)

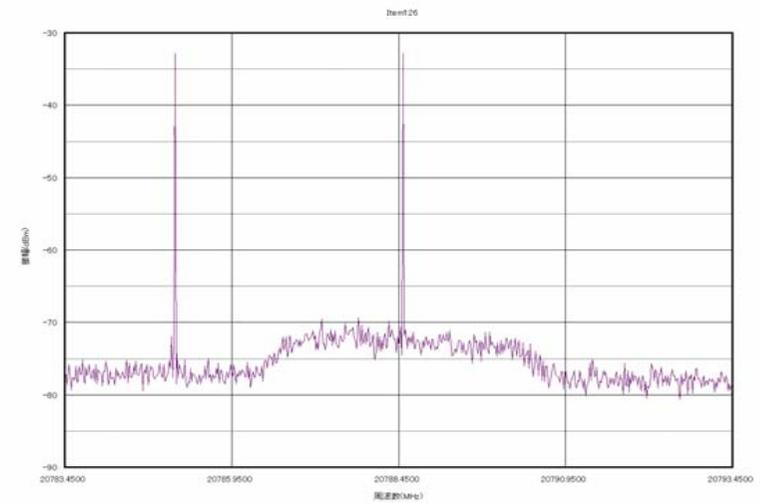
LNA最終動作(試験結果)(3/9)

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
1-1	: -32.16 dBm



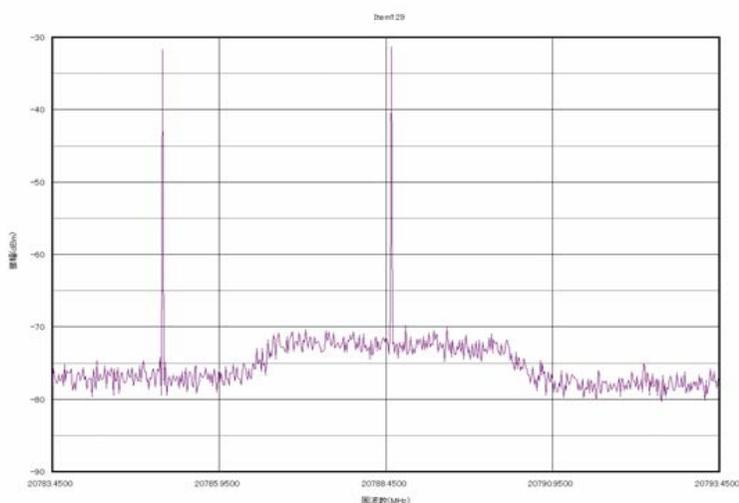
MSA05:LNA-16

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
1-1	: -32.83 dBm



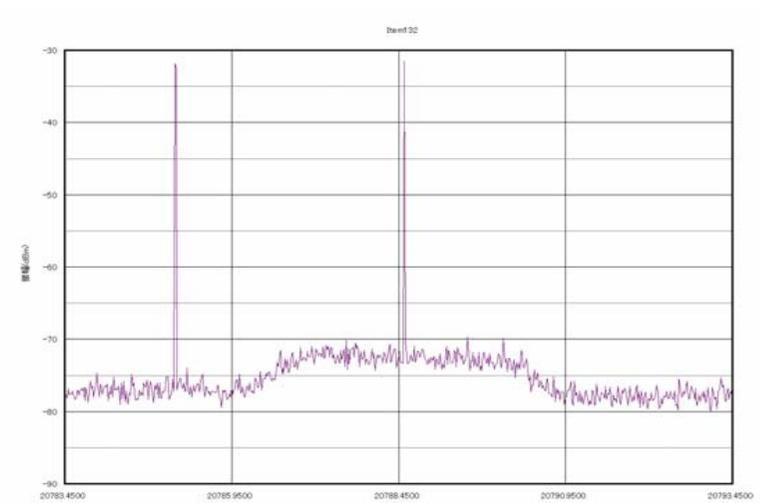
MSA06:LNA-12

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
1-1	: -31.33 dBm



MSA07:LNA-05

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
1-1	: -31.5 dBm



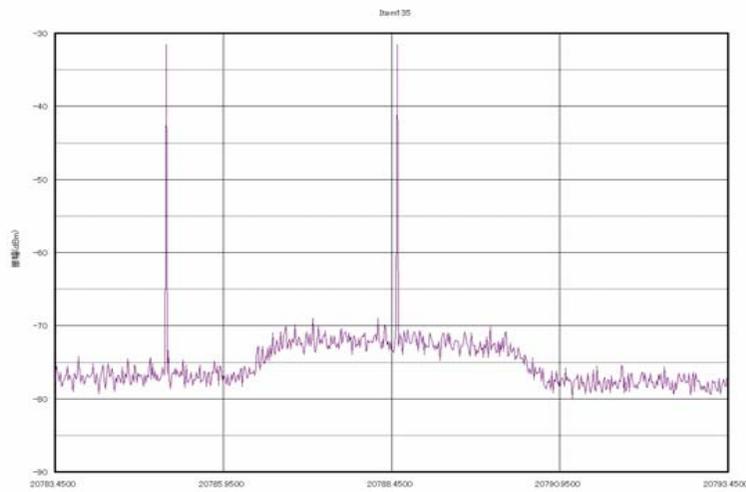
MSA08:LNA-15

図Ⅱ-2-4 打上げ前の地上試験結果(4/11)

LNA最終動作(試験結果)(4/9)

設定条件
CENTER : 20788.45 MHz
SPAN : 10 MHz
VBW : 1 kHz
RBW : 1 kHz
ATT : 10 dB
REF LEVEL : 0 dBm

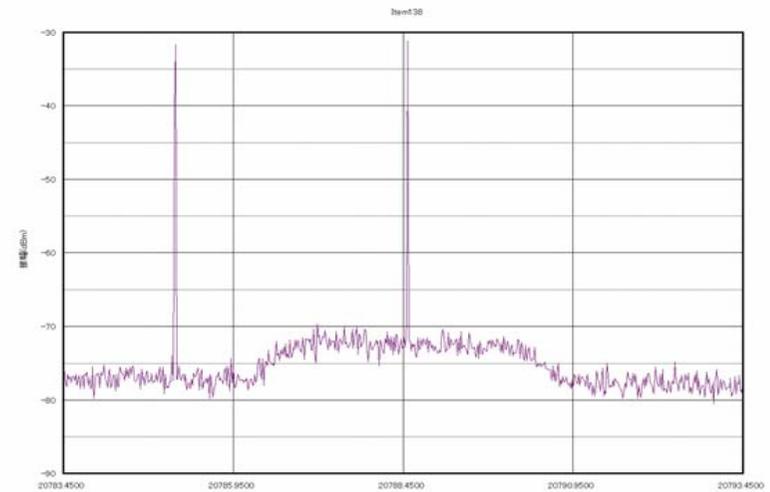
測定結果
電圧 : -31.5 dBm



MSA09:LNA-11

設定条件
CENTER : 20788.45 MHz
SPAN : 10 MHz
VBW : 1 kHz
RBW : 1 kHz
ATT : 10 dB
REF LEVEL : 0 dBm

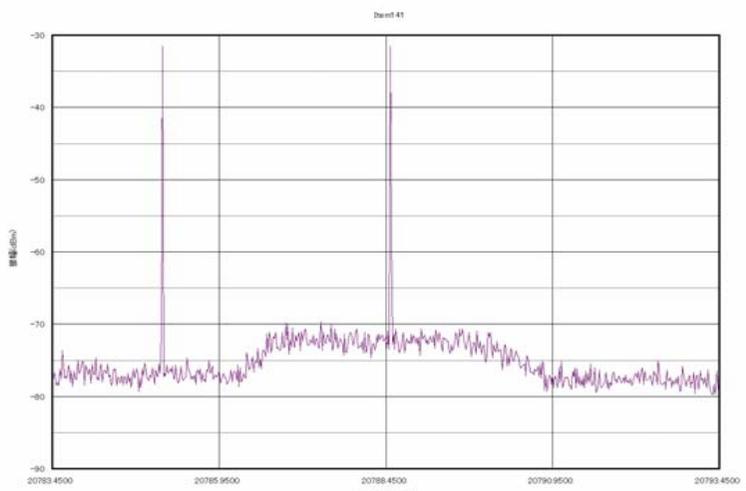
測定結果
電圧 : -31.16 dBm



MSA10:LNA-03

設定条件
CENTER : 20788.45 MHz
SPAN : 10 MHz
VBW : 1 kHz
RBW : 1 kHz
ATT : 10 dB
REF LEVEL : 0 dBm

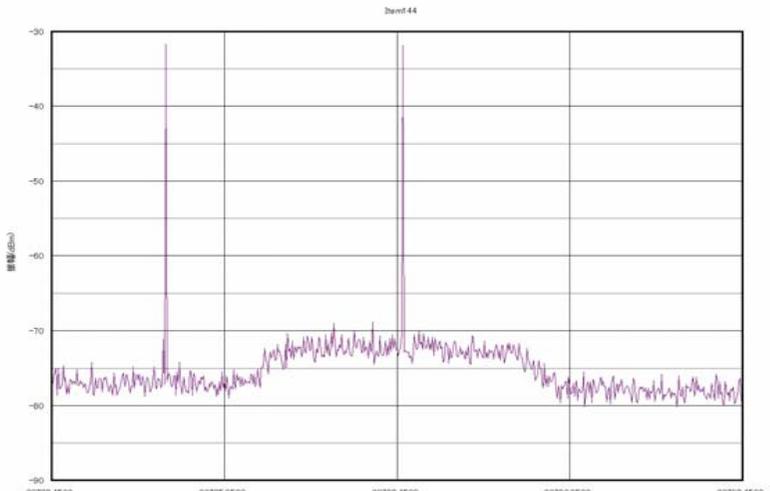
測定結果
電圧 : -31.5 dBm



MSA11:LNA-17

設定条件
CENTER : 20788.45 MHz
SPAN : 10 MHz
VBW : 1 kHz
RBW : 1 kHz
ATT : 10 dB
REF LEVEL : 0 dBm

測定結果
電圧 : -31.66 dBm

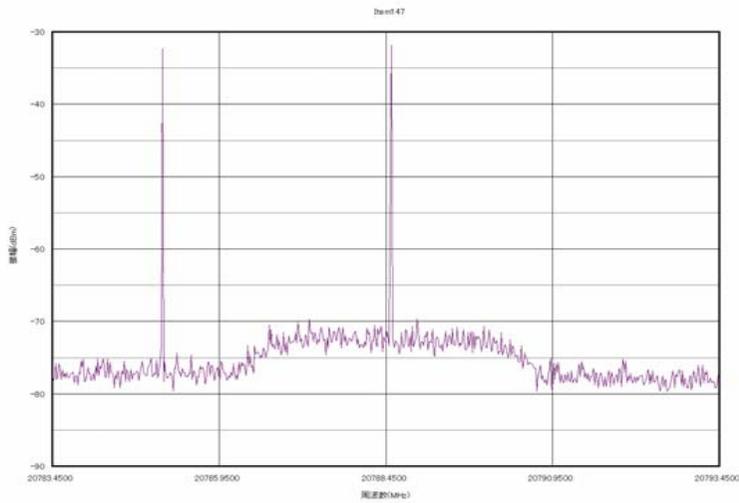


MSA12:LNA-06

図Ⅱ-2-4 打上げ前の地上試験結果(5/11)

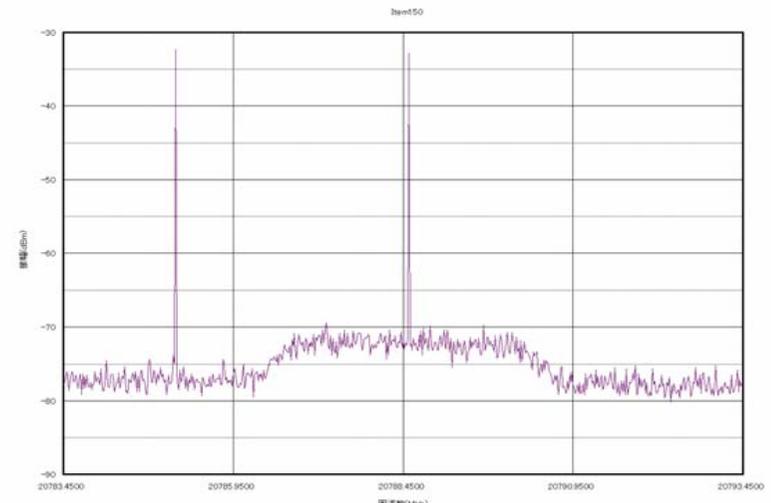
LNA最終動作(試験結果)(5/9)

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
C1-P	: -31.83 dBm



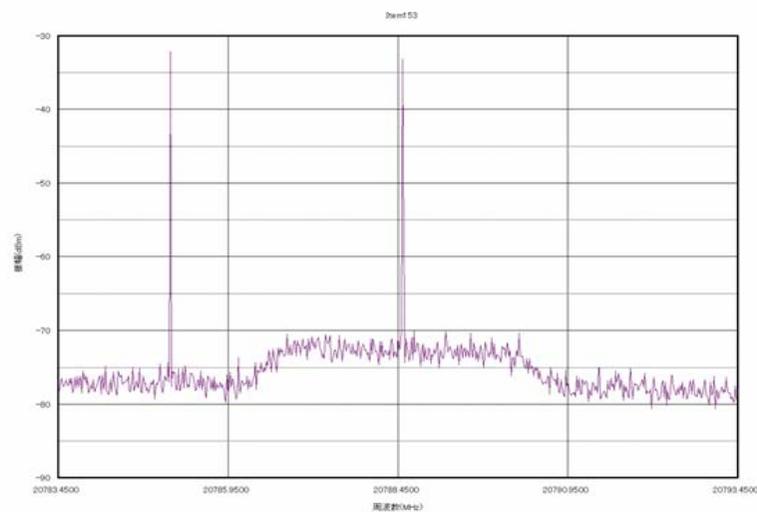
MSA13:LNA-04

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
C1-P	: -32.33 dBm



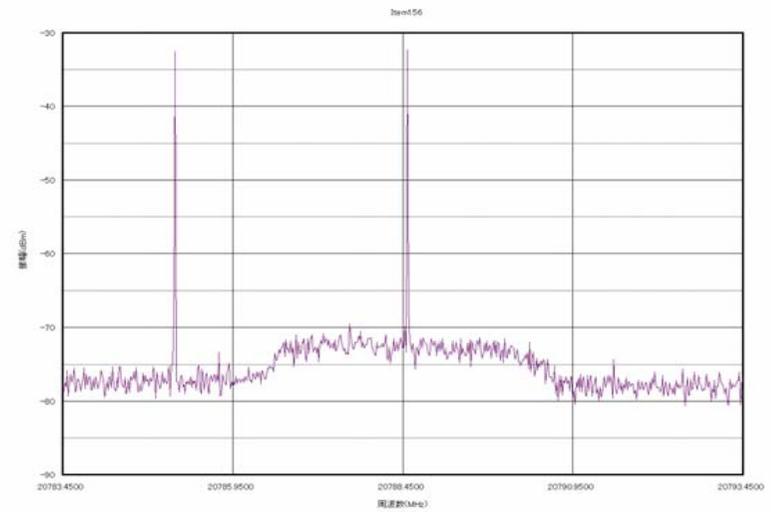
MSA14:LNA-14

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
C1-P	: -32.16 dBm



MSA15:LNA-26

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
C1-P	: -32.33 dBm



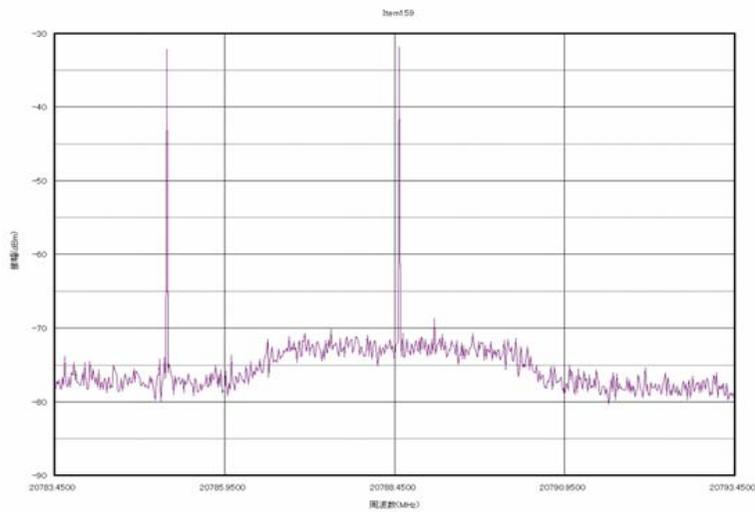
MSA16:LNA-07

図Ⅱ-2-4 打上げ前の地上試験結果(6/11)

LNA最終動作(試験結果)(6/9)

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

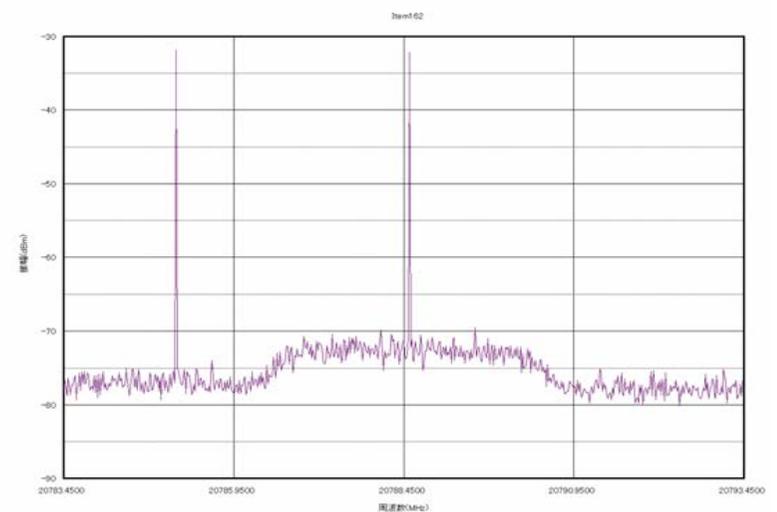
測定結果
 C1-3 : -31.83 dBm



MSA17:LNA-30

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

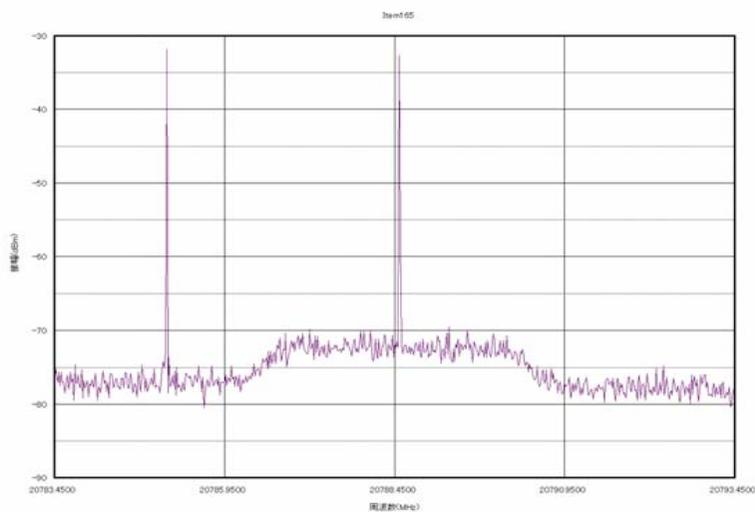
測定結果
 C1-3 : -31.83 dBm



MSA18:LNA-18

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

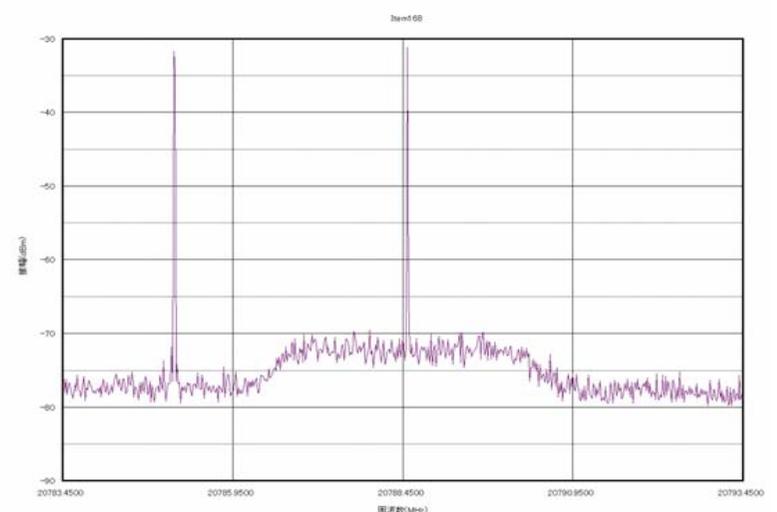
測定結果
 C1-3 : -31.83 dBm



MSA19:LNA-22

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

測定結果
 C1-3 : -31.16 dBm



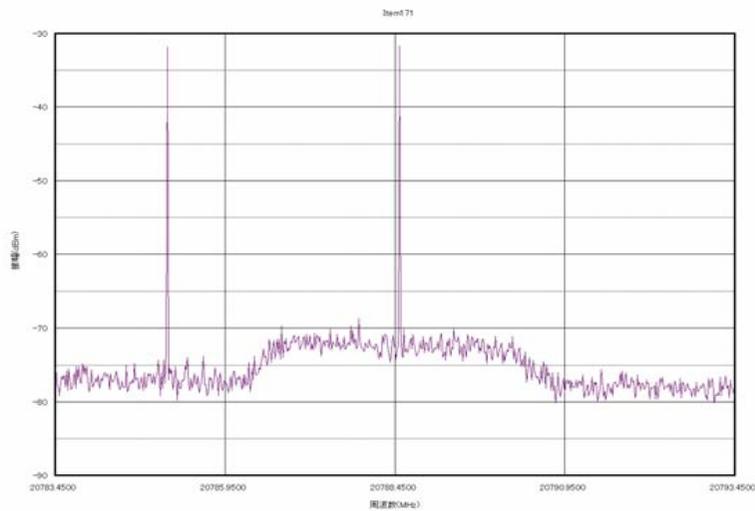
MSA20:LNA-19

図Ⅱ-2-4 打上げ前の地上試験結果(7/11)

LNA最終動作(試験結果)(7/9)

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

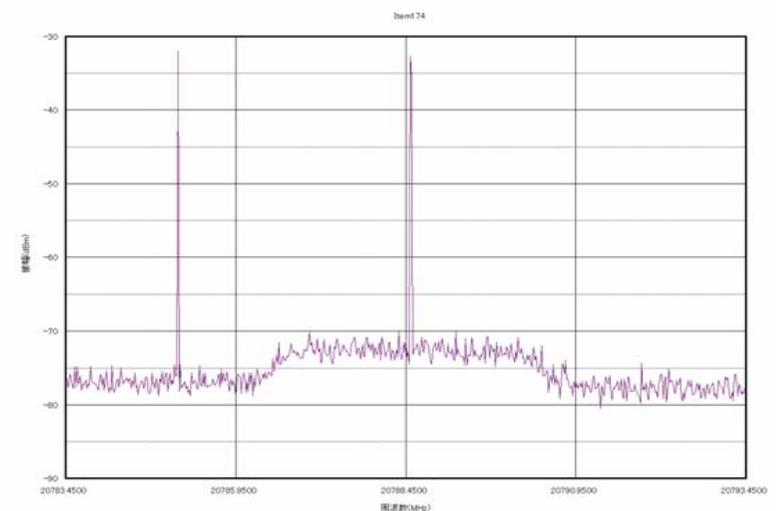
測定結果
 S₁₁ : -31.66 dBm



MSA21: LNA-25

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

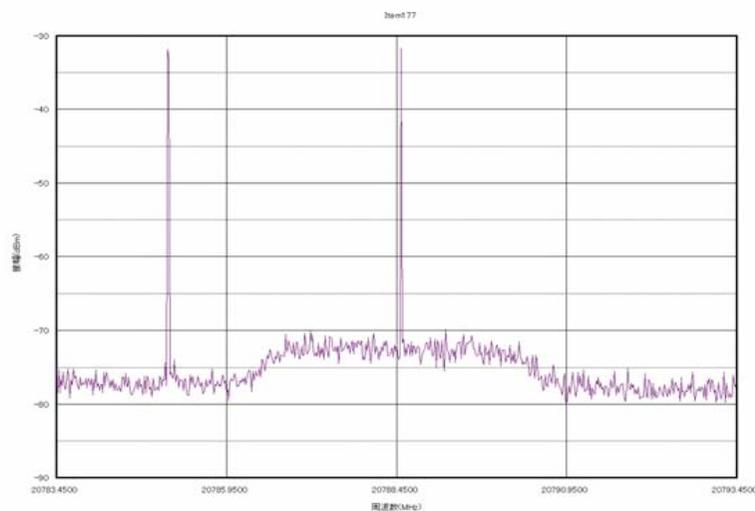
測定結果
 S₁₁ : -32 dBm



MSA22: LNA-20

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

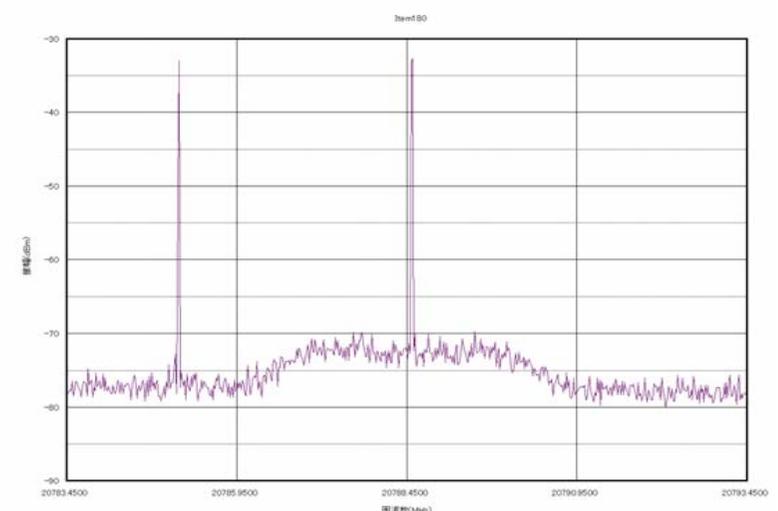
測定結果
 S₁₁ : -31.66 dBm



MSA23: LNA-13

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

測定結果
 S₁₁ : -32.66 dBm

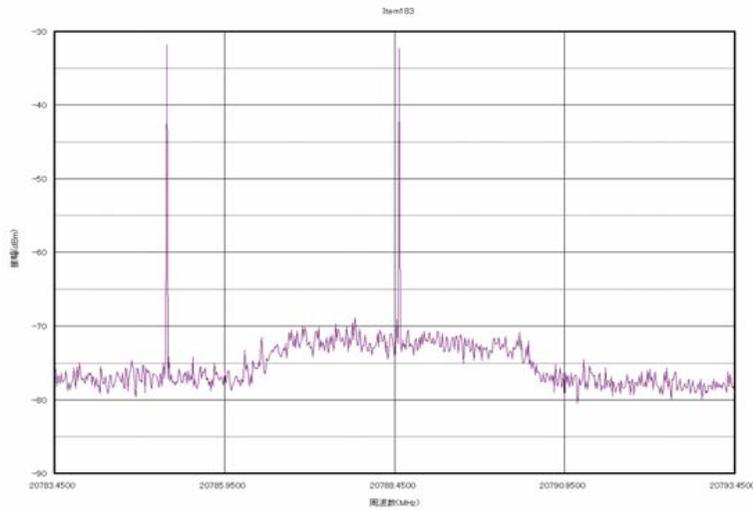


MSA24: LNA-27

図 II - 2 - 4 打上げ前の地上試験結果(8/11)

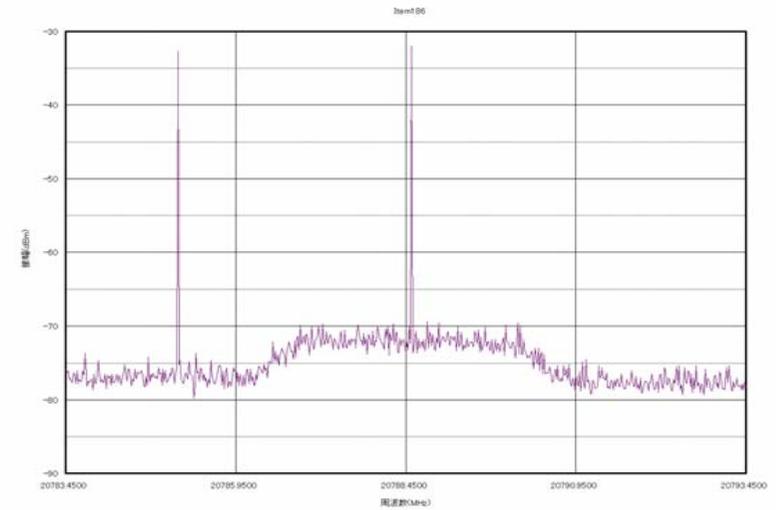
LNA最終動作(試験結果)(8/9)

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
レダ	: -31.83 dBm



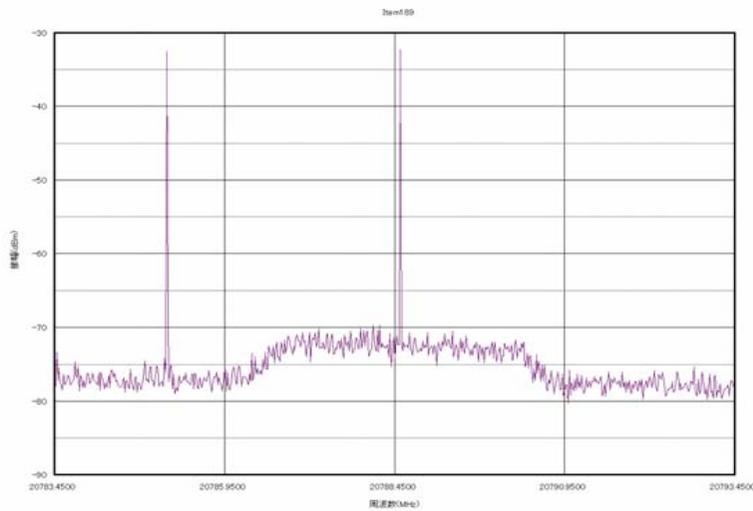
MSA25:LNA-24

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
レダ	: -32 dBm



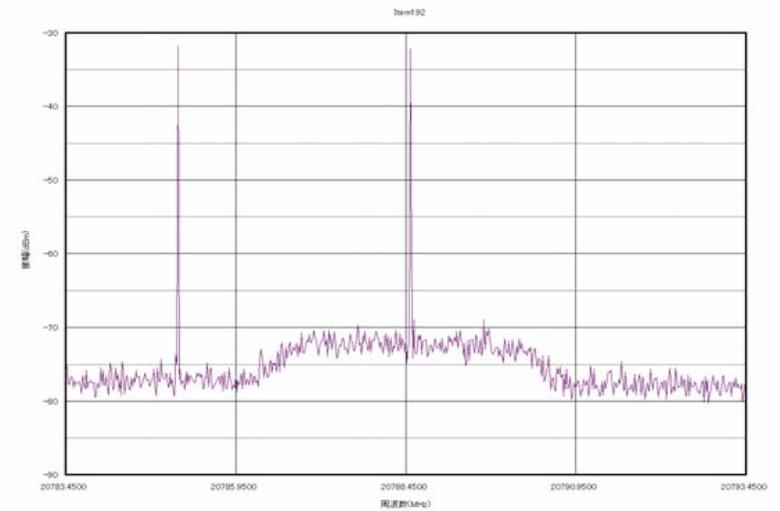
MSA26:LNA-10

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
レダ	: -32.33 dBm



MSA27:LNA-29

設定条件	
CENTER	: 20788.45 MHz
SPAN	: 10 MHz
VBW	: 1 kHz
RBW	: 1 kHz
ATT	: 10 dB
REF LEVEL	: 0 dBm
測定結果	
レダ	: -31.83 dBm

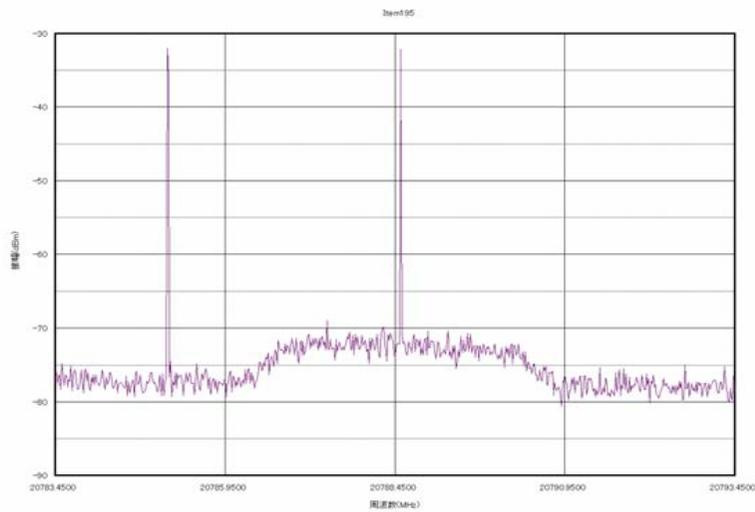


MSA28:LNA-08

LNA最終動作(試験結果)(9/9)

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

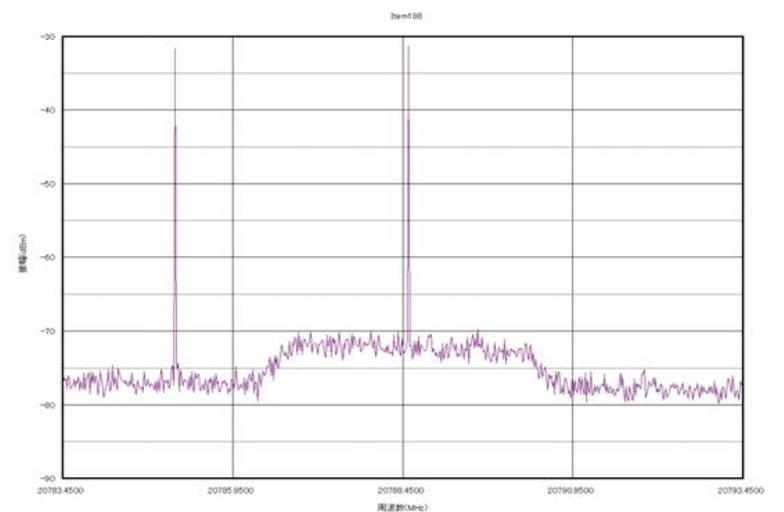
測定結果
 S₁₁ : -32 dBm



MSA29:LNA-23

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

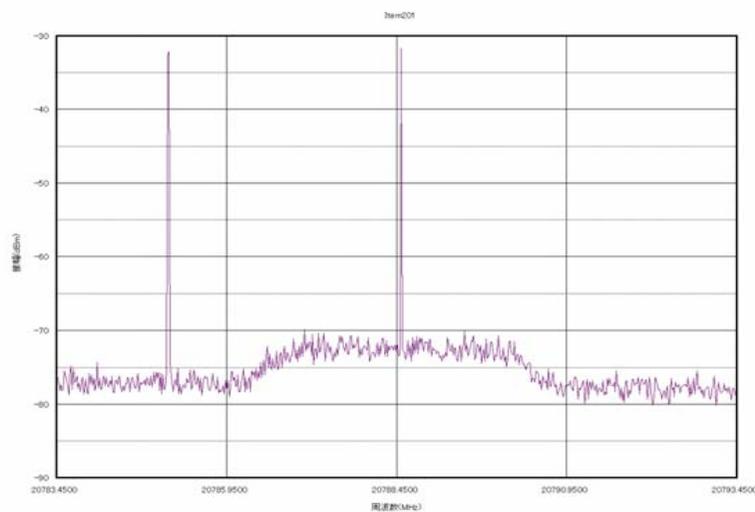
測定結果
 S₁₁ : -31.33 dBm



MSA30:LNA-28

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

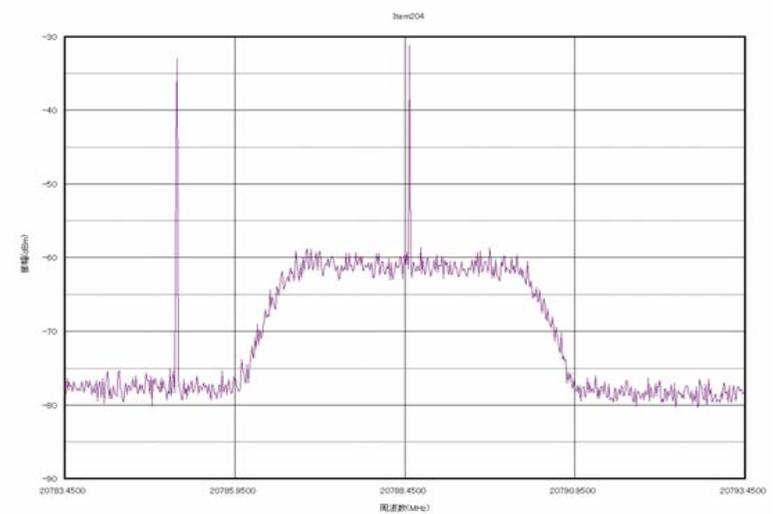
測定結果
 S₁₁ : -31.66 dBm



MSA31:LNA-09

設定条件
 CENTER : 20788.45 MHz
 SPAN : 10 MHz
 VBW : 1 KHz
 RBW : 1 KHz
 ATT : 10 dB
 REF LEVEL : 0 dBm

測定結果
 S₁₁ : -31.16 dBm

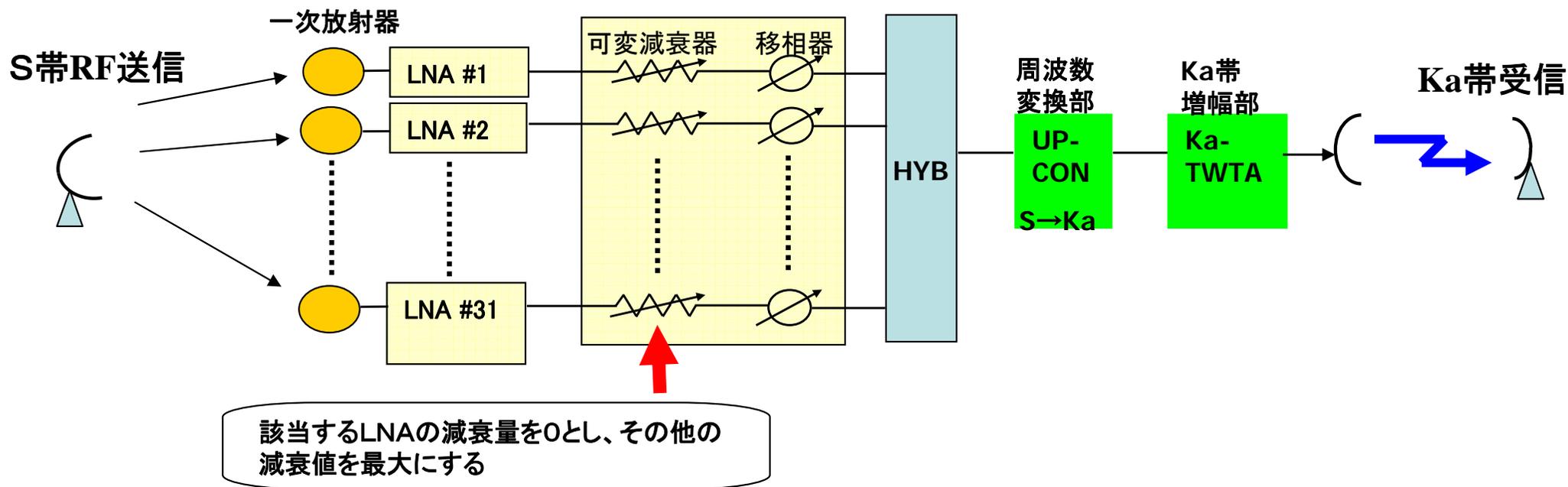


MSA32

図Ⅱ-2-4 打上げ前の地上試験結果(10/11)

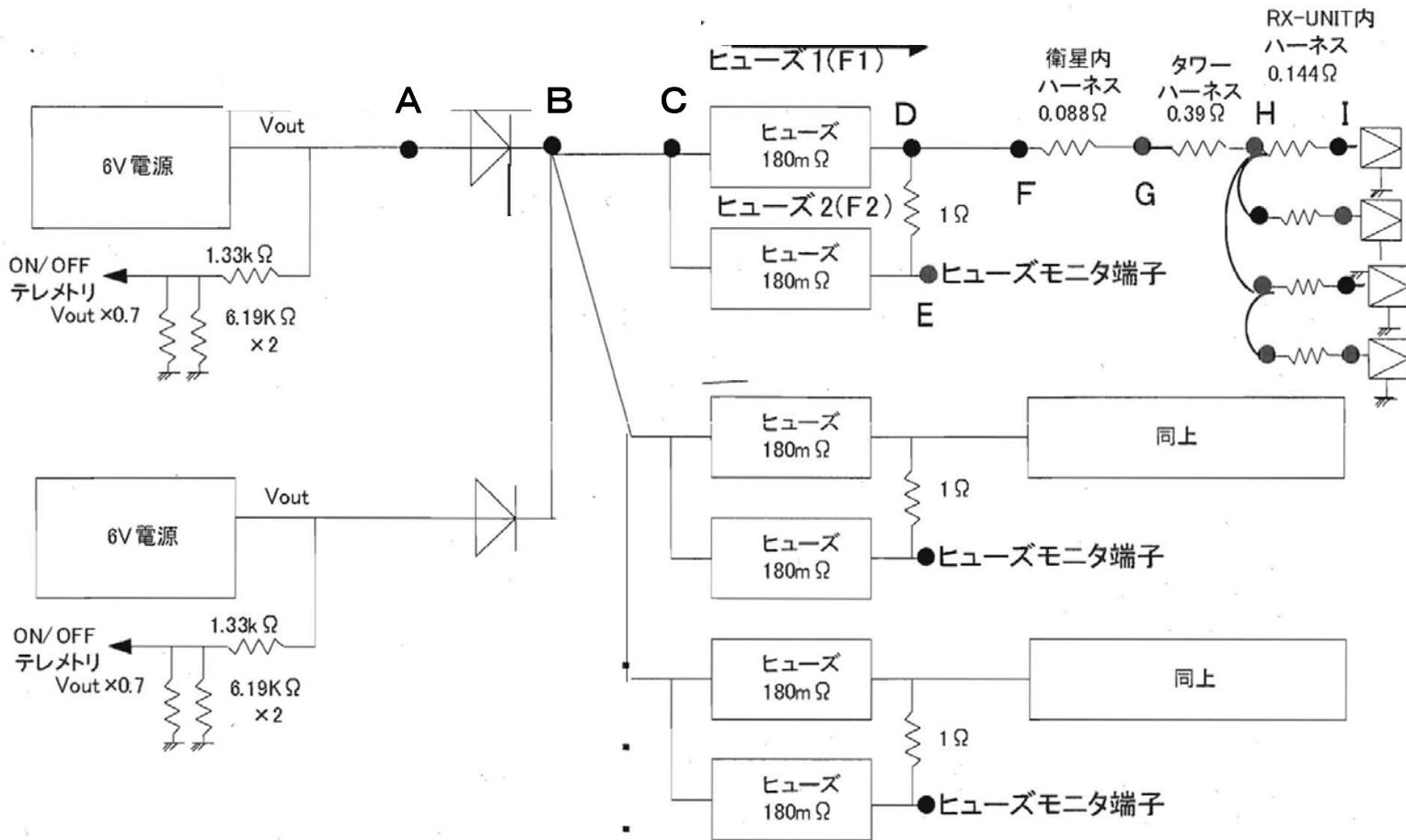
LNA最終動作試験コンフィギュレーション

LNA最終動作試験コンフィギュレーションは、現在軌道上において実施しているSバンドリターン試験コンフィギュレーションとほぼ同じコンフィギュレーションにて実施している。(大型展開アンテナを使用していないのみ)

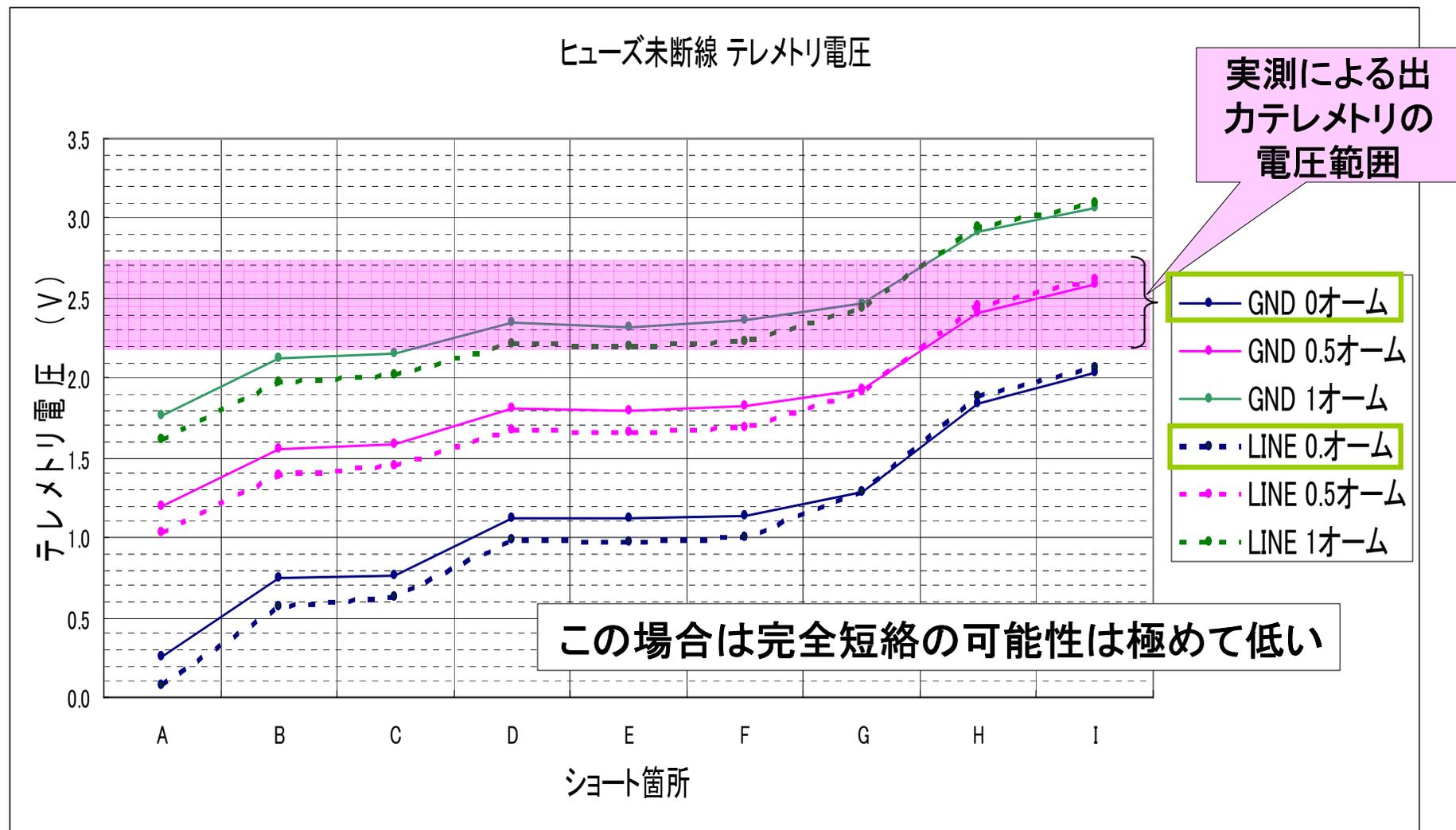


- ・ 受信系ビーム形成部の各LNA素子毎に挿入されている可変減衰器をコマンドで操作。
- ・ 特定の1個のLNA系統の減衰量をゼロとし、他の系統の減衰量を最大にすることにより、特定のLNA系統の動作状況を確認。

図Ⅱ-2-4 打上げ前の地上試験結果(11/11)



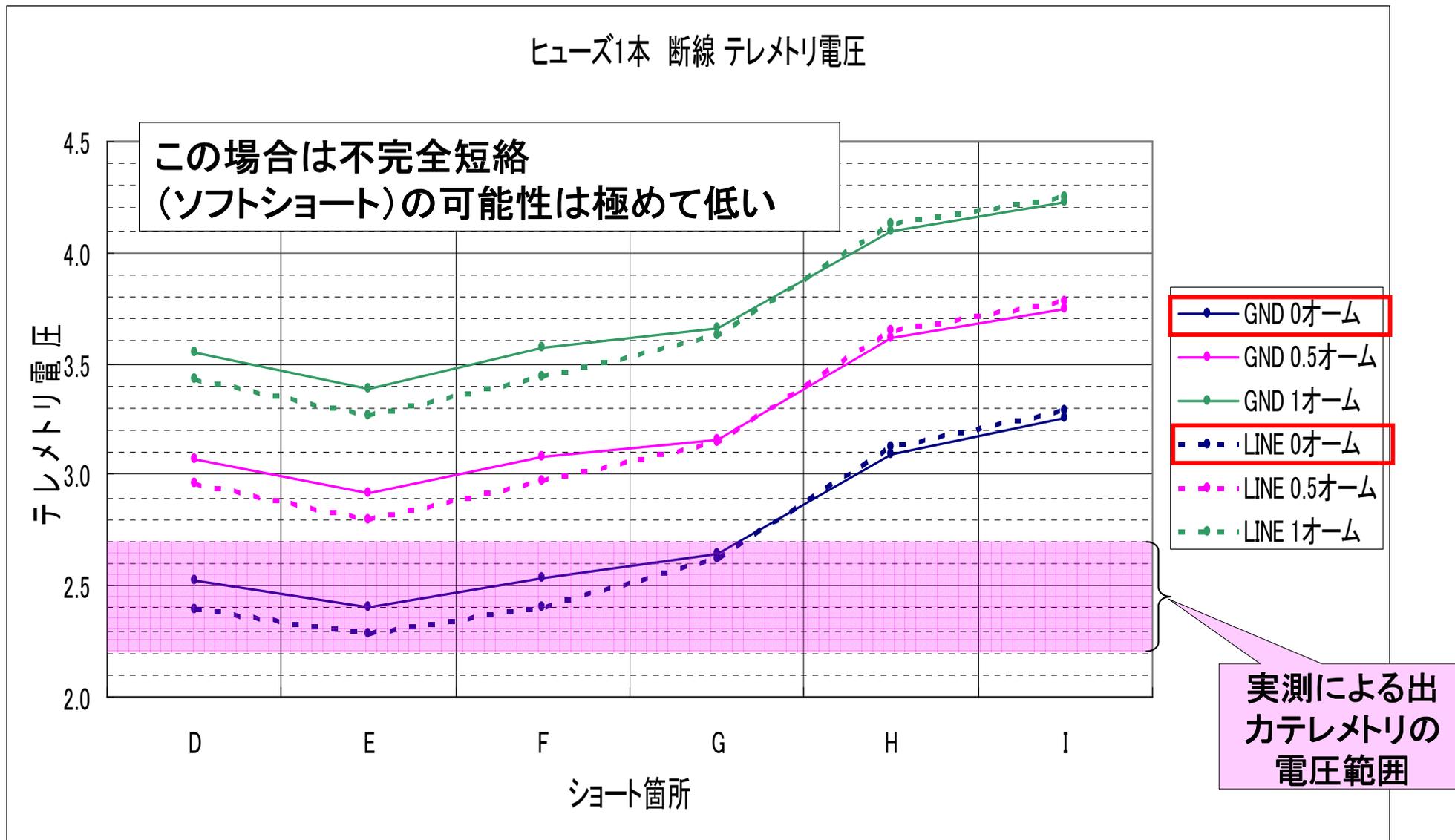
図Ⅱ-2-5 解析に用いた等価回路



GND短絡: 衛星構体やLNA-PSの筐体に直接短絡する場合

LINE短絡: ハーネス内の電線(ツイストペア線をシールドした電線)のツイストペア線がお互いに接触した場合
(等価回路上、短絡電流の流れる場所が異なるため、解析結果に若干の違いが出る。)

図Ⅱ-2-6 ヒューズ(主系と従系)がどちらも未断線の場合



GND短絡: 衛星構体やLNA-PSの筐体に直接短絡する場合

LINE短絡: ハーネス内の電線(ツイストペア線をシールドした電線)のツイストペア線がお互いに接触した場合
(等価回路上、短絡電流の流れる場所が異なるため、解析結果に若干の違いが出る。)

図Ⅱ-2-7 ヒューズ(主系)が断線している場合

絶縁シート

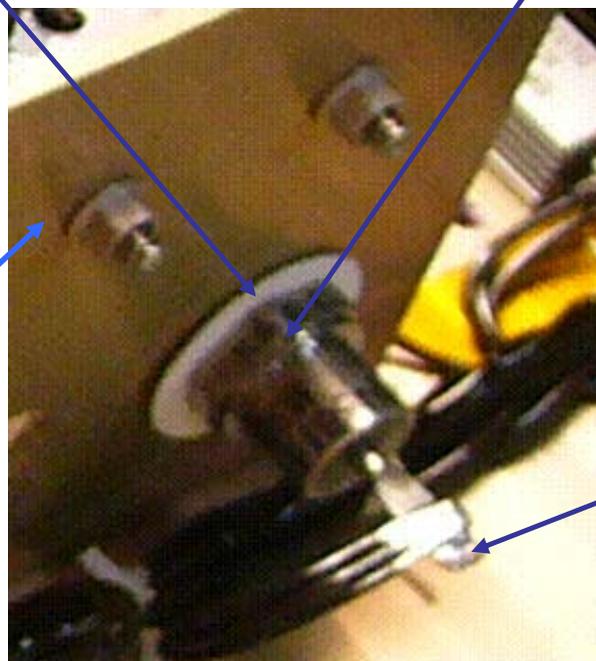
ダイオード

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)

ダイオード仕様スペック
○ 大きさ 30mm長×13mmΦ
(短い印鑑サイズ)
○ 耐電圧 150V、
○ 耐電流 20A以下

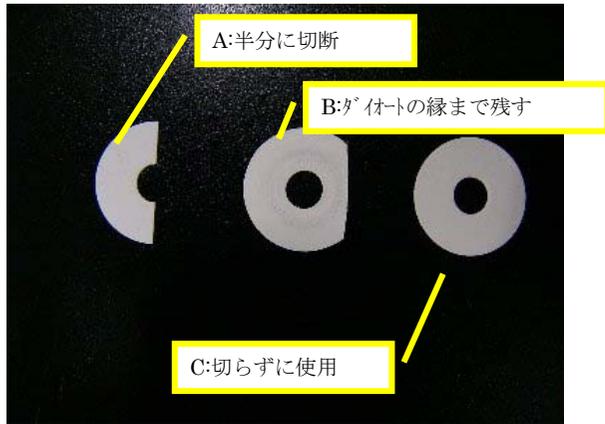
ダイオード
取り付け板

ダイオード電極
アノード側



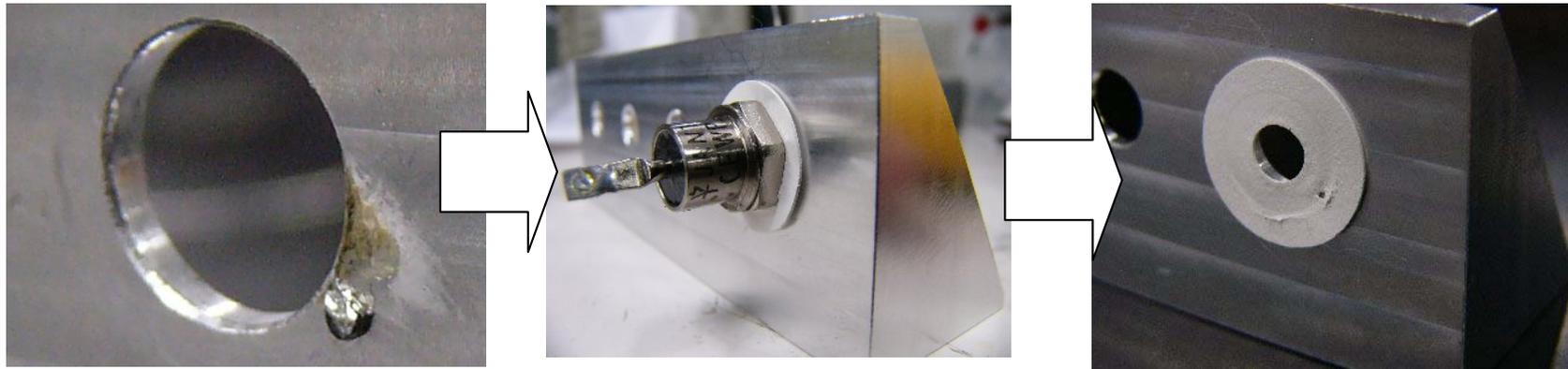
LNA-PSのEM(エンジニアリングモデル)のダイオード写真

図Ⅱ-2-8 ダイオードの絶縁シート(1/2)



絶縁シート	トルク 60N.cm	トルク 120N.cm	備考
A	○	×	
B	○	○	
C	○	○	

○:絶縁良好 ×:絶縁不良



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。

異物	抵抗値	トルク
0.83mm長の抵抗リード	30mΩ	40cN・m
0.5mm長の抵抗リード	0.62mΩ	40cN・m
0.4mm抵抗リード	48mΩ	40cN・m
0.35mm(予め0.4mmの抵抗リードをつぶしておいたもの)	4.1mΩ	160cN・m
0.2mm半田	測定不能	(狭いショートする該当箇所へ挟みこむ操作が難しく、再現不能)
0.1mmの線材	測定不能	

図Ⅱ-2-8 ダイオードの絶縁シート(2/2)

表 2.1-1 LNA, LNA PS, FMEA (1/3)

コンポ-ネット	故障モード/推定原因	故障の影響		故障検出方法	対策	是正対策
		サブシステムへの影響	ミッションへの影響			
LNA	ボンディングワイヤの倒れ等による短絡	<ul style="list-style-type: none"> 全 LNA 機能喪失 LNA PS 過負荷保護回路動作/冗長系への切替不能 	<ul style="list-style-type: none"> 受信機能停止 	<ul style="list-style-type: none"> LNA A ON/OFF テレメトリ LNA B ON/OFF テレメトリ 	なし	<ul style="list-style-type: none"> MIL-STD-883 に基づき、Class SI¹ の試験を実施。この故障モードは回避可能と考える。 -Precap -Constant acceleration -Burn-in -寿命試験 (1000H)
	異物の混入による短絡	<ul style="list-style-type: none"> 全 LNA 機能喪失 LNA PS 過負荷保護回路動作/冗長系への切替不能 	<ul style="list-style-type: none"> 受信機能停止 	<ul style="list-style-type: none"> LNA A ON/OFF テレメトリ LNA B ON/OFF テレメトリ 	なし	<ul style="list-style-type: none"> MIL-STD-883 に基づき、Class SI¹ の試験を実施。この故障モードは回避可能と考える。 -シール構造 -Precap, PIND -Burn-in -寿命試験 (1000H)
	ボンディングワイヤの開放	<ul style="list-style-type: none"> 該当 LNA 機能喪失 消費電力減少 (約 0.5W) 	<ul style="list-style-type: none"> 受信パターン劣化 	<ul style="list-style-type: none"> ウェイト設定コマンドにより、LNA を 1 系統ずつ選択して受信動作確認 	31 素子中 30 素子を用いて励振ウェイトを再設計することにより、影響最小化可能	---

表 2.1-1 LNA, LNA PS, FMEA (2/3)

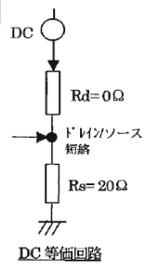
コンポ-ネット	故障モード/推定原因	故障の影響		故障検出方法	対策	是正対策
		サブシステムへの影響	ミッションへの影響			
LNA	FET ドレインソース間短絡  <p>DC 等価回路</p>	<ul style="list-style-type: none"> 該当 LNA 動作せず。 LNA 短絡時電流増加 (@200 mA) LNA の消費電力約 1 W 増加 (*) 消費電力増加: 影響なし 	<ul style="list-style-type: none"> 受信パターン劣化 	<ul style="list-style-type: none"> ウェイト設定コマンドにより、LNA を 1 系統ずつ選択して受信動作確認 	31 素子中 30 素子を用いて励振ウェイトを再設計することにより、影響最小化可能	--- (*) LNA 消費電力増加の影響について ・FET ドレインソース間の短絡時の電流は、ドレインとソース間の電流制限バイアス抵抗によってリミットされる。短絡時の電流は 200 mA 前後である。 ・LNA PS から負荷 (LNA) への供給電流上限は 3.2 A である。 ・LNA トータル 32 台の定常電流は 2.1 A であり、FET 短絡時の電流増加は LNA PS の動作上問題ない。
	FET ドレインソース間開放	<ul style="list-style-type: none"> 該当 LNA 機能喪失 	<ul style="list-style-type: none"> 受信パターン劣化 	<ul style="list-style-type: none"> ウェイト設定コマンドにより、LNA を 1 系統ずつ選択して受信動作確認 	31 素子中 30 素子を用いて励振ウェイトを再設計することにより、影響最小化可能	---

図 II - 2 - 9 LNA製造業者による故障モード影響解析(FMEA) (1/3)

ETS-8 用 LNA の短絡回路問題についての 製造メーカー/型名 の FMEA

- 1) 東芝殿向け 型名 LNA には 1200pF の RFI Solder, Capacitor(glass to metal feed thru)が使用されています。この Capacitor の仕様規格は別添いたします。
この 1200pF Capacitor の最大定格電流は 5 A です。ワースト・ケースとして、電源から Capacitor に 5 A 以上が流れ込んだ場合、短絡故障が起こり得ます。
この故障が発生する可能性はフィードスルーのメカニカルな不具合、即ちピン（端子）が接地してしまう様な事（誘電性の導体ワッシャーや導体に汚れが掛かり完全にグランドに短絡）が起こらない限り有り得ません。

他に発生しうる故障の可能性は誘電体破壊です。しかし、この Capacitor は定格動作電圧よりもはるかに低い条件で動作されますので、この誘電体破壊は考えにくい事と成ります。

- 2) LNA モジュールの FET が短絡故障した場合については、ドレインとソース間の電流のパスを想定しました。この短絡電流はドレインとソースの電流制限バイアス抵抗によってリミットが掛ります。ドレインとソース間の短絡回路時の等価回路は以下に示しました。FET が短絡する場合、電流は数 100mA 程度と、決して大量には流れません。多くの場合、FET の故障モードはゲート破壊で、電流は通常減少しこそすれ増加する事は有りません。

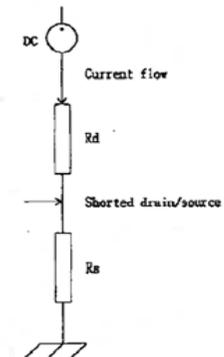


図 II - 2 - 9 LNA製造業者による故障モード影響解析(FMEA)(2/3)

LNAの故障回避として、MIL-STD-883に基づくClassSレベルの試験の実施状況

これらの故障回避策は、仕様要求(作業要求)としてLNA製造業者に課したものであり、それが実施されたことを受入れ時に納入文書パッケージで確認済み。

さらに、現地調査によって、実施を確認している(平成19年4月16日に確認)。

– Class S相当の品質要求、確認が実施されたことを確認。

①Precapは製造業者にて実施を確認。(全数実施)

②Constant Accelerationは、別手段として衝撃試験を実施しており、評価されている。

(MIL-STD-883/2001の代わりにMIL-STD-883/2002にて全数実施を要求)

③Burn in試験は240時間を要求し、実施を確認。(全数実施)

④寿命試験1000Hは、試験データで実施が確認。(ロットで実施)

⑤シール構造は、気密試験を要求、実施を確認。(全数実施)

図Ⅱ-2-9 MIL-STDの試験項目及び試験結果(3/3)

LNA内の導電性異物による短絡

膜回路基板のパターンが金リボンで短絡した場合を模擬して短絡抵抗値を測定した。

その結果、最小抵抗値は約40mΩを示した。これは、膜回路を構成する薄膜(金)の抵抗値が主と思われる。

また、特に圧力を加えない状態では約0.2Ω～約0.3Ω、あるいはそれ以上の抵抗値を示した。

膜回路基板の全体と金リボンの概型を図1に示す。金リボンのサイズは一辺が約0.8mmの三角おむすび型。

短絡抵抗値(測定結果):

- ①金リボンを膜回路パターン間に置く(図2): 約290mΩ～開放(接触不良)
- ②軽く押さえつけた場合: 最小で 38.6mΩ
- ③押さえつけを外すと(図3): 約185mΩ

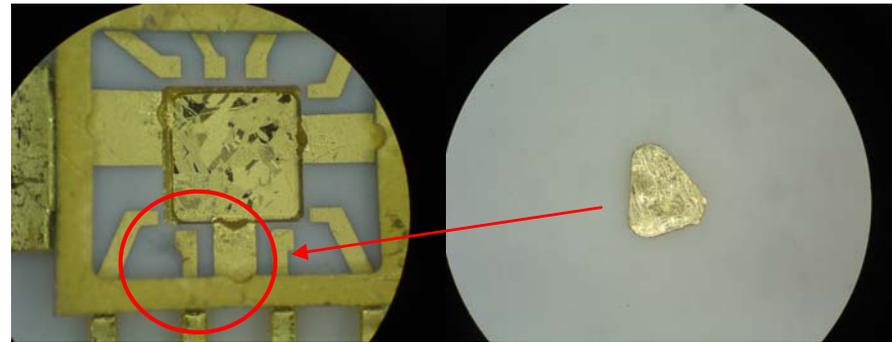


図1 基板と金リボン概形

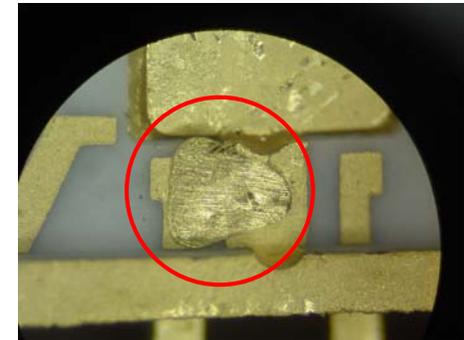


図2 パターン間に置いた場合

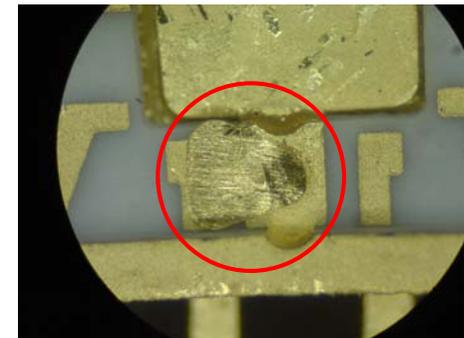
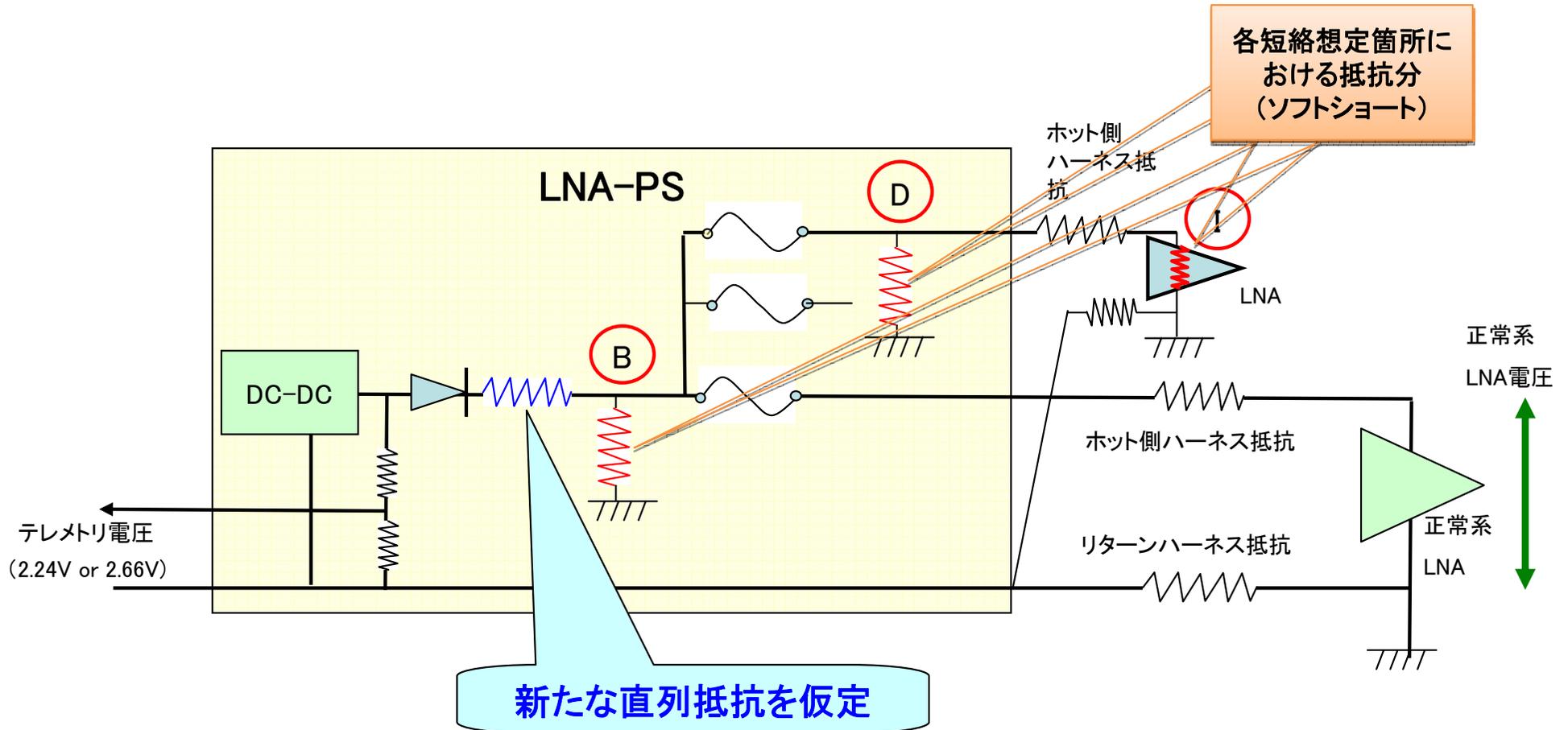


図3 押さえつけを外した場合

電源系の等価回路と仮定した直列抵抗

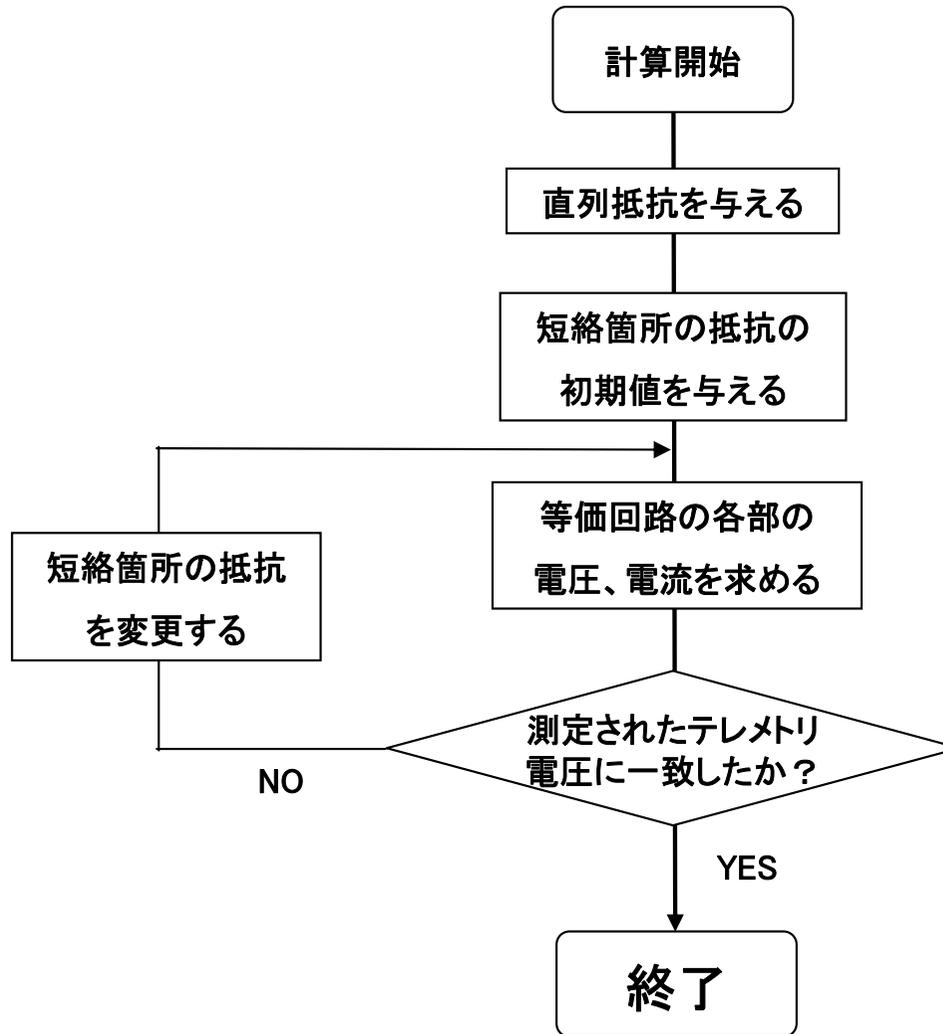


直接抵抗が生じると思われる例

- ダイオード付近で接触不良があり、抵抗成分が生じる。
- DC/DCコンバータ回路に、これまで想定していなかった抵抗成分がある。
- リターン経路の抵抗分が想定よりも高い。

図 II - 2 - 11 検討に用いた等価回路と計算フロー (1/2)

直列抵抗を仮定したときの 各部の電圧・電流を求める計算フロー

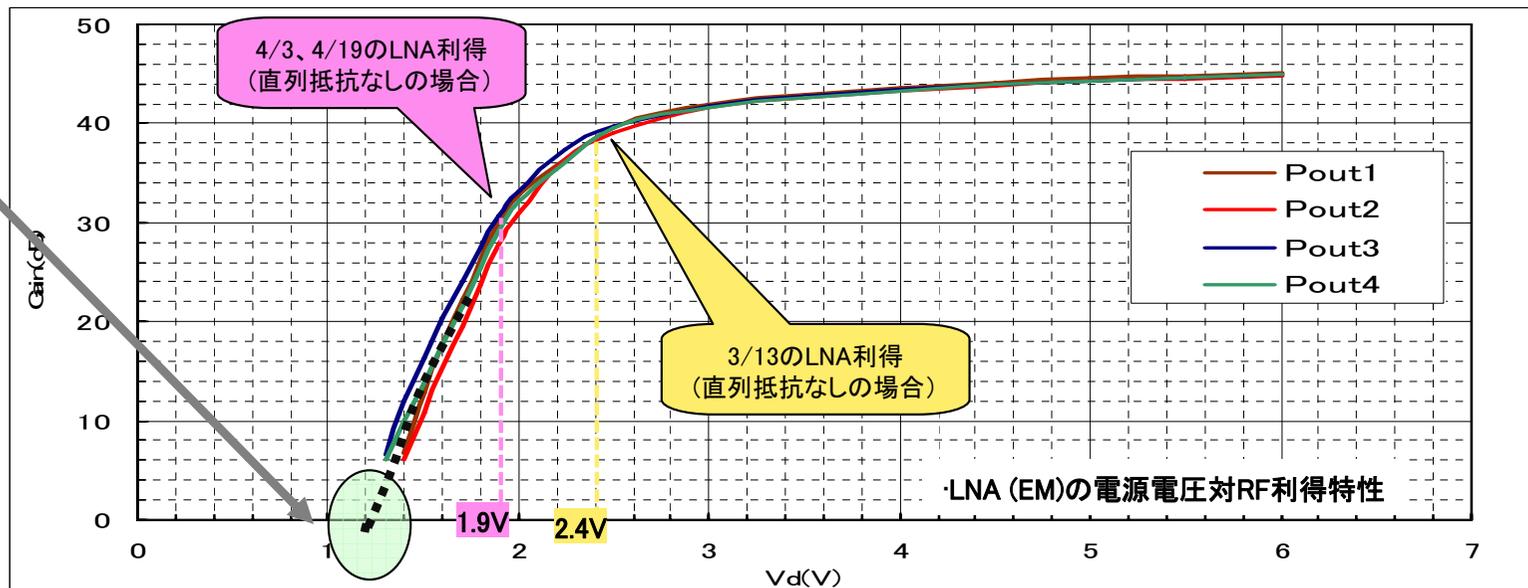


図Ⅱ-2-11 検討に用いた等価回路と計算フロー (2/2)

0.2オーム程度の直列抵抗成分を考慮するとLNA利得低下を説明できる

は、導出されたLNA利得が試験結果と合致しないため、ありえないケース

は、計算上のテレメトリ電圧が測定結果と合致しないため、ありえないケース



テレメトリ電圧を拘束条件とした時の解析値(LNA電圧、ヒューズ電流、短絡抵抗)

計算フローは、図Ⅱ-2-11参照

直列抵抗値		テレメトリ電圧が2.24Vの時 (4/3, 4/19)			テレメトリ電圧が2.66Vの時 (3/13)		
		なし(0Ω)	0.2Ω	0.4Ω	なし(0Ω)	0.2Ω	0.4Ω
LNA電圧 (V) (TLM: 計算上の最小 テレメトリ電圧)	短絡箇所 B	1.9 V	1.0 V	0.3 V	2.4 V	1.6 V	0.9 V
	短絡箇所 D	1.8 V	1.0 V	— (TLM:2.4V)	2.4 V	1.6 V	0.9 V
	短絡箇所 I	1.9 V	— (TLM:2.8V)	— (TLM:3.3V)	2.4 V	— (TLM:2.8V)	— (TLM:3.3V)
ヒューズ電流 (A)	短絡箇所 B	—	—	—	—	—	—
	短絡箇所 D	2.3 A	2.5 A	—	2.1 A	2.2 A	2.5 A
	短絡箇所 I	2.2A	—	—	2.1 A	—	—
短絡した箇所の抵抗 (Ω)	短絡箇所 B	0.8 Ω	0.4 Ω	0.1 Ω	1.2 Ω	0.8 Ω	0.4 Ω
	短絡箇所 D	0.6 Ω	0.2 Ω	—	1.0 Ω	0.6 Ω	0.2 Ω
	短絡箇所 I	0 Ω	—	—	0.3 Ω	—	—

図Ⅱ-2-12 検討結果 (1/2)

直列抵抗を仮定したときのLNA電圧(一覧)

テレメトリ電圧を拘束条件とした時の各短絡箇所に対するLNA電圧の解析値

直列抵抗値	テレメトリ電圧が2.24Vの時			テレメトリ電圧が2.66Vの時		
	なし(0Ω)	0.2Ω	0.4Ω	なし(0Ω)	0.2Ω	0.4Ω
短絡箇所 A (DCDC出力)	1.9 V	1.1 V	0.3 V	2.4 V	1.7 V	0.9 V
短絡箇所 B (ダイオード出力)	1.9 V	1.1 V	0.3 V	2.4 V	1.7 V	0.9 V
短絡箇所 C (ヒューズ手前)	1.8 V	1.0 V	0.3V	2.4 V	1.6 V	0.9 V
短絡箇所 D (ヒューズの後)	1.8 V	1.0 V	— (TLM:2.4V)	2.4 V	1.6 V	0.9 V
短絡箇所 F (LNA-PSコネクタ付近)	1.8 V	1.0 V	— (TLM:2.4V)	2.4 V	1.6 V	0.9 V
短絡箇所 G (衛星構体コネクタ付近)	1.8 V	1.0 V	— (TLM:2.6V)	2.4 V	1.6 V	0.9 V
短絡箇所 H (給電ユニットコネクタ付近)	1.8 V	— (TLM:2.6V)	— (TLM:3.1V)	2.4 V	1.6 V	— (TLM:3.1 V)
短絡箇所 I (LNA内)	1.9 V	— (TLM:2.8V)	— (TLM:3.3V)	2.4 V	— (TLM:2.8V)	— (TLM:3.3V)

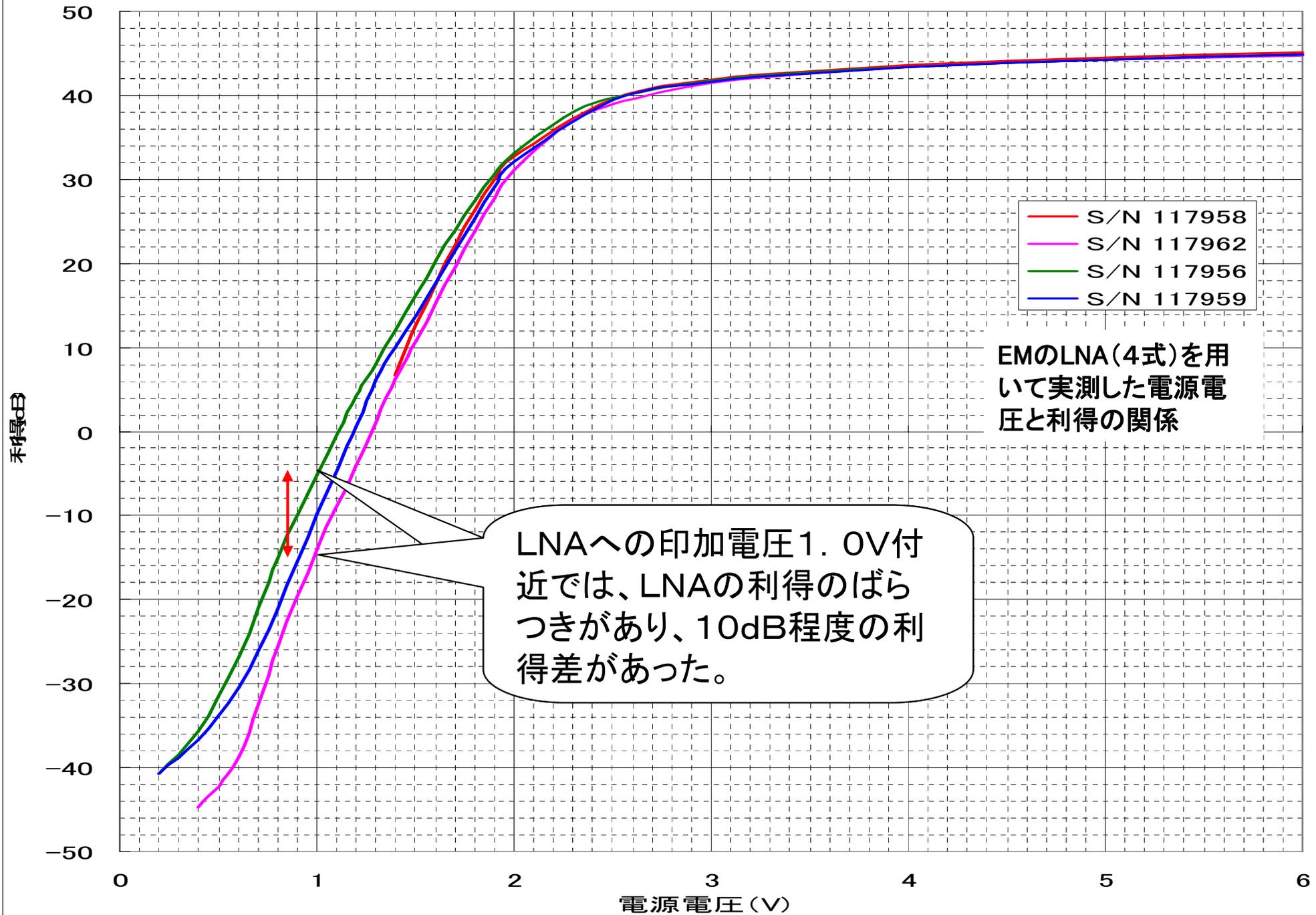
 は、今回の状況をうまく説明できるケース

 は、導出されたLNA利得が試験結果と合致しないため、ありえないケース

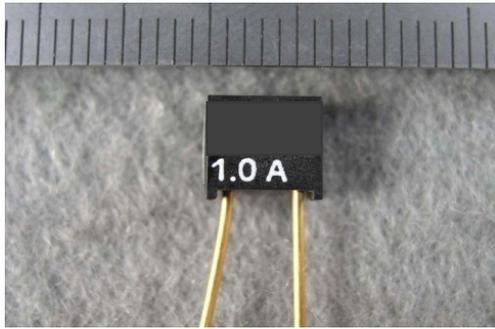
 は、計算上のテレメトリ電圧が測定結果と合致しないため、ありえないケース

図Ⅱ-2-12 検討結果 (2/2)

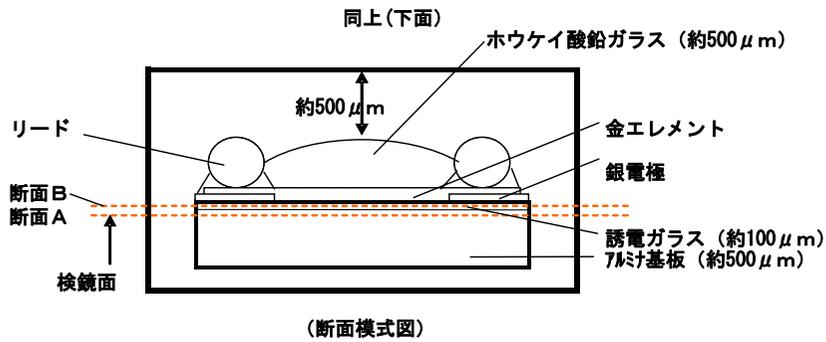
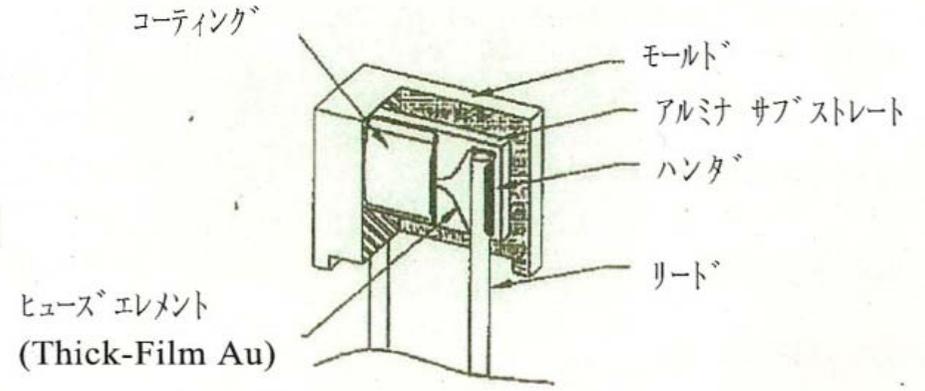
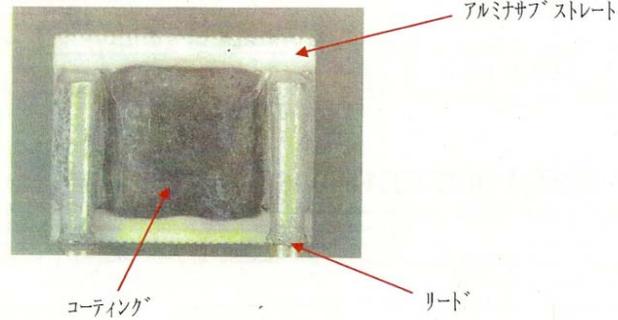
電源電圧対利得特性



図Ⅱ-2-13 LNAの印加電圧と利得の測定結果



ヒューズの形状

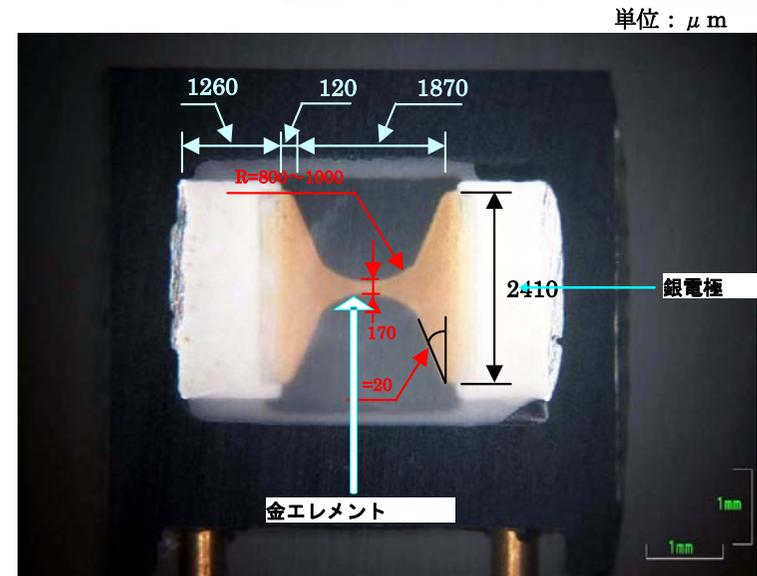


ヒューズの構造

(リード線側から見た図)

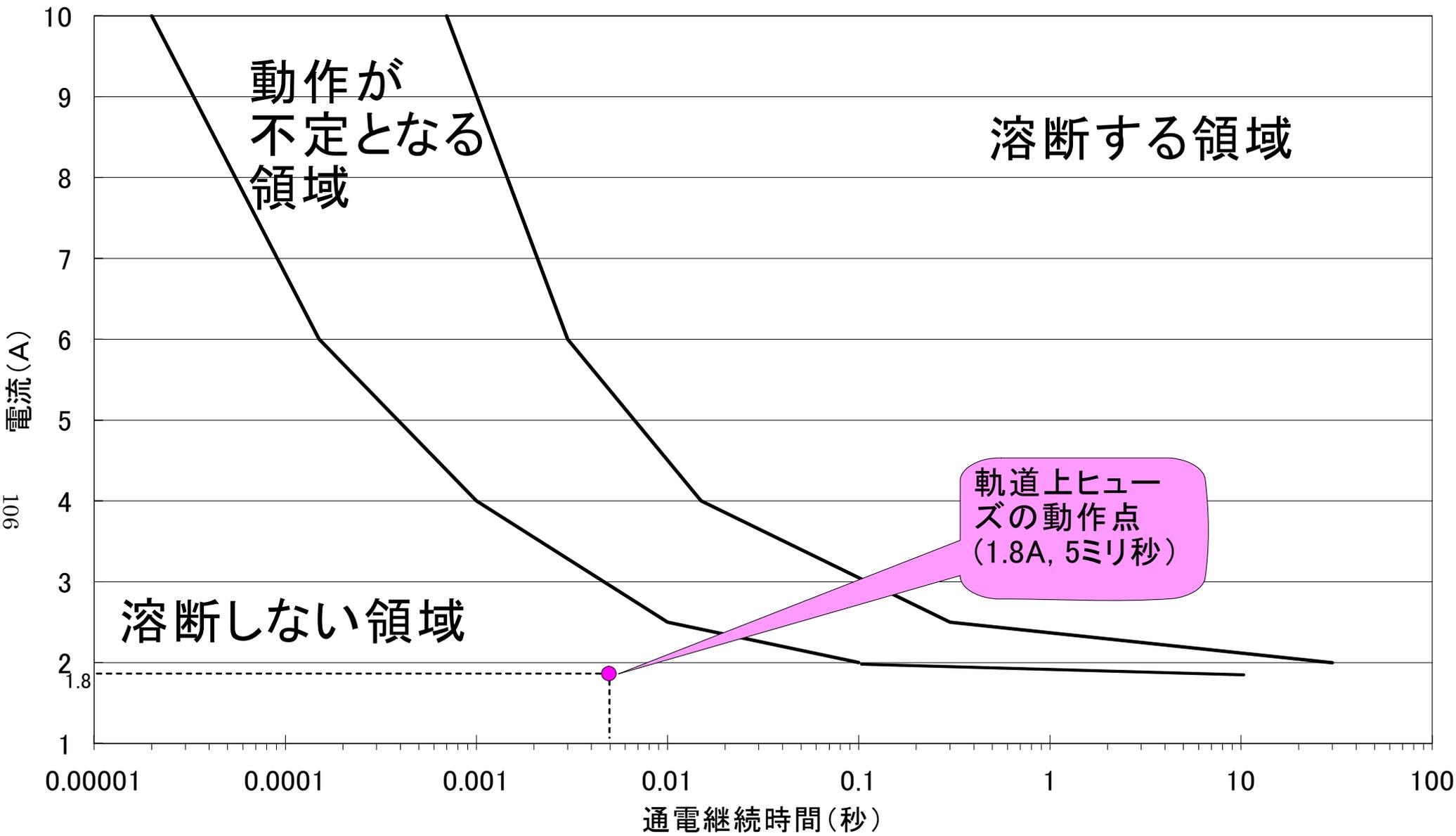
- 金の厚膜パターンを樹脂でモールド(厚膜全固体化タイプ)
- 過大電流により金厚膜パターンが溶融して回路断
- 定格電流は1A
- 通常時のヒューズ電流は0.26A、ディレーティングは45%以下

ヒューズの断面



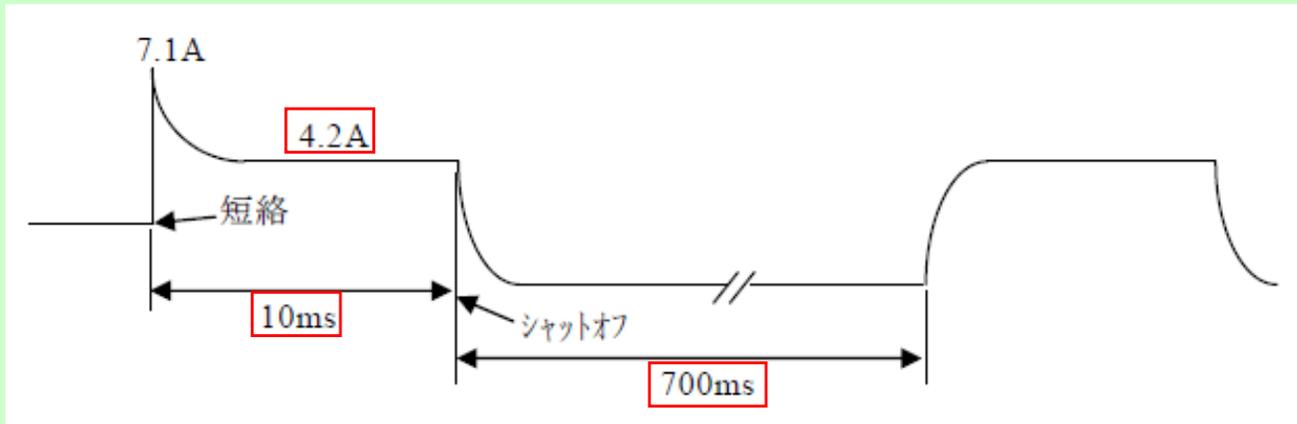
ヒューズの構造

図 II - 3 - 1 LNA-PS内のヒューズの断面図及び構造

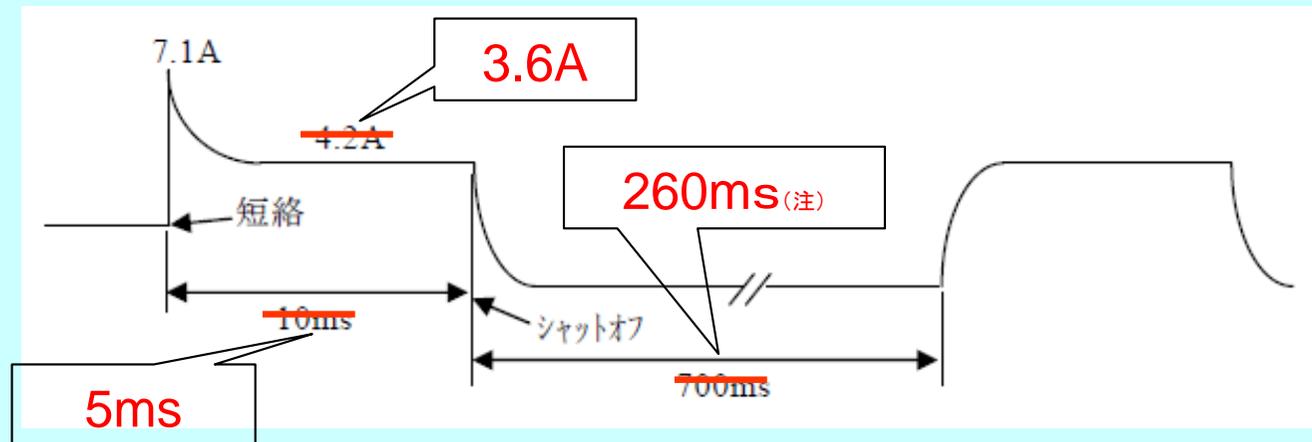


なお、図の中の各領域は、通電が継続する条件下での電流に対する特性。

図Ⅱ-3-2 ヒューズの溶断特性



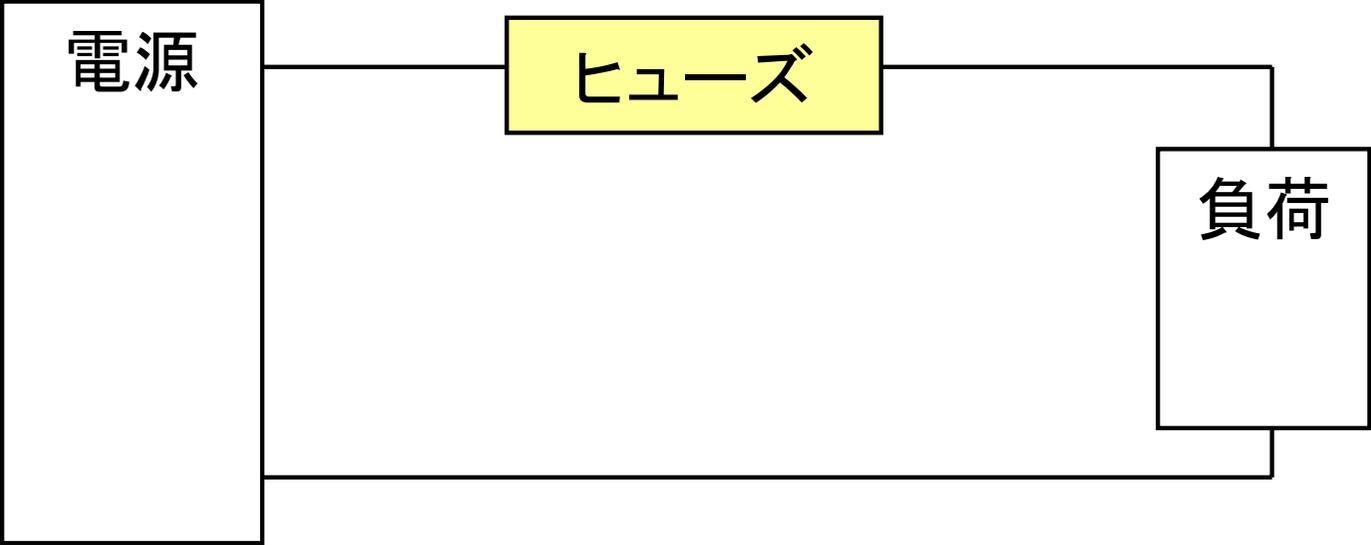
設計時に想定されていた
過電流保護機能の動作



軌道上機器のテレメトリ
結果等より確認された
過電流保護機能の動作

(注) 負荷状態により160msが混在する場合がある。

図 II - 3 - 3 過電流保護機能の動作について

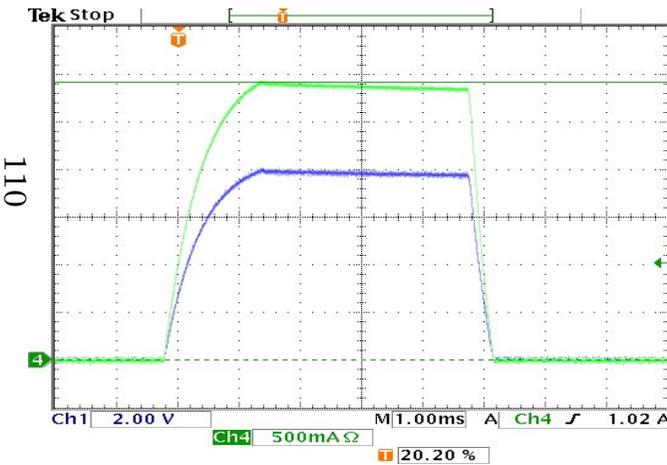
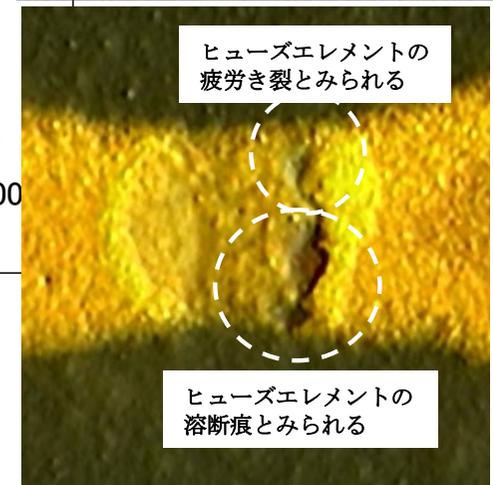
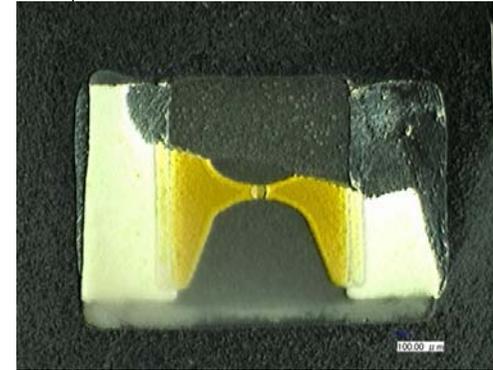
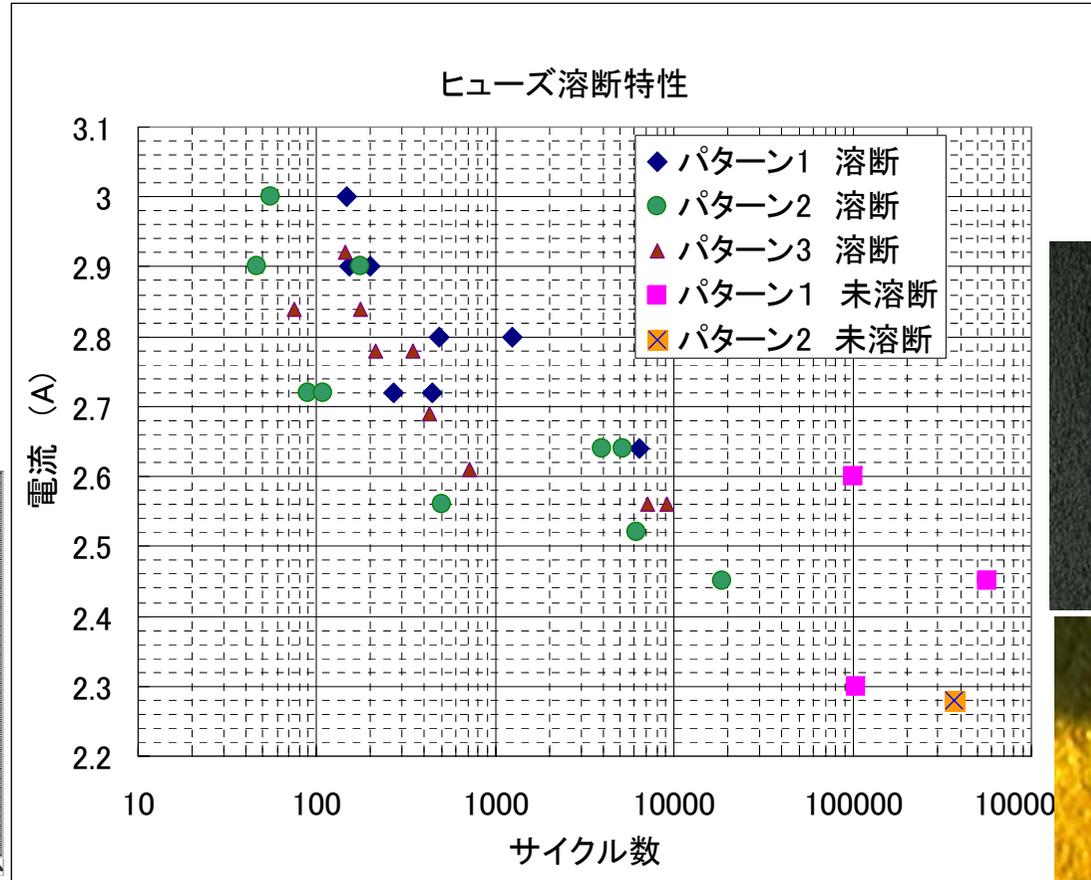


図Ⅱ-3-5 ヒューズ単体試験の構成図

パルス波形、ヒューズ温度環境について条件設定を行い、地上溶断実験を実施した。

溶断条件設定

	ヒューズ温度	電源パルス波形
パターン1	常温	矩形波
パターン2	40°C	矩形波
パターン3	40°C	実機模擬



実機を模擬した電源パルス波形

ヒューズ溶断試験実施状況

断線
 パルス回数・・・6422
 (2.64A、5msパルス幅)

図 II - 3 - 6 パルス電流繰り返し印加時のヒューズ溶断に関わる地上での単体実験

【ETS-Ⅷ端末装置の主な諸元】

・S帯携帯型送受信装置(HS(携帯)型装置)

項目	内容
寸法・重量	W58×D170×H37.5mm/ 約390g
周波数	送信：2,655.5～2,658MHz 受信：2,500.5～2,503MHz
偏波	送受信とも左旋円偏波
変調方式	BPSK
誤り訂正方式	畳み込み符号・ビタビ符号
音声符号化	PSI-CELP (5.6kbps)
送信出力	1.12W以上
アンテナ利得	衛星方向±45°以内で1dBi以上
伝送レート	8kbps
貸与可能台数	5台
製作	NICT



図IV-1-1 移動体通信実験に用いる端末の概要 (1/4)

・S帯携帯型送受信装置(PDA(非携帯)型装置)

項目	内容
寸法・重量	W105×D185×H45mm／約680g
周波数	送信：2,655.5～2,658MHz 受信：2,500.5～2,503MHz
偏波	送受信とも左旋円偏波
変調方式	BPSK
誤り訂正方式	畳み込み符号・ビタビ符号
音声符号化	PSI-CELP(5.6kbps)
送信出力	1.12W以上
アンテナ利得	衛星方向±45°以内で1dBi以上
伝送レート	8kbps
貸与可能台数	3台
製作	NICT



図IV-1-1 移動体通信実験に用いる端末の概要 (2/4)

・ E T S -Ⅷ利用実験ポータブル端末

項目	内容
寸法・重量	W 2 8 5 × D 3 7 4 × H 1 2 5 mm / 約 8 . 2 k g
周波数	送信 : 2 , 6 5 5 . 5 ~ 2 , 6 5 8 M H z 受信 : 2 , 5 0 0 . 5 ~ 2 , 5 0 3 M H z
偏波	送受信とも左旋円偏波
変調方式	$\pi/4$ S h i f t Q P S K
誤り訂正方式	畳み込み符号・ビタビ符号
G/T	- 1 0 . 9 d B / K (内蔵アンテナ使用時)
E I R P	2 0 . 6 d B W (内蔵アンテナ使用時)
電源	A C 1 0 0 V 駆動 (オプションでカーバッテリーからの変換器有り)
伝送レート	6 4 / 1 2 8 / 3 8 4 / 5 1 2 k b p s (内蔵アンテナ使用時) 7 6 8 k b p s (外部アンテナ 7 5 c m ϕ 折畳式使用時) 1 . 5 M b p s (外部アンテナ 1 . 2 m ϕ 径使用時)
外部インターフェイス	1 4 0 M H z I F 入出力 (O B P , O P S 用)、アンテナ端子 (外部アンテナ用)、L N A 出力 (受信電力モニタ用)、外部機器とは E t h e r n e t で接続
貸与可能台数	8 台
製作	J A X A



図IV-1-1 移動体通信実験に用いる端末の概要 (3/4)

超小型携帯通信端末



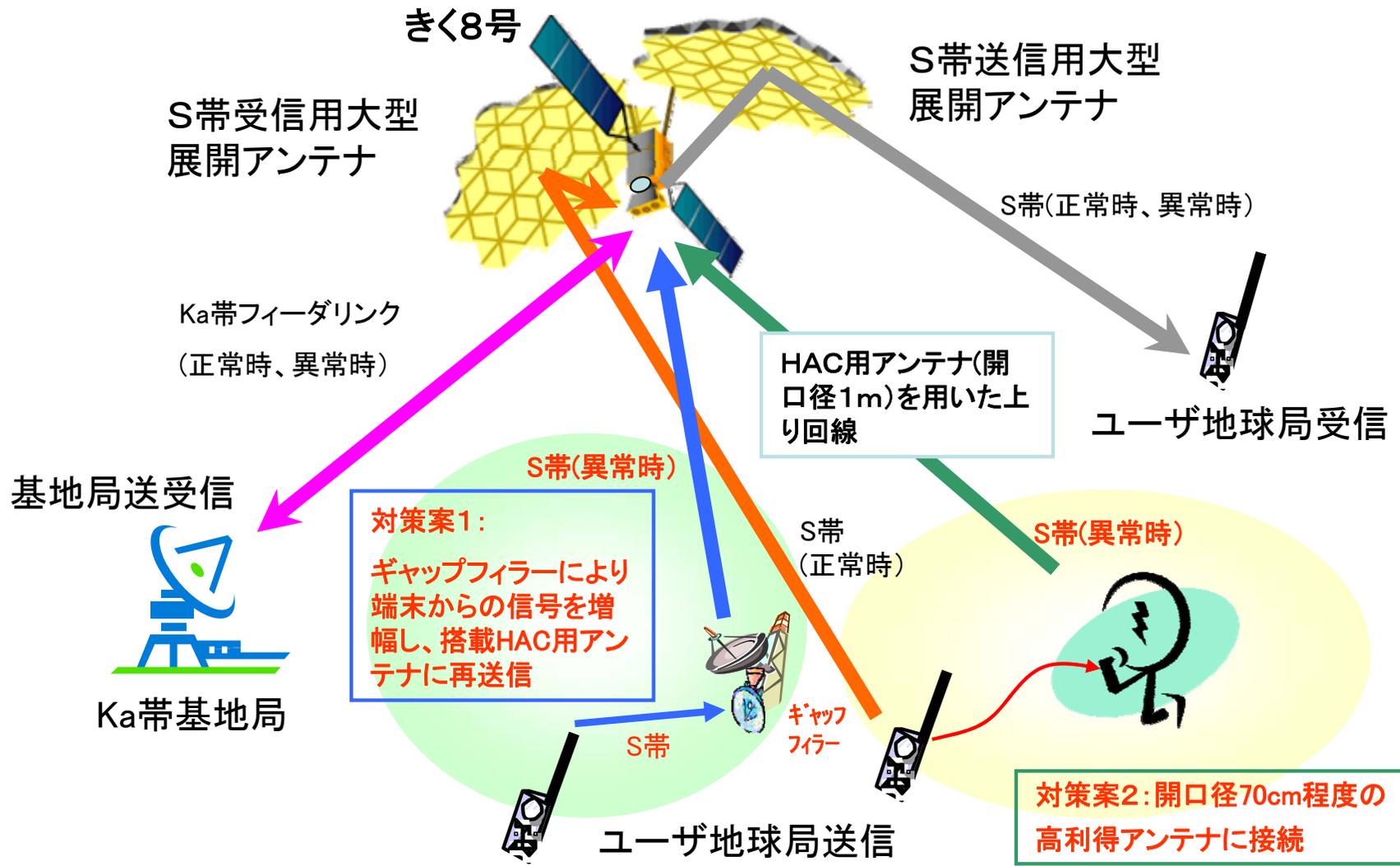
重量	約400g
サイズ	D28.5 × W78 × H216.5 (mm)
台数	100台(予定)
周波数	端末送信: 2655.5~2656.8MHzで50kHz間隔 端末受信: 2502.0~2503.0MHz 基地局送信: 2657.0~2658.0MHz 基地局受信: 2500.5~2501.8MHzで50kHz間隔
変調方式	PSK
情報レート	端末送信: 50(基本)、400bps 基地局送信: 1.6kbps(制御情報、データ)、12.8kbps(データ)
誤り訂正方式	畳み込み符号化・ビタビ復号
端末EIRP	-10dBW(送信電力0.1W 想定)
端末G/T	-30dB/K
RFIDチップ	13.56MHz(短波帯) / 2.45GHz(マイクロ波帯)
GPSレシーバー	市販品と同等

図IV-1-1 移動体通信実験に用いる端末の概要 (4/4)

表Ⅳ－１－１ 今後の実験計画への影響
(基本実験について)

実験担当機関	項目	概要	①受信系全損の場合の影響	②32台中4台のLNAのみ使用不可の場合の影響 ^{(*)3}
JAXA	移動体通信実験	大型展開アンテナ評価 搭載機器評価	受信系大型展開アンテナの性能評価ができない。	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	展開ラジエータ、宇宙環境計測等の衛星バス軌道上評価実験	影響なし	影響なし
	超小型携帯通信 端末通信実験	超小型端末を用いた通信実験	移動体端末からの送信は高利得アンテナを接続して使用するか、ギャップファイラを経由させる。(衛星側の受信はS帯HAC ^{(*)2} 用アンテナまたはKa帯フィーダリンク用アンテナで行うことを検討している。)	ほとんど影響なし
NICT	移動体通信用 搭載機器実験	給電部、BFN ^{(*)1} 、搭載交換機等の搭載機器の軌道上評価	<ul style="list-style-type: none"> 大型展開アンテナ給電部受信系の性能評価ができない。 送信アンテナ給電部及び他の通信機器の軌道上評価は可能(衛星側の受信は、Ka帯フィーダリンクとS帯HAC用アンテナまたはKa帯フィーダリンク用アンテナで行うことを検討している。) 	影響なし
	移動体通信実験	携帯端末、車載局、可搬局等を用いた移動体衛星通信実験、同報通信実験	<ul style="list-style-type: none"> 移動体端末からの送信は高利得アンテナを接続して使用するか、ギャップファイラを経由させる。(衛星側の受信はS帯HAC用アンテナで行う) 同報通信実験には影響なし。 	ほとんど影響なし
	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
NTT	BFN軌道上評価実験	BFNの評価	受信系BFNの性能評価ができない。	影響なし

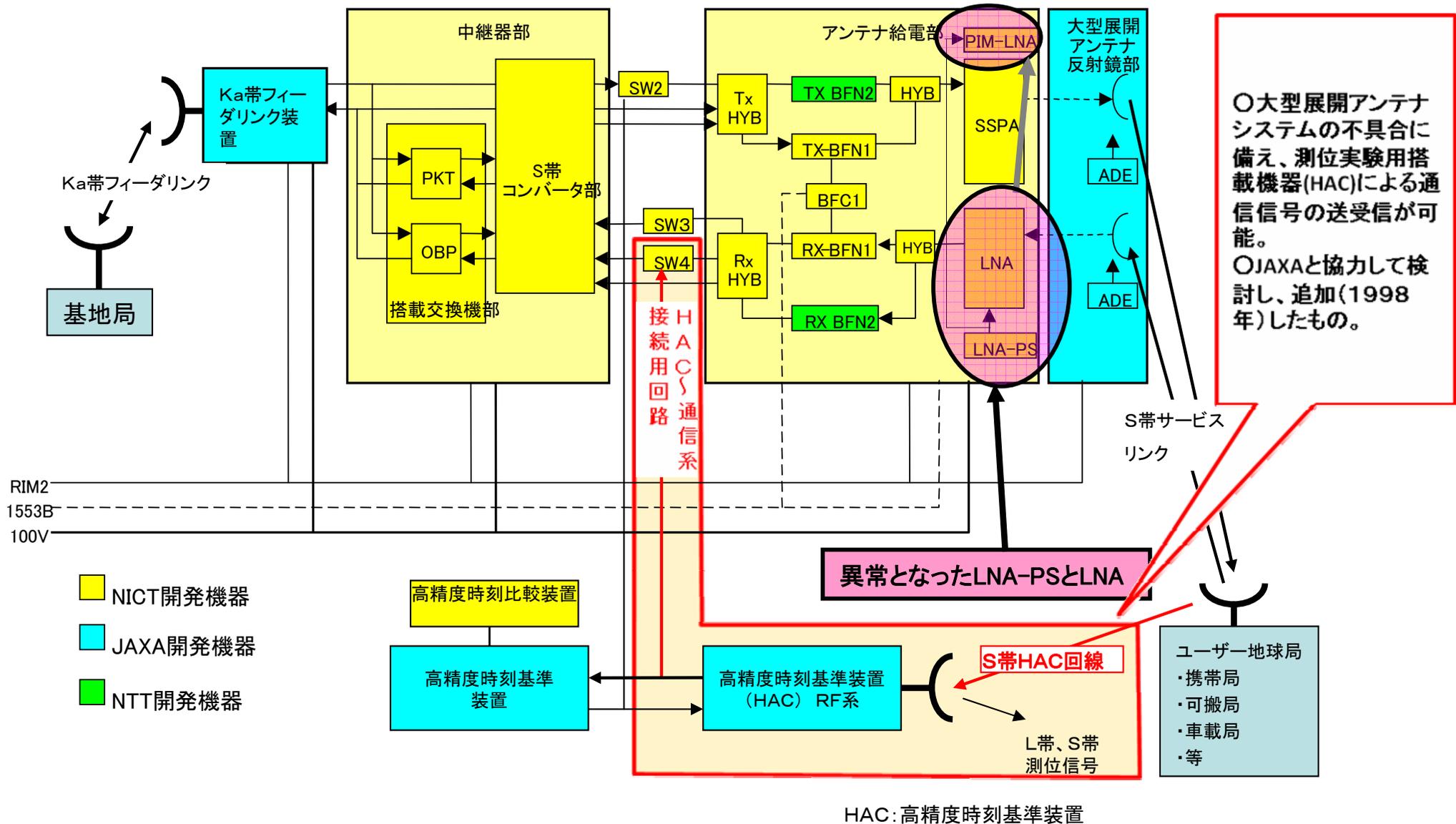
*1 BFN:ビーム形成回路、*2 HAC:高精度時刻基準装置、*3 LNA 4台が使用不可の場合、受信大型展開アンテナ利得は1dB程度低下する。



大型展開アンテナ及び高精度時刻基準装置(HAC)受信系を用いた衛星通信実験回線構成

図IV-1-2 ギャップフィルター等による実験の概要 1/2

測位実験用システム機器を利用した バックアップについて



図IV-1-2 ギャップフィルラ等による実験の概要 2/2