

M-3C 搭載 衛星 電源

林 友直・後 川 昭 雄
高 橋 慶 治・河 端 征 彦

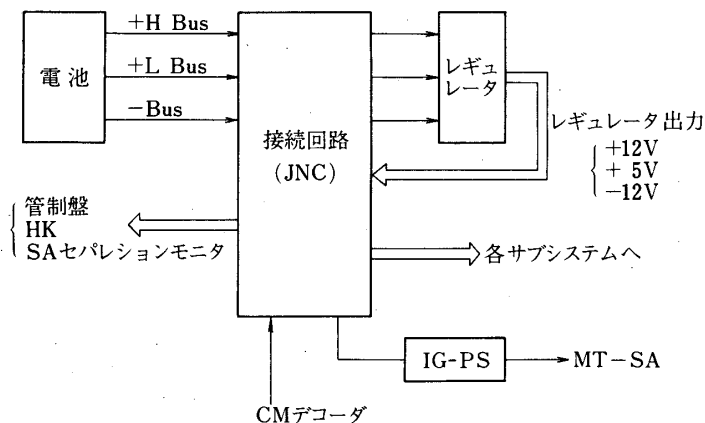
試験衛星「たんせい2号」では、2週間の姿勢制御系による主としてホイールモード捕捉の実験を行うので、太陽電池は使用せず、「たんせい1号」で実績のある酸化銀亜鉛電池を搭載した。

一方科学衛星 SRATS「たいよう」と CORSA では3ヶ月以上の観測を必要とするため、「しんせい」や「でんば」と同様に太陽電池を搭載し Ni-cd 電池と併用した。

1. 試験衛星「たんせい2号」

1.1 装置の概要

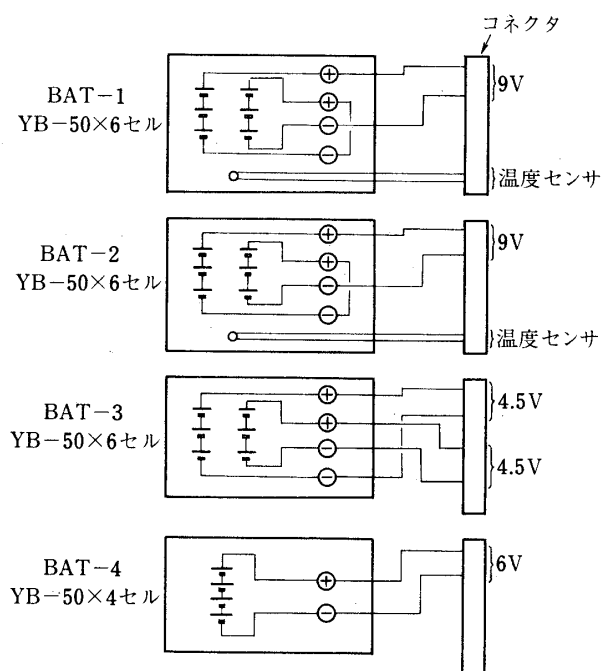
「たんせい2号」の電源系は化学電池（酸化銀亜鉛電池）に電圧安定回路を組み合わせた集中電源方式である。+、-系電池、レギュレータは電源系接続回路（JNC）を通して接続されており各サブシステムへ電力を分配する。第1図に示す電源システムの中でイグナイタ電源（IG-PS）や接続回路は性能、構成上科学衛星のそれとほぼ同じなので1.2.1項を参照願いたい。



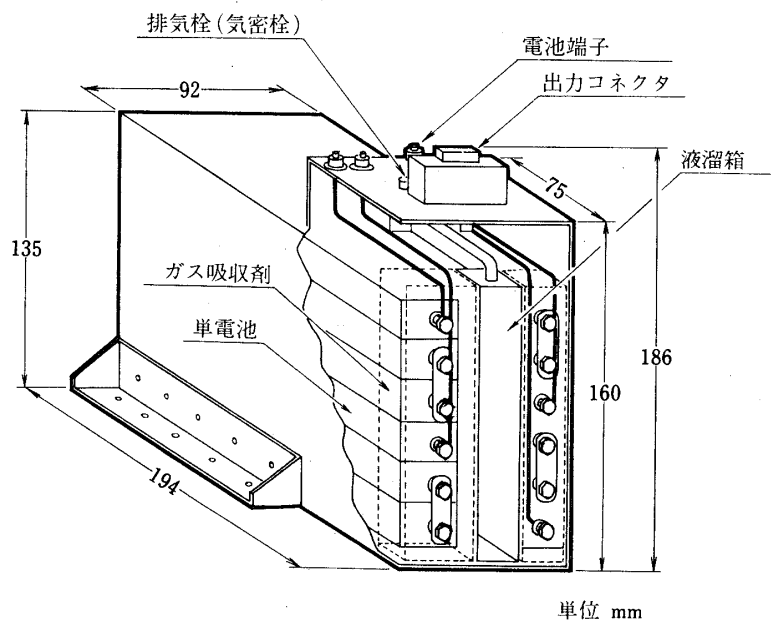
第1図 電源系システム

i) 電池

電池としては 50 AH の酸化銀亜鉛電池（YB-50 形）22 個を、 ± 12 V 系に各 9 ケづつ、+ 5 V 系に 4 個用い、4 個のステンレス製気密容器に分納している。その結線を第 2 図に示す。



第2図 電池の結線



第3図 電池の構造

単電池は各々樹脂接着され、横倒し状態で固定され、漏液防止と発生ガス排気のための液

溜箱を取り付け、それを断熱材で包んである。密閉構造は各ブロック電池の排気栓を密閉用ボルト（通常保管時は排気用ボルト）で完全に締め付けることにより電池内部が密閉され、 10^{-5} mmHg 以上の気密度を保持すると共に各単電池から発生する水素ガスは外箱内部のガス吸収剤により吸収し内圧上昇を防止する。その構造を第3図に、電気的特性を第1表に又酸化銀電池の一般的な充放電特性を第4図に示す。

ii) 安定化回路（レギュレータ）

安定化回路は ± 12 V系、 $+5$ V系の3種の安定化回路で構成され、バスラインの入力に対して1%の安定度で安定化された出力を負荷に供給する。

1.2 地上試験

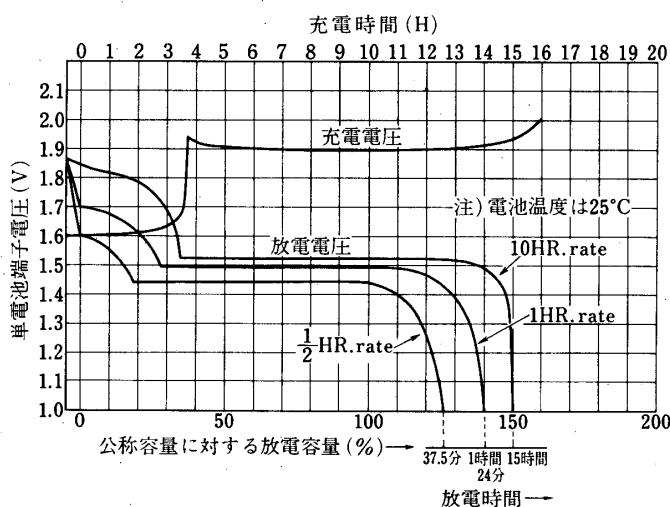
i) 電池のリーク試験

軌道中の電池の気密性を確かめるため、ヘリウム、リークディテクタを用いてリーク試験を行った。

結果は第2表に示すようにリーク量がいずれも 10^{-7} cc/sec のオーダーにあり規定値 10^{-6} cc/sec を下まわり問題のない事を確認した。

第1表 電池の電気的特性

項目	+12 V系	-12 V系	+5 V系	備考
公称容量(AH)	50	50	50	
公称電圧(V)	14.1	-14.1	6.25	
公称出力(WH)	705	705	312	計 1.72 KWH
平均放電電流(mA)	110	70	76	
放電時間(Hr)	428	673	615	自己放電0.3%1日を考慮



第4図 充放電特性図

第2表 リーク試験結果

ブロック電池番号	1 回 目	2 回 目
BAT -1, BAT -2	7.56×10^{-8} cc / sec	8.32×10^{-8} cc / sec
BAT -3, BAT -4	1.0×10^{-7} cc / sec	1.39×10^{-7} cc / sec

ii) KSC での運用と保守

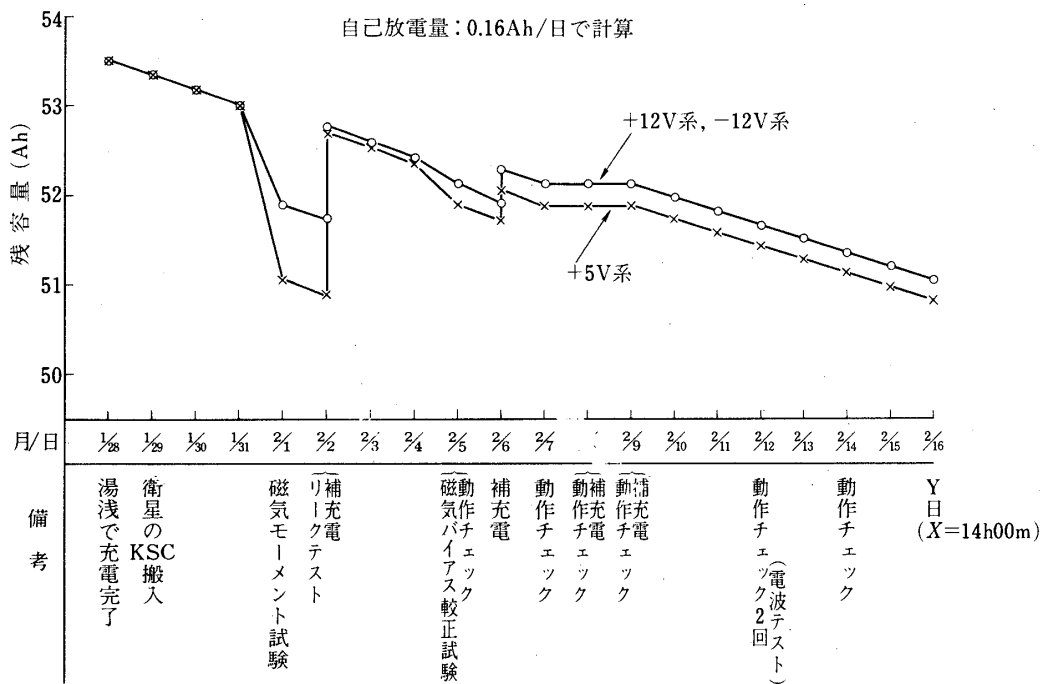
電池は前述の如く、内部発生ガスのための吸収剤を取り付けた構造になっているので、打ち上げ時までには、動作チェックによる初期放電や補充電の際の過充電等で吸収剤の機能が損われぬよう動作チェックによる放電時間は最小限にとどめた。最終補充電では、それまでの動作チェック消費量および自己放電量の積算をできるだけ正確に行い、初期容量に対する不足分を過不足なく補うようにした。

KSC に搬入されてから打ち上げるまでの残容量の経過を第5図に示した。

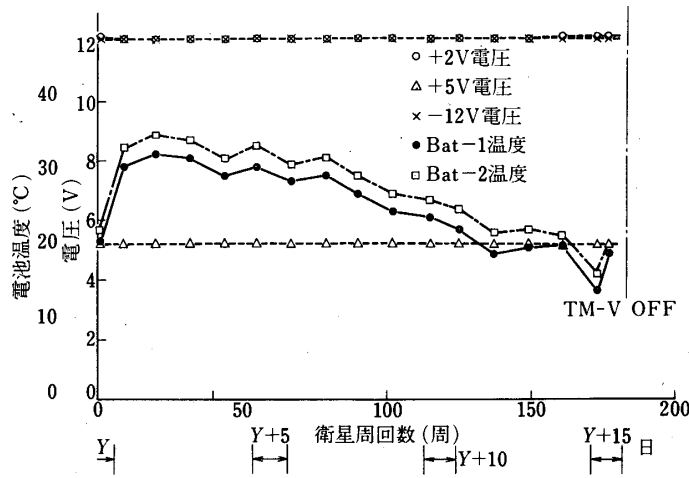
1.3 飛しょう結果

第6図に飛しょう中の電池の温度、レギュレータ出力を、第7図に周回数に対する放電量を示した。この放電量は、第3表に示すモード別消費電流をもとに、各電源系ごとの出力電流に地上からのコマンドによってきまる各モードの動作時間を乗じて算出したものである。

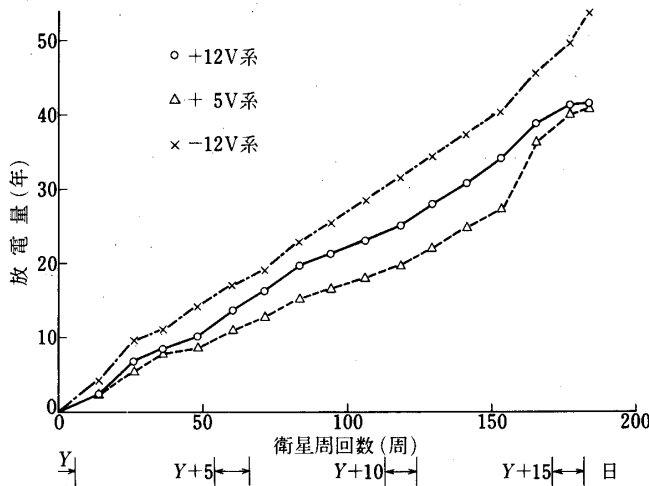
電池の飛しょう中の温度は、第6図によると、HKの得られた177周目までは約15~36



第5図 MS-T2集中電源 (Set No. 2) の打ち上げ前の残容量経過



第6図 レギュレータ出力電圧と電池温度



第7図 TANSEI (II) 集中電源の放電量

°Cの間にあった。

なお酸化銀亜鉛電池の寿命については、400 MHz の TM-U の電波が Y+16 日の 183 周から 184 周の間に、136 MHz の TM-V の電波が Y+22 日の 260 周から Y+23 日の 270 周の間に途絶えたことから、-12 V 系と +12 V 系の各電池はこの間で寿命が尽きたと思われる。詳細は M-3C-1 (たんせい II 号 1974-08 A) 実験報告書 [4] を参照願いたい。

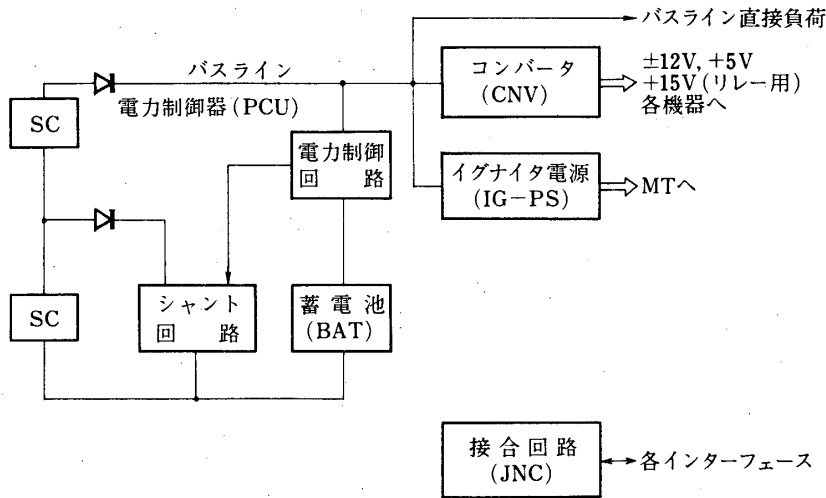
第3表 「たんせい2号」のモード別消費電流

モード	+H [mA]	+L [mA]	- [mA]
DEC OFF TM BEACON PI OFF AC OFF	65.9	36.0	115.0
DEC ON TM MOD PI ON AC OFF	178.0 } 191.0	450.0	216.0 } 228.0
DEC OFF TM BEACN PI OFF AC ON	100.5	100.0	115.0
DEC ON TM MOD PI ON AC ON	215.0 } 227.0	515.0	217.0 } 230.0
DEC OFF TM BEACON PI OFF AC MAC	162.0	100.0	119.0
DEC ON TM MOD PI ON AC MAC	280.0 } 295.0	513.8	218.5 } 230.5
DEC OFF TM BEACON PI OFF AC KEEPING	100.5	100.0	115.0
DEC ON TM MOD PI ON AC KEEPING	217.0 } 229.0	513.8	218.5 } 230.5

2. 科学衛星「たいよう」と CORSA

2.1 装置の概要

科学衛星の電源装置は、衛星システムが必要とする電力の発生、制御、貯蔵、調整をおこなないミッション期間中の機能を支障なく遂行させるための装置である。これは第8図に示したように、太陽電池パネル (SC)、蓄電池部 (BAT)、電力制御器 (PCU)、コンバータ (C



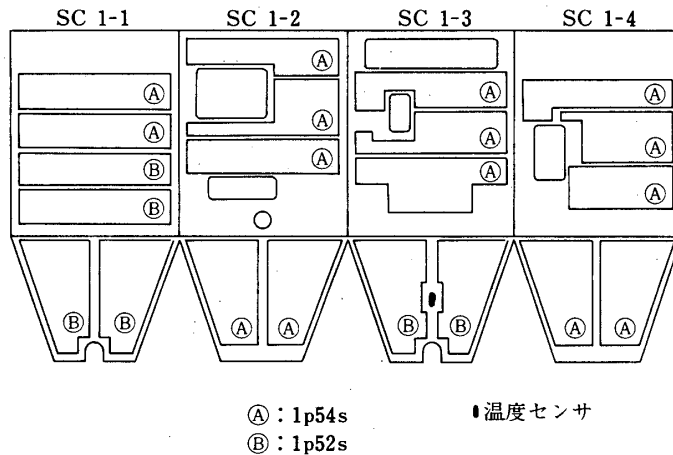
第8図 電源装置の構成

NV), 接続回路 (JNC), イグナイタ電源 (IG-PS) の6サブシステムより構成されている。ここでは CORSA を例として取り上げ各サブシステムの概要を説明する。「たいよう」については、両者の諸元を第4～6表に示したので、これらを参照願いたい。

i) 太陽電池パネル (SC)

太陽電池パネルの機能は、太陽エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池素子を所定の電力を得るために必要な個数だけ直並列に組合せ、その電力をブロッキングダイオードを通してバスラインに供給することである。これによって衛星のミッション期間中において十分な電力を負荷及び日陰時に使用した2次電池の充電に活用できる。

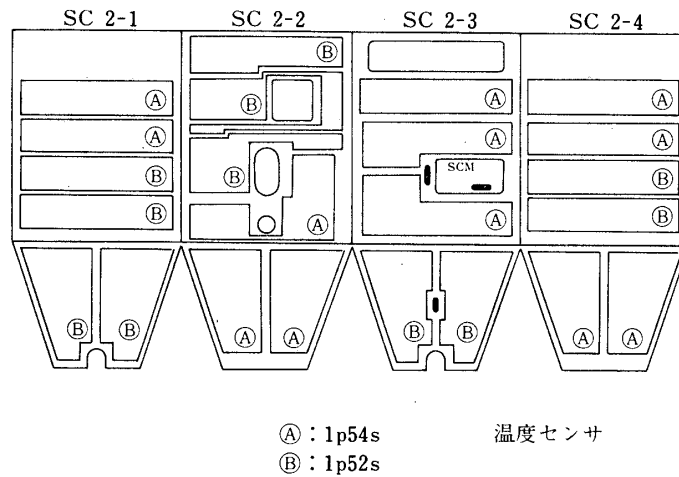
CORSA の特徴は、使用している太陽電池素子の面積が「たいよう」までの1cm×2cm



第9図 太陽電池パネル1 (SC1)

第4表 太陽電池パネルの性能諸元

	SRATS (たいよう)	CORSA
衛星の形状	75 cm の円に内接する8角柱 (太陽電池パネルの高さ70 cm)	80 cm の円に内接する 18面体
軌道条件	近地点 (255.2 km) 遠地点 (3135.5 km) 傾斜角 (31.6 度)	近地点 (350 km) 遠地点 (800 km) 傾斜角 (31度)
太陽電池の種類, 形状	1×2 cm ² , n/p形, Si 10 Ω-cm (NEC 製)	2×2 cm ² , n/p形, Si 10 Ω-cm (Heliotek 製)
カバーガラスの材質, 厚さ	石英 0.6 mmt	石英 0.2 mmt
カバーガラスフィルタ	紫外線 - 赤外線カット	紫外線カット
太陽電池の効率	10 ~ 13 %	10.4 ~ 12.3 %
太陽電池の使用数	5,274 枚	2,552 枚
太陽電池の実装効率 (含むセンサ窓等)	67.7 %	中面 59.5 % 下面 70.2 %
太陽電池パネルの重量 (含むハニカム板)	9.57 kg	9.03 kg
最大出力	37 W	44 W
バスライン方式	1バス (+系)	1バス (+系)



第10図 太陽電池パネル2 (SC 2)

から2 cm×2 cmに変更され, アレイ構成が1並列になった点である. 素子は米国の Helio-tek 社製で, その表面には0.2 mm厚さのカバーガラスを張り付けてある. 衛星への実装個数は2,552で, アレイの基本はパーシャルシャント用の中間タップを持つ54又は52個の直列接続より成る. 第9図と第10図に全アレイの配置図を示す.

バスライン方式は、第8図からも明らかなように+系のみの1系統である。
 温度モニタは、パネルの表面を3ヶ所、裏面を1ヶ所測定し、測定範囲は-150~150℃である。ハニカム板やダイオード等を含めたパネルの重量は、7.76 kg である。

なお、太陽電池パネルの全般的事項については文献[1]を参照願いたい。

ii) 蓄電池部 (BAT)

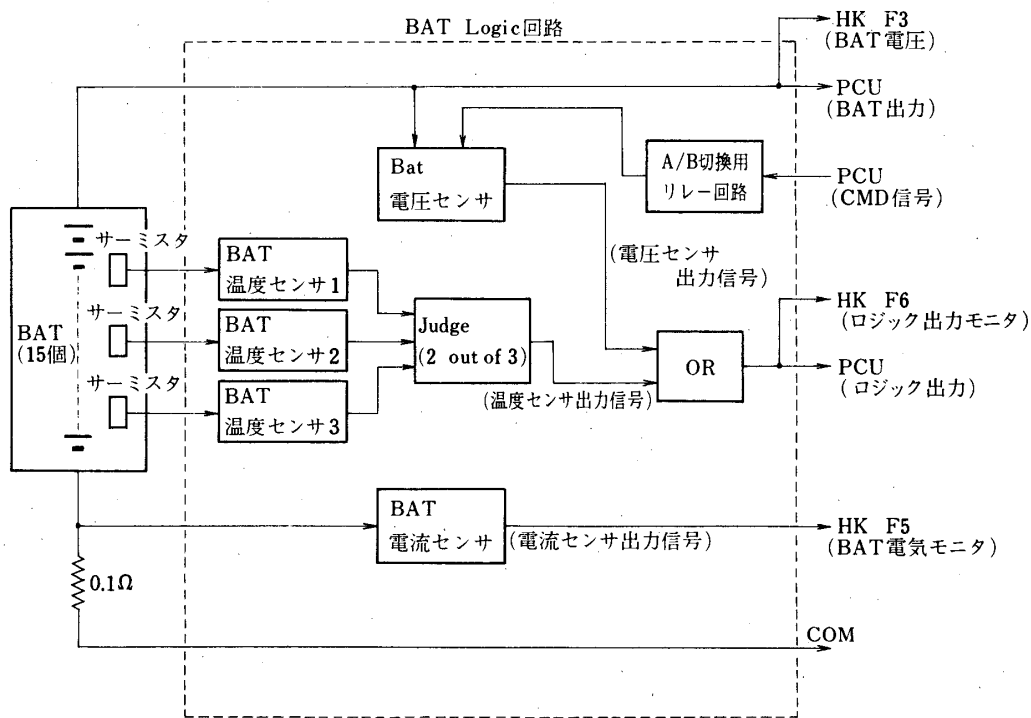
蓄電池部は容量が4 AHのNi-Cd電池(15個直列1系統)と各種信号処理を行う蓄電池ロジック回路部(BAT-LOGIC)より構成され、その系統図は第11図に示す通りである。この内蓄電池ロジック回路部についてはiii)のa)で詳述する。

電池の電圧、電流および温度(素電池ケース表面とシャーシ内表面の2点)はHKによってモニタされる。蓄電池部の重量は4.741 kg 以下である。

なお、Ni-Cd電池の全般的事項については文献[2]を参照願いたい。

iii) 電力制御器 (PCU)

電力制御器は、一般に日照中の2次電池の過充電による温度やガス発生による内圧の上昇防止と、バスラインに接続された搭載機器への過大電圧ストレスの防止、および主として日陰時放電によるバスライン電圧の下限規定値以下の防止あるいは過負荷による過放電防止のため、蓄電池ロジック回路部(BAT-LOGIC)、充放電制御回路部、上限電圧制御部(OVC)、下限電圧制御部(UVC)より構成される。しかし第12図のPCUの系統図から明らかなようにUVCは未だ搭載していない。



第11図 蓄電池機能系統図

第5表 電力制御器と蓄電池部の主要諸元

項 目	た い よ う	C O R S A
充電完了電圧 (設 定 値)	レベルA 22.0 V " B 21.3 V (但し電池のインピーダンス補償形)	注) レベルA 22.0 V " B 21.7 V (但し電池のインピーダンス と温度特性補償形)
充電要求電圧 (設 定 値)	レベルA 19.8 V " B 19.1 V (但し電池のインピーダンス補償形)	注) レベルA 20.6 V " B 20.2 V (但し電池のインピーダンス と温度特性補償形)
過充電検出温度	40 °C	同 左
OVC動作電圧	23.5 ± 0.6 V	同 左
シャント電力	20 W (シャントタップ電力)	17.25 W (シャントタップ電力)
Ni - Cd 電力	+系 (3.5 AH, 15ヶ直列)	+系 (4 AH, 15ヶ直列)
コマンド項目	# 55 BAT CHG ON # 56 " OFF # 57 レベル切換 A # 58 " B	# 5 (PCU AUTO ON) レベル A # 6 PCU AUTO OFF # 7 (PCU AUTO ON) レベル B # 21 BAT CHG ON # 22 " OFF

注) 各値はいずれも 25 °C の場合である。

a) 蓄電池ロジック回路部 (BAT-LOGIC)

詳細を既に第 11 図に示したが、Ni - Cd 電池の端子電圧と温度を電圧センサ (レベル A 用と B 用の 2 個) とサーミスタを検出素子とする '2 out of 3' の温度センサ回路によって検出し、論理演算処理した充放電制御信号を b) の充放電制御回路に送出し、制御回路の制御と相まって充電時容量を 80~100% に保つものである。これによって 2 次電池の過充電が防止され、温度や内圧上昇による寿命の劣化が除去される。

第 11 図の中で電圧センサ回路については、「しんせい」や「でんぱ」の経験から Ni - Cd 電池のインピーダンスが充放電時に充電完了と充電要求の検出電圧に与える影響を相殺するよう、電圧検出回路のコンパレータの基準電圧を第 13 図の (b) のように r_3 による電圧降下を補正電圧 V_c として (a) の従来基準電圧 V_R に加えて V_Σ とする方式に改めた。これによって充放電制御の実効検出電圧は充放電電流の変動によって変化することなく一定に保持される。これはまた周囲温度の変化がなければ、制御中の電池の残存容量は一定を意味

する。しかし一般に衛星内部の温度は日陰率の影響を比較的強く受け、その場合電池電圧の温度依存性は非常に大きくかつ非線形であるから、0~40℃の使用温度範囲において一つの固定動作点のみにより充電制御を行うことは困難である。そこで適用温度範囲を2分割して動作点をもう1点追加し(レベルAとB)、各々が第14図のような温度補償特性を持った回路を第13図(b)の V_R に組み入れた。この場合のコンパレータの入出力特性は例えばレベルAで25℃の場合第15図のようになる。

b) 充放電制御回路部

第12図でBUS LINEから蓄電池へ直列に接続された抵抗(R_1)、リレー(K_1)、ダイオード(CR_2)の並列回路とBAT LOGIC部からの充放電制御信号によって K_1 をON/OFFする駆動回路部よりなる。

動作としてはレベルAで25℃の場合、日照時に第15図の V_B が22.0Vの充電完了レベルに達すると、制御信号 V_0 によって第11図の K_1 がOFFされ15Ωの抵抗(R_1)によって蓄電池はトリクル充電される。このときの余分な電流はc)のOVCによって処理される。日陰時には蓄電池が放電されて V_B が下がり、第15図の20.6Vの充電要求レベルに達すると第12図の K_1 を閉じて初めの状態に復帰する。

温度センサ回路による場合も同様で検出回路が40℃に相当するサーミスタ出力を検出すると前記と類似の動作で K_1 がOFFされトリクル充電モードに切換わる。その後温度が下がれば37℃で復帰するようになっている。

上述のリレー K_1 の開閉は第12図から明らかなように、「PCU AUTO OFF」コマンドを予め送っておけば、地上からの「BAT CHG OFF」、「BAT CHG ON」コマンドによって優先的に行うことができる。

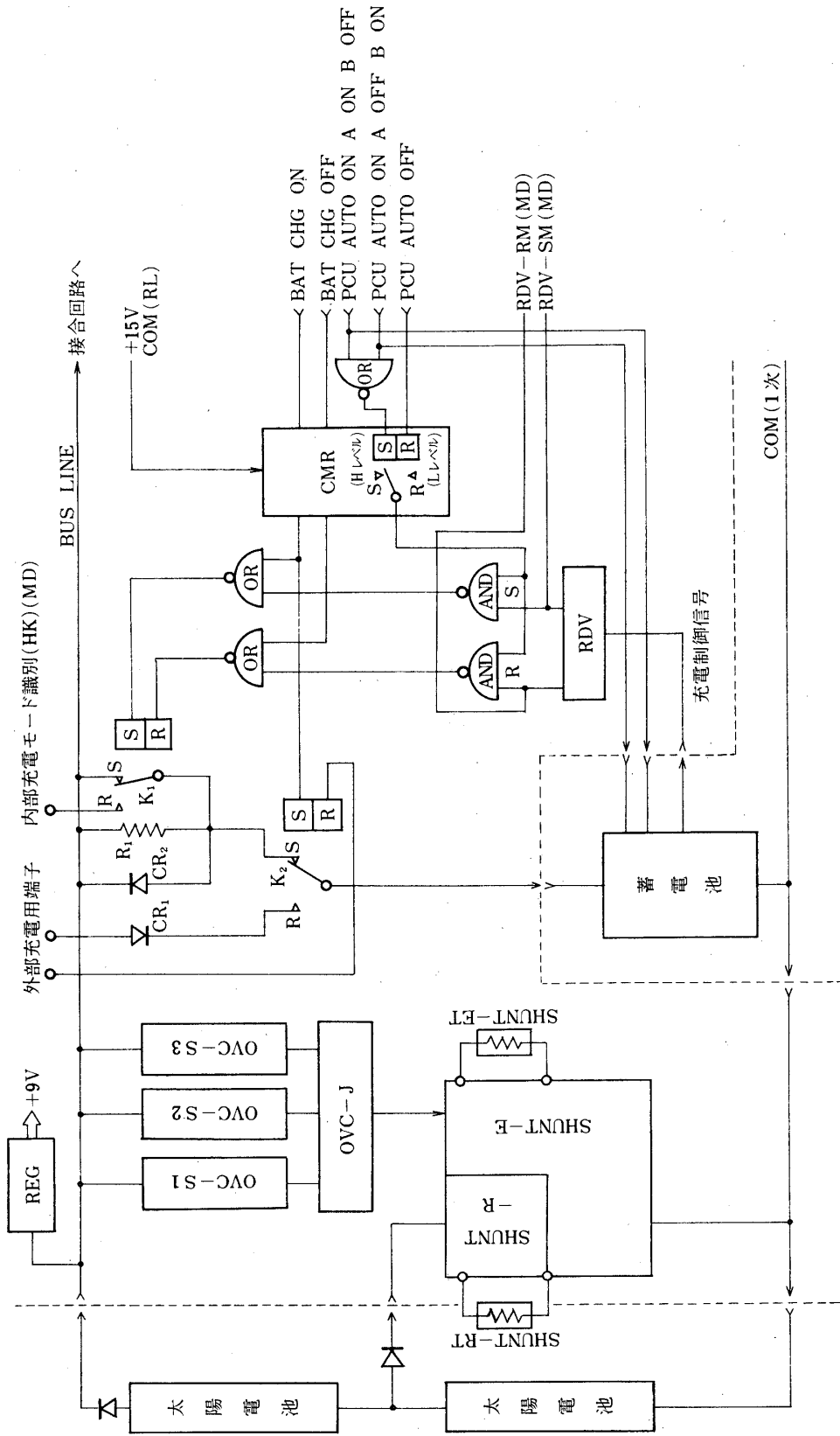
c) 上限電圧制御部(OVC)

コンバータ等バスラインの負荷が軽くなって上昇する太陽電池の出力電圧を一定値(安定化電源等の特性から23.5V)に抑え、余剰電力はいわゆるPartial shunt方式によって第12図のSHUNT部のトランジスタスイッチに直列なShunt抵抗に消費させるものである。回路の高信頼化の要請からSHUNT部は2系統の並列冗長構成とし、OVC-S回路については、'2 out of 3'の多数決冗長を採用している。余剰電力の処理は17.25Wまで可能である。

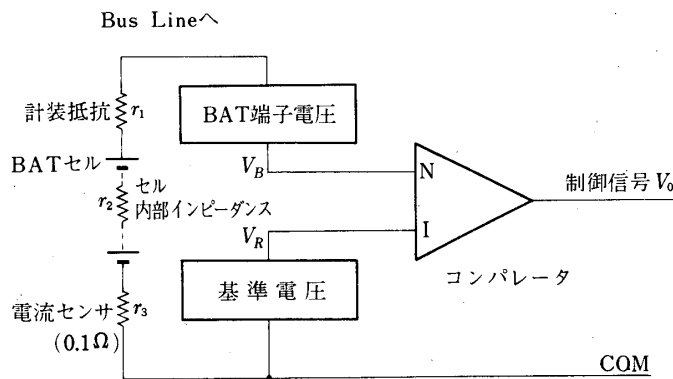
電力制御器の重量は、第12図のAND、ORおよびCMR回路を除いて1.393kg以下で

第6表 コンバータ(CNV)の主要諸元

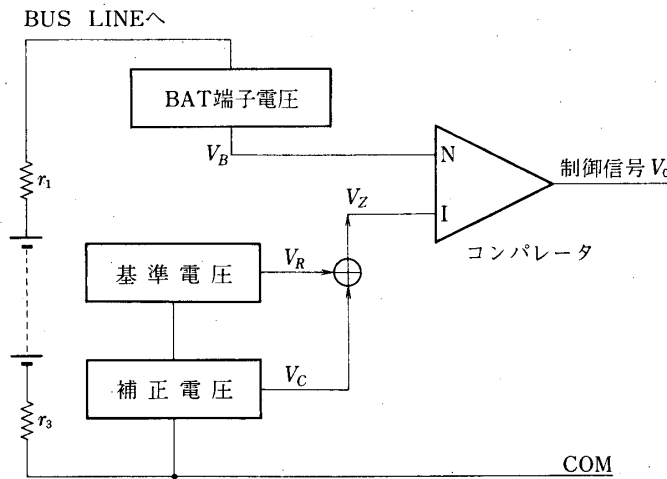
項 目	た い よ う				C O R S A			
	公称出力電圧	+12 V	-12 V	+5 V	-BUS (-16~-25V)	+12 V	-12 V	+5 V
出力電圧安定度	±1%	±1%	±2%		±2%	±2%	±4%	±5%
定格出力電力	7.5 W	6 W	8 W	11 W	9 W	4.8 W	6.5 W	9.8 W
方 式	DC-DC コンバータとシリーズレギュレータ(2系統)				DC-DC コンバータとパルス幅変調式レギュレータ(1系統)			



第12図 電力制御電器機能系統図



第13図 (a) 従来の電圧検出回路ブロック図



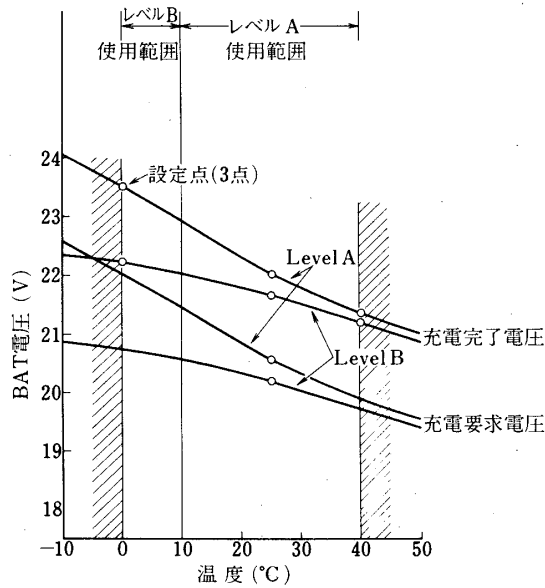
第13図 (b) CORSAの電圧検出回路ブロック図

ある。

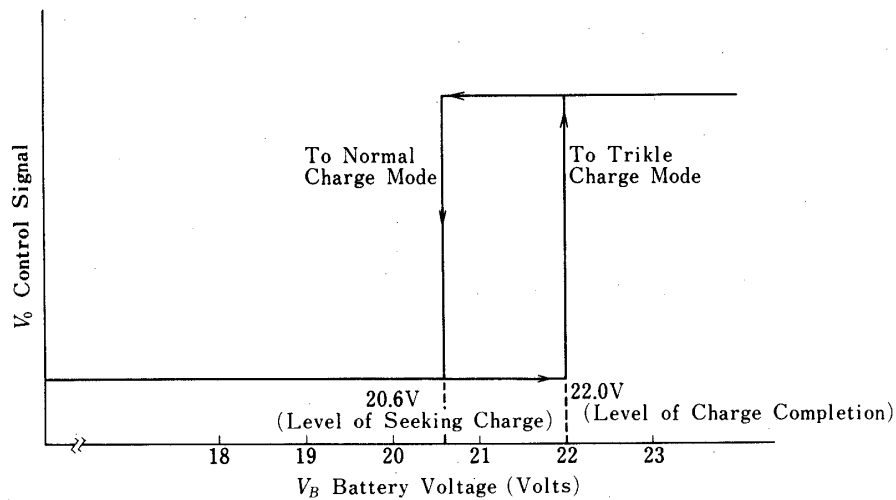
iv) コンバータ (CNV)

コンバータはバスラインの17~24 Vの非安定化電圧を4種類(+12, -12, +5 およびリレー用としての+15 V)の安定化電圧に変換する。第16図の系統図に示す通り,入力フィルタ (INPUT FILT), プリレギュレータ (PRE REG), コンバータ (DC-AC変換), および整流器とフィルタ (RECT & FILT) から構成される。

動作概要は,まず入力がノイズサプレッション用の「INPUT FILT」に加えられ「PRE REG」に接続される。PRE REGはパルス幅変調方式で出力電圧を制御するスイッチングモードのレギュレータ(バックレギュレータ)であるが,約14 Vの安定化電圧をDC-DCコンバータ部に供給する。DC-DCコンバータ部のDC-AC変換部には5種類のタップがあり,その内の4種類は「RECT & FILT」で整流しリップル除去される。残りの1種類の出力は誤差電圧(出力電圧の変動分)を「PRE REG」にフィードバックする。「PRE REG」は前述のパ



第14図 蓄電池電圧センサ特性



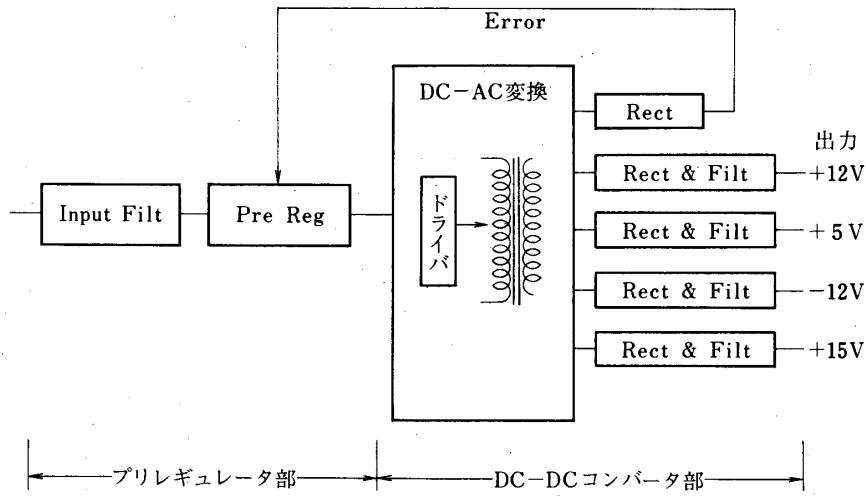
第15図 蓄電池の過充電制御のためのPCUコンバータの入出力特性

ルス幅変調作用によって、「PRE REG」制御部のパワートランジスタのON時間(DUTY)を誤差電圧に比例させて制御する。なお、コンバータの動作周波数は8 KHz (±20%)である。

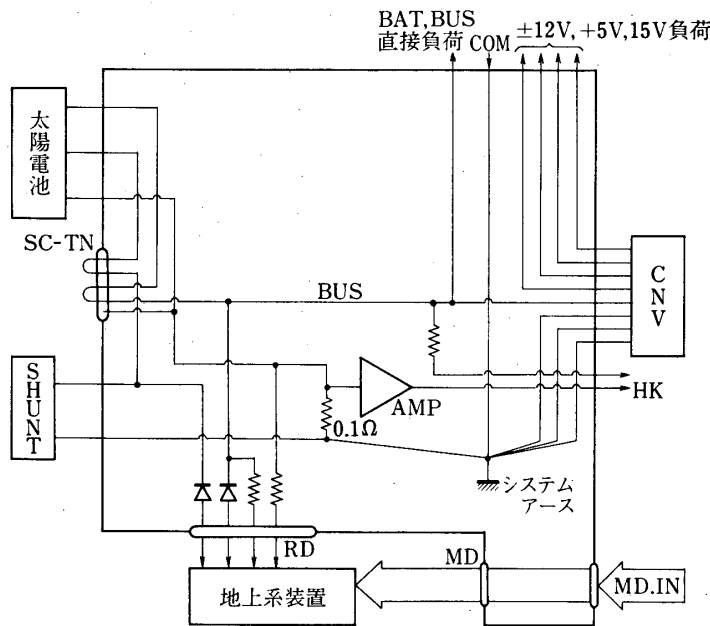
+12, -12, +5 Vの各出力とコンバータのケース温度はHK1によってモニタされる。重量は1.764 kgである。

v) 接続回路 (JNC)

電源系接続回路は第17図に系統図を示したように、衛星内各サブシステムへの電力の供



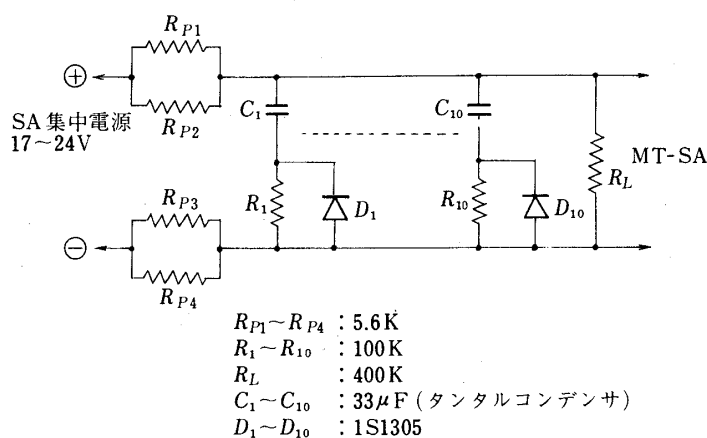
第16図 コンバータ (CNV) 機能系統図



第17図 接続回路 (JNC) 機能系統図

給配分, モニタ用コネクタによる各サブシステムから地上系装置への各種モニタ用信号の中継, 離脱コネクタによる地上系装置から衛星内各サブシステムへの電力の供給分配及び電源装置のHK信号の一部をHKおよび地上装置へ送出等の機能を持っている。

接続回路により電力の供給分配を受ける各サブシステムの内, 主要各ライン (例えばCNVとJNC間)は信頼性向上のため冗長配線を行っている。また各電源ラインのリターンを衛



第18図 イグナイタ電源回路

星構体1点接地にするため、「JNC」内にシステムアースとして1点接地を行っている。

接続回路の重量は 1.387 kg である。

vi) イグナイタ電源 (IG-PS)

イグナイタ電源は、第3段モータと衛星の切離、ヨーデスピナの作動、ニューテーションダンパの水銀溜めコックのロック解除およびヨーヨーデスピナ作動のためのイグナイタの点火用電源回路である。

回路は、第18図に示すように固体タンタルコンデンサ、放電用ダイオード、充電用抵抗で構成され、単一部品の故障では機能に支障が起きないように設計されている。

本電源の重量は 168 g 以下である。

2.2 飛しょう結果

「たいよう」については51年7月14日で6,137周に達し、1部の観測器を除いて依然順調に観測を続けている。

しかし本項では、この間の長期にわたるデータについては未だ解析中なのでその発表は別の機会に譲り、初期の運用法を含めた電源の飛しょう結果について概略を説明する。

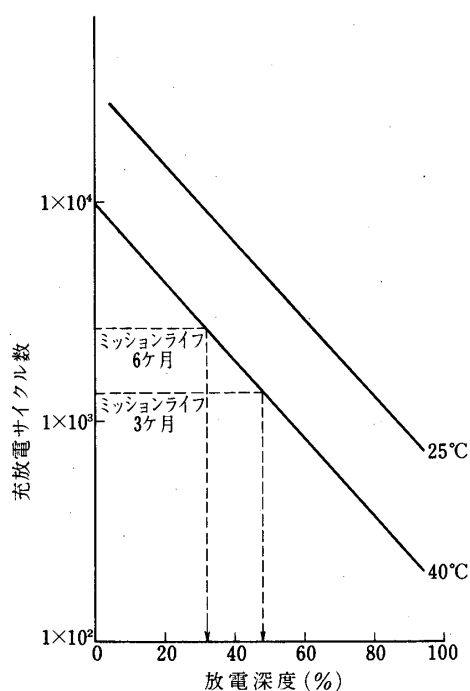
i) 「たいよう」

a) 運用法

「たいよう」は従来の衛星に比べて観測器が多いため、全機器を常時 ON 状態にしておくことは電力収支の関係上不可能である。従って衛星の軌道条件をもとにして太陽電池からの電力を計算し、基本的には最低3ヶ月の蓄電池サイクル寿命を達成しつつ過放電が起らないような運用モードを考えなければならない。そこで蓄電池の放電深度は第19図から最大でも50%を超えないよう各観測器の電源をコマンドによって交互に ON 状態にし、データ取得を行う事にした。具体的には第7表の軌道要素をもとに、1975年2月24日以降100日間の日陰率 (e)、ホイールモードを仮定しての太陽角 (θ_s) 及び太陽電池パネル出力等を第20～第22図に示すように予測計算して、前述の運用方法を第8表のモード別消費電流測定値に

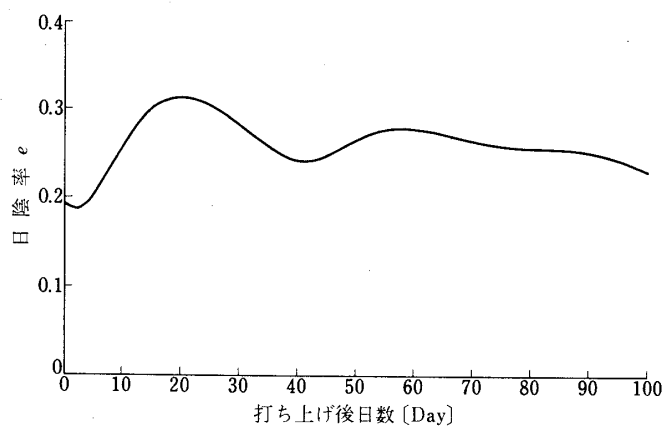
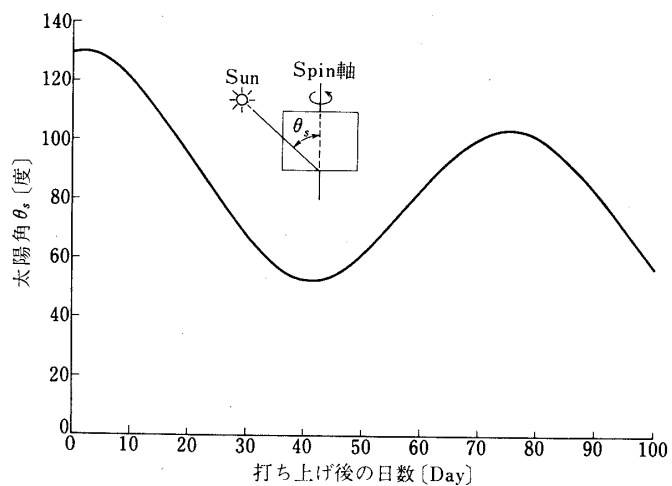
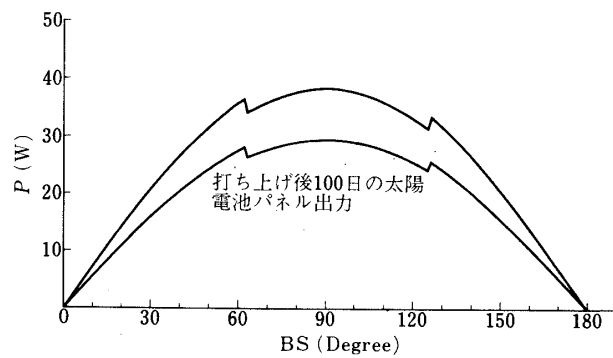
第7表 「たいよう」の軌道要素

元期	1975年2月26日0時0分 秒 (U.T.)
軌道長半径	8073.067 km
離心率	0.1784
軌道傾射角	31.55°
昇交点赤経	261.73°
近地点引数	119.95°
平均近点離角	69.93°

第19図 Ni - Cd 電池の充放電
サイクル寿命

基づいて実行した。

実際の初期の運用方法として、Y日の第1周目ではヨーヨー作動とプローブ展開のコマンドが送られ、衛星のスピン速度の変化 (2.27 rps → 9.8 rpm に減少) 等によりこれらが正常に動作した事が確認された。Y+2日 (第25周目) までは高圧機器 (CPI, SXR, GMV) を除く各観測器の動作チェックを主目的に行ない、各観測器の動作はすべて正常であることが確認された。Y+3~Y+11日までは衛星の姿勢制御 (ホイールモードの捕捉) を主目的に行ない、その後高圧機器を除く各機器の観測を開始した。Y+24日 (3月20日) の第283周目と285周目に GMV-EMP と SXR の、Y+28日 (3月24日) の第331周目と第333周目に GMV-C と CPI の高圧電源の投入を成功裡に行ない、全PIの観測が可能となった。

第20図 打ち上げ後の日陰率 e 第21図 打ち上げ後の太陽角 θ_s 

第22図 「たいよう」の SC POWER

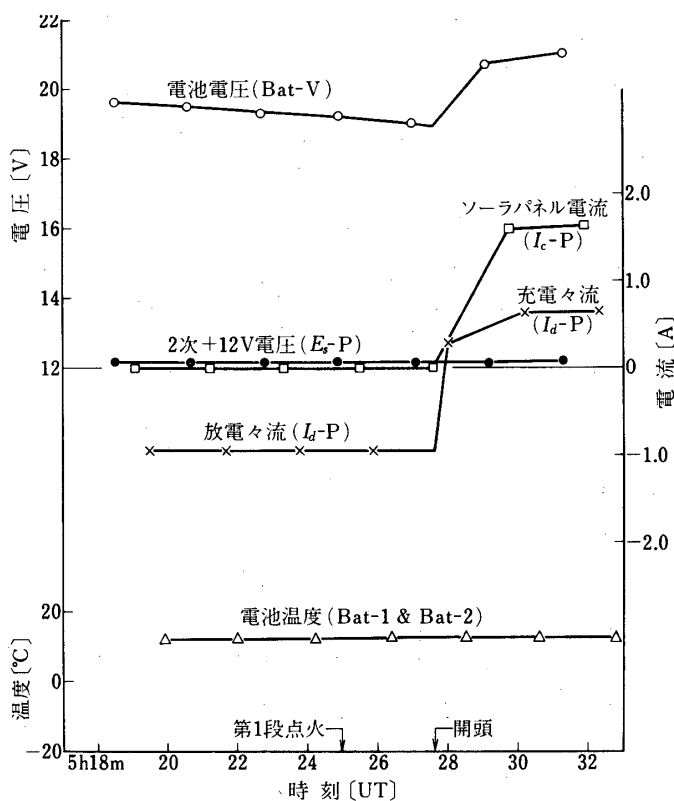
第8表 SA 総合動作試験モード別消費電流測定

機器名	モード	A	B	C	C'	D	D'	E	F	G	H	I	J	K	K'
CMD		○	○	○		○		○	○	○	○	○	○	○	
TM		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
DR								○	○	○	○	○	○	○	○
ENC		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
CLOCK										○	○	○	○	○	
HK				○		○		○	○	○	○	○	○	○	○
HOR / PDI				○		○		○	○	○	○	○	○	○	○
GAS				○		○		○	○	○	○	○	○	○	○
AC		○ _{MAC}							○ _{KP}					○ _{KP}	
SXR											○	○		○	
SXU				○	○					○		○		○	
TEL				○	○					○	○		○	○	
IMP										○	○		○	○	
CPI													○	○	
TPI											○			○	
GMV												○		○	
BUS 電圧		0.82	1.07	0.99	0.79	0.98	0.76	1.10	KP 1.16	1.455	1.85	1.53	1.64	2.41	0.89
20 V 一定時				}	}				MAC 1.34	}	}	}	}	}	
消費電流				1.01	0.80				MSC	1.47	1.86	1.55	1.66	2.44	
(A)															

第9表 Y+3日までのコマンド運用表

Y+Day	Y + 0					Y + 1					Y + 2					Y + 3								
	0 (打上げ)	1	2	3~4	5 ~10	11	12	13	14	15 ~17	18 ~21	22	23	24	25	26 ~29	30 ~33	34	35	36	37	38 ~41	42	
機器名		R	R			R	R	R	R		R	R	R	R	R		R	R	R	R	R			
SA - ON	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
CMD	○	○	○			○	○	○	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○	○			
TM	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
HK	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
DR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
CLOCK						○	○																	
HOR						○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PDI																								
GAS	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
SXR(高圧除く)																								
SXU	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TEL	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
IMP						○					○	○	○	○	○									
CPI																								
TPI							○																	
GMV(高圧除く)																								
AC																		○	○	○	○	○	○	○
各 セ ー ド 消 費 電 流	1.05A	1.05A	1.05A	1.01A	1.01A	1.01A	1.01A	1.04A	1.04A	1.04A	1.33A	1.04A	1.33A	1.29A	1.04A	1.04A	1.04A	1.04A	1.11A	1.11A	1.11A	1.11A	1.11A	1.11A

Rev.1においてY0-Y0作動、プロローブ展開を行なう。 2. ○印は各機器のON状態を示す。
 3. Rは各周期の可視範囲での各機器動作状態を示す。 4. DRは可視範囲では再生を行う。
 5. 消費電流の項でDRの再生時は+30 mA追加する。又、ACはスタンバイ状態として計算されている。



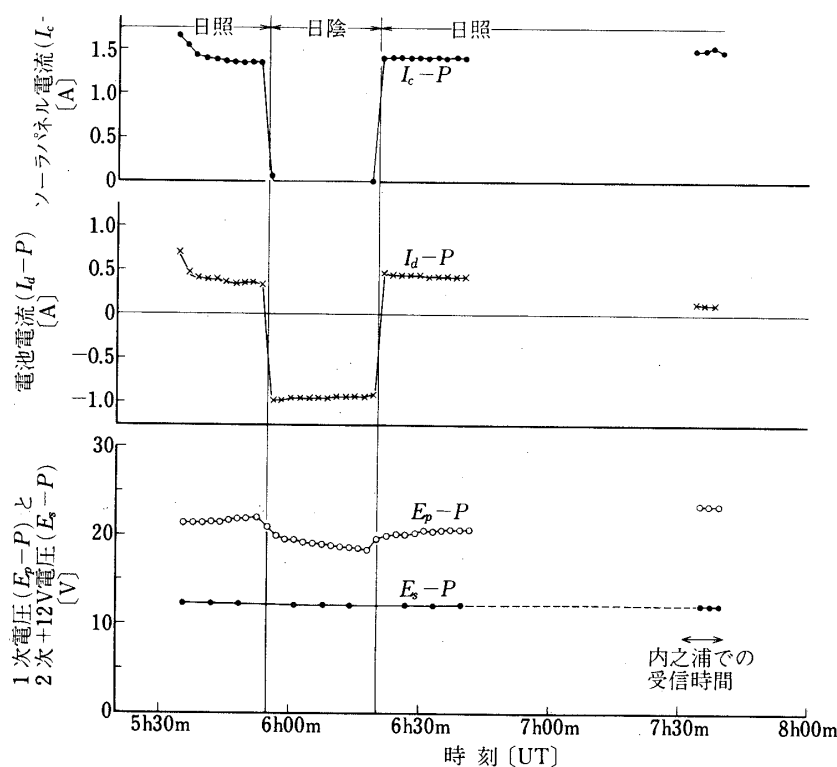
第23図 「たいよう」の発射時における電源データ

第9表にY+3日(第37周目)までのコマンドによる運用状態を示す。

b) 太陽電池パネル

発射時の結果を第23図に、軌道中第1周目から第37周目までの結果を代表的に第24~25図に示す。第23図とタイムシーケンスの飛しょう結果からX(5時25分 U. T.)+157秒に開頭し、その後パネル出力が発生している。第1周目のヨーヨーデスピナ作動までは衛星用太陽センサの出力 θ_s が得られなかったが、第2段目搭載の太陽センサによると約X+280秒以後の θ_s は約120度の一定値にあるので、衛星のある第3段目もこの状態にあったと考えられる。第24図の第1周目のデータは6時42分(U. T.)以後の部分の欠けているが、これは受信時間が8分54秒間と短い上、ヨーヨーデスピナの作動とプローブ展開のためにコマンドを送りこれらの確認を行ったので、データレコーダの再生が3.7分間しか行なえなかったからである。第25図は第22周目のパネル出力の変動を示しており、 θ_s は120度だった。

比較的長期になると主として、バンアレン帯の陽子や電子による放射線損傷を受けてパネルの出力は低下する。第26図は約800周までの飛しょう結果を90°の θ_s に正規化して示したものである。これに理論的検討を加えると、実線の計算値が得られ前者とかなり良く一致している。飛しょう結果の平均値に対する計算値の誤差は6~8%となる[5]。



第24図 「たいよう」 1周目における電源データ

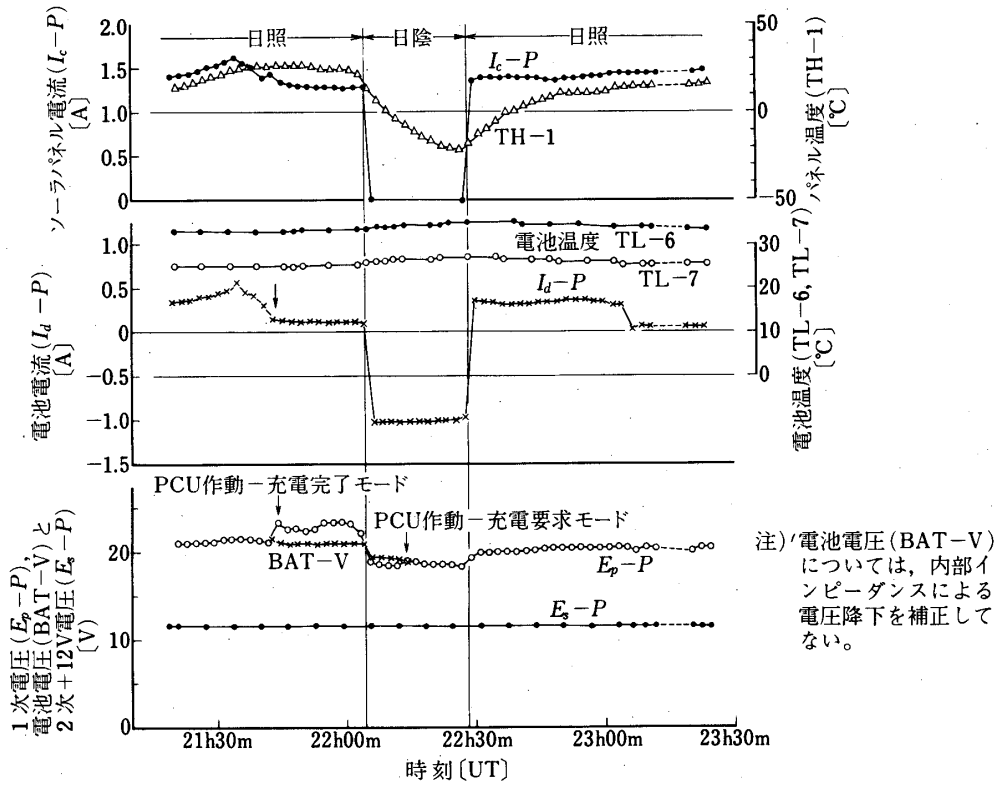
c) その他の電源装置

開頭後の日陰時刻の5時54分44秒(U. T.)までの電池の充電電流は第23図と第24図より0.3~0.7 Aまで変化しており、この間の充電量を両図から求めてみると約0.17 AHとなって公称容量の4.9%に当たる。発射時開頭までの消費量が4.9%であったからPCU作動による充電完了モードへの移行が確認できて当然ということになるが、第1周目を内之浦で受信した時、既に充電完了モードにあることを確認していることから、5時54分44秒には移行直前にあったことが数値的に推定できる。第25図の第22周目は、再生データにレベルBでのPCUによる充電完了と充電要求モード移行を認めた最初の周である。23時6分(U. T.)以後の I_d-P の減少はIMPをONしたためである。

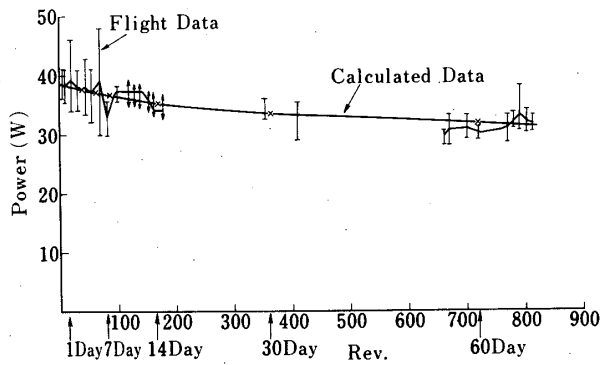
コンバータの出力については、各図に代表的に+12 V (E_s-P)のみを示したが、残りの-12 V と +5 V も図に示すまでもなく、第10表の通りほぼ一定で規格を満足した。

最後に電池の特性をまとめて第27図に示す。これは再生データの日照および日陰の最後において各測定値を読み取り、周回ごとにプロットしたものである。この図から電池の充放電特性は正常なことがわかる。

特記したいのは、15個の単電池を8個(No. 1)と7個(No. 2)に分け各々を独立のケースに収納したため第11周目以後、電池の温度がNo. 1とNo. 2で約7~11°Cの差を生じていることで(第25図も参照)、これは積載位置や上下の機器との熱的結合等の違いによるも



第25図 「たいよう」22周目における電源データ

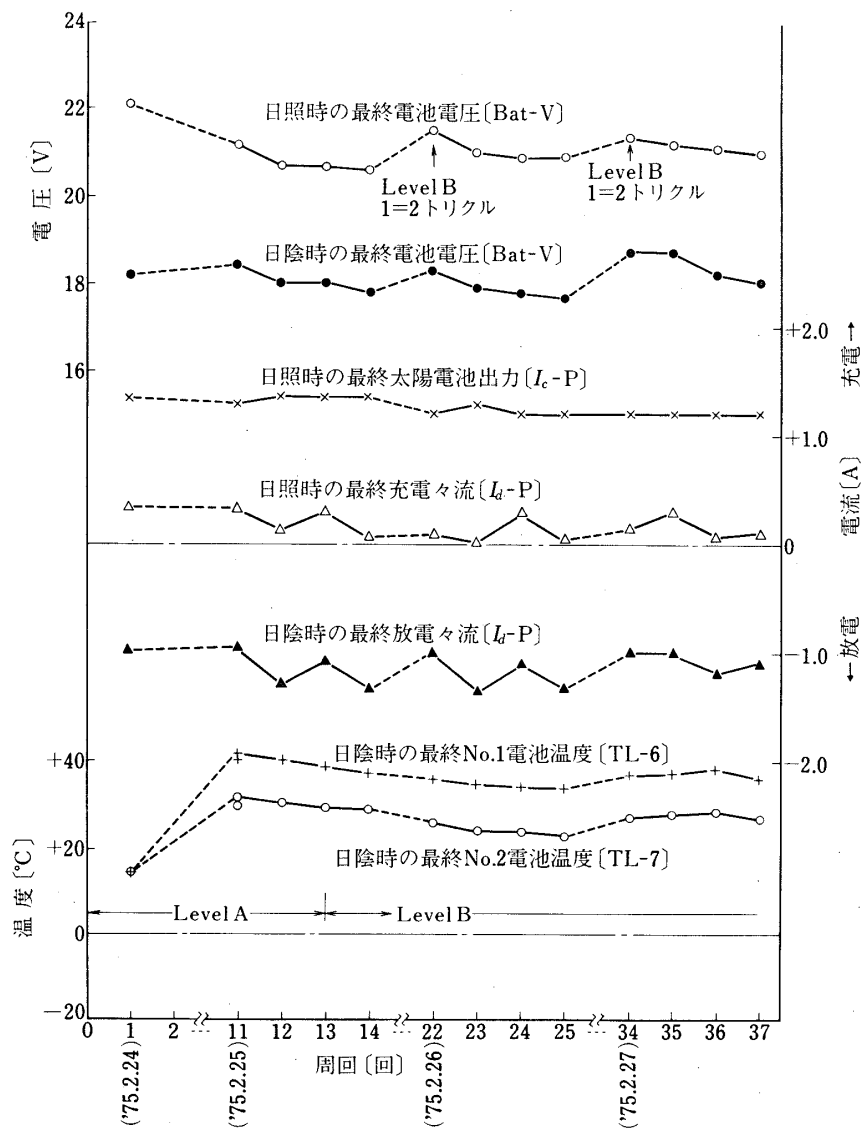


第26図 「たいよう」の太陽電池パネル出力の飛しょう結果

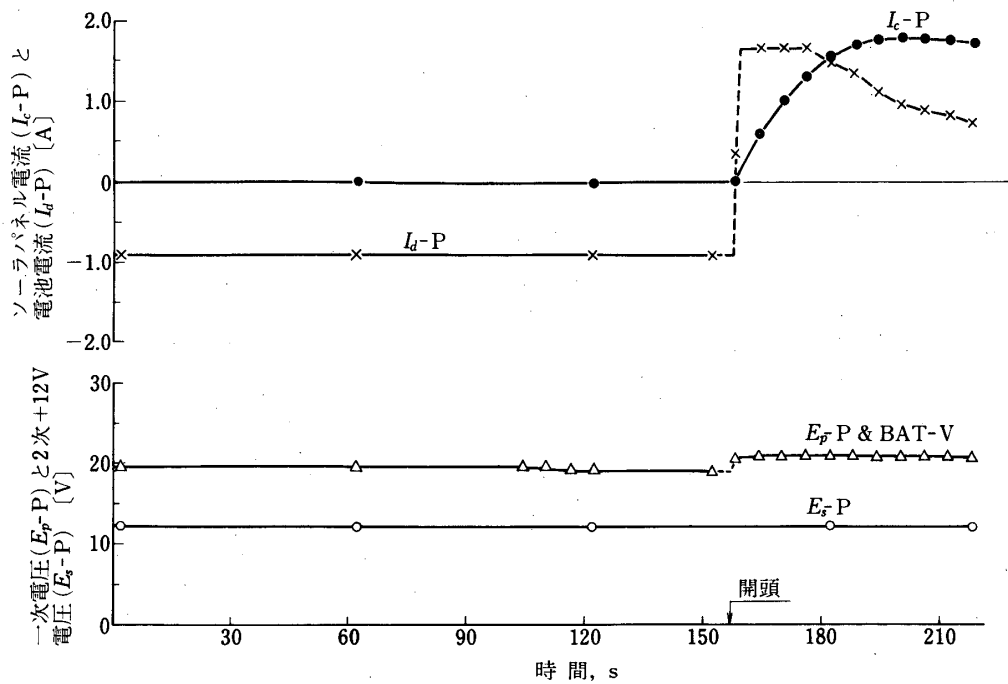
のと思われる。しかし運用上では、温度差があるため電池の特性を同一に扱えないので、細心の注意が必要となる。そこで CORSA では「しんせい」や「でんば」と同様に15個を一つのケースに収納した。

第10表 コンバータ出力電圧

項目	規格	HKデータによる電圧変動
+BUS	+17 V ~ +24 V	+19.3 V ~ +23.5 V
+12 V	+12.01 V ~ +12.25 V	+12.15 V ~ +12.20 V
+ 5 V	+5.0 V ~ +5.1 V	+5.03 V ~ +5.09 V
-12 V	-11.98 V ~ +12.22 V	-12.10 V ~ -12.15 V
-BUS	-16 V ~ -25 V	-19.3 V ~ -24.4 V



第27図 日照と日陰時の最終電圧, 電流, 温度特性



第28図 CORSA 電源作動状況

ii) CORSA

衛星の電源としては1976年2月4日のX(15時00分)から218秒間にわたって第28図の飛しょうデータが得られたが、2段目の太陽センサの出力が得られなかったため、これに検討を加えることはやめる。

1977年10月5日 新設部(工学)

参考文献

- [1] 後川, 高橋, 河端: "1・2・3号科学衛星の太陽電池源", 東大宇宙研報告基礎開発研究特集号 (投稿中).
- [2] 後川, 高橋, 石川, 柳本, 藤田: "衛星用完全密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池", 東大宇宙研報告, 第10巻第1号(A), p.32 (昭49-01).
- [3] 秋葉, 加勇田, 星野, 松沢, 伊東: "M-4Sの点火タイマ系", 東大宇宙研報告, 第11巻第1号(B), p.253 (昭50-03).
- [4] M-3C-1 (たんせいII号 1974-08A) 実験報告書, SES-TN-74-035-SY (東大宇宙研 SES データセンタ).
- [5] T. Orii et al: "Radiation damage to solar cells", Proceedings of the Eleventh International Symposium on Space Technology and Science, p.527 (1975).