
技術試験衛星VIII型(ETS-VIII:きく8号) 通信系ミッション機器の異常に係る現状について

平成19年3月14日

独立行政法人 情報通信研究機構

目次

1. 概要
2. 異常発生の原因
3. 短絡箇所を検討
4. 実験計画に対する影響
5. 作業方針

1. 概要

- 軌道上で低雑音増幅器(LNA)用電源が安定してON状態にならないのは電源とLNAとの間で短絡故障が生じているためと推定している。
- 短絡箇所は電源内に含まれるヒューズ以降の可能性が高いと考えられるが詳細な場所は特定に至っておらず現在も調査を継続中。
- 短絡の原因は現在のところ解明に至っておらず現在も調査を継続中。

2. 異常発生の原因

- 故障の木解析(FTA)を実施した結果、今回の異常の原因が短絡の可能性が高いことがわかった。
- 短絡の原因については、配線の接触や異物による接触などの可能性が考えられるが、現在のところ原因の解明には至っておらず現在も調査を継続中。

PIM: **P**assive **I**nter-**M**odulation



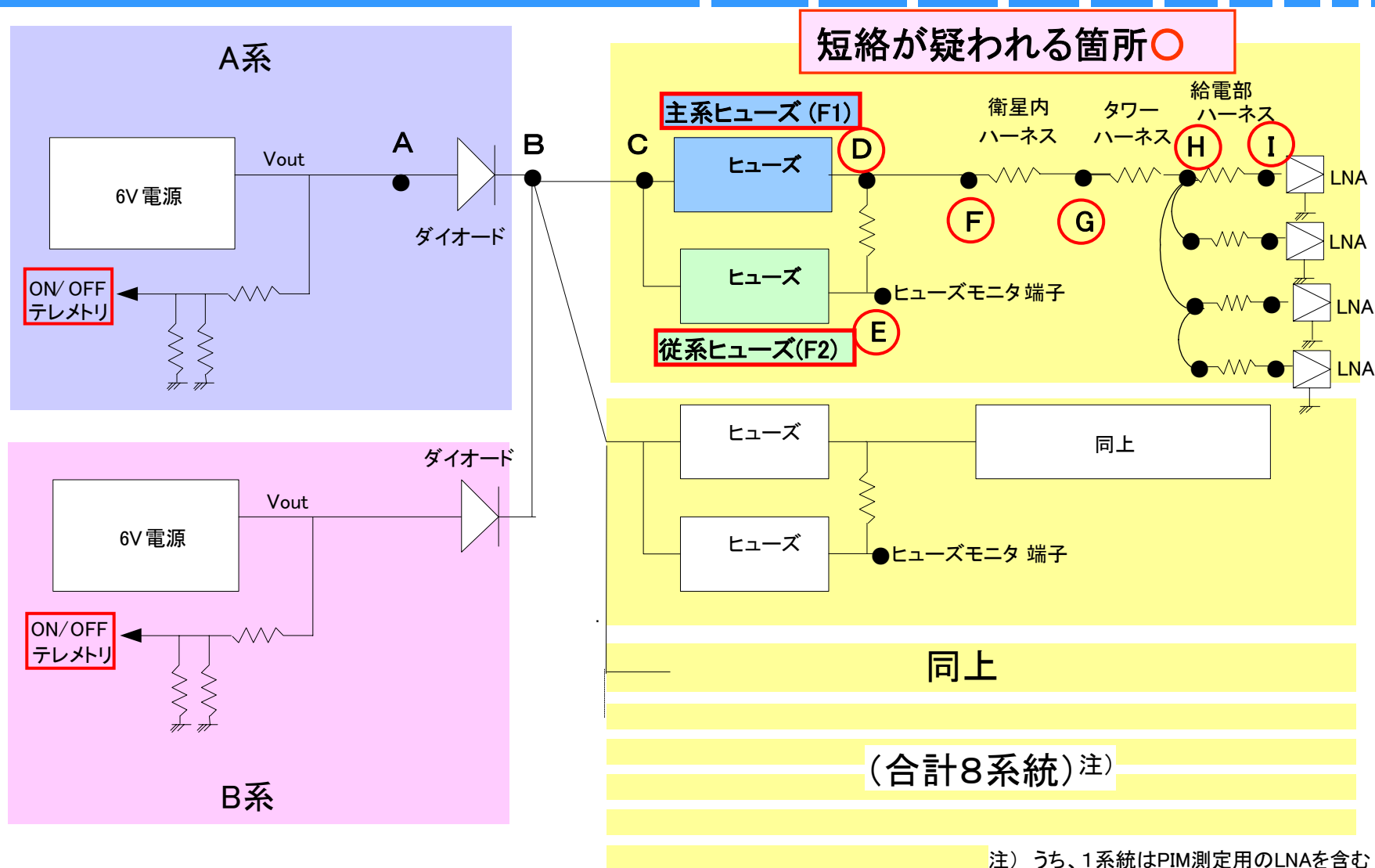
3. 短絡箇所を検討

■ 短絡箇所については、

- 詳細なテレメトリデータによる軌道上の電源系統の電圧実測
- 地上からのSバンド送信波に対する受信レベルの測定
- 電源系統の等価回路および搭載機器を模擬した地上試験

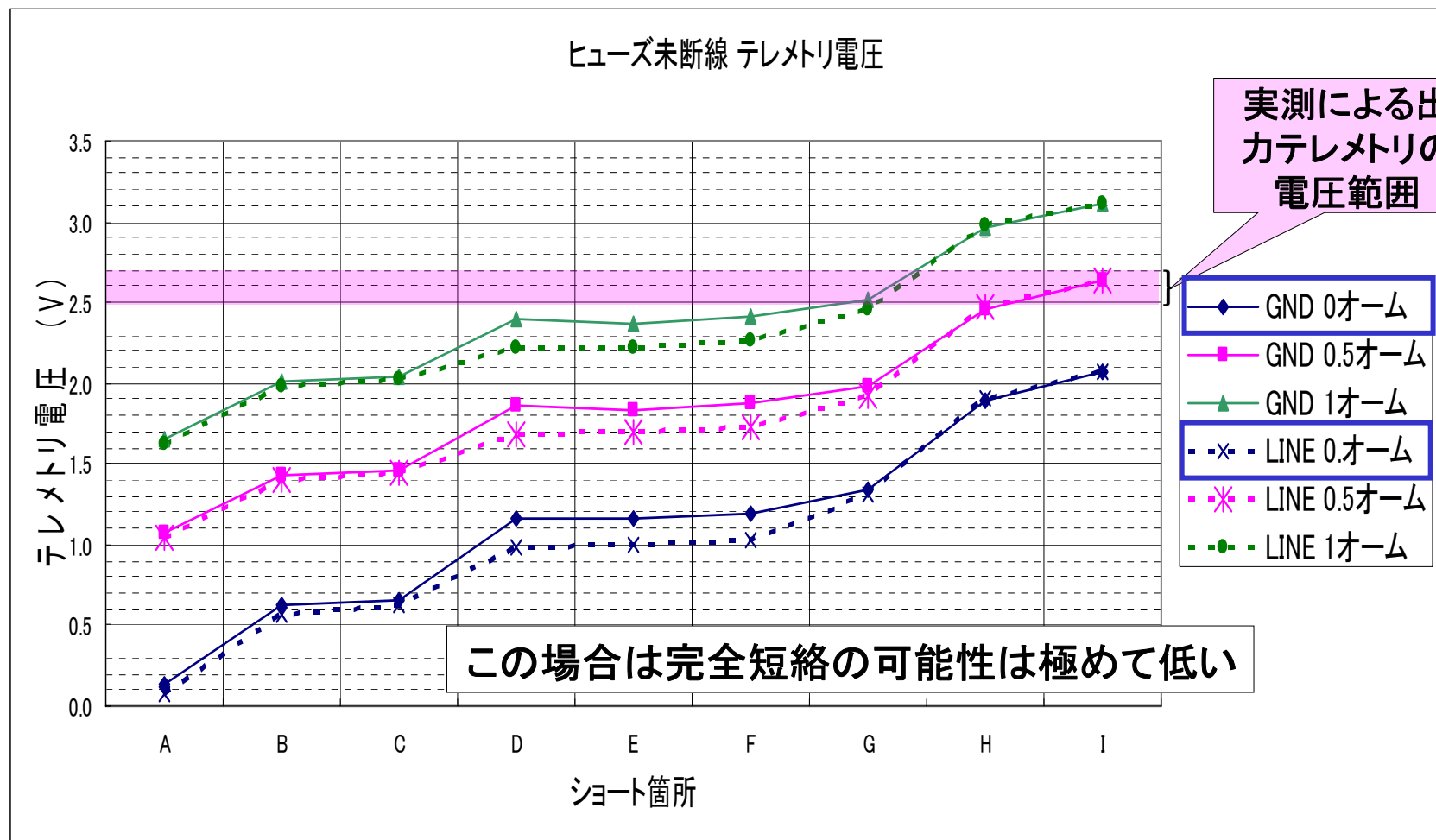
などの検討から、可能性のある箇所についてある程度絞り込みを行っているが、特定には至っておらず現在も調査を継続中。

電源系統の等価回路と短絡故障が疑われる箇所

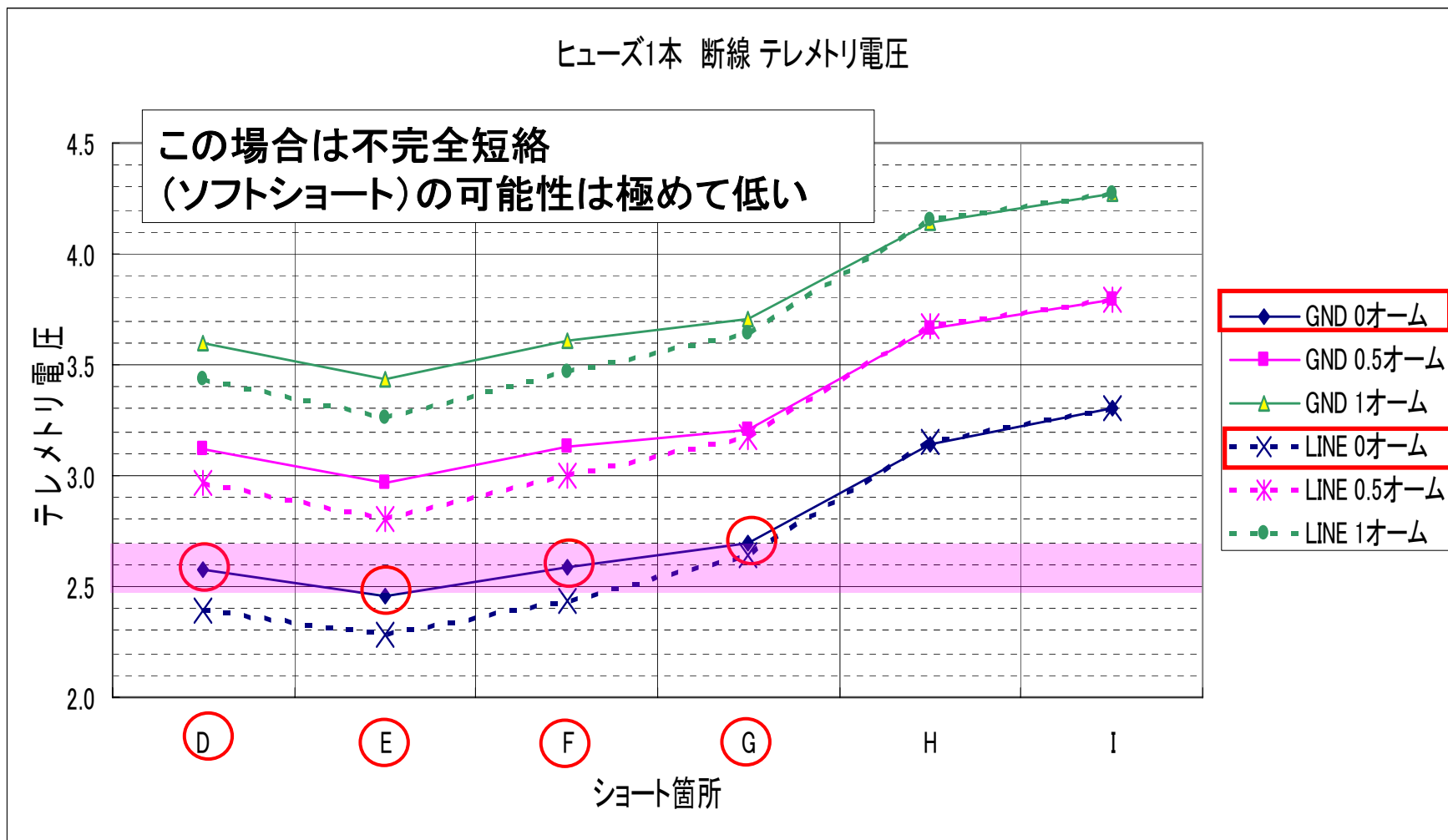


注) うち、1系統はPIM測定用のLNAを含む

短絡箇所の推定(1) (ヒューズF1、F2ともまだ断線していない場合)



短絡箇所の推定(2) (既にヒューズF1が断線している場合)



4. 実験計画に対する影響

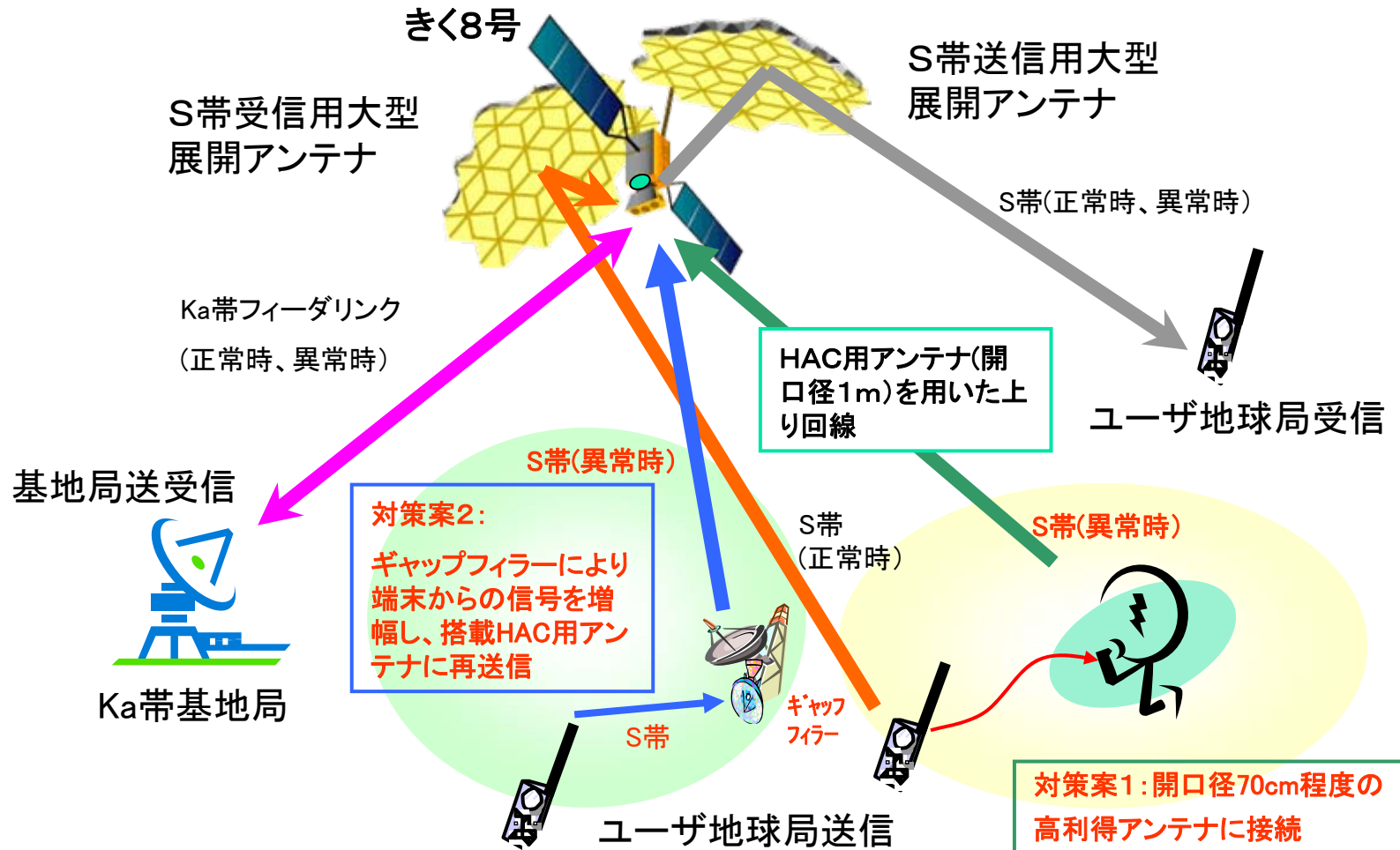
- 受信部の不具合として「受信系全損」および「32台中4台のLNAのみ使用不可」の場合を想定。
- 受信系全損の場合、地上の携帯端末による実験は端末に外付けのアンテナを接続する等の必要が生じ、影響大。
- 32台中4台のLNAの損失の場合、残りの28台ですべての実験が可能であり、影響は限定的。
- 全損の場合でも、ギャップフィラーと呼ばれる地上設置中継装置を準備することにより、携帯端末での実験が可能。
(実施場所の制約あり。)
- 測位実験、時刻比較実験およびバス実験には影響はない。

基本実験への影響評価

実験担当機関	項目	概要	受信系全損の場合の影響	32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、ギャップファイラーを経由させる。(衛星側の受信はS帯HAC ^(※2) 用アンテナで行なう)	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用アンテナで行なう) 	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、ギャップファイラーを経由させる。(衛星側の受信はS帯HAC用アンテナで行なう) 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

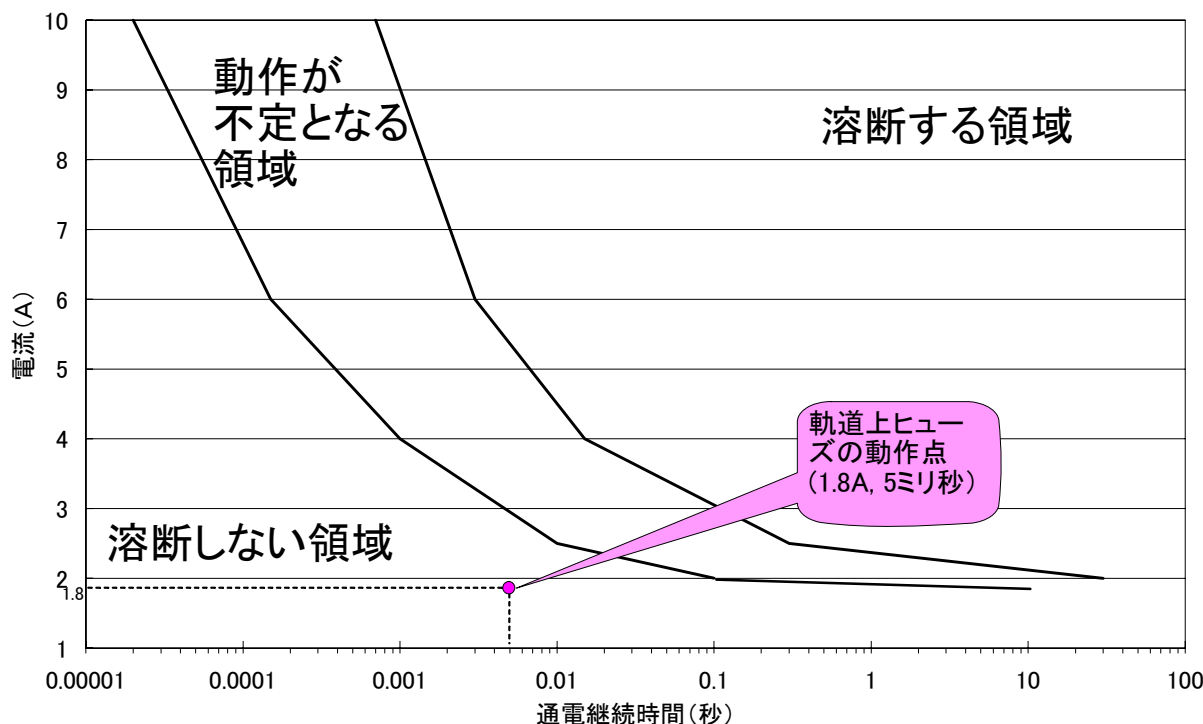


5. 作業方針

- 短絡の原因究明と短絡箇所の検討
 - 軌道上の状態の変化を調査しつつ、引き続き外部委員など専門家の意見も踏まえ、検討を実施。
- 機能復旧に向けた作業
 - 異物等の接触要因の排除やヒューズを溶断して故障系統を分離するための条件の解明など、地上試験を行いつつ、復旧に向けた対策について検討。
 - 機能復旧に向けた調査や対策を実施。
- 基本実験の実施
 - 今回の不具合の影響を受けない通信系ミッションの基本実験については、JAXAとも協議した上で、できるだけ計画通り実施。

ヒューズの溶断特性

- 詳細なテレメトリデータ(デュエルモードテレメトリデータ)と衛星上の機器を模擬した等価回路からヒューズに流れる電流の推定をした結果、ヒューズの動作点は単一パルスでは溶断しない領域と推定される。
- 繰り返しパルスやヒューズ温度上昇等による溶断の可能性を検討中。



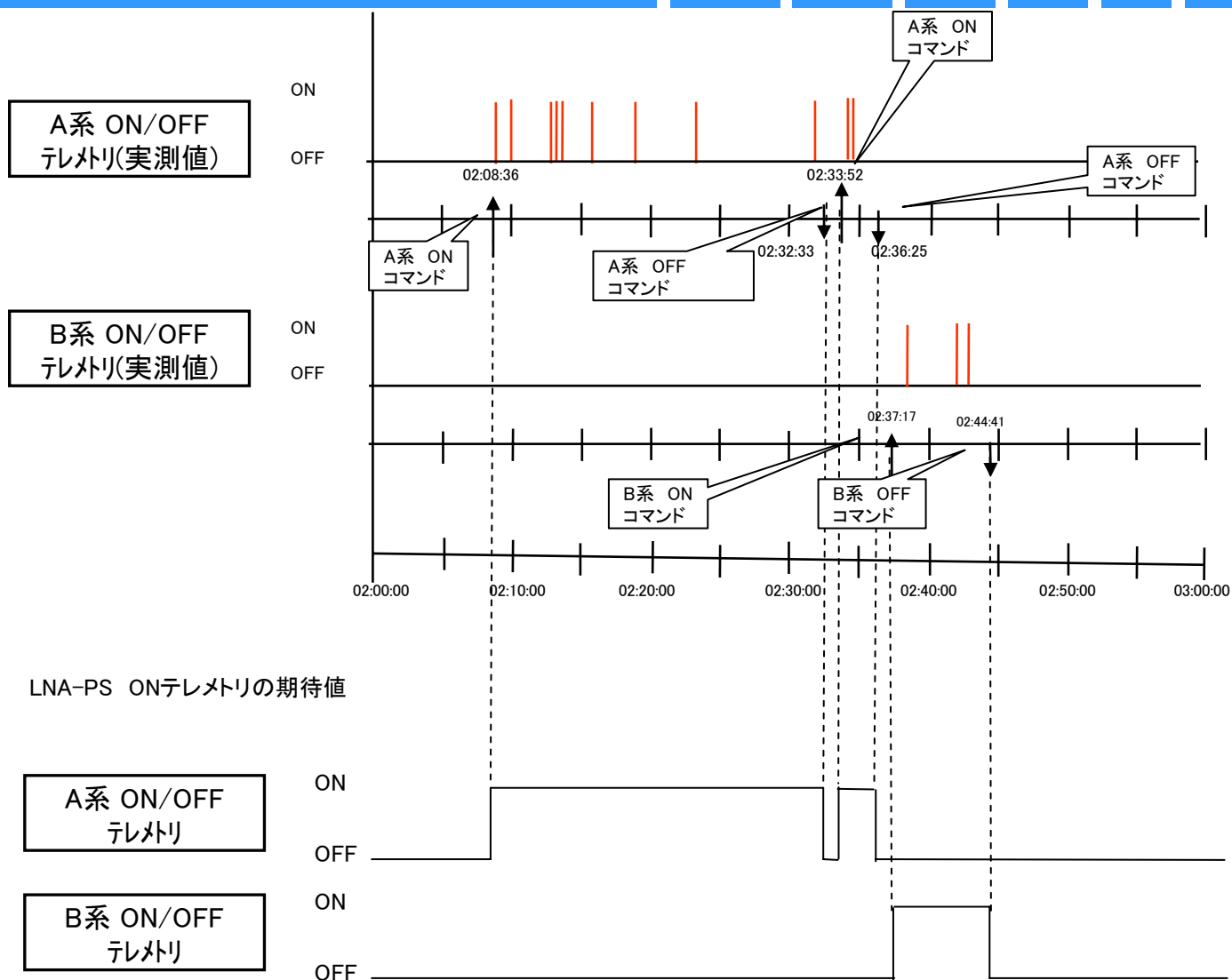
注) 図の中の各領域は、通電が継続する条件下での電流に対する特性。

参 考

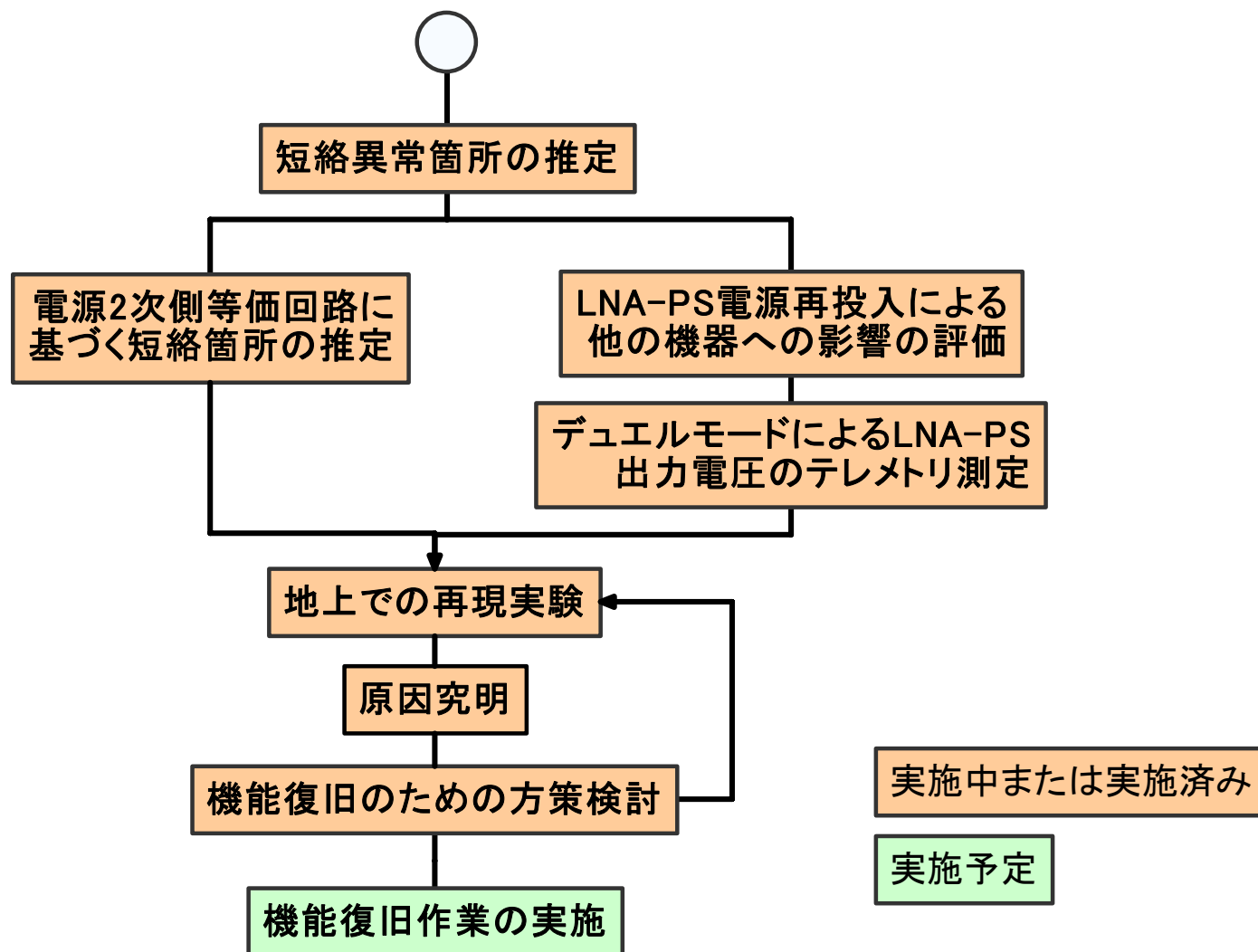
異常が確認された時の状況

- 「きく8号」の初期機能確認作業(1月30日)において、移動体通信ミッションに用いる搭載機器のうち、NICTの搭載機器である大型展開アンテナ給電部受信系の低雑音増幅器(LNA)用電源(LNA-PS)のテレメトリデータに異常が発生。
- LNA-PSのA系統(内部冗長)の電源を投入する試験において、電源ONコマンドを送信後、衛星からの確認信号となるテレメトリがON状態を安定して示さない事象が発生。
- LNA-PSの内部冗長であるB系統に切り替えて試験したが、同様の事象が発生。

低雑音増幅器用電源ユニット(LNA-PS)のテレメトリの異常



原因究明および機能復旧に向けた作業フロー



外部委員の参加

- 外部有識者の意見を反映させることで、原因究明や対策実施を加速。



- 外部委員は、下記の3名。

50音順、敬称略

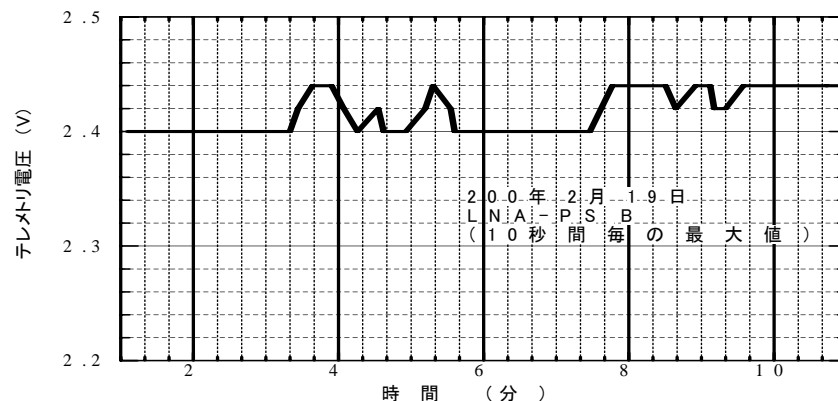
高畑 文雄	早稲田大学理工学術院 教授
中谷 一郎	宇宙航空研究開発機構宇宙科研究本部 教授
水野 秀樹	東海大学開発工学部 教授

デュエルモードによるLNA-PSの出力テレメトリ電圧の実測

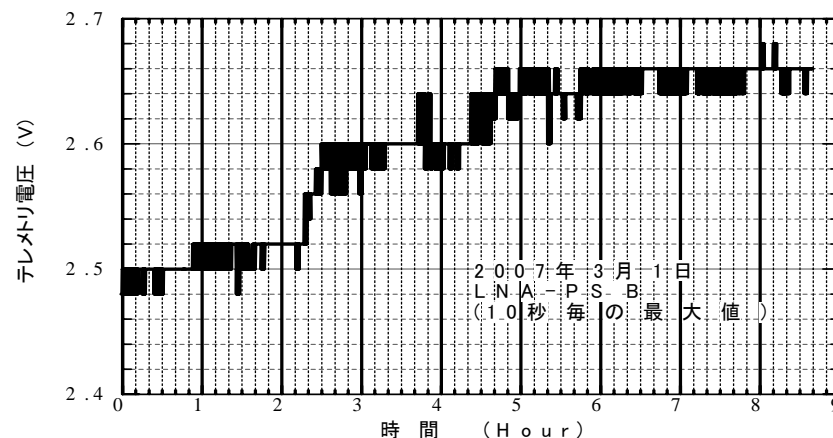
- 軌道上でLNA-PS2次側出力電圧のデュエルモード・テレメトリ(8ミリ秒毎に1サンプル)測定をJAXAと共同で実施。
- LNA-PSの出力テレメトリ電圧は、以下の通り。

2.40V～2.44V (2/19測定時)

2.48V～2.68V (3/1測定時)



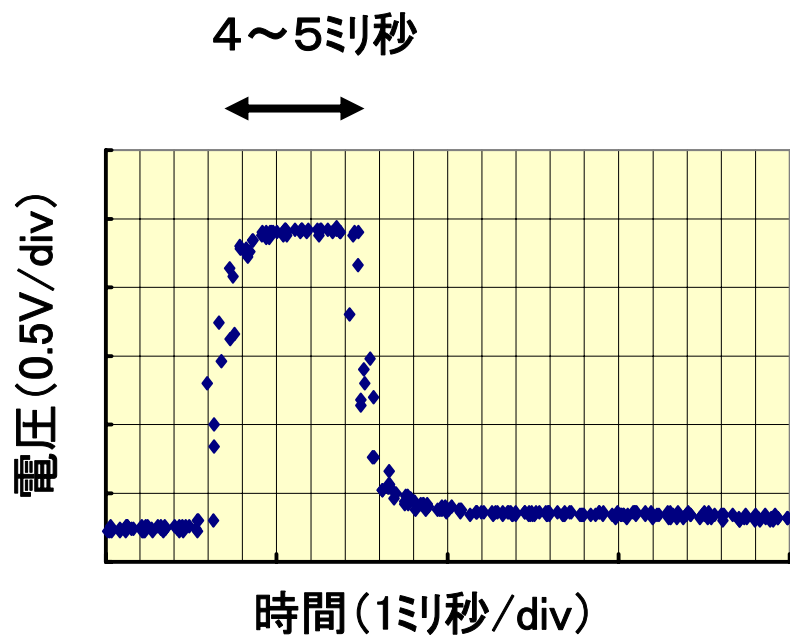
2007年2月19日



2007年3月1日

デュエルモードによるLNA-PSの出力パルス波形の解析結果

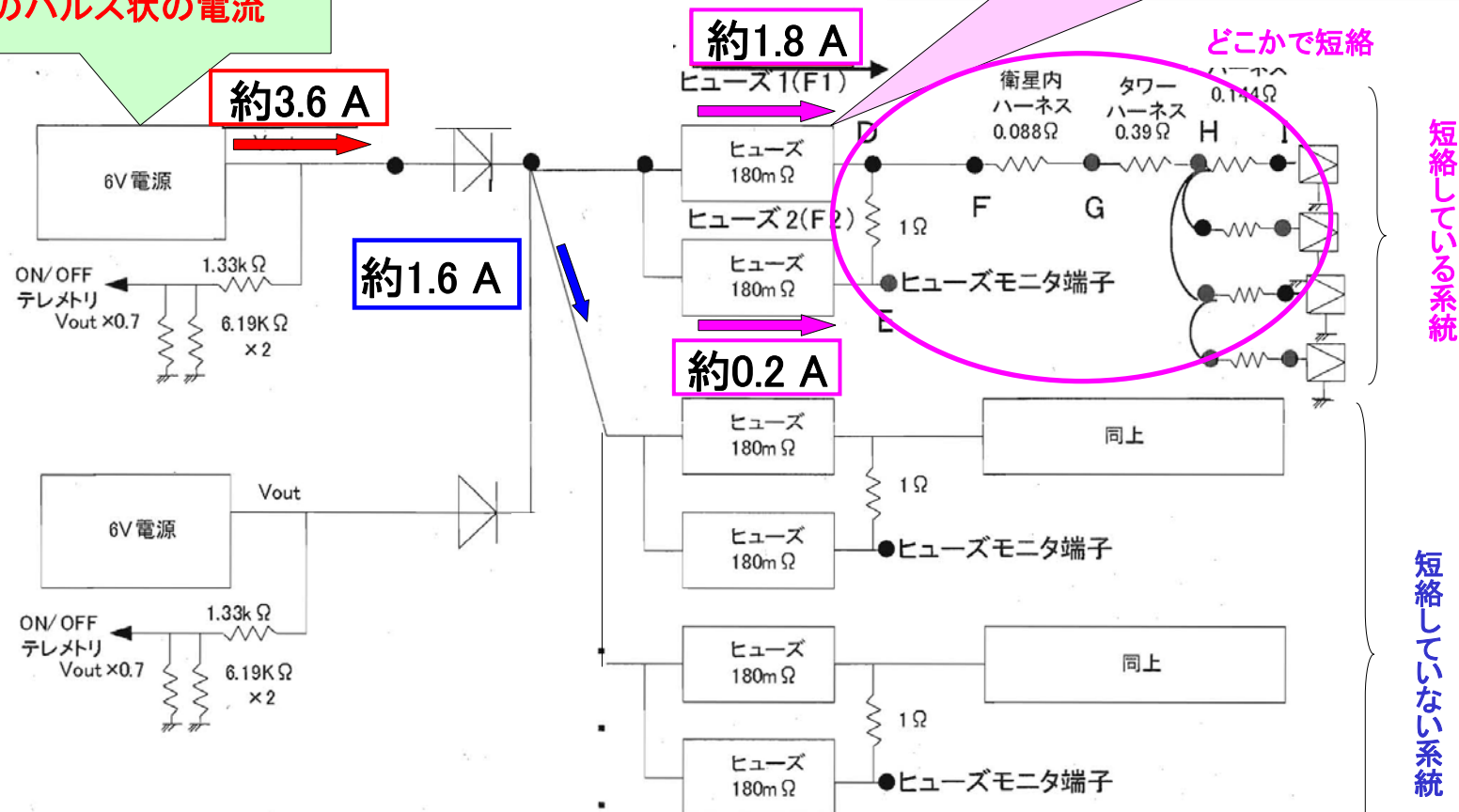
- 取得テレメトリ電圧から解析された電源(LNA-PS)の出力パルス波形。



等価回路とデュエルモードテレメトリ値から推定された各電流値

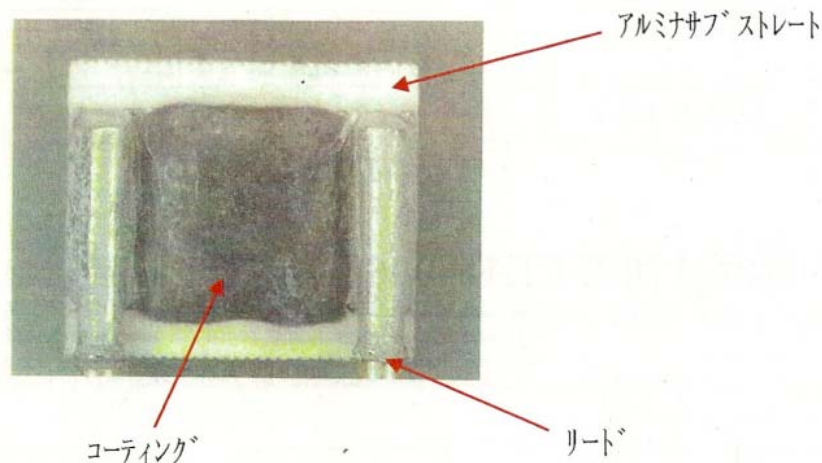
現在は過電流保護が動作しているため、軌道上機器の電源が供給しているのは、**5ミリ秒のパルス状の電流**

短絡系統の主系ヒューズ(F1)に
流れている電流は、約1.8A程度、

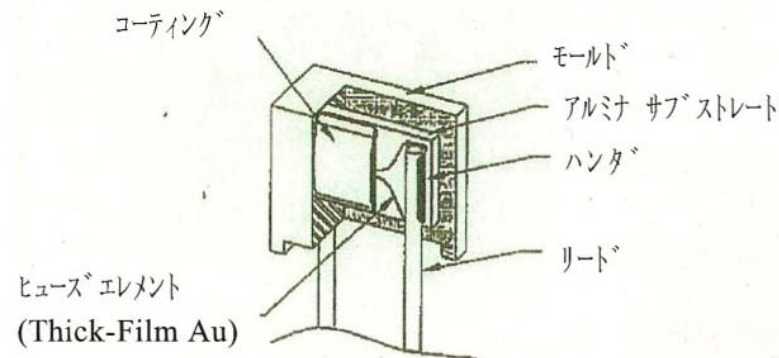


ヒューズについて

- 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