

太陽真空紫外領域スペクトルの絶対測定および 中心周縁強度変化の観測* (K-10-6号機による)

西 恵 三**・東 康 一**・山 口 朝 三**
末 元 善三郎†

Observation of the Absolute Intensity and the Centre-to-limb Variations of the Sun in the Vacuum Ultraviolet Region

By

Keizo NISHI, Kōichi HIGASHI, Asami YAMAGUCHI,
and Zenzaburo SUEMOTO

Abstract: The absolute intensity and the centre-to-limb variations of the sun in the vacuum ultraviolet region were observed by the K-10-6 rocket flown from Uchinoura, Japan, on September 1, 1971, 1110 JST. The nose cone of the rocket was controlled to point the direction of the sun by a jet system within about $\pm 20'$. A trichrometer was used for the measurements, and the measured wavelengths were 1,629 Å, 1,684 Å, and 1,739 Å. The spatial and spectral resolutions were 1'.3 and 8.3 Å respectively. The observed results were compared with some solar models, and our results seem to fit best to the HSRA (Harvard Smithsonian Reference Atmosphere).

1. はじめに

太陽の表面近くの大気構造を知るためには、太陽大気からの輻射の観測が基礎となっている。一般に太陽の輻射強度は、太陽大気のある深さの場所から出ている輻射が、観測者とその場所の間に存在する大気による吸収や散乱などの複雑な過程を経て観測者に到達する量を見透しの方向について積分したものである。そしてこれらの過程が太陽大気を構成する物理量の諸元に関係していて、具体的には太陽スペクトルの連続部の絶対強度や吸収線の輪郭などにあらわれている。また一方において一つの波長に着目して、見透しの方向が変わることによって輻射強度に寄与する光学的な深さが変化することを利用する方法があって、この事情は実際には太陽像の中心から周縁にゆくにつれて輻射強度がどのように変化するかをしらべるいわゆる中心周縁強度変化の観測というテーマになっている。これらの観測資料が総合的に取扱われることにより太陽大気の物理量を知ることができるのである。以上のような事情

* 宇宙研特別事業費による論文

** 東京天文台

† 東大・理学部

から従来地上に設定された大型望遠鏡や高精度の分光器を用いて可視光領域での観測がなされてきた。けれども太陽大気の吸収係数の関係から可視光領域における観測では、その輻射の寄与が最も大きい深さはいわゆる光球であって、光球上層から彩層へ移ってゆく付近の調査のためにはきわめて像質の良い条件の下における非常に太陽周縁近くの観測とかあるいは皆既日食時における第 2, 第 3 接触を用いての観測資料を基にして研究が進められてきた。

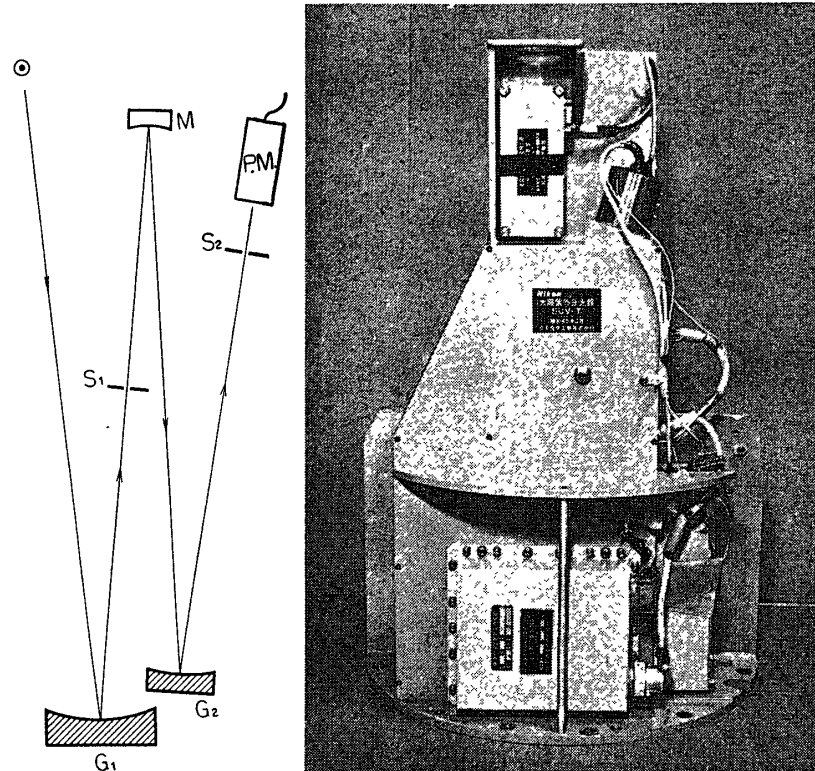
太陽の真空紫外領域から極端紫外領域では、太陽大気の吸収係数がきわめて大きくなるので、太陽光球上層から彩層にわたる部分の輻射が有効となってくることが知られていたが、ロケットにより地球大気の影響を受けない観測手段の開発によって、この領域の観測が目指されるようになった。このような目的の下に、すでに現存する太陽表面の大気モデルや吸収係数を用いた計算によって示された通り [1], 1,500 Å~2,000 Å において太陽輻射強度の絶対量と中心周縁強度変化の観測をテーマとしてここ数年来基礎実験を進めてきたが [2], 今回姿勢制御つきロケット K-10-6 号機によって初めて観測に成功したので、その経過ならびに観測結果について報告する。

2. K-10-6 号機搭載用分光測光器

(A) 光学系

観測に使用した分光測光器は複分散型トリクロメータである。光学系が複分散系となった理由は、この波長域において市販されていて比較的入手の容易ないわゆる Solar blind 型の光電子増倍管を検出器として使用したが、これとて可視光に対する感度が完全に無視できるものではなく、分光器による散乱光は各波長にわたっているから、測定しようとする真空紫外光に比べて無視できないと考えたからである。光学系の概要ならびに外観を第 1 図に示す。太陽光を直接凹面回折格子に照射し、その Wadsworth 焦点の位置に、太陽面上の場所的な分解能として約 $1'$ に相当する pinhole を凹面回折格子の分散と直角方向に 3 個並べて配置する。太陽光はこれを通過して主分光器に入るから、pinhole は入射スリットに相当するわけで、第 2 図にその実測値および拡大写真を示す。主分光器はロケットのノーズコーンに収容可能な長さにしなければならないという要求から軸外抛物面鏡を用いて入射光をコリメートして第 2 の凹面回折格子に照射し、これによる Wadsworth 焦点の位置に 5 個の出射口を配置する。その実測値および拡大写真を第 3 図に示す。分光器の光軸中心は 3 個の入射 pinhole の中央と、5 個の出射口の中央のものに調整されているが、第 1 の凹面回折格子によって太陽像が分散されているという事情から、分光器全体の方向が第 1 の凹面回折格子の分散方向と直角方向にはずれて入射 pinhole の上あるいは下から入る場合には、出射口の下あるいは上にはずれた場所に約 80 Å の色帯を生じていることになる。したがって分散方向に配置した上下二つづつの出射口を 80 Å よりも離しておけば、分光器全体の方向が第 1 の凹面回折格子の分散方向につれることによって 2 波長の分解が可能ということになる。軸外収差の許容範囲を考慮し、また分光測光器を姿勢制御の光学系と組み合わせる場合の精度、また CN 方式による姿勢制御が天体観測に初めて使用されるという事情などを考慮して、測定波長は 3 波長となった。

これらの 3 波長によって太陽像のどの部分を観測中であることを示すいわゆる aspectmeter

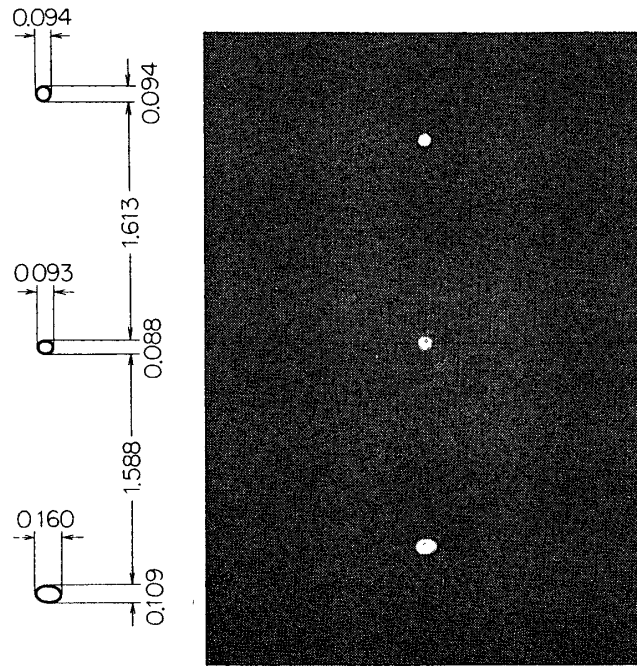


第1図 光学系の概要および外観

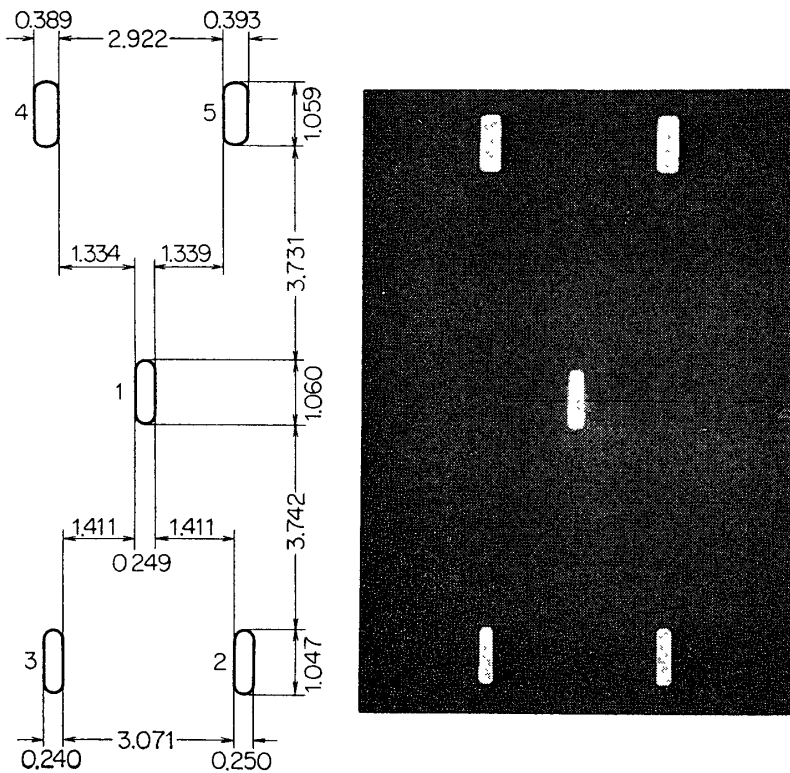
- G_1 : 凹面回折格子
(Bausch & Lomb, Catalog # 35-52-11-710)
 $R=498.1$ mm, 使用有効面積 29 mm \times 36 mm,
1,200 本/mm, MgF_2 コーティング
- G_2 : 凹面回折格子
(Bausch & Lomb, Catalog # 35-52-10-720)
 $R=498.1$ mm, 刻線面積 18 mm \times 18 mm,
1,200 本/mm, MgF_2 コーティング
- M : 軸外抛物面鏡, 18 mm \times 18 mm, $f=93$ mm,
 MgF_2 コーティング
- S_1 : 入射スリット (Pinhole)
- S_2 : 出射スリット
- P.M.: 光電子増幅管, HTV-R 190

は分光器の光軸と一致させたレンズ系を用い、分光器の出射口の5個のそれぞれの光軸と一致させるように太陽像の大きさに相当する太陽電池を配置し、その出力状態によって判定が可能にしてある。Aspectmeter用の太陽電池の配置を第4図に示す。

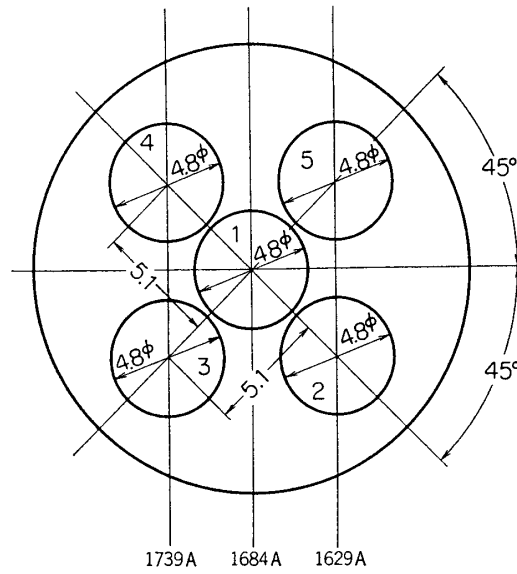
分光系の調整は凹面回折格子の0次光を用いる方法によって製作会社である日本光学K.K.で行なわれたが、その調整後東京天文台における真空槽内での真空紫外光源を用いての検定結果とは約20Åの差異を生じ、またpinholeとaspectmeterの関係位置も多少の差異があり、可視光を用いての光学調整と真空紫外域での光学調整との一致に関して困難さを感じるとともに、観測資料の整約にかなりの苦勞があった。最終的に得られた資料は1,629



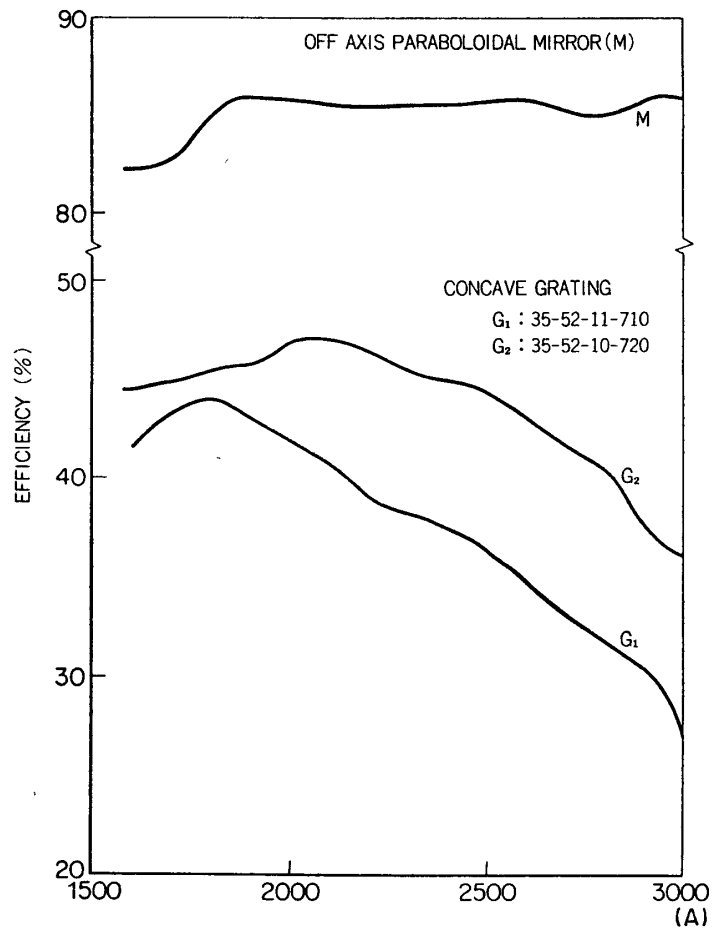
第 2 図 入射スリット (Pinhole) 実測値 (単位 mm) および拡大写真



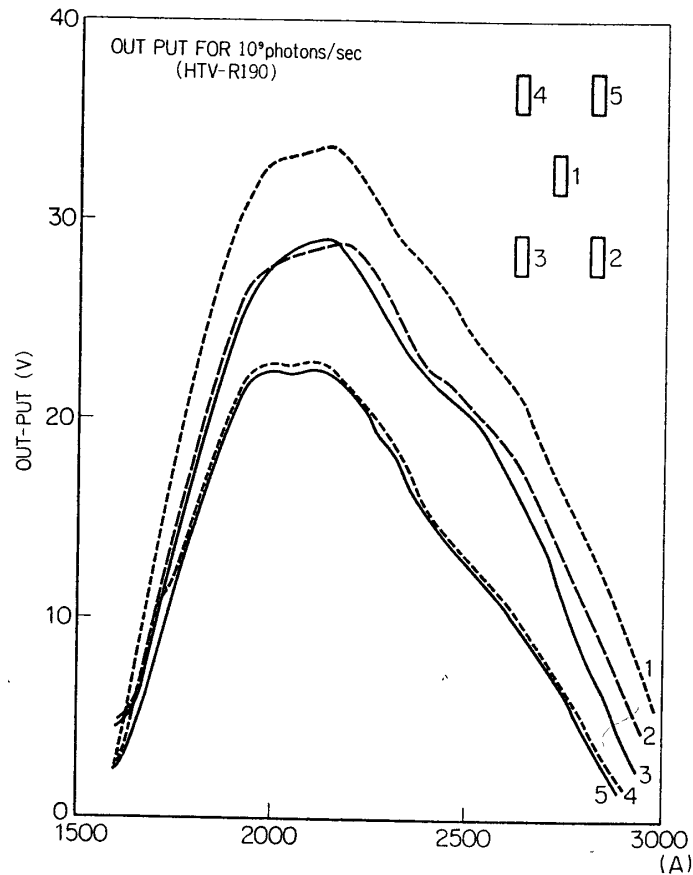
第 3 図 出射スリット実測値 (単位 mm) および拡大写真



第 4 図 Aspectmeter 用太陽電池の配置 (単位 mm, 4.8φ は 33' に相当する)



第 5 図 凹面回折格子 G_1, G_2 および軸外抛物面鏡 M の反射率



第6図 検出器の絶対感度

A, 1,684 Å, 1,739 Å の3波長で、太陽面上の場所的な分解能として $1'.3$ 、波長的な分解精度として 8.3 \AA であり、姿勢制御装置の約 $\pm 20'$ のゆらぎを利用することによって、分光系に可動部分を全然設えることなしに3波長における太陽面の走査を行なったことになる。

すでに前に報告済である装置と方法[2]によって、分光系に用いられた二つの凹面回折格子と軸外抛物面鏡の反射率を測定し、その結果は第5図に示してある。また同様に検出器の絶対校正も行ない、その結果を第6図に示してある。ここで注意すべき点は検出器として用いた浜松テレビ K.K. 製 HTV-R 190 はヘッドオン型で、その感光感度が感光面の場所によって異なるということである。したがって実際には観測に使用される場所の絶対感度を測定したのである。第6図中における番号は第3図における出射口の番号と一致させてある。なお主分光器内は散乱光を可能な限り小さくするために黒色の金属メッキを施し、アウトガスの問題についても十分無視できるように工夫された。

(B) 電気系

K-10-6号機は頭胴部制御方式の観測用ロケットとして初めて天体観測に用いられたが、太陽の中心周縁強度変化をアナログ測光する増幅器とテレメータの周波数応答という観点からも理想に近い飛しょうを行なった。用いられた電気系を大別すると

- (1) 光電子増倍管を含む測光系
- (2) 太陽電池を使用した aspectmeter 兼波長判別系
- (3) 増幅器のチェック系

が主で、これにコントロール系、電池、テレメータなどとのインターフェイス系からなっている。

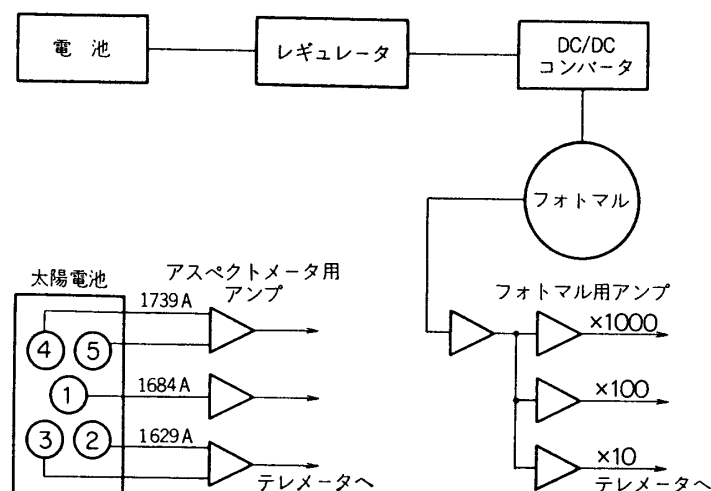
(1) 測光系

検出器として採用した光電子増倍管は $CsTe$ 光電面の頭部窓型 HTV-R 190 で、ブリーダ抵抗とともにシールド管内にポッティングされたものである。印加電圧 1,000 V における受光部分の 5 箇所は増幅器と一体にして、その出力で絶対分光感度を校正したものが第 6 図に示してある。校正誤差は $\pm 20\%$ と考えられる。光電子増幅管の出力電流は帰還抵抗に 100 K Ω 、精度 0.25% の金属被膜抵抗を使用した inverting 型 chopper 安定化演算増幅器を経て、それぞれダイオードによる過大入力防止回路と出力制御回路を持つ 60 db, 40 db, 20 db の比例増幅器のおおのから 3 channel のテレメータ出力 (0~+5 V) を得ている。3 channel 合わせてのダイナミックレンジは 0~60 db を有し、各テレメータ channel に対応する増幅器入力電流は #1, 0~ 5×10^{-8} A, #2, 0~ 5×10^{-7} A, #3, 0~ 5×10^{-6} A となっている。増幅器全体の周波数特性は 1 kHz (3 db 減) として安定さを増した。また制御 jet による最大角速度は 35'/sec と示されていたので、太陽縁を sharp edge と考え 93 μ のスリット幅により上記角速度で走査した際の基本周波数は約 15 Hz となる。したがってテレメータは周波数応答が最大の channel を使用し出力波形の忠実度を増すとともに安全化を計った。増幅器の入力出力特性は別個に校正してあり、最大増幅度を有する #1 で $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ の範囲で利得変動が 2% 以下である。高圧の出力変動率は $\pm 0.2\%$ 以下で、総合誤差は $\pm 5\%$ 程度に押えてある。また光電子増倍管の熱による感度特性の校正は行なえなかったが、断熱材と熱容量の大きなものに包囲されていることや、観測時間が短いことなどから地上温度と差がないものと見做した。

(2) Aspectmeter と波長判別

搭載用分光測定器は pointing のゆらぎを利用して 3 個の入射 pinhole で、3 波長を一つの検出器で独立に受光測光するトリクロメータ方式を採っている。そのためおのおの波長像上の pinhole 位置と波長判別が要求される。出射口は 5 個あるため、中心波長像に光軸を合わせたガイド望遠鏡の像面に 5 個の太陽電池を配置し、中心および左右が 3 波長に対応するように調整し、三つのテレメータ出力を得ている。これらの太陽電池は太陽像と大きさを等しく作ってあるので、太陽電池と太陽像との相対位置による受光量の変化から、分光器の入射 pinhole がそれぞれの波長像の中心からいくらの角距離にあるかを知ることができるわけである。

ガイド用望遠鏡による太陽電池の感度変化を防ぐために赤外遮断フィルタと、光量調整用の ND フィルタを装着し、最適の Amp. 出力を得ている。Aspectmeter としてここで使用した方式は、検知器と中心波長像の一致位置よりいずれの方向に 1' ずれても他の channel に信号が出る配置になっているので必ずしも光量の絶対値を必要としないが、地上における校正として、中心波長に相当する channel で大気減光率を測定し air mass zero の値を求め、



第 7 図 電気系の概要

他の channel については感度の相互比較で調整した。増幅器自体の温度による感度変化は $\pm 1\%$ 以下である。

(3) 増幅器のチェック系

測光系および aspectmeter 系の作動を確認するため、一定周期でチェック信号を与え監視する方式を採用した。HTV-R 190 は Solar blind 型であるが可視域にまったく感度がないというのではない。したがって超小型ランプを光電子増幅管の付近および太陽電池付近に配置し、15 秒の周期でパルスの点灯しチェックする方式にした。

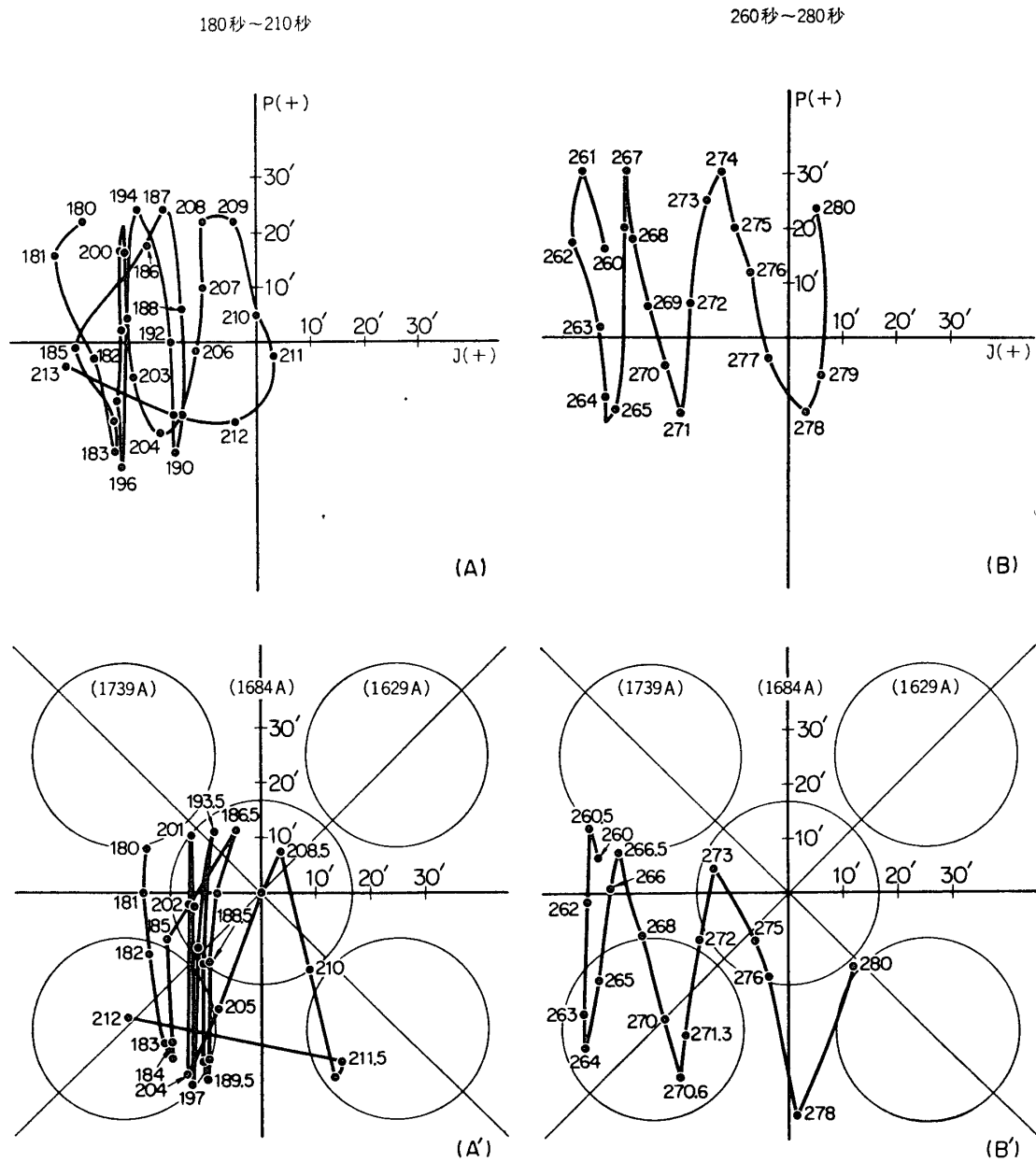
第 7 図に電気系の概要を示してある。

一般のロケット実験の場合と同様に、実際の飛しょうに先だち、光学系や電気系の真空テスト、振動テスト、衝撃テストなど一連のテストが行なわれたが、今回の実験では姿勢制御が行なわれる関係上、われわれの光学系の光軸と、姿勢制御系の光軸とが、これら諸テストの前後で $20''$ 以内に収まっており、また分光器自体の光軸のずれは $10''$ 以内でありこれは観測が太陽面上で約 $1'$ 程度というところを考えれば精度的には許容範囲に入ると判断した。

3. 観 測

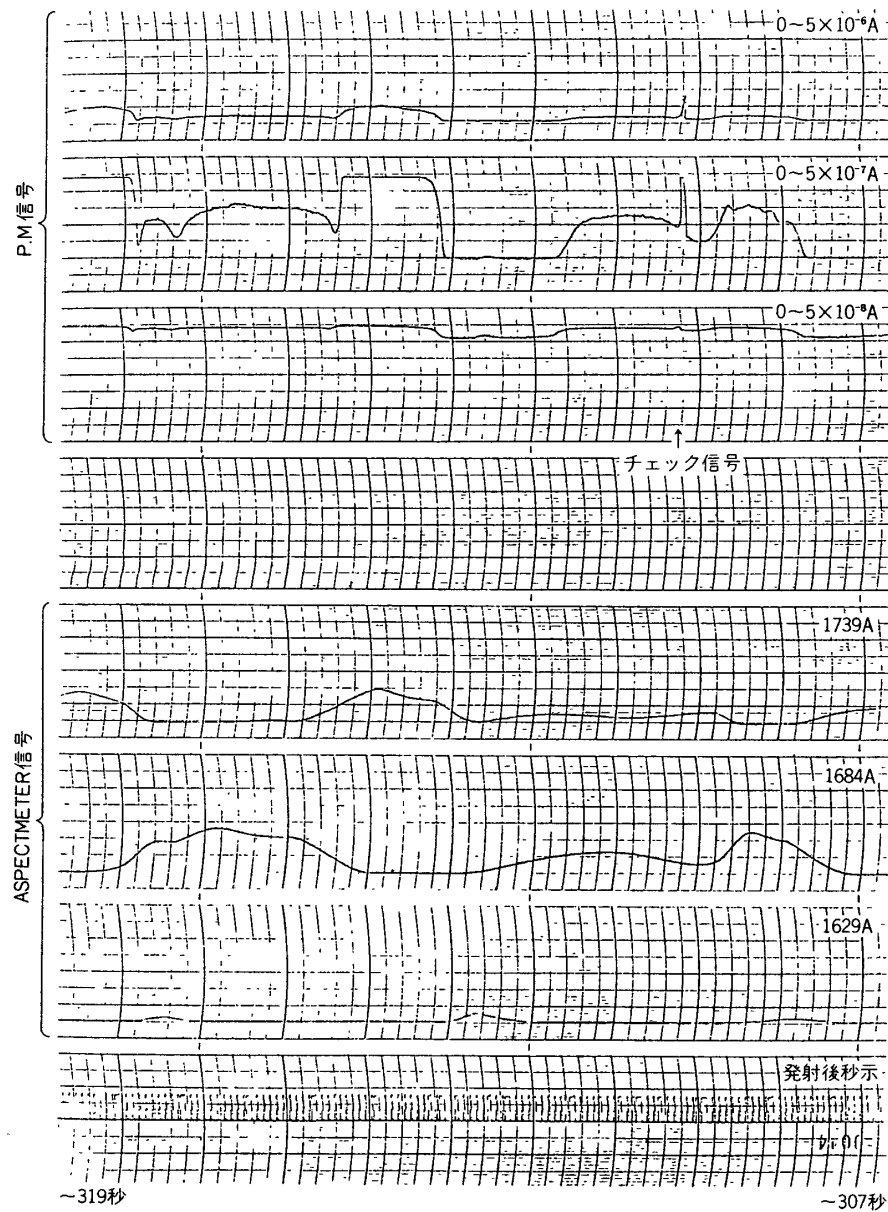
この分光測光器は K-10-6 号機のノーズコーンに搭載され、1971 年 9 月 1 日午前 11 時 10 分、内の浦の実験場より飛しょうされた。このロケットは東口教授の研究室で開発された噴射 jet による姿勢制御 CN 装置が整備された。この方式はすでに数回にわたって実験が行なわれてきたが [3]、精密な天体観測用として使用される関係上、その精度の点において実験成果が期待されていたところ、ロケットの飛しょうおよびこの装置などすべて順調に作動し、ロケット発射後 99 秒より 429 秒まで約 330 秒間にわたり分光測光器は太陽面を走査し、この間分光測光器の測定装置も完全に作動し観測は成功を収めた。姿勢制御装置が視角約 40 分程度ゆらいだことにより、3 波長により太陽面の走査が行なわれ、その回数はそれぞれ 1,729 A は 65 回、1,684 A は 47 回、1,629 A は 12 回であった。その走査角速度

は約 $10'/\text{sec} \sim 15'/\text{sec}$ であった。その走査範囲は 1,684 A は太陽像の中心より周縁まですべてにわたっているが、1,739 A では中心より $6'$ の位置から周縁まで、1,629 A では中心より $11'$ の位置より周縁までとなっている。以上の事からは姿勢制御の視角が約 $40'$ になるように設計されたのが順調に作動したことを示すが、1,739 A の方が 1,629 A より回数が多く走査した事情は、分光測光器の光軸と姿勢制御系の光軸との不一致が生じて起こる現象であるが、姿勢制御系のセンサの出力の状態から判断すると、センサ系の受光部の感度特性



第8図 姿勢制御系センサの出力より求めた太陽追尾の状況 (上) 分光系および aspectmeter より求めたもの (下) との比較

の変化によると考えられる方が順当であろうという報を受けている[4]。最も動きが単純であると考えられる期間、すなわち発射後 180 秒~210 秒と、260 秒~280 秒の間を特に精密に検討し、東口研究室において解析されたノーズコーン全体の動きと[4]、われわれの aspectmeter および本観測の出力を基にして出した動きとを比較したものが第8図である。これによると、約 5' の範囲内においてお互の動きを示すリサージュがよい一致を示していると判断される。したがって東口研究室における解析の結果を基にして、われわれの aspectmeter 出力と比較を行ない、太陽面の測定場所を決定した。実際に得られた資料の一部(発射後 307 秒~319 秒)を第9図に示す。



第9図 得られた資料の一部(307秒~319秒)

4. 観測整約および結果

分光測光器の光軸が太陽の方向に対してどのような動きを示したかを aspectmeter により判断し、そのときの真空紫外領域の測定値を検討することにより、絶対強度と中心周縁強度変化の状態が得られる。

(A) 絶対強度の整約

今太陽面における輻射強度の絶対値を $I_{(erg)}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{str} \cdot \text{A}$ とすると、ロケット搭載用分光測光器によって最終的に観測される検出器からの出力 I_{obs} との間には次のような関係式がある。

$$I_{\text{obs}} = \pi \cdot I \cdot \frac{R_0^2}{\rho^2} \cdot A_G \cdot A_0 \cdot T \cdot D \cdot \Delta\lambda$$

ここで R_0 : 太陽の半径

ρ : 太陽と地球の間の距離

A_G : 第一の凹面回折格子 (G_1) の太陽方向についての面積

A_0 : 太陽面上の観測場所の大きさを示す量, 1971年9月1日における太陽面の視半径は $15' 52.''35$ であり pinhole の大きさを直径 $1. '3$ とすると

$$A_0 = \left(\frac{0.65}{15.87} \right)^2$$

となる。

T : 分光測光器の transmission であり、実際には第1および第2の凹面回折格子 (G_1, G_2) の反射率を r_{G1}, r_{G2} とし、軸外抛物面鏡 (M) の反射率を r_M とすると

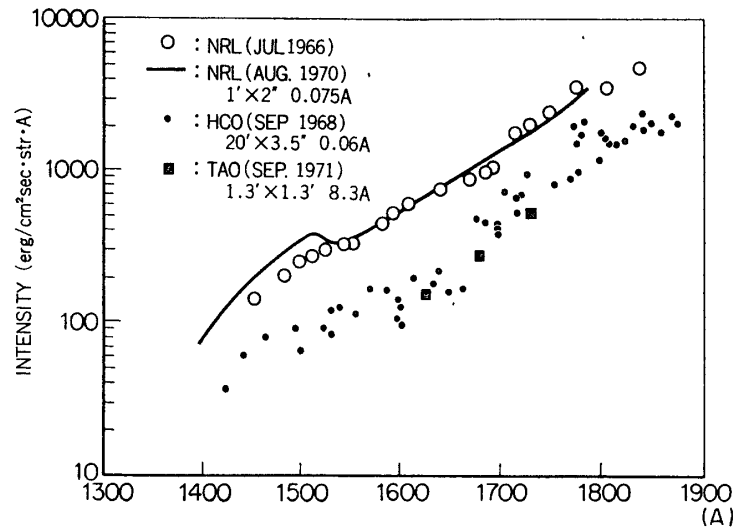
$$T = r_{G1} \cdot r_{G2} \cdot r_M$$

で与えられる。 r_{G1}, r_{G2}, r_M に関しては第5図によって求められる。

$\Delta\lambda$: 分光測定器の測定波長幅 (8.3 A)

D : 検出器の絶対感度, 第6図に示されている。

先に述べた通り 1,739 A では 65 回, 1,684 A では 47 回, 1,629 A では 12 回の太陽面走査が行なわれたが、太陽面の中心を通過したものは 1,684 A のみであって 47 回のうち 16 回が中心を通過している。1,739 A は 65 回のうち最も中心に近づいたのは中心から 6' までで 15 回, 1,629 A は 12 回のうち 4 回のみが中心から 11' まで近づいたに止った。これらの測定値の平均値を採用したが、その標準偏差は $\pm 5.5\%$ である。現在までにこの絶対測定という点に特に留意して行なわれた観測はアメリカの二つのグループ、すなわち NRL (Naval Research Laboratory) [5] および HCO (Harvard College Observatory) [6] のみであって、かれらの結果は約 3 倍の違いを示している。NRL は写真測光法により、HCO は光電測光法によって観測を行なっている。われわれの得た値をこれら二つのグループの観測結果と比較したのが第 10 図である。これで見るとわれわれの値は NRL のものとは大きく異なり HCO の値に近いと考えられる。HCO の値にくらべていくぶん値が小さくでているよ



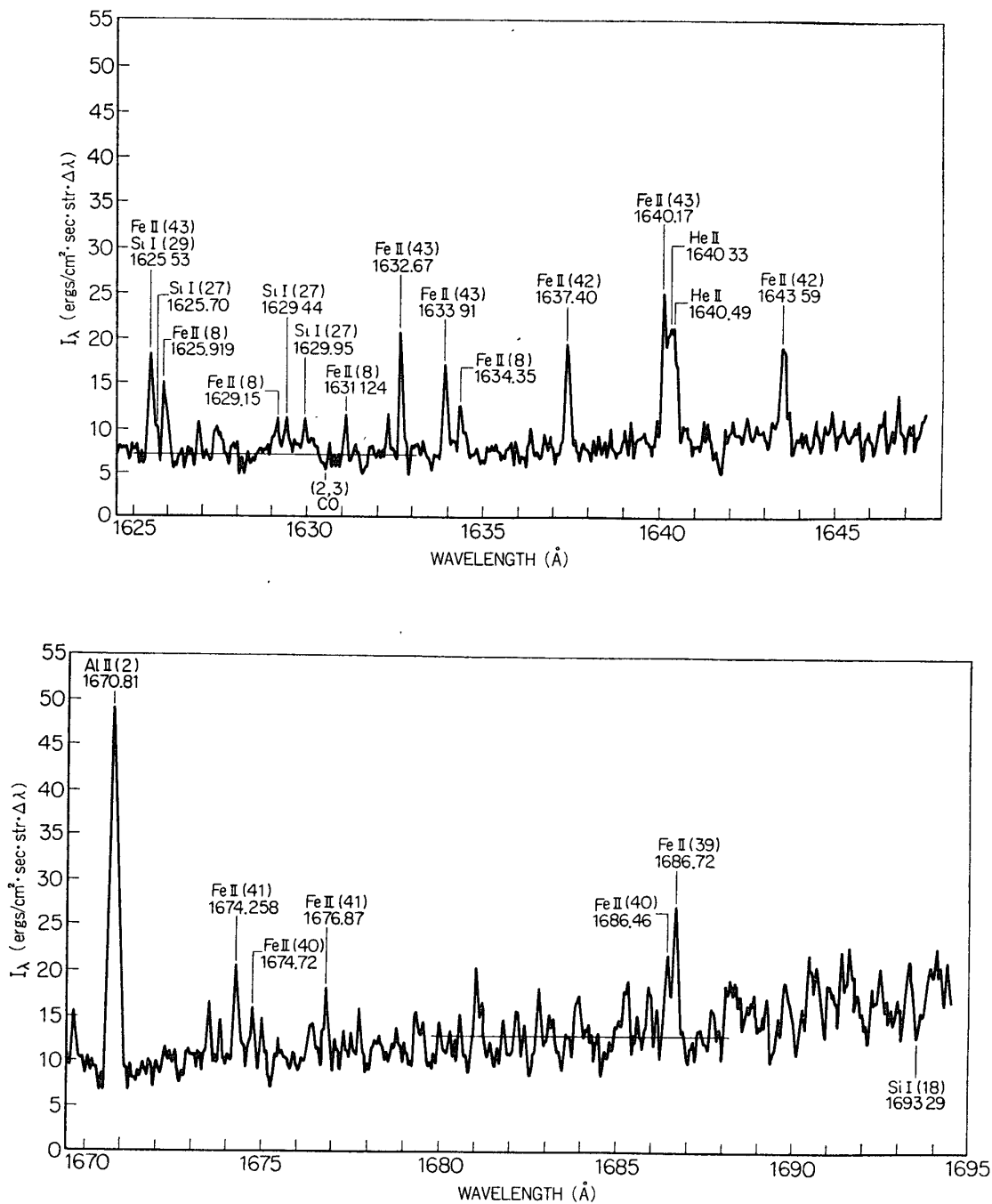
第 10 図 東京天文台 (TAO) の観測結果と Naval Research Laboratory (NAL) および Harvard College Observatory (HCO) の観測結果

うであるが、HCO の W. H. Parkinson などの観測 [7] によるこの波長域での 0.03 \AA の分解精度を持つ tracing と比較したのが第 11 図である。これで見るとわれわれの観測は波長幅が 8.3 \AA であるために、吸収線や輝線などをいっかつして測定してしまっているの、連続部と考えられる強度を示した第 11 図の結果とは多少の差異を生じたのではないかと考えられる。したがって結論としてはわれわれの測定値は HCO のものときわめてよい一致を示しているとみてよい。

(B) 中心周縁強度変化

測定は、一つの波長における太陽面の走査が確実に太陽像の外側から周縁を経て内側に向っているものだけを選出して行なった。さきにも述べたように空間的な分解能が $1.3'$ に相当する大きさの pinhole が用いられているが、第 1 の結像系に凹面回折格子を用いてあり、入射 pinhole のあとに軸外抛物面鏡を用いてコリメートして第 2 の凹面回折格子に照射し、その結像面に出射口を置いてある。

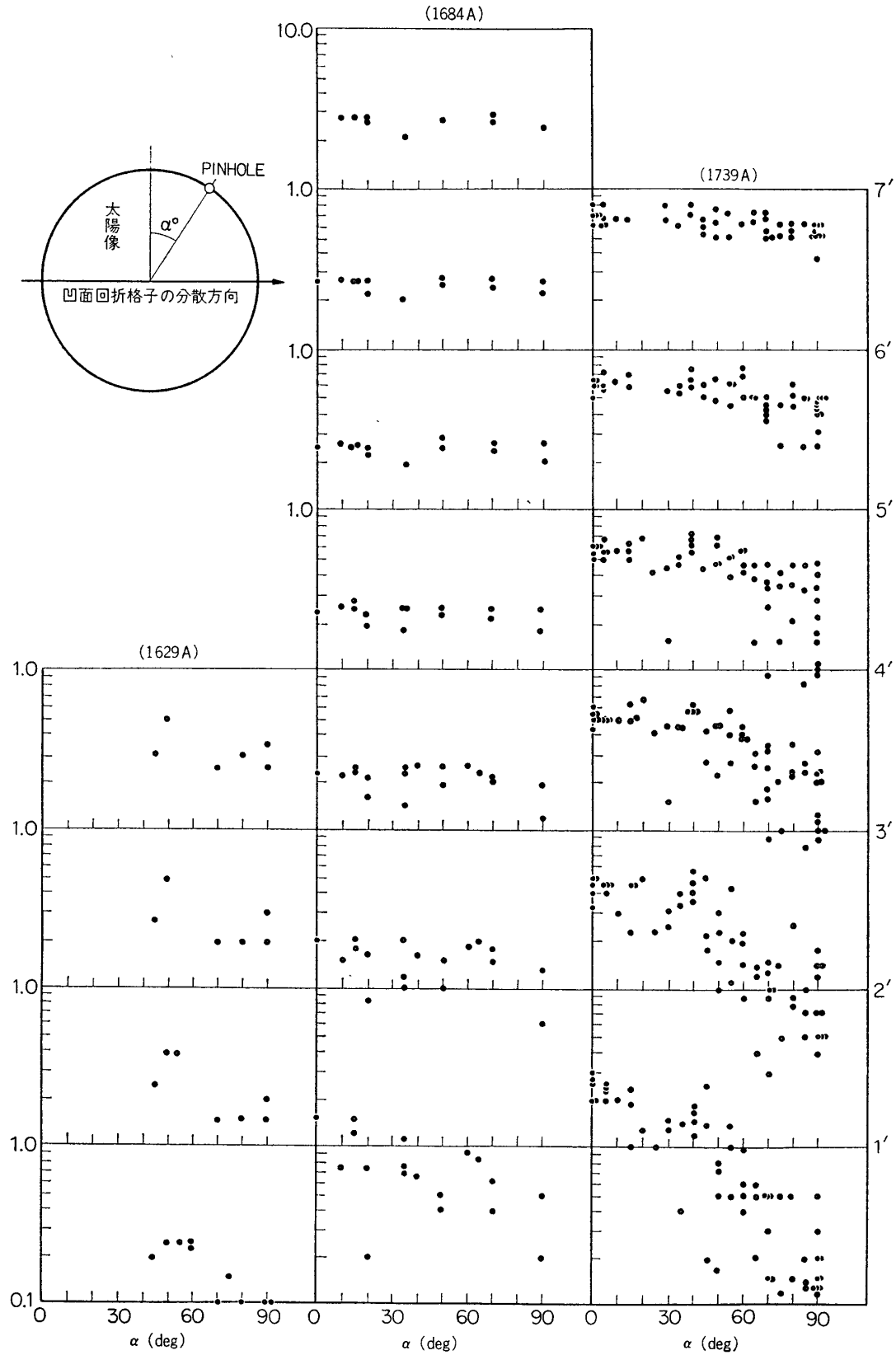
ところがノーズコーン内に分光測光器を収納可能な長さにする関係上、軸外抛物面鏡と第 2 の凹面回折格子の焦点距離の比が $1:2.6$ になってしまったために、pinhole が太陽面上 $1.3'$ の大きさに相当していても、pinhole から主分光器に入る段階で分散された太陽像となっているため、波長幅 8.3 \AA に寄与している空間的な場所は第 1 の凹面回折格子の分散方向に $3.4'$ に拡がっていることになる。すなわち波長的に $1.3'$ に適合する分散 3.2 \AA ずつが空間的に $3.4'$ に分散された結果実質的に波長幅が 8.3 \AA となったことを意味している。したがって太陽像の運動が第 1 の凹面回折格子の分散方向から pinhole に入る場合には波長幅が狭くなる効果があらわれるために、できるだけ直角方向から入る場合の値を採用する必要がある。今太陽像と pinhole との相対移動が第 1 の凹面回折格子の分散方向と直角の方向から測って α° から移行があったとして、その進入方向と太陽周縁からの角距離との関数と



第 11 図 東京天文台の測定した絶対量 (横線で示してある) と HCO の資料との比較 (W. H. Parkinson による) スペクトル分解精度 0.03 Å, $\Delta\lambda=0.05$ Å

して真空紫外測定値の相対的な比較を示したのが第 12 図であって、これを見ると以上のような事情をよく理解することができる。ここでは $\alpha=0$ となる場合の値を extrapolate して採用し、中心周縁強度変化の結果を得たのが第 13 図である。

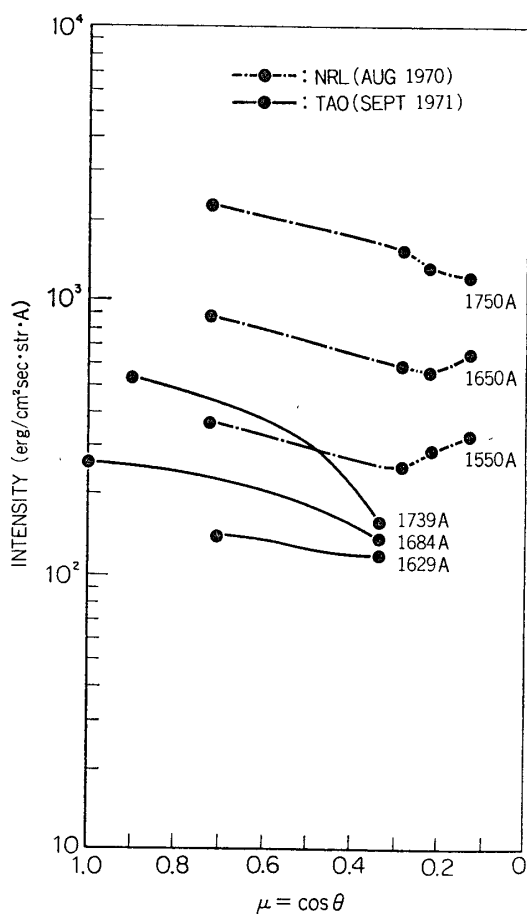
第 11 図で示したことであるが、われわれの測定は実効的な波長幅が 8.3 Å であって、



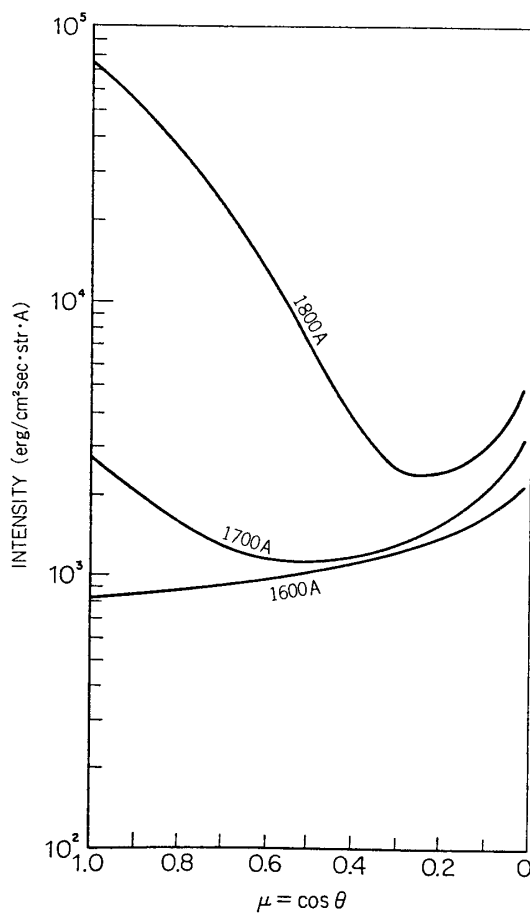
第 12 図 凹面回折格子 (G_1) の分散方向と太陽像の移動と pinhole との相対運動の関係
 縦軸左側はテレメータ # 2 の出力 (V) を、右側は太陽周縁よりの角距離を示す。

その中には多くの吸収線や輝線が含まれており、これらの寄与が太陽像の中心から周縁にゆくにつれて異なると考えられるわけで、太陽表面大気の物理状態を知ることはこれらの様子についての詳細を知ることにはほかならない。この意味においては今回の観測よりさらに高精度の観測が必要とされるわけである。

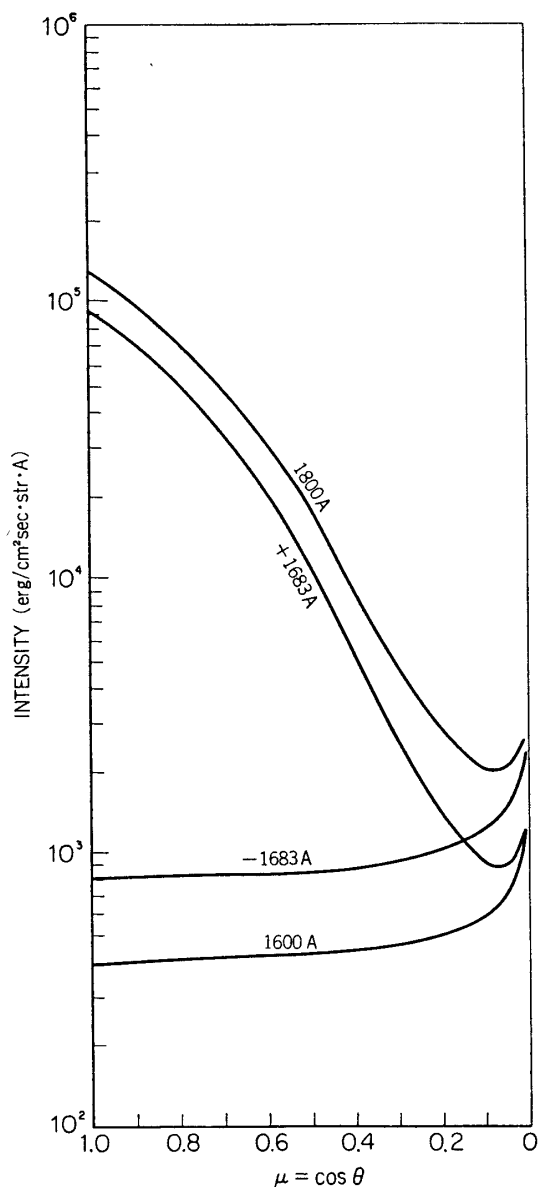
今回の観測によって得られた輻射絶対量と中心周縁強度変化の観測の結果を、現在までに知られている太陽表面大気のモデルを基にしてこの付近の波長における吸収係数を考慮に入れた連続スペクトルの強度と中心周縁強度変化の計算値を比較検討することにより、将来への指針としたい。さきにも述べたとおり、太陽表面大気のモデルは現在までにきわめて数多く出されてきたが、そのために必要な資料は可視光領域のみの観測を主とした段階では地上における大型望遠鏡やそれに付随する高精能分光器を用いて太陽スペクトルの輻射絶対量や、連続スペクトルとか吸収線などの中心周縁強度変化の観測、あるいは皆既日食時における観測資料などがきわめて有効に利用され、それらを基にして出された太陽モデルが基本となっていた。ロケットを用いて地球大気の吸収を受けない波長領域の観測資料を加味して考えられた最初のモデルが URP (Utrecht Reference Photosphere) [8] である。このモデルを



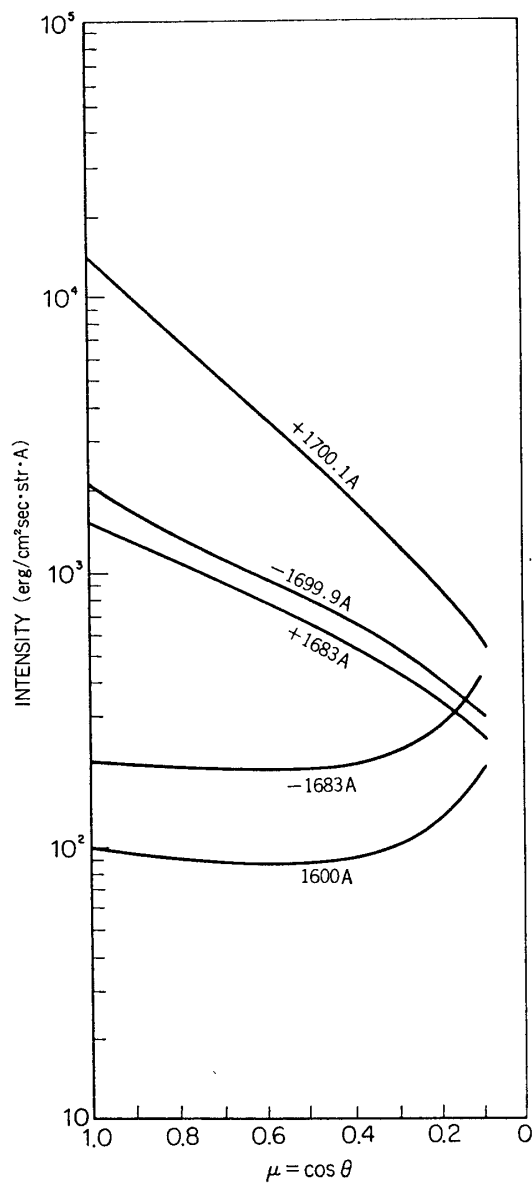
第 13 図 中心周縁強度変化の観測結果



第 14 図 URP モデルを用いた中心周縁強度変化の理論値

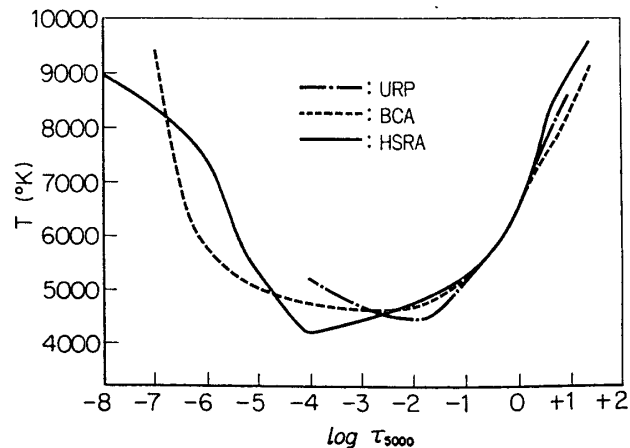


第 15 図 BCA モデルを用いた中心周縁強度変化の理論値



第 16 図 HSRA モデルを用いた中心周縁強度変化の理論値

基にしてその頃に計算された吸収係数を用いて 1,500 Å~5,000 Å にわたる連続スペクトルの輻射強度と中心周縁強度変化が西により計算されたが [1], その中から現在の観測波長に近いものを取り出して第 14 図に示した. その後 NRL のロケット観測の資料を加味して作られたのが BCA (Bilderberg Continuum Atmosphere) [9] であり, HCO の資料を加味して作られたものが HSRA (Harvard Smithsonian Reference Atmosphere) [10] である. それぞれ計算結果からわれわれの測定波長付近のものを取り出して第 15 図および第 16 図に示してある. 以上三つの太陽表面モデルを, 5,000 Å における光学的深さ $\tau_{5,000}$ と温度 T (°K) との関係で示したのが第 17 図である. 以上はいずれも絶対強度がその温度を決定することに



第 17 図 太陽表面大気モデル

用いられているのが主眼であって、中心周縁強度変化の観測資料の加味された方が少なかったために、この方面の精度の高い観測を得ることはきわめて重要と考えられるのである。この意味で場所的な分解能や、波長的な分解精度を考えて観測されたのはわずか NRL [5] の一例にすぎない。これは空間分解能 $1' \times 2''$ 、波長分解精度 0.075 \AA であり、これによって始めて得られた中心周縁強度変化の観測結果をわれわれの結果と比較のため第 13 図にあげてある。さきに述べたようにわれわれの観測結果は空間分解能や波長分解精度において NRL [5] のものにくらべると劣っているが、光電測光法によって得られた初めてのものであることを記しておきたい。

われわれの観測結果と太陽モデルからの理論的な計算結果を比較検討してみると、 $1,629 \text{ \AA}$ から $1,684 \text{ \AA}$ 付近までは輻射絶対量も中心周縁強度変化も何れも HSRA のモデルを支持していると考えてよい。しかし $1,739 \text{ \AA}$ では両者の不一致はきわめて大きい。これはモデル計算の結果が連続スペクトルのみを示しているの、われわれの観測した波長幅が不十分であることは否定できないにしても、モデル計算に用いられた連続吸収係数や吸収線および輝線の取扱いなどにも末着手の分野が残されていることにも原因があろう。したがってこの方面からの理論的な研究が進められる一方、観測面においても空間的にも波長的にも精度の高い測定が将来も続けられることが望ましい。

5. 謝 辞

本観測は主として東京大学宇宙航空研究所の特別事業費によって進められたもので、平尾邦雄教授、小田 稔教授、東口 実教授をはじめロケット実験に関係ある方々の絶大なるご指導とご協力のあったことを記し厚く感謝する次第である。また東京天文台における基礎実験には、太陽物理部長守山史生教授をはじめ太陽研究グループの絶えざるご支援を憶え感謝したい。またロケット搭載用分光測光器の製作に関しては日本光学 K. K. の吉田庄一郎氏、糸井信夫氏、嶋村輝郎氏、武部紘二氏に、また日本電気 K. K. の小尾新三氏、また浜松テレビ K. K. の鈴木陽一氏等関係各位の諸氏にその協力を心より感謝する次第である。

1973年1月31日

参 考 文 献

- [1] K. Nishi: The Solar Ultraviolet Continuum, *Publ. Astron. Soc. Japan*, **19**, 323 (1967)
西 恵三: 太陽紫外領域スペクトル, 宇宙科学観測装置のシンポジウム, 97 (1967)
- [2] 末元善三郎, 西 恵三, 東 康一, 山口朝三: 太陽極端紫外スペクトルの中心周縁強度変化の観測に関する基礎実験, 東京大学宇宙航空研究所報告, 第 6 号, 第 1 号(B), 102 (1970)
K. Nishi and Z. Suemoto: Attempts to Observe the Absolute Intensity and the Centre-to-limb Variations of the Sun in the vacuum Ultraviolet Region, *IAU Symposium*, No. 41, "New Techniques in Space Astronomy", 393 (1971)
- [3] 野村民也, 東口 実, 秋葉鎌二郎: ラムダ 4 S 型 3 号機までの姿勢制御システムについて, 東京大学宇宙航空研究所報告, 第 4 卷, 第 4 号(B), 699 (1968)
- [4] 東口 実, 佐藤忠直: K-10-6 号機の姿勢データ (1972 年 1 月 20 日)
- [5] K. G. Widing, J. D. Purcell, and G. D. Sandlin: The UV Continuum 1,450~2,100 Å and the Problem of the Solar Temperature Minimum, *Solar Physics*, **12**, 52 (1970)
G. E. Brückner and O. Kjeldseth Moe: High Angular Resolution Absolute Intensity of the Solar Continuum from 1,400 Å to 1,790 Å. Report of COSPAR meeting (1971)
- [6] W. H. Parkinson and E. M. Reeves: Measurements in the Solar Spectrum between 1,400 and 1,875 Å with a Rocket-borne Spectrometer, *Solar Physics*, **10**, 342 (1969)
- [7] W. H. Parkinson: Private Communication.
- [8] J. R. W. Heintze, H. Hubenet, and C. de Jager: A Reference Model of the Solar Photosphere and the Chromosphere. *B. A. N.*, **17**, 442 (1964)
- [9] O. Gingerich and C. de Jager: The Bilderberg Model of the Photosphere and Low Chromosphere. *Solar Physics*, **3**, 5 (1968)
- [10] O. Gingerich, R. W. Noyes, W. Kalkofen, and Y. Cuny: The Harvard-Smithsonian Reference Atmosphere, *Solar Physics*, **18**, 347 (1971)