

放送衛星3号-a(BS-3a)の打上げ結果の
評価について(報告)

平成 3 年 1 月

宇宙開発委員会 第四部会

放送衛星3号-a (BS-3a) の打上げ結果の評価について

平成3年1月29日

宇宙開発委員会第四部会

宇宙開発委員会第四部会は、平成2年8月28日に宇宙開発事業団が行ったH-Iロケット(3段式)による放送衛星3号-a (BS-3a) の打上げの結果を評価するために必要な技術的事項について、平成2年11月2日以来、調査審議を行ってきたが、このたびその結果をとりまとめたので報告する。

目 次

I H-I ロケット (3 段式) による放送衛星 3 号-a (BS-3 a) の打上げ-----	1
1 打上げの概要 -----	1
(1) 目 的	
(2) H-I ロケット (3 段式) の概要	
(3) 放送衛星 3 号-a (BS-3 a) の概要	
(4) 打上げの経過及び結果	
2 打上げの経過及び結果の分析 -----	3
(1) 打上げ結果	
(2) 高電圧電源系の不具合	
ア 高電圧電源系の作動状況	
イ 不具合部位の推定	
3 調査分析及び不具合原因の推定 -----	5
(1) シャントタップ部セルの移設	
(2) アレイ単体照射試験とパドル照射試験	
4 今後の課題 -----	7
II 総 合 意 見 -----	8
参考 1 放送衛星 3 号-a (BS-3 a) の打上げ結果の評価に関する 審議について -----	22
参考 2 宇宙開発委員会第四部会構成員 -----	23

I H-I ロケット (3 段式) による放送衛星 3 号-a (BS-3 a) の打上げ

1 打上げの概要

(1) 目 的

今回の打上げは、H-I ロケット (3 段式) により放送衛星 3 号-a (BS-3 a) を打ち上げ、赤道東経 110 度の静止衛星軌道に投入することにより、放送衛星 2 号 (BS-2) による放送サービスを引き継ぎ、また、増大かつ多様化する放送需要に対処するとともに、放送衛星に関する技術の開発を進めることを目的としたものである。

(2) H-I ロケット (3 段式) の概要

H-I ロケット (3 段式) は、重量約 550kg の静止衛星を打ち上げる能力を有する 3 段式ロケットで、第 1 段及び第 2 段に液体燃料を、特に第 2 段には液体酸素及び液体水素を推進薬とするエンジンを使用するとともに、第 3 段及び第 1 段補助ロケットに固体推進薬を使用し、また、誘導方式として慣性誘導方式を採用している。

なお、今回の H-I ロケット (3 段式) は、BS-3 a の打上げ時の重量が約 1,115kg であるため、第 3 段モータの推進薬を増量し、第 1 段機体外表面の白色塗装を省略することにより、ロケットの打上げ能力を向上させている。

ロケットの形状及び主要諸元は、それぞれ図 1 及び表 1 に示すとおりである。

(3) 放送衛星 3 号-a (BS-3 a) の概要

放送衛星 3 号-a (BS-3 a) は、約 1.3m × 約 1.6m × 約 1.6m の箱形状 (アンテナ部分を含めた高さは約 3.2m) の本体部を持ち、軌道上で太陽電池パネルを展開した状態で約 15m の長さとなる三軸姿勢制御方式の衛星であり、静止衛星軌道初期の重量は約 550kg、打上げ時の衛星重量は約 1,115kg である。BS-3 a の形状、機器配置、主要諸元及びシステム構成は、それぞれ、図 2、3、表 2 及び図 4 に示すとおりである。

(4) 打上げの経過及び結果

今回の打上げは、当初平成 2 年 8 月 24 日に予定されていたが、8 月 9 日に実施された発射リハーサルにおいて、ヘリウムガスが外部に漏洩する不具合が発生し、8 月 28 日に延期された。

発 射 時 刻： 平成2年8月28日 18時05分（日本標準時、以下同じ。）

打上げ場所： 宇宙開発事業団 種子島宇宙センター

発射方位角： 92.5度

発射時の天候： 晴、東北東の風9.9m/s、気温27.9℃

第1段ロケット及び固体補助ロケットの燃焼は正常で、固体補助ロケットの切離し、第1段ロケットの切離しに引き続いて第2段ロケットの燃焼も正常に行われた。また、この間、誘導制御も正常に行われた。

続いて、第3段スピンアップ、第2段ロケット切離し及び第3段固体ロケットの燃焼も正常に行われ、発射後約26分37秒に第3段ロケットとBS-3aの分離が正常に行われ、BS-3aは所定のトランスファ軌道に投入され、「ゆり3号-a」（YURI-3a）と命名された。

BS-3aの軌道は、軌道計算により、以下のとおりであることが確認された。

（第3段燃焼終了時）

項 目	計 画 値	実 測 値
近地点高度 (km)	179.8	177.1
遠地点高度 (km)	37170.5	37905.0
軌道傾斜角 (度)	28.740	28.814
周 期 (分)	657.7	672.2

〔実測値：第3段燃焼後の実測データから算出した軌道〕
〔計画値：打上げ前に計画した軌道〕

BS-3aは、8月30日に第4アポジ点においてアポジモータを点火し、ドリフト軌道に投入された。その後、スピンドاون、デュアルスピントーン、太陽電池アレイ展開、地球捕捉等が行われ、8月31日の三軸姿勢確立、9月19日の暫定静止を経て、10月15日に東経110度の最終静止軌道に投入された。この間、8月31日の衛星の三軸姿勢確立時に、高電圧電源系の発生電力が計画値の3/4しか出ないという不具合が判明した。その後、9月12日から11月9日に、衛星の機能確認試験（バス機器及びミッション機器）を実施し、衛星の機能・性能の確認を行い、前述の高電圧電源系以外は所要の性能を満たしていることが確認された。

軌道計算による衛星の軌道は次のとおりである。

（最終静止時）

項 目	計 画 値	実 測 値
近地点高度 (km)	35786.0	35772.7
遠地点高度 (km)	35786.0	35800.2
軌道傾斜角 (度)	0	0.172
周 期 (分)	1436.1	1436.1
静止位置 (度)	東経110	東経110

〔実測値：静止後の実測データから算出した軌道〕
〔計画値：打上げ前に計画した軌道〕

2. 打上げの経過及び結果の分析

(1) 打上げ結果

前述のとおり、H-Iロケット（3段式）により、BS-3aは所定の静止衛星軌道に投入され、次に述べる高電圧電源系の不具合を除き、ミッション機器をはじめ衛星各部は順調に機能している。なお、8月9日の発射リハーサルにおいて発生した、ヘリウムガスが外部に漏洩した不具合は、第2段極低温ヘリウム気蓄器に地上側からヘリウムガスを充填中、機体との結合・分離部分であるコネクタの地上側設備であるソケットのシール部より漏洩したと判明し、打上げを8月28日に延期するとともに、同ソケットを交換し、再リハーサルを行った後打上げられた。

10月15日 17時05分

(2) 高電圧電源系の不具合

ア 高電圧電源系の作動状況

(イ) 高電圧電源系の概要

BS-3aの電源系は、低電圧（23～35V）系と高電圧（100V）系の2電源（デュアルバス）方式が採用され、低電圧系はバス機器等に、高電圧系は中継器等にそれぞれ電力を供給している。

高電圧電源系の構成は、図5に示すとおりであり、太陽電池パネル上の高電圧用セルは、4ブロックに分かれ、それぞれ逆流阻止ダイオードを介して高電圧バスに接続され、中継器及びヒータに電力を供給する。また、電圧安定化のために

各ブロックのシャント回路により余剰電力を制御するシーケンシャルパーシャルシャント方式を採用している。高電圧電源系で採用しているシーケンシャルパーシャルシャント方式とは、衛星消費電力が変化しても、バス電圧が一定になるようにシャント電流を制御するものであり、シャント素子の発熱を低減するため、衛星消費電力が小さくなるのに従いシャント1からシャント4の方向に順次シャント動作させていく方式のことである。

(イ) 不具合の状況

打上げより3日後の8月31日、太陽電池パドルの太陽追尾開始後のテレメトリデータにおいて、高電圧電源系の発生電力が、正常値約1,200Wのところ848.3W、南側インボードパネルに対応するシャント4のタップ電圧が、正常値約60Vのところ3.3Vを示すとともに、太陽電池の劣化特性を得るためのモニタ用太陽電池セル（南北インボードパネル上に1か所ずつある。）の南側（以下、「 V_{oc} モニタセル」と言う。）の開放電圧 V_{oc} のテレメトリデータが、正常値約1Vのところ、テレメトリの飽和値である2.05Vを示すという不具合が判明した。

そこで、太陽電池アレイ展開前であるトランスファ軌道上での状況を調べたところ、この時衛星はスピンしているので、短時間アレイ内部に光が差し込みシャントタップ電圧が現れるが、シャント4のタップ電圧については全く電圧が出ていないことが判明した。 V_{oc} モニタセルのテレメトリについては、特段の異常は見られなかった。

次に、軌道上追加試験として、地上コマンドにより各シャント回路の切離し試験を行ったところ、どのシャント回路を切離しても、シャント4のタップ電圧は異常値のままであった。また、太陽と正対している太陽電池パドルを回転させたところ、回転に伴い太陽電池発生電力は低下し、シャント4のタップ電圧も低下し0Vを示した。なお、 V_{oc} モニタセルのテレメトリ値も、ほぼ対応して低下し、北側の太陽電池パネルにあるモニタセルと同様の正常値を示した。

イ 不具合部位の推定

以上の現象及びテレメトリデータをもとに故障要因解析（FTA）による分析を行ったところ、太陽電池セル列No.4のシャントタップ回路の一部が、 V_{oc} モニタセ

ルのテレメトリリターン線とショートしている可能性が高いと推定された。さらに不具合部位を特定するために以下に示す分析を行った。

(7) 太陽電池パネルのセル配置

南側太陽電池パネルのセル配置は図6に示す通りであり、太陽電池セル列No.4はインボードパネル全体とミドルボードの一部に配置され、シャントタップ部セルと V_{oc} モニタセルは、インボードパネルの端に位置している。

(イ) 太陽電池セル列No.4回路と V_{oc} モニタセルのテレメトリリターン回路の配線経路

太陽電池パネルより衛星本体バスハーネスに至る回路に存在する各種コネクタ、ハーネス、ケーブル、アレイ駆動装置（SAD）内スリップリングにおいて、太陽電池セル列No.4回路と V_{oc} モニタセルのテレメトリリターン回路が、どのような経路で配線されているのかを調べたところ（図7）、どの部分においても両回路は物理的に離れた場所に位置しており、この部分でのショートの可能性は小さいものと推定された。

(ウ) V_{oc} モニタセルのテレメトリリターン回路の各部の抵抗値

V_{oc} モニタセルのテレメトリリターン回路の各区間の設計抵抗値をもとに、短絡電流4Aを仮定したときの電圧降下値を評価するとともに、BS-3bを用いて抵抗値を実測した（図8）。その評価値を、シャント4のタップ電圧のテレメトリ値3.3Vと比較した結果、ショート部位は、SADコネクタより太陽電池パネル側と推定され、BS-3bの実測値とも矛盾しないことが判明した。

以上の分析結果から、ショートは太陽電池パネル内で発生した可能性が高いと推定される。

3 調査分析及び不具合原因の推定

さらに、不具合部位の具体的位置、不具合発生原因の推定のために行った調査分析結果を以下に示す。

(1) シャントタップ部セルの移設

太陽電池セル列No.4回路において、シャントタップの取出し及びシャントタップ回路の配線の冗長化のため、2回にわたってシャントタップ部セルの移設作業が行われた。

第1回目の作業では、1枚のセル(A66)の移設が行われ、第2回目の作業ではシャントタップ回路を冗長化するためもう1枚のセル(A68)と、その移設スペースを作るためV_{oc}モニタセルの移設がそれぞれ行われた(図9)。この結果、シャントタップ部セル(A68)とV_{oc}モニタセルの位置関係は図10に示す通りであり、両セル電極間は、約4mmと接近していることが明らかになった。

(2) アレイ単体照射試験とパドル照射試験

太陽電池パドル系の試験としては、太陽電池パネル単独でキセノンランプの瞬時照射により、太陽電池アレイの電圧電流特性を測定するアレイ単体照射試験(以下、「LAPSS試験」と言う。)と、太陽電池パドルを衛星本体と接続してタングステンランプで連続照射を行い、太陽電池パドルと衛星本体のインタフェースを確認するパドル照射試験(以下、「タングステンランプ照射試験」と言う。)の二種類の試験がある。

シャントタップ部セルの移設に前後して行われたLAPSS試験及びタングステンランプ照射試験の実施状況は、表3のとおりであり、試験結果そのものには異常は認められていない。しかしながら、今回の不具合については、高電圧電源系の一部の回路とV_{oc}モニタセルテレメトリリターン回路という別系統の回路間でのショートと推定されるため(図5)、タングステンランプ照射試験を実施すれば、テレメトリデータにより検出可能であるが、V_{oc}モニタセルテレメトリリターン回路がオープン状態で実施されるLAPSS試験では検出が不可能であることが判明した。

したがって、第1回目のセル移設の後行われたタングステンランプ照射試験ではショート状態がないことが確認されているが、第2回目のセル移設後には南側太陽電池パドルについて当該試験は行われていないため、ショート状態の有無については確認されていない。

なお、BS-3aにおいて行われた試験フローは、一部試験装置の関係で前後はあるものの通常の試験工程に沿って行われている。(表3)

以上の調査分析から、今回の不具合は、太陽電池セル列No.4回路のシャントタップ部セル電極とV_{oc}モニタセル電極近傍が何らかの原因でショートし、太陽電池セル列No.4の発生電力の一部が短絡電流となってV_{oc}モニタセルテレメトリリターン線に流れることにより発生した可能性が高いと推定され、これは、両セル間は約60Vの電位差があるにもかかわらず、前述のように接近して配置したことに起因していると推定される。

また、不具合発生時期については特定できなかったが、セル移設後にタングステンランプ照射試験が行われていれば、当該試験までに発生するこの種の不具合については、事前に発見できる可能性が高いと考えられる。

ショート発生原因については、以下の可能性が考えられるが、いずれの原因についても確証が見出せず特定はできなかった。

- ① 太陽電池セルの電極として使用されている銀メッシュの一部が、両セル間のブリッジとなりショートした。
- ② 半田、線材等の導電性物質が両セル間に入り、ブリッジとなりショートした。
- ③ 製造・試験工程もしくは打上げ段階において、何らかの外力により接触破壊されショートした。

なお、不具合の発生した太陽電池セル列No.4回路は、他の高電圧電源系と電気的に分離されているため、不具合が他の高電圧電源系に波及する可能性はないものと考えられる。

また、上述のように不具合が他の高電圧電源系に波及せず、太陽電池セルの劣化に影響を与える太陽フレア活動が設計時の予測通りであれば、3中継器の同時連続運用は少なくとも平成4年5月頃まで可能と推定される。

4 今後の課題

BS-3aに発生した高電圧電源系の不具合が、回路の一部のショートに起因するものと推定されることから、BS-3bにおいては、ショート状態がないことは実地試験で確認されているものの、本件不具合発生部位の設計、製造工程が、BS-3aと同様となっているため、太陽電池セル配置等の見直しを含めた対策を講ずるべきである。

また、BS-3bをはじめとする他の衛星においては、この種の不具合を未然に防

止するよう、設計・製造工程において、より細心の注意を払って作業を行うほか、作業指示の変更に係る作業の実施後には、原則として当該作業の実証試験を履行するとの考え方にに基づき、システム試験終盤においてタングステンランプ照射試験を行うか、もしくはタングステンランプ照射試験の実施が諸事情により困難であっても、LAPSS試験等パネル内各回路の試験の際に試験系のアースを共通にしたり、ショート検出マトリクスを作成して確認を行う等、試験の手順・方法について万全を期すよう検討すべきである。

さらに、これまでの衛星開発の経験を踏まえ、設計・製造工程がより適切なものであるかどうかを確認しながら進めることが必要である。

II. 総合意見

宇宙開発事業団が実施したH-Iロケット（3段式）による放送衛星3号-a（BS-3a）の打上げについては、H-IロケットによるBS-3aの静止衛星軌道への投入に成功し、現在のところ運用に支障は生じていない。

しかしながら、高電圧電源系の発生電力が予定より少ないため、3中継器の同時連続運用期間については、当初の予定を達成できない可能性が高い。

BS-3aに発生した本件不具合に鑑み、BS-3bにおいては、不具合発生部位の設計、製造工程が、BS-3aと同様となっているため、太陽電池セル配置等の見直しを含めた対策を講ずるべきである。

また、BS-3bをはじめとする他の衛星においては、この種の不具合を未然に防止するよう、設計・製造工程において、より細心の注意を払って作業を行うとともに試験の手順・方法について万全を期すよう検討すべきである。

さらに、これまでの衛星開発の経験を踏まえ、設計・製造工程がより適切なものであるかどうかを確認しながら進めることが必要である。

よく調べておく... はけ... 部品... 製造...
行け

図1 H-Iロケット（3段式）の形状

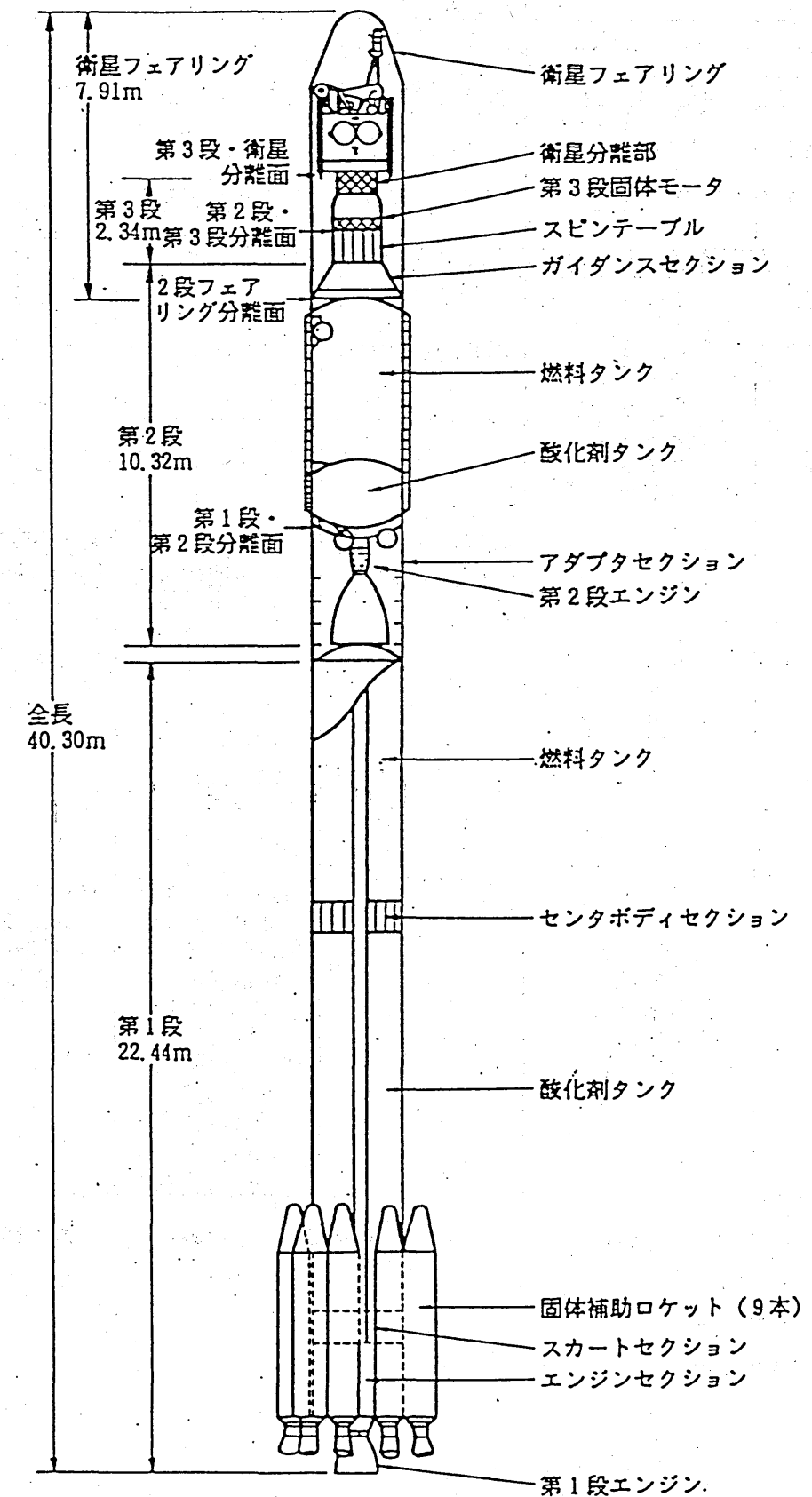


表1 H-Iロケット(3段式)の主要諸元

(飛行計画におけるノミナル値)

全 段						
全 長 (m)		40.30				
外 径 (m)		2.49 (第2段ロケット)				
全備重量 (t)		140.4 (人工衛星の重量1.1を含む)				
誘導方式		ステーブル・プラットフォーム慣性誘導				
各 段						
		第 1 段	固体補助ロケット	第 2 段	第 3 段	衛星フェアリング
全 長 (m)		22.44 アダプタセクション 3.53	7.25	10.32	2.34 *2	7.91
最大外径 (m)		2.44	0.79	2.49	1.34 (固体モータ径)	2.44
重 量 (t)		85.6 *1	40.3(9本分)	10.7	2.1 *2	0.6
推進薬重量 (t)		81.3	33.7(9本分)	8.8	1.9	
平均推力 (t)		メインエンジン 74.2 バーニアエンジン 0.9 (2基分)	133.6(9本分) *3 *5	10.5 *4	8.6 *4	
燃 焼 時 間 (s)		メインエンジン 270 バーニアエンジン 276	40	363	62	
推進薬種類		液体酸素/RJ-1	ポリブタジエン系コンポジット固体推進薬	液体酸素 ／液体水素	ポリブタジエン系コンポジット固体推進薬	
推進薬供給方式		ターボポンプ	-----	ターボポンプ	-----	
比 推 力 (s)		メインエンジン 251 *3 バーニアエンジン 209 *3	231 *3	448	291	
姿勢制御	ピッチ・ヨー	ジンバル		ジンバル (推力飛行中) ガスジェット (慣性飛行中)		
	ロール	バーニアエンジン		ガスジェット		
搭載電子機器		(1) テレメータ 送信装置 290MHz 帯 PCM/PM (2) 指令破壊 受信装置 2.6GHz 帯 トーン変調		(1) レーダラシスポンダ 5GHz帯(2台) (2) テレメータ 送信装置 2.2GHz 帯 PCM/PM (3) 指令破壊 受信装置 2.6GHz 帯 (2台) トーン 変調	(1) テレメータ 送信装置 290MHz 帯 PAM/FM/PM	

*1 アダプタセクションを含む。

*5 発射時は6本のみ点火、6本の燃焼終了後残り3本を点火。

*2 スピンテーブルを含む。

*3 海面上(標準状態)

*4 真空中(標準状態)

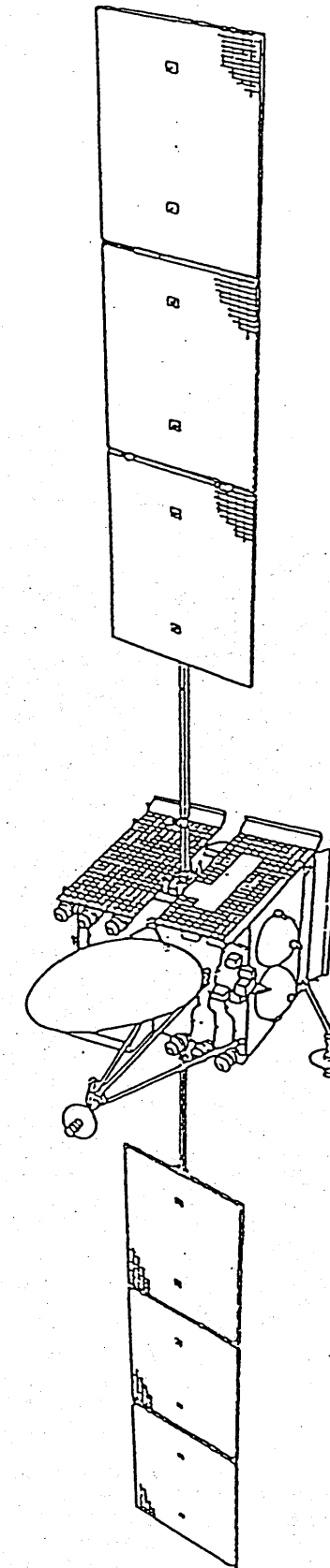
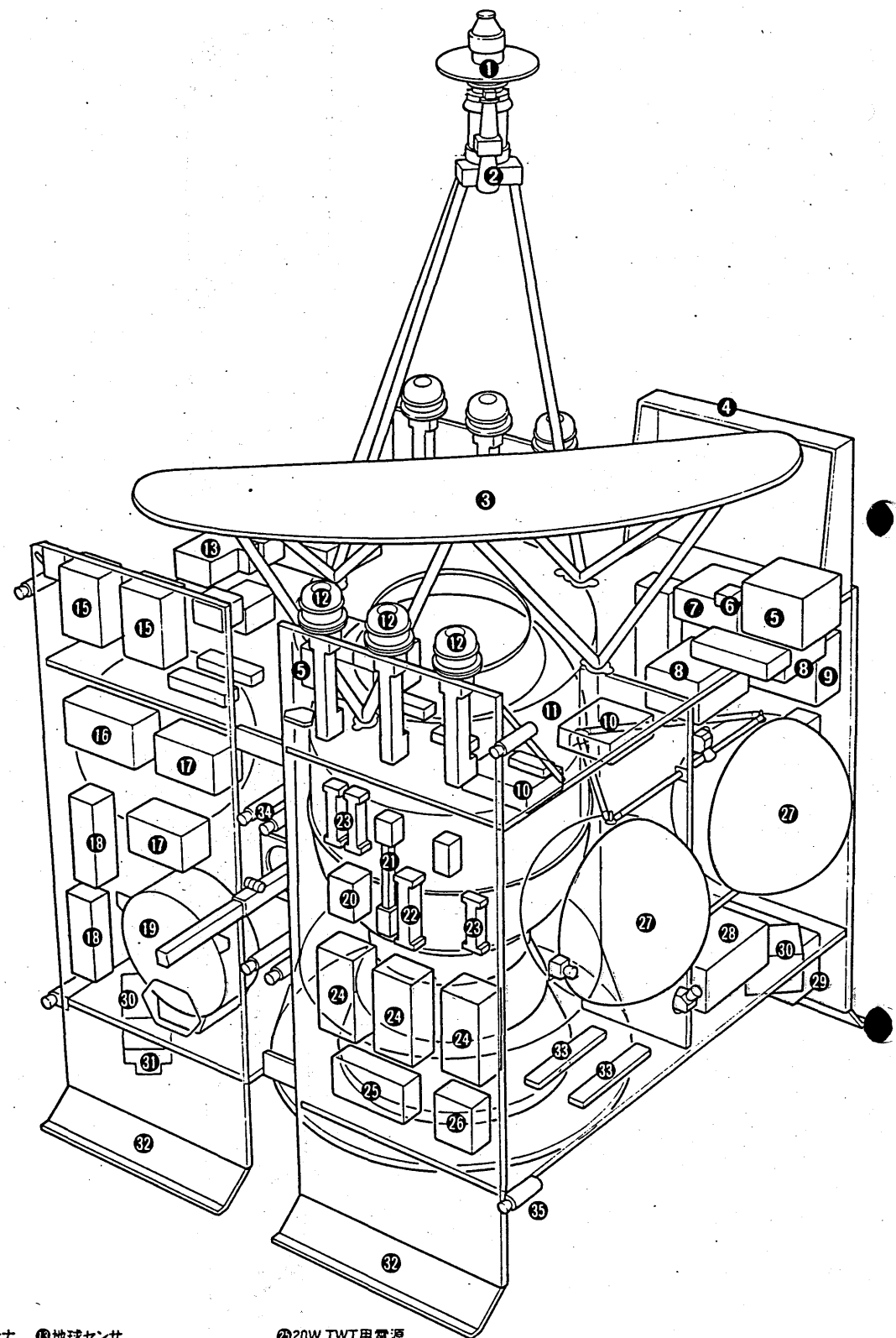


図2 放送衛星3号-a (BS-3a)の形状

図3 放送衛星3号-a (BS-3a) の機器配置図



- ① 遷移軌道用Sバンドアンテナ

② ホーン

③ 放送用アンテナ反射鏡

④ コンパインパネル

⑤ ジャイロパッケージ

⑥ RMAアナログテレメトリ増幅器

⑦ 広帯域用受信ユニット

⑧ 放送用受信ユニット

⑨ 姿勢制御用電子装置

⑩ チャンネルフィルタ

⑪ アポジモータ

⑫ 120W TWT
- ⑬ 地球センサ

⑭ 静止衛星軌道用Sバンドアンテナ

⑮ Sバンド送受信機

⑯ コマンドデコーダ

⑰ テレメトリエンコーダ

⑱ バッテリバック

⑲ モーメントタムホイール

⑳ リモートコマンドデコーダ

㉑ 20W TWT

㉒ 利得制御増幅器

㉓ 励振増幅器

㉔ 120W TWT用電源
- ㉕ 20W TWT用電源

㉖ リモートテレメトリモジュール

㉗ RCSタンク

㉘ ハイボルテージ

㉙ ディストリビューションアセンブリ

㉚ 電力制御器

㉛ アンビカルコネクタ

㉜ セーフ/アーム装置

㉝ プルームシールド

㉞ EHT制御器

㉟ 電熱スラスタ

㊱ 触媒スラスタ

表2 BS-3aの主要諸元 (1/2)

項目	機能・性能	項目	機能・性能
形状・寸法	・1.6m×1.6m : H-Iロケット ×3.2mの箱形形状のフェアリング (アンテナを含む) に適合	放送用 アンテナ系	・形式 : わねつ 型行お アンテナ ・偏波 : 右旋円偏波 ・ビーム形状 : 2ホーンによる成形 ビーム ・利得 テレビジョン放送波 : 日本本土で37dBi 以上 : 日本全土で28dBi 以上 KバンドTT&C波 : 南関東で36dBi 以上
重量	・H-Iロケットの: 打上げ時 打上げ能力に適合 1115 Kg		
姿勢制御方式	・ハイアースペック三軸制御方式 (トランスファ軌道ではスピン安定方式)	テレメトリ・ コマンド系	(Sバンドアンテナ) ・形式 : ディスコーン ・利得 : -9dBi 以上 (テレメトリ) ・周波数 Sバンド: 2.3GHz Kバンド: 12GHz ・送信電力 Sバンド: 850mW以上 Kバンド: 10mW 以上 ・変調方式 : PCM/PSK/PM (コマンド) ・周波数 Sバンド : 2.1GHz Kバンド : 14 GHz ・変調方式 : PCM/PSK/PM (レンジング) ・上り/下りの : 221/240 の 周波数比 コヒーレントも可 ・変調方式 : トーン/PM
軌道保持精度	・軌道位置、東経 : 緯度方向±0.1 110度 度以内 : 経度方向±0.1 度以内		
アンテナビーム 主軸の指向精度	・指向精度 : 0.1度以内 (3σ) ・回転精度 : ±0.6度以内 (3σ)		
搭載推薬量	・7年以上		
残存確率	・7年後の残存確率 0.72 (放送用中継器及びアンテナ0.9以上、 広帯域中継器0.8以上)		
中継器系	・中継器上り/下り: Kuバンド 周波数 14/12GHz ・チャンネル数 : 3チャンネル (WARC-BSによる 3, 7及び11) ・伝送帯域幅 TV : 27MHz 広帯域 : 60MHz		

表2 BS-3aの主要諸元 (2/2)

項 目	機能・性能	項 目	機能・性能
姿 勢 制 御 系	・バイアスモーメント方式 ・姿勢センサ 地球センサ : 定常運用で使用 太陽センサ : フェアルビタン前まで使用 ロール/ヨー: 定常運用で使用 ジャイロ 地平線検出器: デスピン前まで使用 ・姿勢制御電子装置 ・ロール/ヨー磁気トルカ: 定常運用で使用	太陽電池パドル系	・3枚折りたたみ・展開パネル方式 ・パネル総面積 : 14.2 m ² ・太陽電池 : N-on-Pシリコン 裏面反射型 セルサイズ : 4cm × 2cm セル枚数 : 低圧用 4183枚 高圧用 11515枚 カバーガラス : 熔融石英 152 μm ・パドル発生電力 HV (W) LV (W) (初 期) 1443 501 (7年後夏至) 1093 389
	二 次 推 進 系	・ヒドラジンモノプロペラント方式 ・タンク圧力 : 350psia ・加圧比 : 2 ・触媒スラスタ : 0.89N ・電熱スラスタ : 0.36N	電 源 系
		アポジモータ	・トータルインパルス : 151 tonf・s
		構 体 系	・箱型形状 : マグネシウム合金 のコアシリンダ及 びバルクヘッドと アルミ合金ハネカ ムパネルの組立構 造
		熱 制 御 系	・受動・能動併用方式 ・加熱面にオプティカルソーラリフレク タ (OSR) を使用 ・ヒータによる熱制御

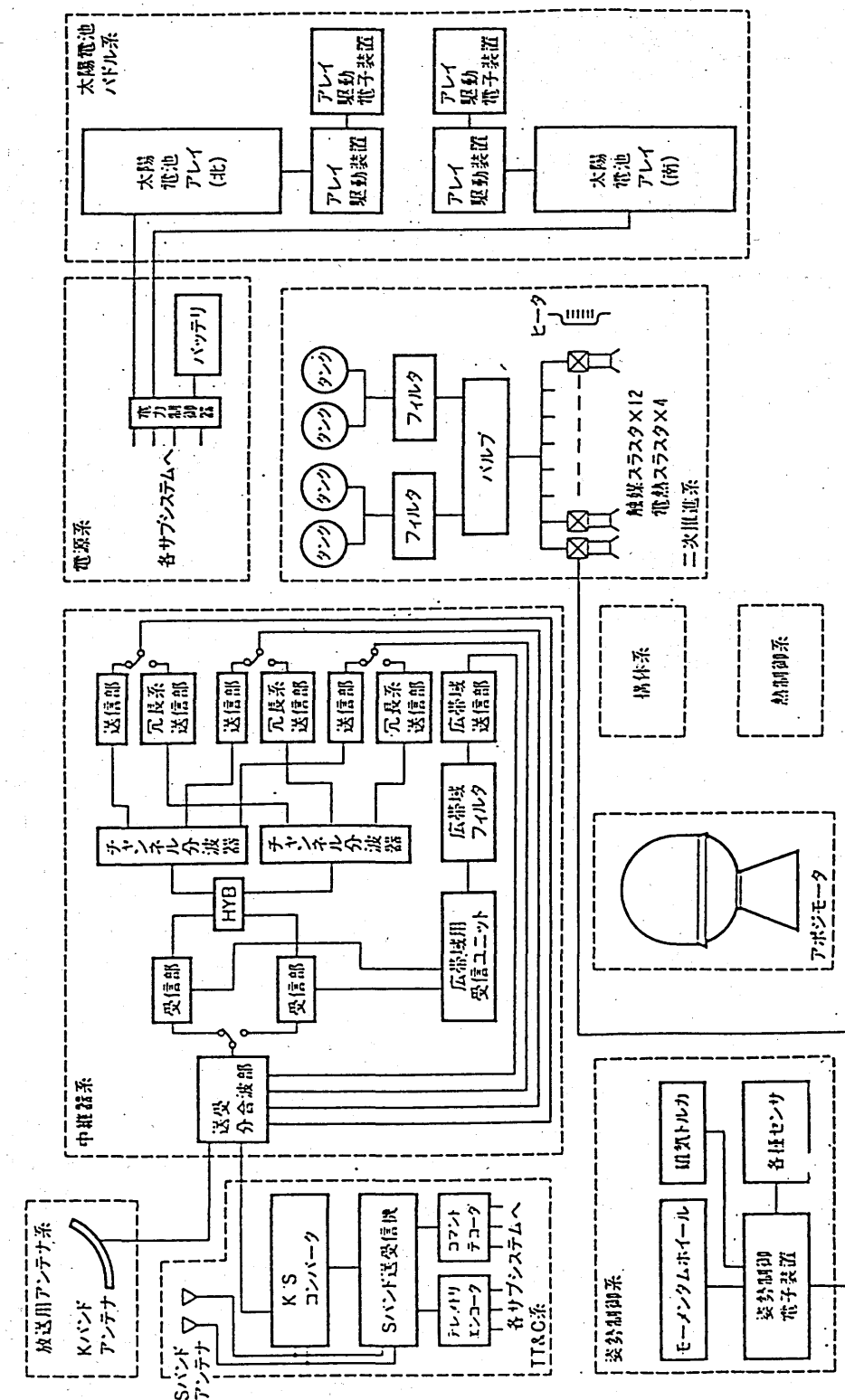


図4 BS-3aのシステム系統図

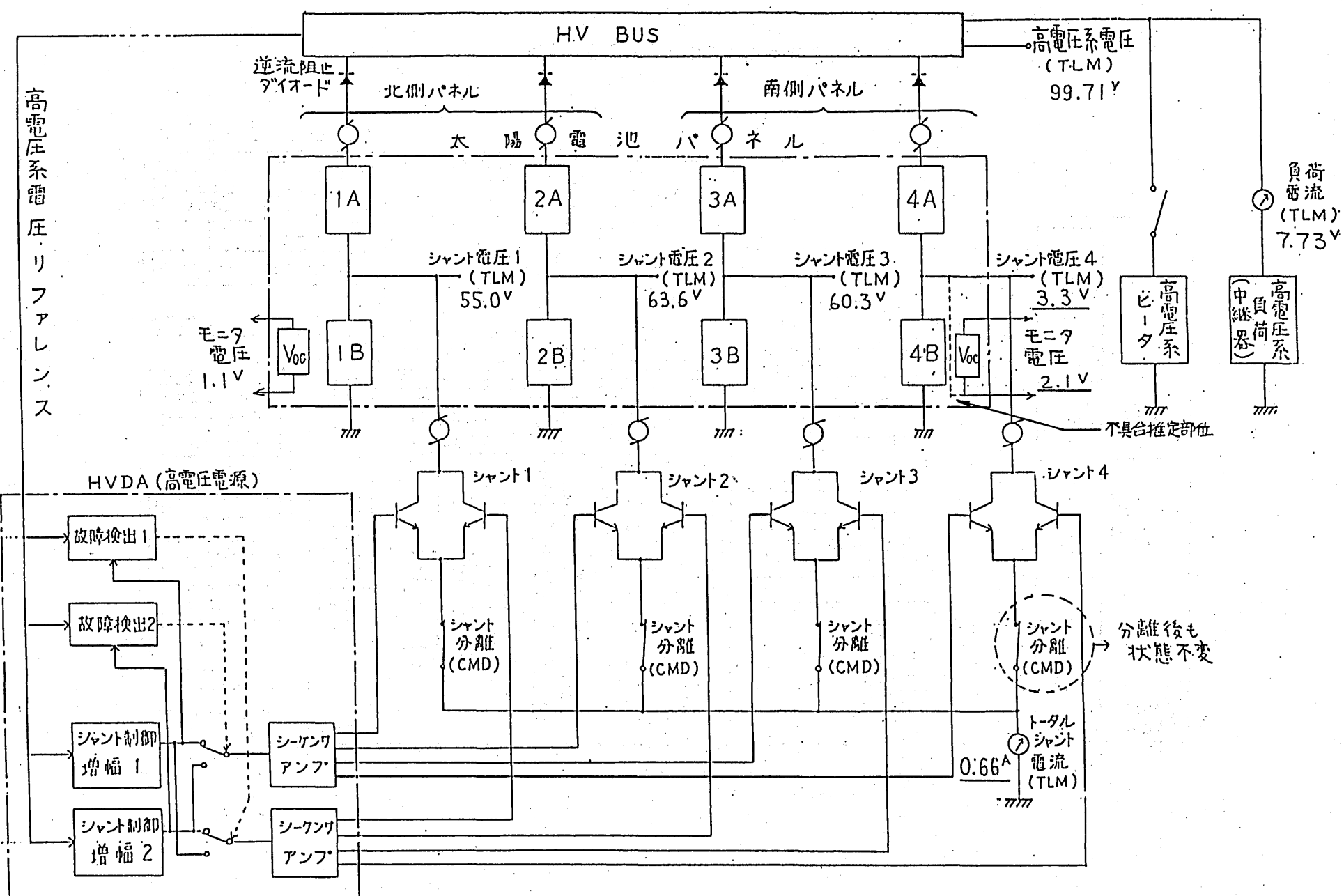
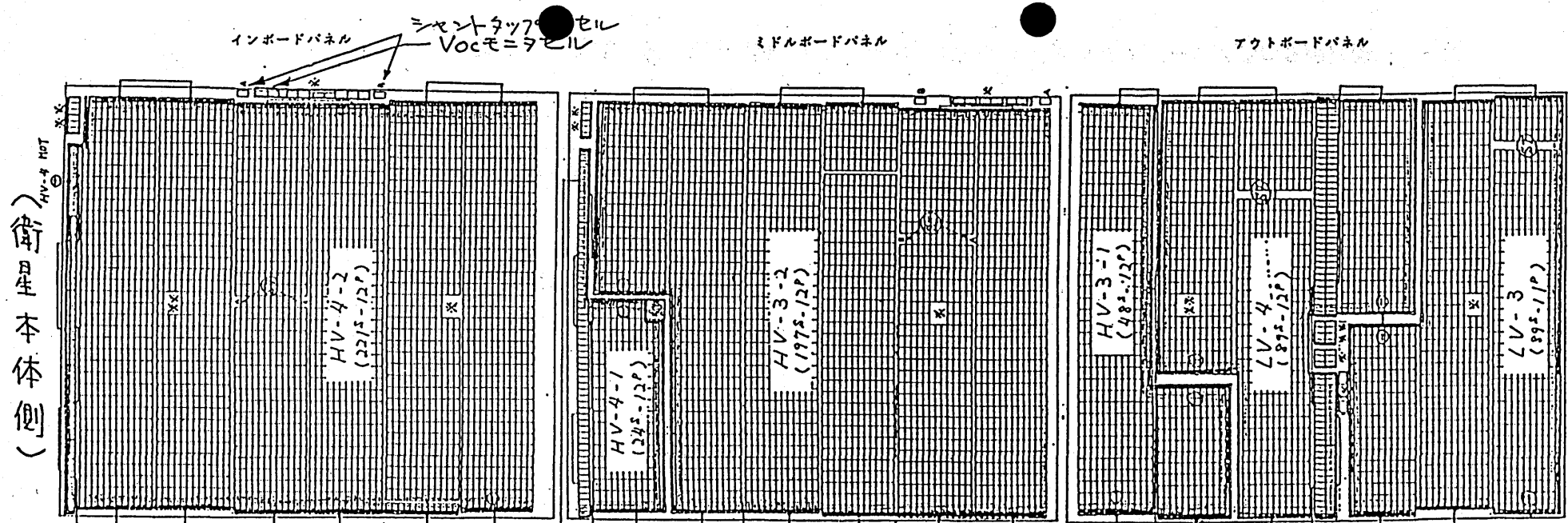


図5 高電圧電源系系統図



パネルセルレイアウト図 (南面パネル)

太陽電池パネル上のセル数

南側			北側		
回路	直列数×並列数	搭載パネル	回路	直列数×並列数	搭載パネル
低圧 #3	89 x 11	7アウトボード	低圧 #1	89 x 12	7アウトボード
低圧 #4	89 x 12	7アウトボード	低圧 #2	89 x 12	7アウトボード
高圧 #3	48 x 12	7アウトボード	高圧 #1	41 x 12	7アウトボード
	197 x 12	ミドルボード		204 x 12	ミドルボード
	計 245 x 12			計 245 x 12	
高圧 #4	24 x 12	ミドルボード	高圧 #2	12 x 11	ミドルボード
	221 x 12	インボード		233 x 11	インボード
	計 245 x 12			計 245 x 11	

図6 太陽電池パネル (南面) セル配置図

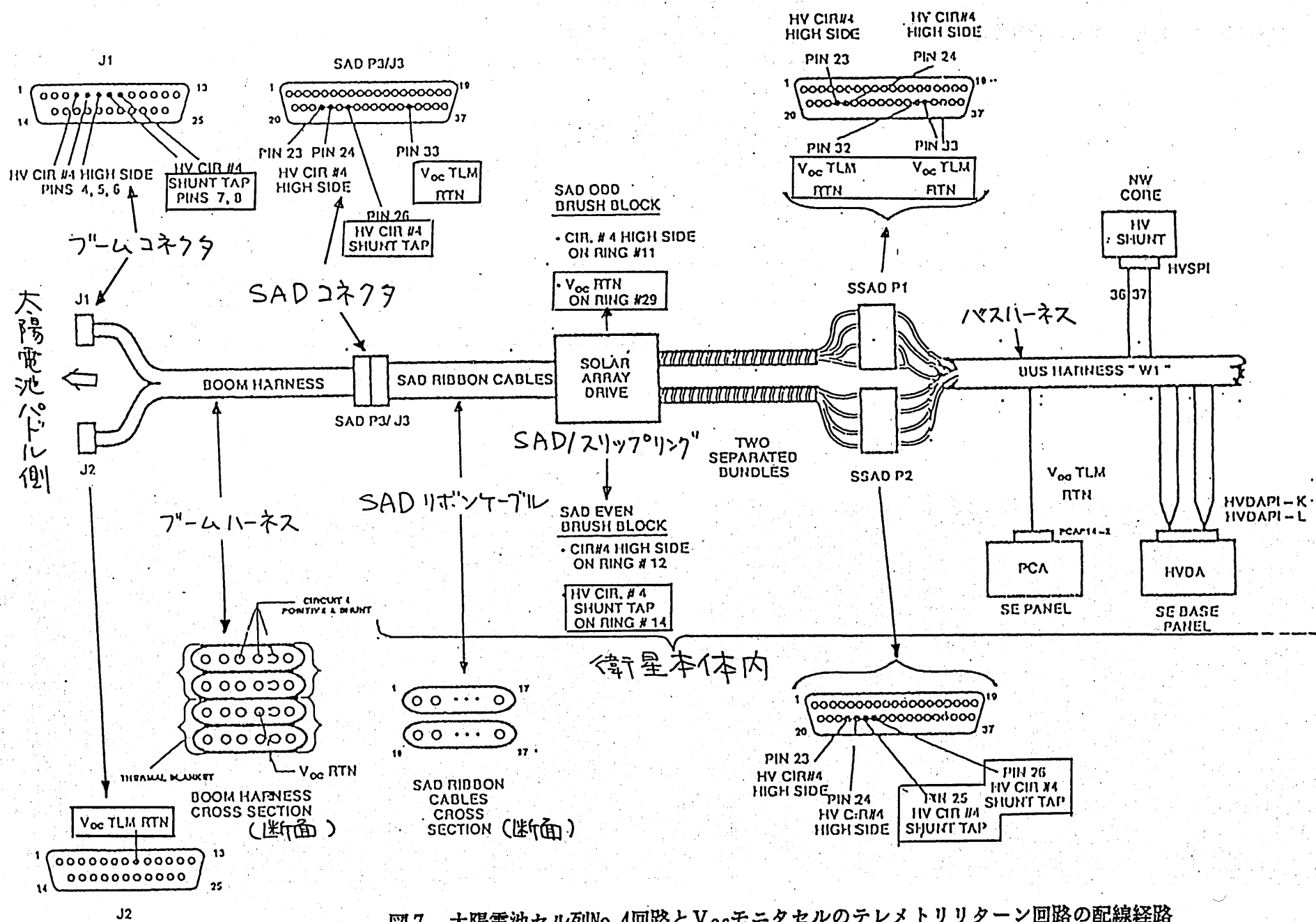
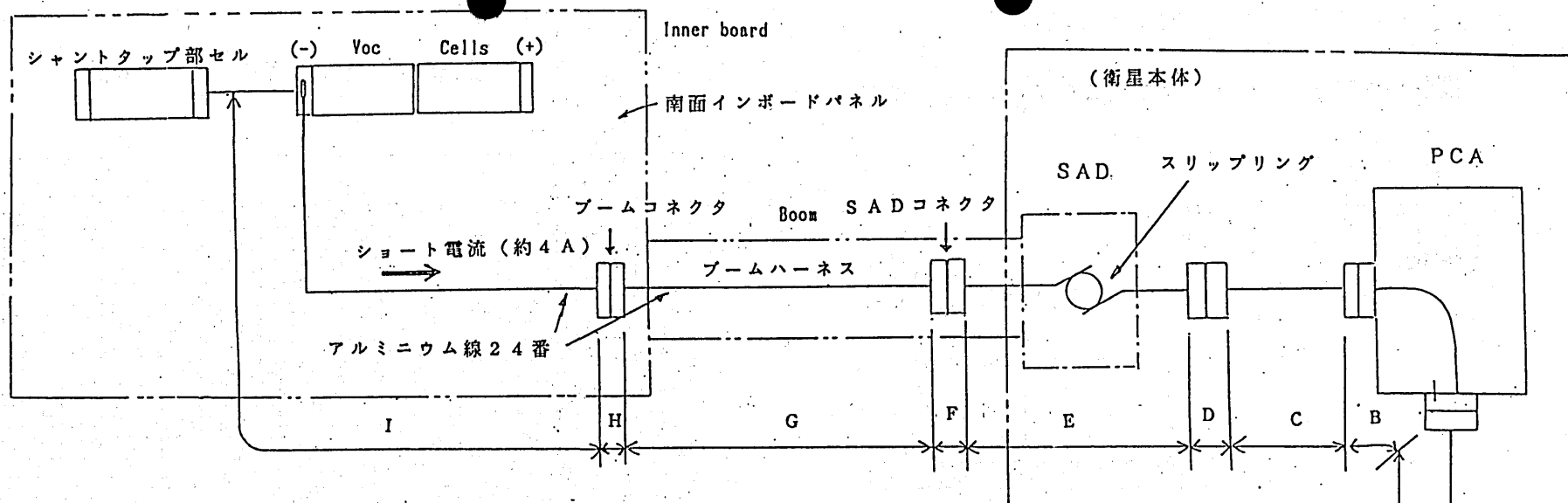


図7 太陽電池セル列No.4回路とVocモニタセルのテレメトリリターン回路の配線経路



区間	G Eからの設計データに基づく評価			B S - 3 b用現品での確認		B S - 3 aテレメトリ
	区間ごとの抵抗値(Ω)	最大抵抗値の積算値(Ω)	左記抵抗による電圧降下(V)	抵抗値の実測結果(Ω)	左記値による電圧降下(V)	シャントタップ4電圧(V)
A	0.029 ± 0.004	0.033	0.132	↑ 0.73 ↓	0.48 1.92 — 0.16 — 0.10	3.3 ± 0.329 2.971 — 3.629 (量子化) 誤差
B	0.092 ± 0.027	0.152	0.608			
C	0.341 ± 0.020	0.513	2.052			
D	0.004 ± 0.002	0.519	2.076			
E	0.059 ± 0.003	0.581	2.324			
F	0.004 ± 0.002	0.587	2.348			
G	0.201 ± 0.011	0.799	3.196			
H	0.004 ± 0.002	0.805	3.220			
I	0.067 ± 0.001	0.873	3.492			
計	0.801 ± 0.072 (リ=74A) ± 0.036 (RSS)			0.73 ~ 0.74		

図8 Vocモニタセルのテレメトリリターン回路の各部の抵抗値

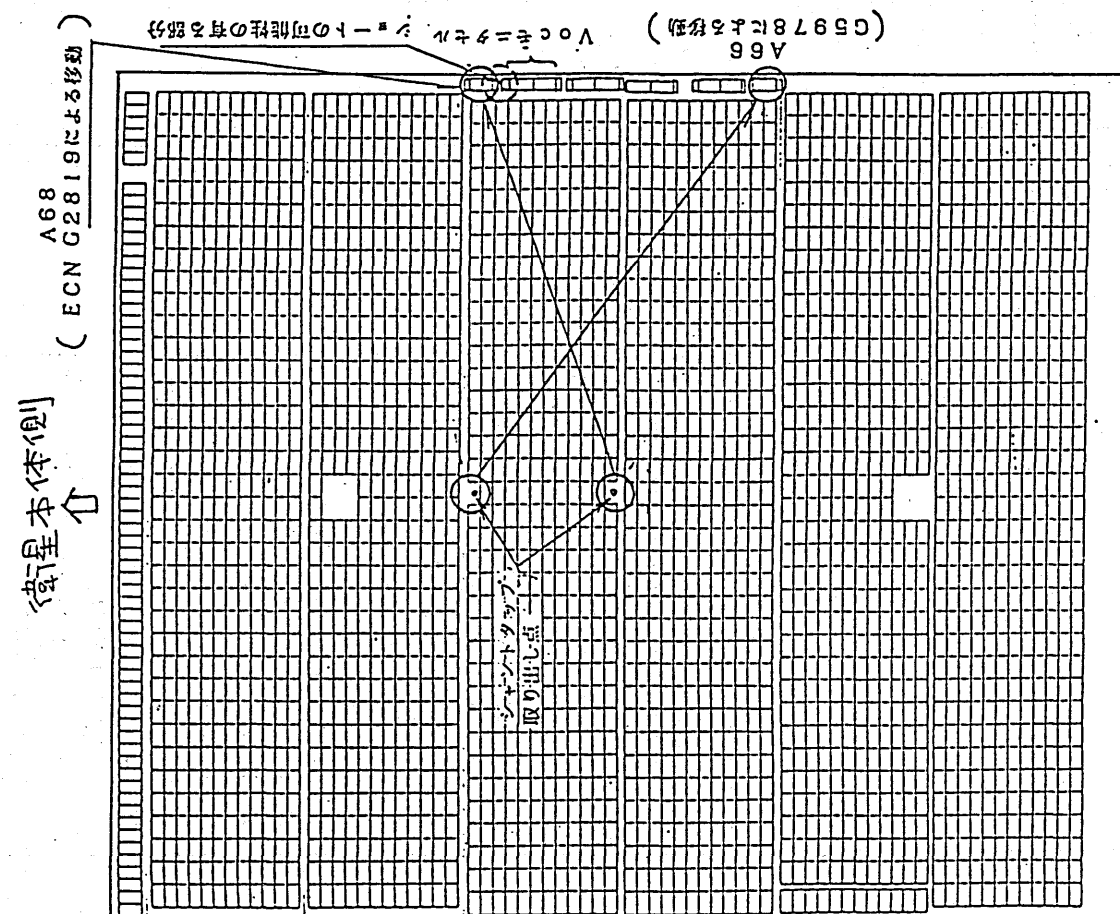


図9 シャントトタップ部セルの移設

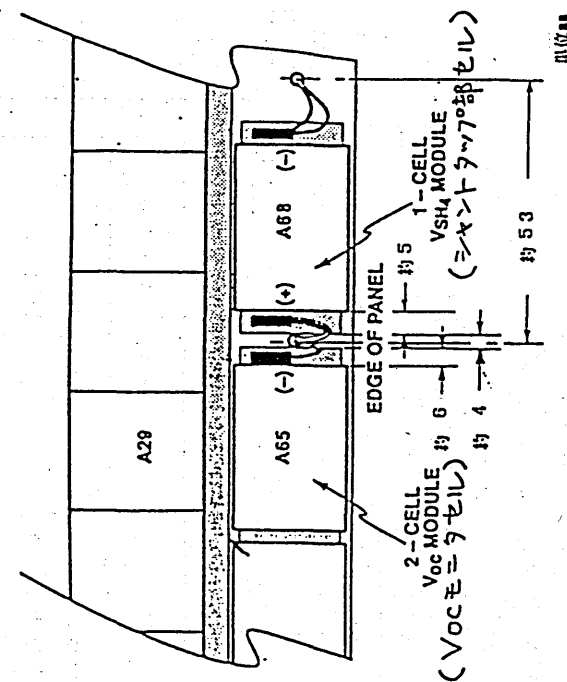


図10 シャントタップ部セルと V_{oc} モニタセル近傍図

GE社の過去の実績試験フロー	BS-3試験フロー	
	BS-3a	BS-3b
h⁺系インテグレーション h⁺系電気試験(BEPET) △7V1単体試験(LAPSS) ・7V1組立後 ・温度サイクル試験終了後 ・システム組付前	h⁺系インテグレーション △第1回ECN(88/6) ← シフトアップ点の変更 △7V1単体試験(LAPSS, 88/6, 10, 11) → h⁺系電気試験(BEPET) (~89/2) ①太陽電池7V1組付、展開試験、 ツリステーション照射試験・取りはずし (89/4) ●h⁺系PQR/PSR	△製造時実施 △同左(89/1, 3, 4) ①7V1組付・展開 同左(89/5) ●h⁺系PSR(89/12) →h⁺系輸送 (→日本, 90/1)
h⁺ロードインテグレーション システム電気試験(SEPET) ビン試験 質量特性 7V1テスト	h⁺ロードインテグレーション システム電気試験(SEPET) △第2回ECN(89/8) シフトアップ配線の冗長化 ビン試験(BS-3aのみ) 質量特性 △7V1単体試験(LAPSS, 89/10) → 7V1テスト	△同左(89/12) △同左(89/12) △7V1輸送(→日本, 90/1) △輸送後LAPSS(90/8) ②7V1組付・展開(90/9) 実施せず
①太陽電池7V1組付・展開試験 ツリステーション照射試験	②太陽電池7V1組付、展開試験(89/12) → 電源安定性試験(北側h⁺・ツリステーション照射試験89/12)	
RCSカスリーク試験 振動/音響/h⁺ロード試験 リーク試験 7V1展開、取りはずし 7V1テスト (熱h⁺テスト)/熱真空試験	RCSカスリーク試験 振動/音響/h⁺ロード試験(89/12) 7V1展開、取りはずし リーク試験 7V1テスト 熱h⁺テスト/熱真空試験(90/2) 再音響試験(BS-3aのみ) △7V1単体試験(LAPSS, 90/3) →	同左(90/12) △同左(90/12)
△7V1単体試験(LAPSS) [熱真空試験後] ビン試験 磁気試験 最終システム電気試験(SEPET) h⁺バッテリー容量試験 7V1テスト	最終システム電気試験(SEPET) (90/3) 磁気試験 ビン試験(BS-3aのみ) h⁺バッテリー容量試験 7V1テスト	△7V1・電極構造改修(91/1) △改修後LAPSS(91/1)
②太陽電池7V1組付、展開試験 質量特性 ●PSR 出荷	③太陽電池7V1組付、展開試験(90/5) 質量特性 ●システムPQR/PSR 出荷(→日本)	③同左(91/3) ツリステーション照射試験 (91/3) ●システムPSR 出荷(筑波→種子島)

(△印：太陽電池アレイ・コンポーネントレベル、●印：審査会)
L A P S S : Large Area Pulsed Solar Simulator
B S - 3 b で特記なきは B S - 3 a と同じ
E C N : 作業変更指示 -21-

参考1

放送衛星3号-a (BS-3a) の打上げ結果の評価に関する審議について

平成2年10月31日

宇宙開発委員会決定

1. 平成2年8月28日に宇宙開発事業団が行ったH-Iロケット(3段式)による放送衛星3号-a (BS-3a) の打上げ結果を評価するために調査審議を行うものとする。
2. このため、評価に必要な技術的事項について、第四部会において調査審議を行うものとする。この調査審議は、平成3年1月末までに終えることを目途とする。

参考2

宇宙開発委員会第四部会構成員

(五十音順)

部会長	佐貫 亦男	前日本大学理工学研究所顧問
部会長代理	内田 茂男	名古屋大学名誉教授
専門委員	秋葉 鏖二郎	文部省宇宙科学研究所教授
	大島 耕一	文部省宇宙科学研究所教授
	※五代 富文	宇宙開発事業団理事
	小林 繁夫	東京都立科学技術大学航空宇宙システム工学科教授
	小林 康徳	筑波大学構造工学系教授
	高島 一明	科学技術庁航空宇宙技術研究所科学研究官
	※立野 敏	宇宙開発事業団理事
	垂井 康夫	東京農工大学工学部教授
	原島 文雄	東京大学生産技術研究所教授
	廣澤 春任	文部省宇宙科学研究所教授
	福室 宏	国際電信電話(株)ネットワーク開発本部伝送部長
	畚野 信義	郵政省通信総合研究所長
	前田 弘	関西大学工学部教授
	虫明 康人	前東北工業大学長

注) ※印の専門委員は、説明者として参加する。