"しんせい"の6か月間の経過

昭和47年3月

東京大学宇宙航空研究所

1. はしがき

第一号科学衛星"しんせい"(国際標識1971－080A)が、昭和46年9月28日、13時00分(日本標準時)M－4S－3号機により打上げられて以来、昭和47年3月28日で、6か月が経過した。当初ほぼ完全な観測ができる期間として3か月が考えられ、事実、打上げ時の空力加熱による電子温度計の測定プローブ部の損傷と約40周目以降恐らく、高圧部分の故障によると思われるスピン軸の方向に指向した、ガイカーミュラー計数管1個の故障をのぞいては、ほぼ完全にはじめの3か月間の使命を達成した。"しんせい"はその後も1月末まで順調に動作して観測が行なわれた。

しかし、2月初旬から、衛星上のデータレコーダの性能の低下が現われはじめ、その後、電源関係のデータを検討の結果、データレコーダの動作不良が電源に悪影響をおよぼすことのないよう、3月10日(2087周)から、データレコーダのスイッチを切り、いわゆるリアルタイムの観測のみとした。これにより、現在なお引きつづいて、観測データの受信が行なわれている。

"しんせい"は、長期間作動する衛星としては、わが国ではじめてのものであり、これに使用された部品がどのような経過で、劣化ないしは、損傷するかをしらべることは、今後の衛星の信頼性設計にとって、きわめて重要であるので、われわれは今後も引きつづいて、科学観測とあわせて工学的デー

タの取得を続行する計画である。

科学観測の結果については、データ処理が予想された通り、大変な仕事である。後に述べる観測結果も又近く印刷される「第一号科学衛星"しんせい"による科学観測第2報」に記載される結果もいわゆるクイックルックデータによるものであって、本格的なデータ処理解析については、現在電子計算機によって行なわれており、まだかなりの時間を要すると思われる。

2. 科学観測

2.1 太陽電波（東京大学東京天文台、東京大学理学部担当）

世界標準日時1971年10月20日、17時13分頃タイプⅢの太陽バーストが衛星に搭載された5MHz及び8MHzの受信機で観測された。

タイプⅢのバーストは電波源が高速度でコロナを外にむかって飛び出してゆくのに伴って、周波数が低い方に移動するのが特徴である。そうして、バーストの放射周波数は、電波源のある位置のコロナのプラズマ周波数を示しているものと思われる。第1図には、その時の太陽電波強度の時間変化を示してある。

おもな特徴としては、

i）8MHzの放射から5MHzの放射まで、約10秒の時間的おくれがあること。

ii）放射強度のへり方は指数関数的で、その時定数は8MHzでは14秒、5MHzでは34秒であること。

iii）8MHzおよび5MHz共放射の最大フラックスは、（10^4 f, u（1 f·u·

$=10^{-22}W_m^{-2}Hz^{-1}$）で１００MHz　前後で地上で観測されるタイプⅢのバーストのフラックスとくらべて桁ちがいに大きいということはないこと。

ⅳ）図中矢印で示されている小さなこぶ（８MHz　では１３分３０秒頃　５MHzでは１３分５０秒頃）は、それぞれもっとコロナの外側から出た４MHzおよび2.5MHzの２倍高調波の可能性があることである。

これらのデータの解析からこのバーストの放射源の位置は、8MHzおよび5MHzにつきそれぞれ太陽中心より太陽半径の4.6倍および6.2倍のあたりと思われる。

2.2　低エネルギー電子（理化学研究所担当）

注目すべき結果は次の二つに要約される。即ち

ⅰ）西径60°から90°北緯15°から25°という局限された地域でその近接地域の値の１０倍乃至１００倍の大きな電子束強度が認められた。その最大強度は４００KeV以上のエネルギーの電子で10^3Counts, cm^{-2}, sec^{-1} str^{-1}であった。但し、ここより東側の地域ではデータ取得ができないので分布がどのようになっているかわからない。この分布の様子は第２図に示されるように明らかに通常の放射線帯の下部にあらわれている。

ⅱ）世界標準日時１９７１年１０月６日、２１時１６分から２１時３０分の間に短時間変動と思われる強度変動が見られる。このうちで特に２１時１７分に持続時間約３０秒の間１００KeVから４００KeV迄の電子強度が同時に数十パーセント上昇しているのが認められる。上記のうちⅰ）に似たような現象は１９６２年に米国の衛星で見出されているが、これとはやや異ったものである。

最近わが国のロケット実験で低緯度地帯の低高度に低エネルギー電子

が捕捉されていることを意味するデータが得られているが、このような現象と関連するものであるかもしれない。

2.3　電離層プラズマ（郵政省電波研究所、東京大学宇宙航空研究所担当）

主として電子密度プローブのクイックルックデータより得られたものであるが、かなり著しい特異分布が見出されている。即ち第3図に見られるように Sub-solar Point がほぼ西経140°にあるときに南米の西海岸南緯0°から20°西経70°から100° 付近の上空にまわりよりかなり高い電子密度のところが存在することがわかった。これは Subsolar Pointが西経180° 位になると、もう軌道上でそのような密度増大は見られず非常に地域性のはっきりしたものである。このような異常を示す場所はまだ他に存在するようであるが、この点については電子計算機によって解析中である。

その他衛星が日陰帯から日照帯に出たときに電子密度が必ず一度ちょっと増大し、更に一度減少して極小値をとってから増大するという奇妙な現象がある。この現象は電離層の生成機構たとえば朝方の電離層の変化に対しての資料となるものである。

3.　工学的資料

この衛星は第一号科学衛星であると共に我々にとってはじめての長期間の軌道上の資料をうるための衛星である。

現在までに衛星内の温度、衛星の姿勢変化、太陽電池の性能変化、衛星スピンの変化等衛星環境に関す数多くの工学的資料を送り続けている。これらの資料も大量のデータ処理を必要とするので、いまだに完結していないがここにその一部についてのべる。

3.1　衛星の姿勢変化

衛星の姿勢は地磁気姿勢計と太陽センサで測られているがここにのべるのは太陽センサを用いた衛星のスピン軸と太陽とのなす角度の変化である。衛星のスピン軸が理想的に慣性空間に固定していても地球の公転によって一年一周期の変化をするはずである。その他に衛星のもっている磁気モーメントと地球磁場との相互作用により複雑な変化をするが現在迄の実測値は"しんせい"のもつ磁気モーメントと軌道上の地球磁場とから考えられる変化と非常によく一致している。第4図はこの太陽角の変化と日陰率の変化を示したものである。

3.2　衛星内の温度

第5図a，bには衛星内のいろいろな点の平均温度の変化をしめしてある。かなり温度変化の巾は大きいように見えるがこれは日陰率と衛星の姿勢からきまるものであり、又電池の温度はその他に電池の充放電の状態によっても大きく左右される。又、第5図Cには1周中における衛星各部の温度の代表例を示した。これらの結果から我々の熱設計には大きな誤りがなかったと思われるが個々の部分については更に検討の余地があり第2号以降の衛星の熱設計のために有用な資料が得られた。

3.3　スピンの変化

第6図に示すのは"しんせい"のスピンの変化である。"しんせい"のスピン減少率は"たんせい"に比べ約 1/3 と小さい。"しんせい"と"たんせい"の大きな違いは太陽電池パネルの有無であるが、何らか他の外見上にはあらわれない差異によってスピン減少率が異なったものであろう。その他特に興味のあるのはスピンの減少率がかなり変化していることである。大きな原因は地球磁場のスピン軸と直角な方向の成分の

変化であると考えられるがその他にも要因が考えられるので現在解析中である。

3.4　電　　源

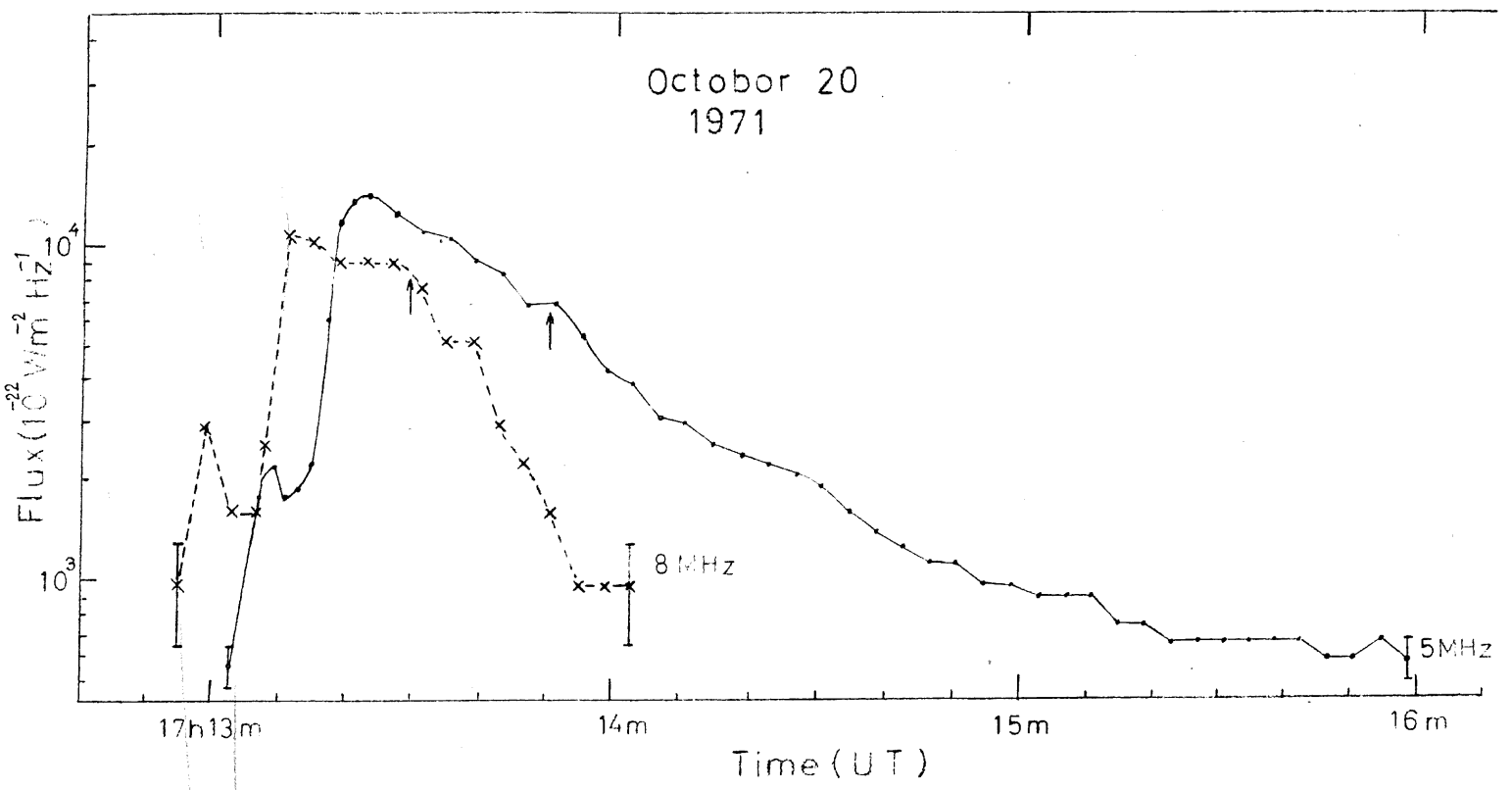
第7、8図にそれぞれ十系一系の太陽電池パネルの出力電流（Ic）の変化を示す（なお図にはその最大、最小測定値をも示してある）通り、現在までの所太陽電池の劣化は認められない。

第9、10図では十系、一系の電池の充電および放電電流（Id）ならびに電圧安定回路の2次出力電圧（Es）の変化を示した。又、第11図には第1543周における電源系のデータを示してある。これらより衛星搭載2次電池、電力制御系の動作の正常なことを示している。

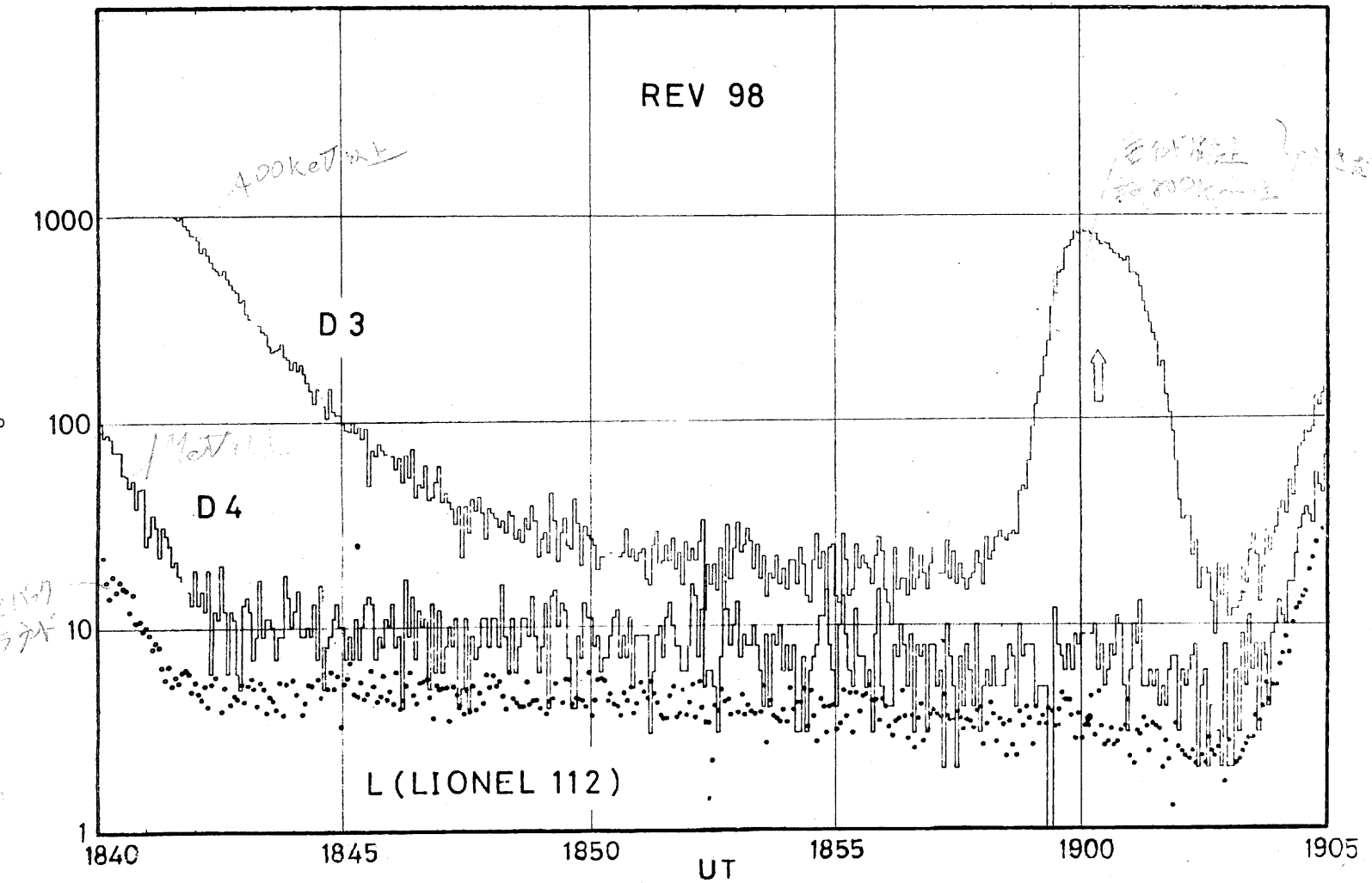
4.　む　す　び

第一号科学衛星"しんせい"の6か月間の観測経過の概要をのべた。

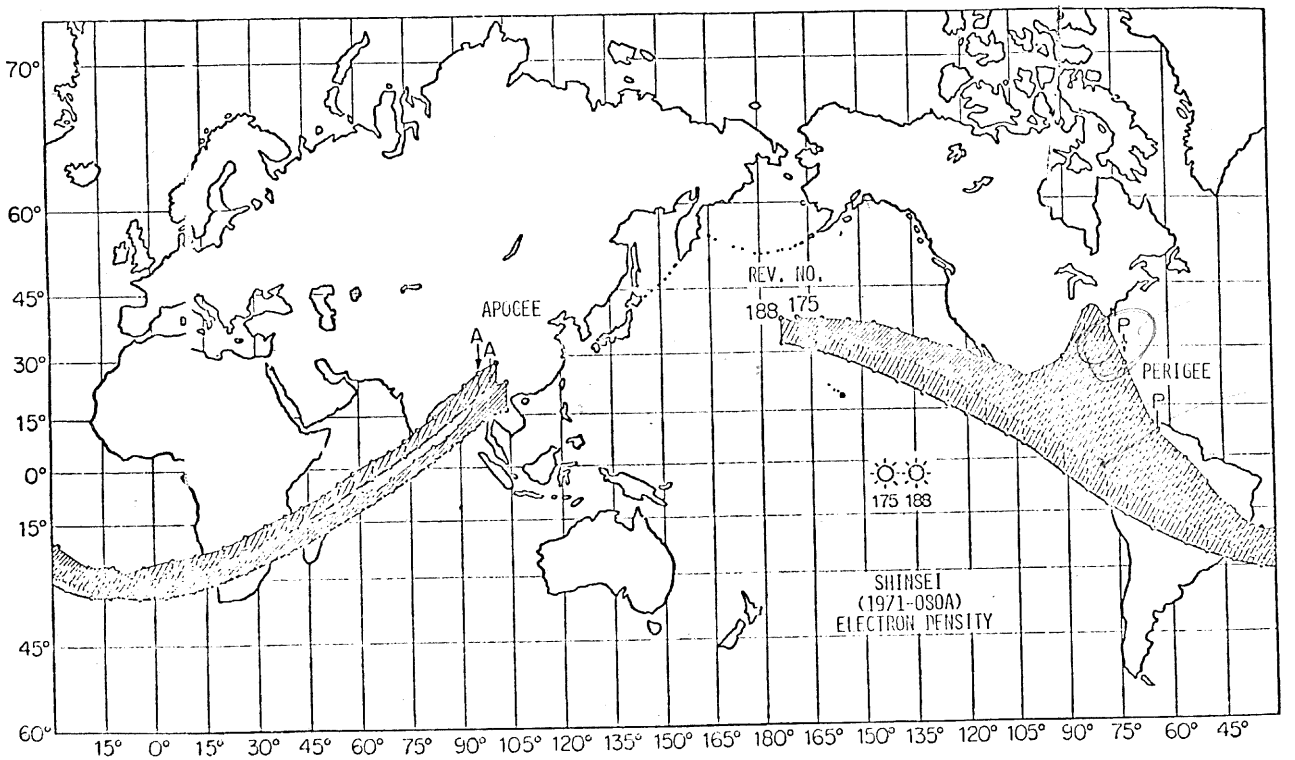
科学観測については、短波帯太陽電波、宇宙線および電離層プラズマの各項目について有意義な観測結果が得られ、又、軌道上における衛星の環境、機能について数多くの工学的資料を得ることができ、これによって"しんせい"は十分に所期の目的を果たしたものといえるが、なお観測を続行して、衛星の信頼性に関して可能なかぎり多くの資料を取得し、今後の科学衛星の計画、設計に役立たせたいと考えている。



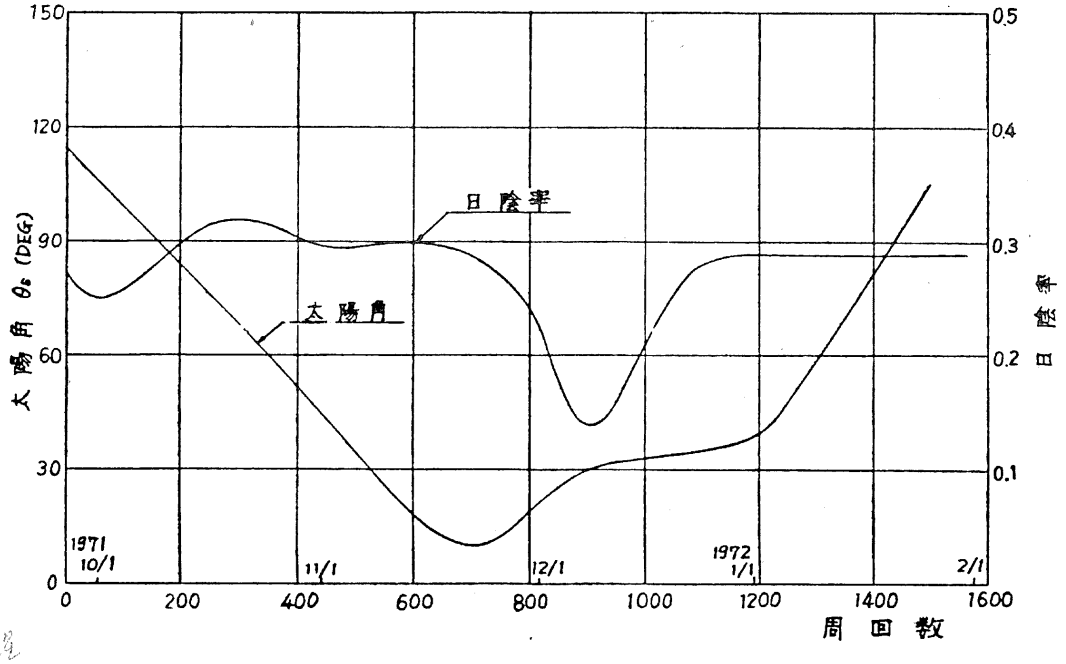
第1図　1971 10月20日のタイプⅢバースト



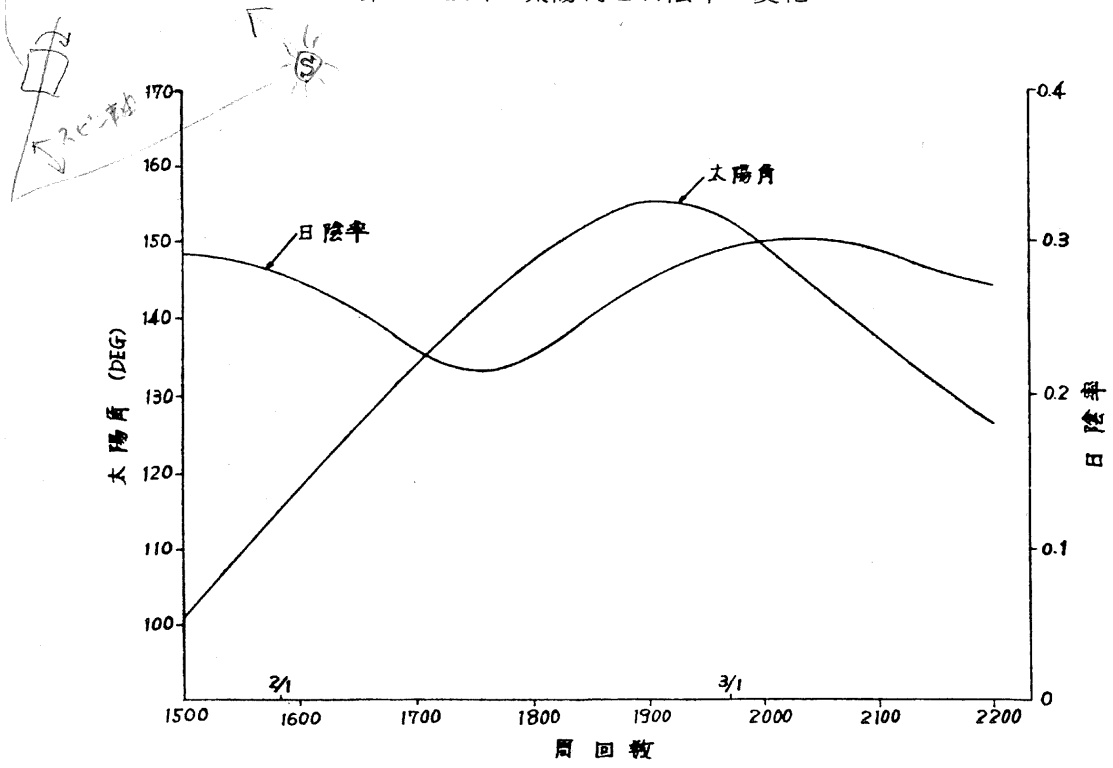
第2図　低エネルギー電子の異常分布



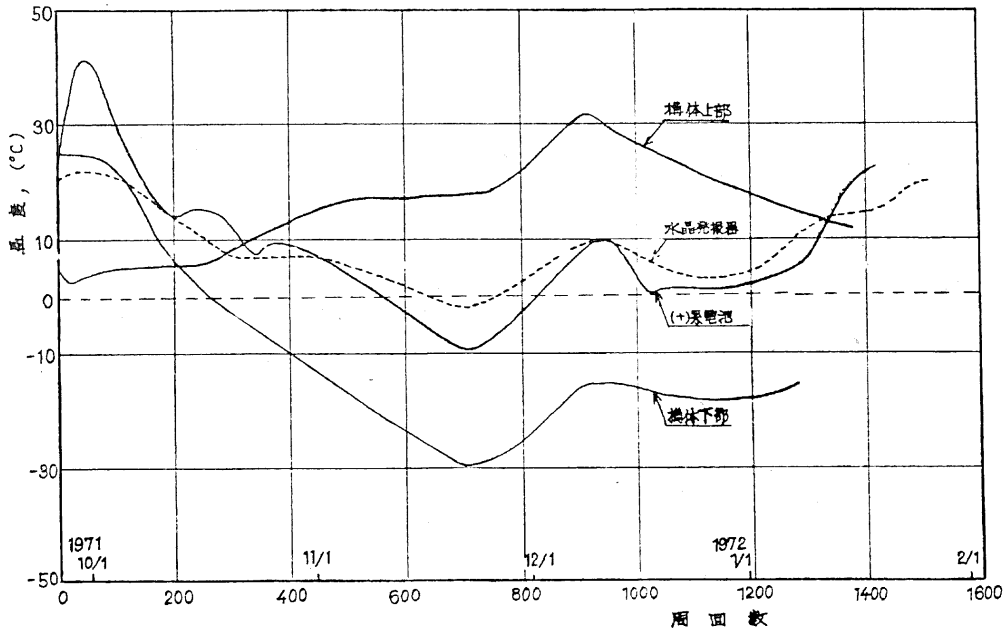
第３図　電子密度の異常分布



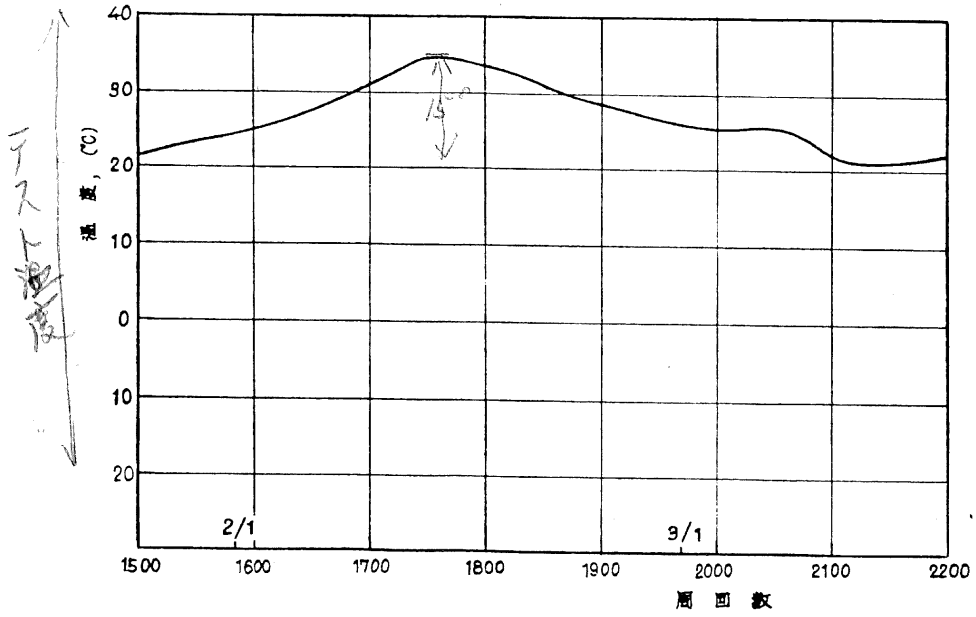
第４－ａ図　太陽角と日陰率の変化



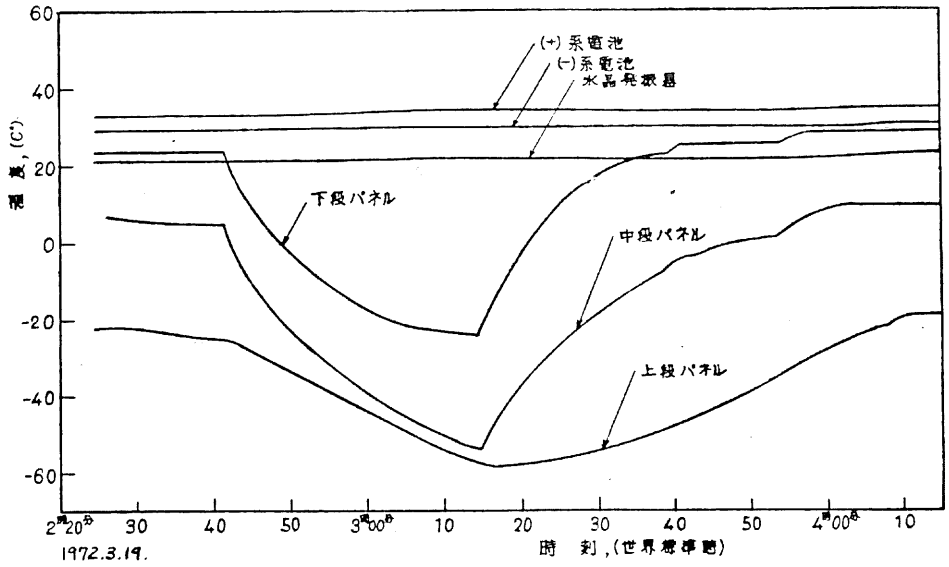
第４－ｂ図　太陽角と日陰率の変化



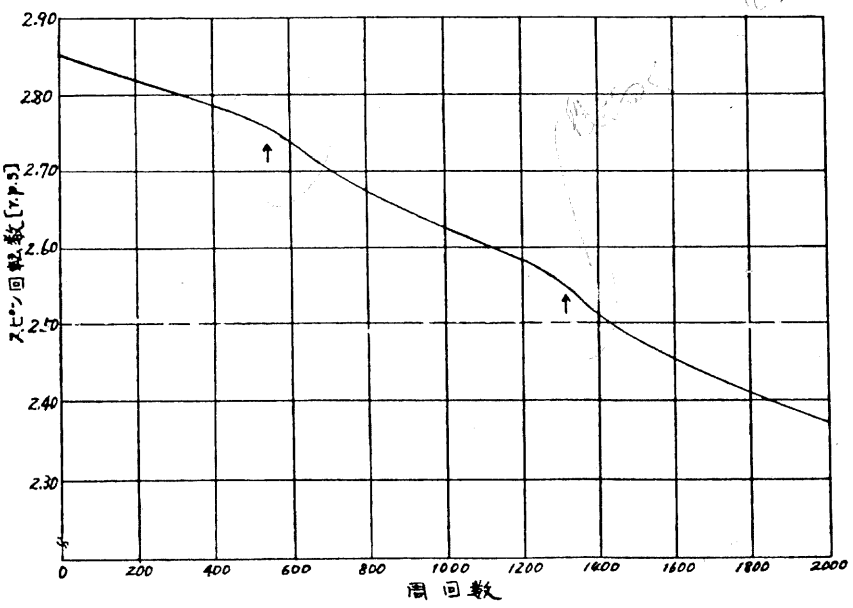
第５－a図　「しんせい」内部平均温度データ



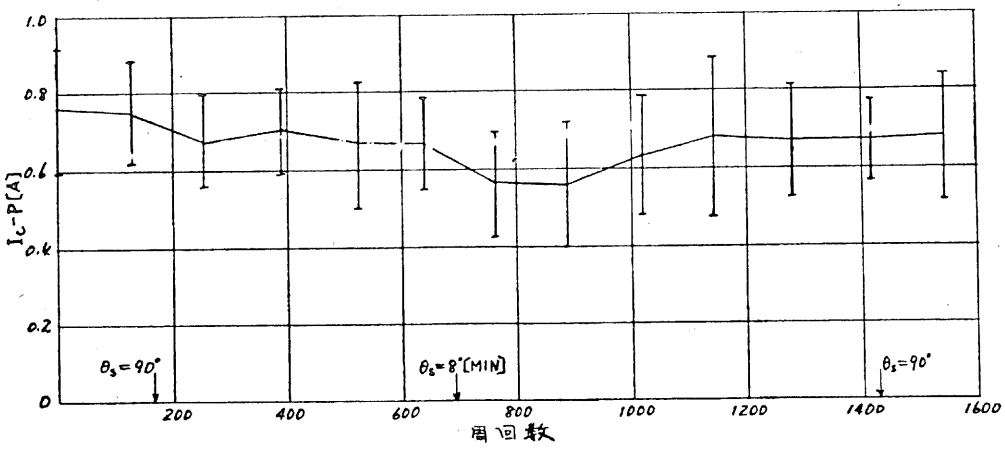
第５－b図　「しんせい」水晶発振の温度（Realデータ）



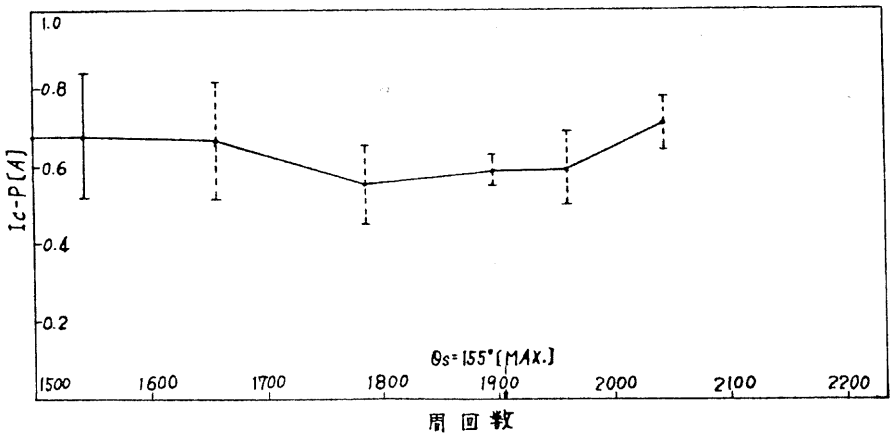
第５－ｃ図　「しんせい」第１５４３周の温度データ



第６図　しんせいのスピン回転数

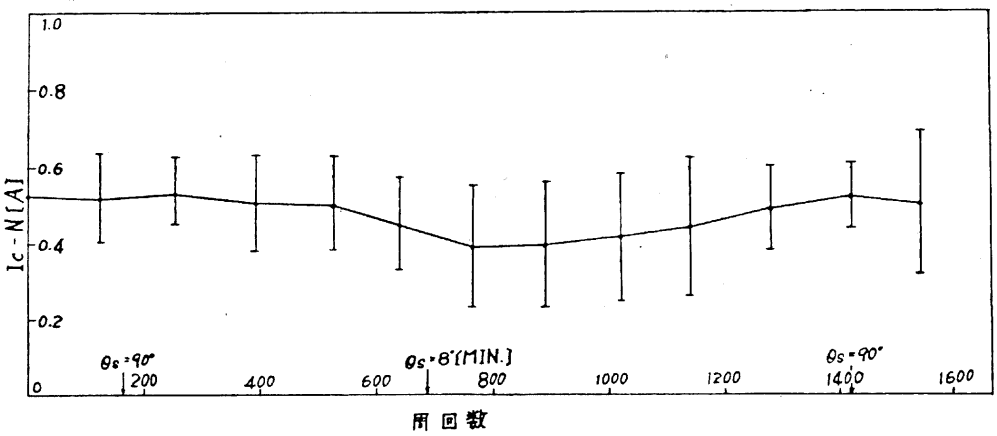


第７－ａ図　十系太陽電池出力電流（I_c－P）

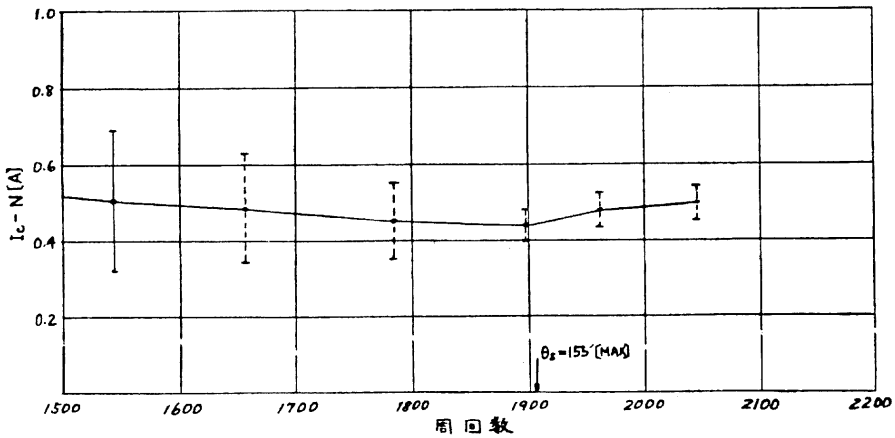


第７－ｂ図　十系太陽電池出力電流（I_c－P）

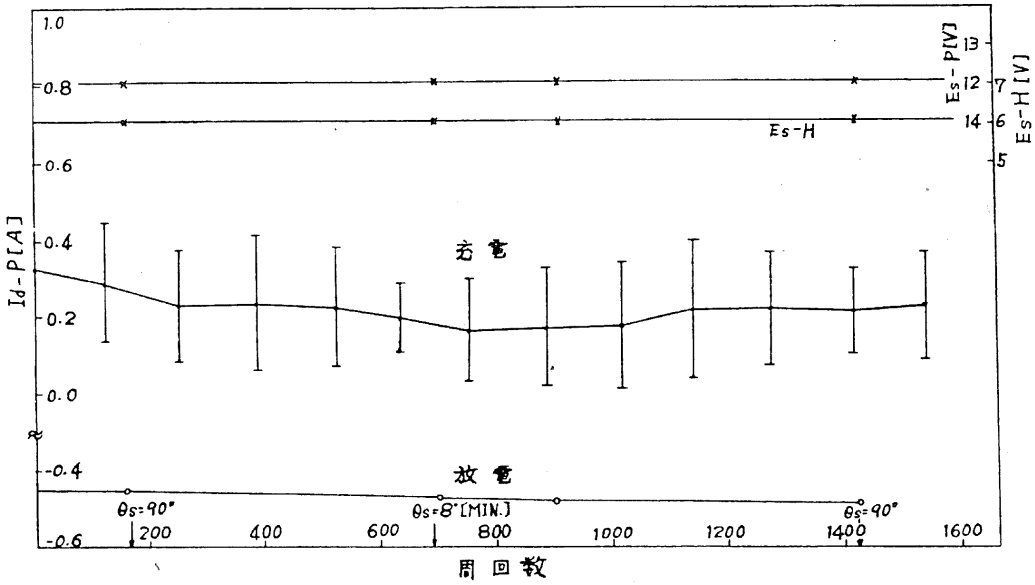
（点線：REAL TIME DATA）



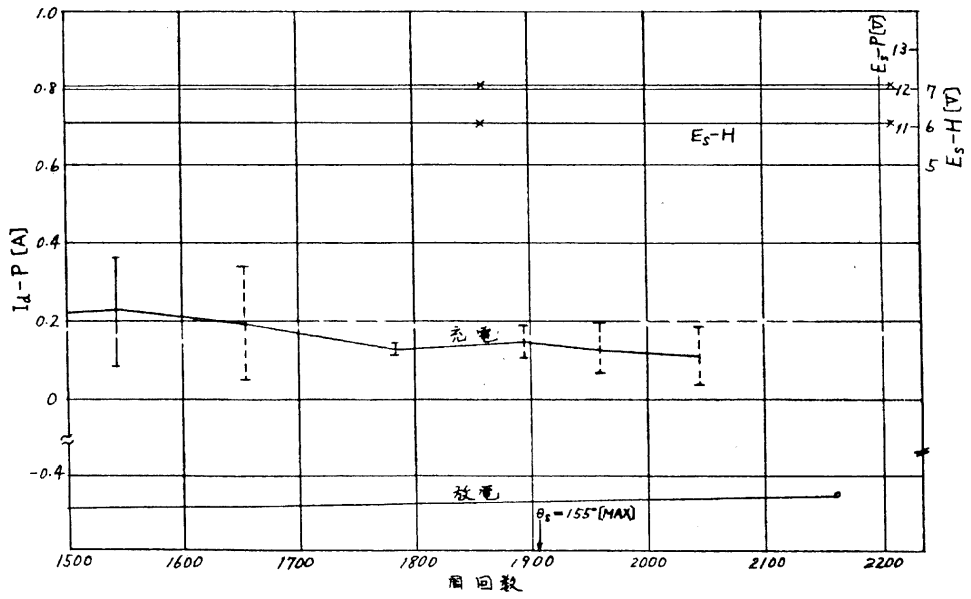
第８－ａ図　一系太陽電池出力電流（I_c－N）



第８－ｂ図　一系太陽電池出力電流（点線：REAL TIME DATA）

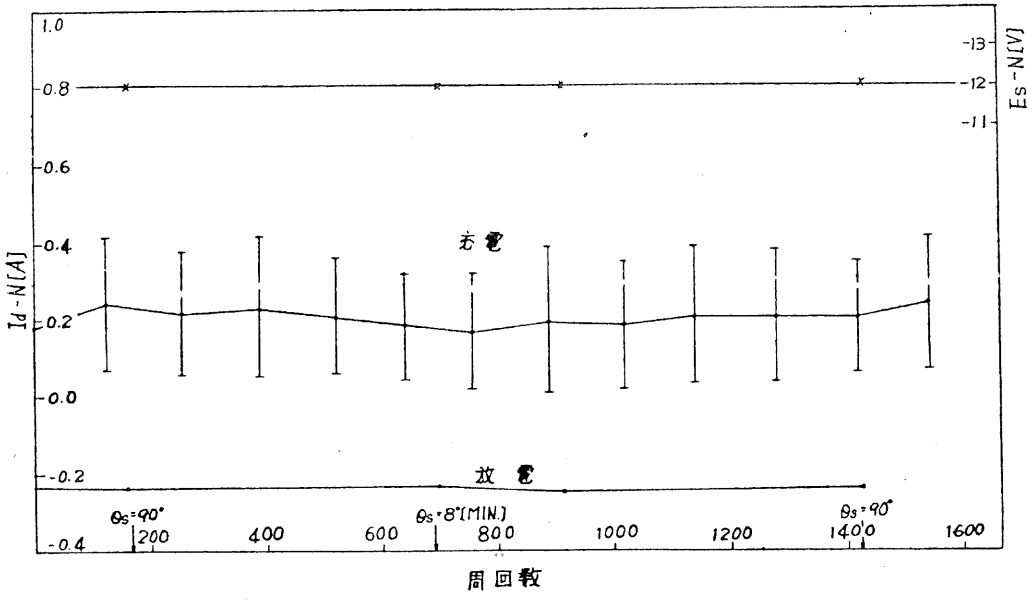


第９－ａ図　十系電池充放電電流（Id－P）とレギュレータ出力電圧(Es－P₂H)

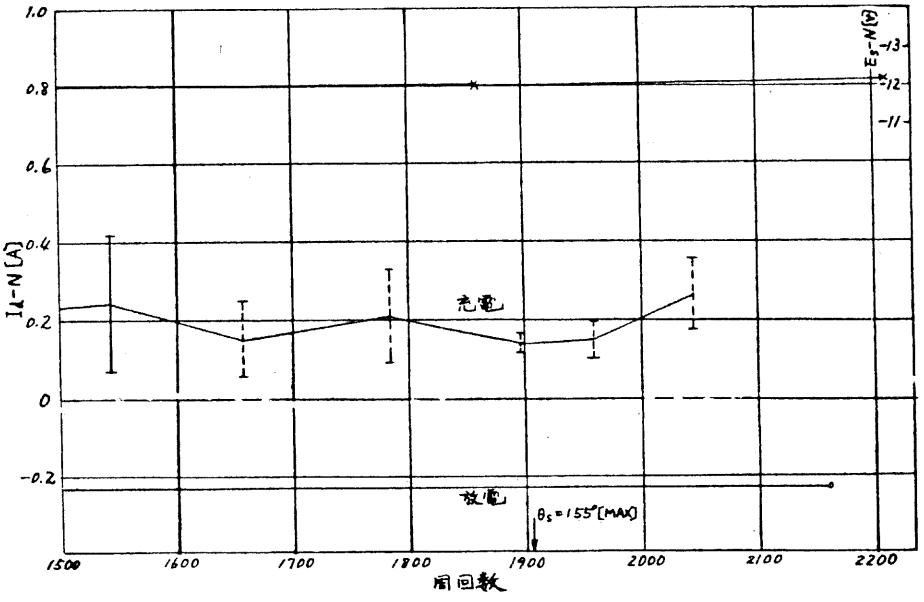


第９－ｂ図　十系電池充放電流（Id－P）とレギュレータ出力電圧（Es－P,H）

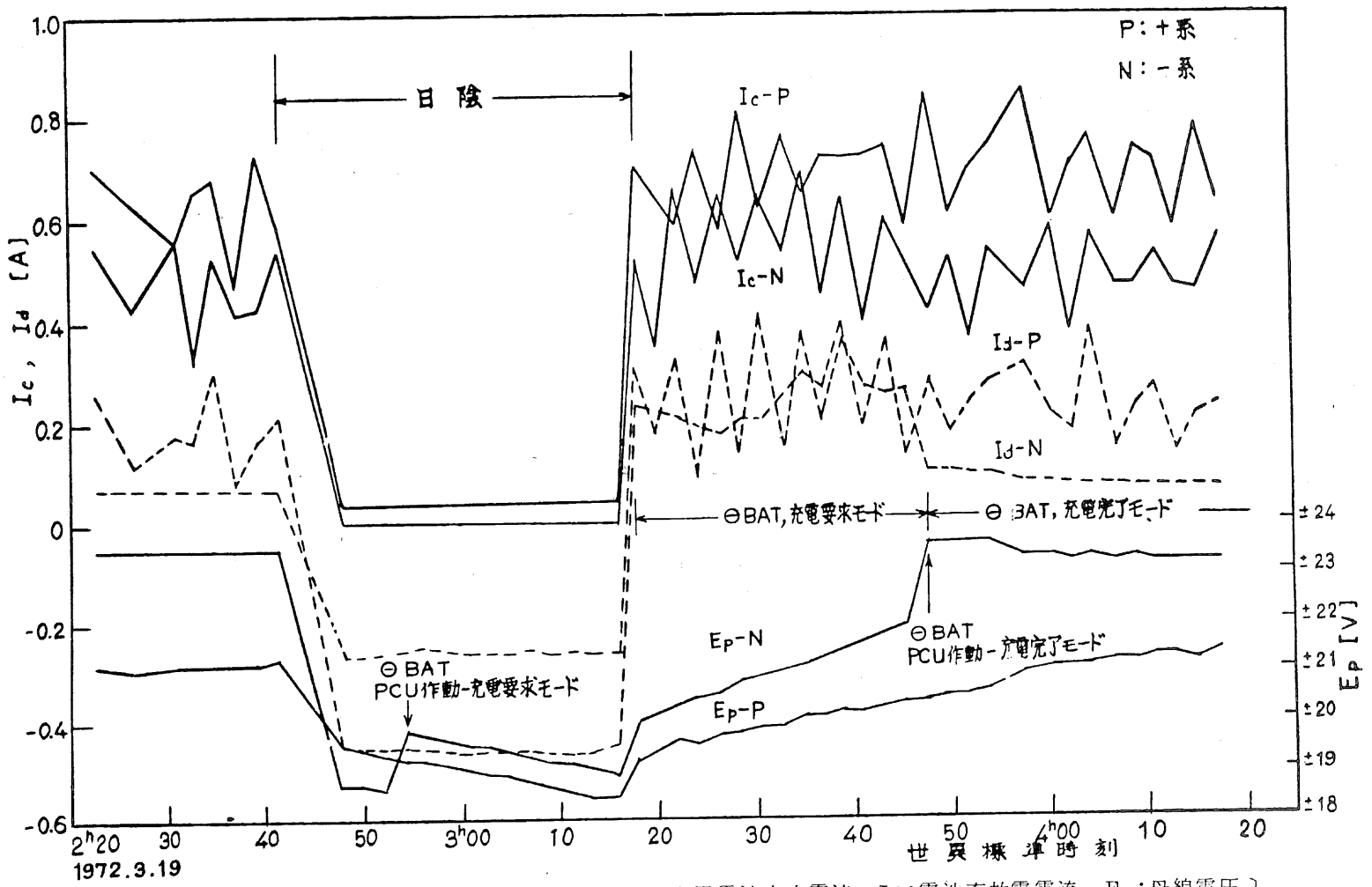
（点線：REAL TIME DATA）



第10－a図　一系電池充放電電流（Id－N）とレギュレータ出力電圧（Es－N）



第10－b図　一系電池充放電電流（Id－N）とレギュレータ出力電圧（Es－N）



第１１図　第１５４３周における電源系データ〔Ic：太陽電池出力電流，Id：電池充放電電流，Ep：母線電圧〕