

太陽真空紫外領域に於ける中心周縁強度変化の観測*

(K-10-11号機による)

西 恵三**・東 康一**・山口 朝三** 末元 善三郎†

Observation of 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 centre-to-limb variations of the sun in the vacuum ultraviolet region were observed by a scanning spectrometer mounted in the K-10-11 rocket flown from Uchinoura, Japan, on September 24, 1975, 1400 JST. The nose cone of the rocket was controlled to point the direction of the sun by a jet system (CN) within about 20°. The spatial and spectral resolutions of the spectrometer were 50" and 3.3 Å respectively. The observed results were consistent with our previous one (1630 Å ~ 1740 Å) and those obtained by the French group (1740 Å ~ 2000 Å), but differ from the HSRA model (about 1700 Å ~ 2000 Å).

1. はじめに

太陽の表面大気の物理的な諸量を求めるためには、それを構成している大気からの輻射の観測が基礎となっている。そして太陽スペクトルの輻射絶対強度と、太陽像の中心から周縁に移行するにつれてその強度がどのように変化するか（中心周縁強度変化）という2つの資料が、太陽大気の深さに関する物理量を決定して来た。従来の可視領域や電波領域に加えて飛翔体による地球大気圏外からの太陽観測が可能となって以来、真空紫外領域内で特に1,500 Å ~ 2,000 Åでの観測にテーマをしぼり[1]、観測に必要な基礎実験から始めて[2]、過去2回にわたって観測にも成功して[3][4]一応の成果を収めて来た。今回は第1表に示すように空間

* 宇宙研特別事業費による研究論文

** 東京天文台

† 東大理学部

的にもスペクトル的にも分解精度を向上させた分光測光器を姿勢制御 (CN) つきの K-10-11号機に搭載して飛翔実験を行い、中心周縁強度変化の観測結果を得たので、それについて報告する。

第一表

ロケット	観測日時 (JST)	観測波長範囲	空間分解	波長分解
K-10-6	1971, 9, 1, 11:10	1629 Å, 1684 Å, 1739 Å	1.3	8.3 Å
K-10-9	1973, 2, 19, 9:22	1550 Å ~ 1950 Å	太陽面全面	78 Å
K-10-11	1975, 9, 24, 14:00	1630 Å ~ 2000 Å	50"	3.3 Å

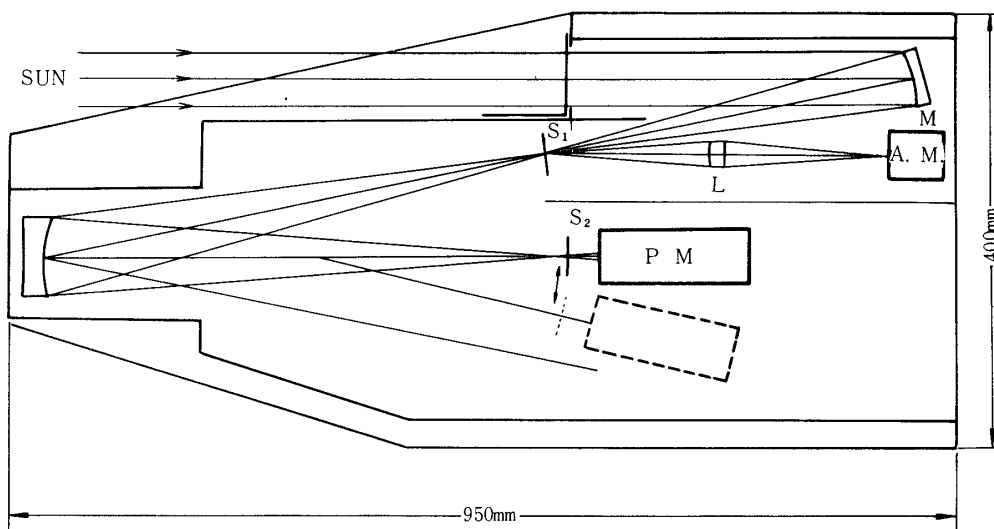
2. K-10-11号機搭載用分光測光器

(A) 光学系

太陽光を軸外放物面鏡 (焦点距離 380 mm) で結像し、空間分解 50" に相当するピンホール ($\phi = 100 \mu$) を経て分光器に送り込む。このピンホールは分光器の入射スリットに相当し、凹面回折格子 ($R = 498.1 \text{ mm}$) によってローランド円上に生ずる太陽スペクトルの位置に出射スリット (巾: 200μ , スペクトル分解 33 \AA , 高さ 2.5 mm) を配し、その背後約 60 mm の位置に感光面が来るように検出器を置く。凹面回折格子によって生ずる収差のため、出射スリットを通過した光は感光面の位置で約 $6 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ (分散方向に 6 mm) の大きさになる。出射スリットは検出器と一体となってローランド円上を $1400 \text{ \AA} \sim 2,000 \text{ \AA}$ にわたり約 15 秒で 1 回の波長走査を行う。これは K-10-6 号機に使用された形式の CN 装置による姿勢制御が採用されたので、前回の資料を基にして太陽面上の空間走査が平均 1 秒間に約 10' を考え、太陽を捕えている全時間を 5 分間と想定して決定した。出射スリットの走査はローランド円の中心を基準にして円弧運動させたので、凹面回折格子からの回折光が出射スリットを通過して検出器の感光面を照射する場合は分散方向に $\pm 3 \text{ mm}$ 移動する。

観測中の太陽面上の位置をきめるためには、入射ピンホールの位置に生じている太陽像を利用した。即ちステンレスを鏡面に研磨した材料にピンホールをあけ、軸外拋放面鏡によってこの鏡面上に生じている太陽像をレンズ (焦点距離: 68.4 mm) を用いて、4 枚の太陽電池の組合せより成るアスペクトメーター上に結像させる。太陽像の中心とピンホールが一致する場所に 4 枚の太陽電池の組合せの中心を配置するよう光軸の調整を行い、アスペクトメーター上の太陽像の直径 (8 mm) の大きさに合致する穴のあいた覆を配置する。4 つの太陽電池からの夫々の出力が、太陽像の中心とアスペクトメーターの中心のずれを与える情報を含んでいるから、その資料を基にして観測中の太陽面上の位置を測定できる。実際の太陽像は可視領域に於ける中心周縁強度変化を示すため、太陽電池上にある太陽像の面積比という単純な計算では不十分であり、実測によってその値を決定した。又太陽電池による測光中に太陽像の移動の影響をなくすため、4 つの素子からの出力は 35 msec の間に同時に測光してメモリーし、順次にテレメートする方式を採用し、1 秒間に約 6 回の測定が行われた。(詳細は電気系の項を参照されたい。) 光学系の概要ならびにその外観を第 1 図に示す。外

K-10-11. SUV



M : 軸外放物面鏡 (焦点距離 380 mm, Mg F₂ コーティング, 有効面積 35mm × 22mm)

S₁ : 入射スリット (空間分解精度 50^{''})

S₂ : 出射スリット (波長分解精度 3.3 Å)

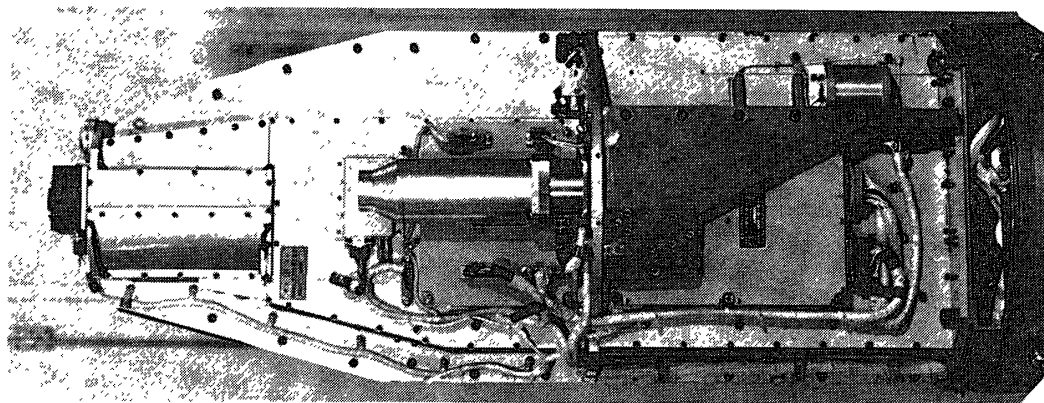
G : 凹面回折格子 (Bausch & Lomb, Catalog # 35-52-11-710)

R = 498.1 mm, 1200 本/mm, Mg F₂ コーティング)

A. M. : アスペクトメータ

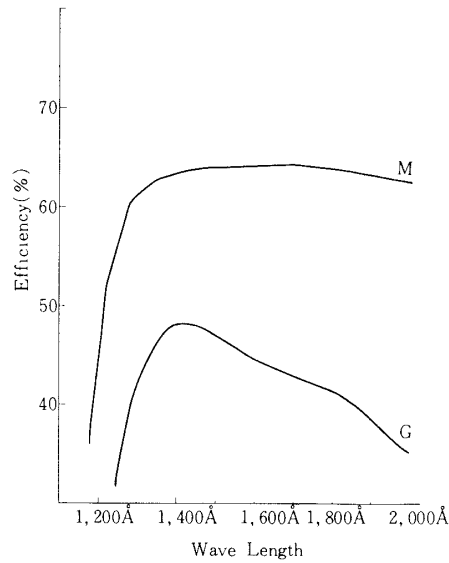
P. M. : 光電子増倍管 (HTV-R 600)

L : レンズ (焦点距離 68.4 mm)

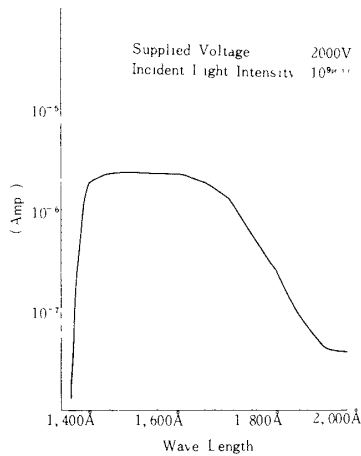


第1図 光学系の概要および外観

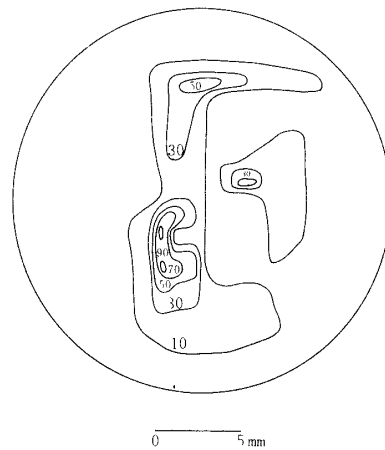
力による分光測光器の光軸のずれの調整や, CN装置のサンセンサー等との組み込み時に於ける光軸調整のため, 軸外放物面鏡及び凹面回折格子の光軸に調整した2つの鏡をロケットの機軸方向前面から眺められるように接着した。



第2図 凹面回折格子Gおよび軸外放物面鏡Mの反射率



第3図 検出器 (HTV-R600-ZA1619) の絶対感度



第4図 検出器 (HTV-R600-ZA1619) の光電面感度むら (相対値)

軸外放物面鏡及び凹面回折格子の反射率は、新らしく設備したモノクロリメーター及び反射率測定装置[5]によって測定され、その結果を第2図に示す。

検出器は浜松テレビK.K.が開発中のHTV-R600 (Solar blind型)を使用した。これは頭部窓型で窓材にサファイヤを用い、光電面にCsI、2次電子増倍部にCuBeを使用したもので1,400 Å ~ 2,000 Åに感度を持ち可視域には低感度のもので、K-10-9号機に搭載した分光測光器に用いたことがあるが、今回は更に感度を向上させるよう工夫されたものである。従って感度はK-10-9号機に使用したものにくらべ約30倍と増加したが、光電面の感度むらが極めて大きく使用に困難を感じた。すでに報告済の装置及び方法[6]及びNBSで絶対校正された真空紫外用Photo diode[7]を加え、印加電圧2KVで検出器の絶対校正を行った。その結果を第3図に示す。感光面の場所による感度むらも1mm × 1mmの光束で

測定し、その結果（相対感度）を第4図に示してあるが、第3図に示されている絶対感度は最も感度の良好な場所のものである。

真空紫外領域用モノクロリメーターを用いて、分光測光器全体の組立を完了した後再び絶対校正を行い、軸外放物面鏡及び凹面回折格子の反射率と検出器の絶対感度の組合せによる計算値との一致の確認を行った。更に分光測光器内のアウトガストに附着水蒸気の影響を除くため、約3日間直空槽内で排気を行い、乾燥窒素を封入して後太陽光の入射口にある水晶窓で密封した。この窓はタイマーにより、ロケットのノーズコーン開頭後1秒で開くように設計され、実際の飛翔時も予定通り開窓の信号を得た。

光学系の振動や衝撃などに関する環境テストは、単体及び外のPIと組合せ、又スピン下に於て結像系、分光系、CN装置サンセンサー系などの光軸は何れも1'以内で保証されていた。

(B) 電気系

今回の分光測光器に使用された電気系は次の諸項目にそって構成されていて、飛翔中は順調に作動した。これらの相互の関連を第5図の系統図に示す。

- 1) 測光信号処理
- 2) アスペクト信号処理
- 3) 波長表示
- 4) HK (ハウスキーピング) 関係
- 5) コントロール (タイマー) 関係など

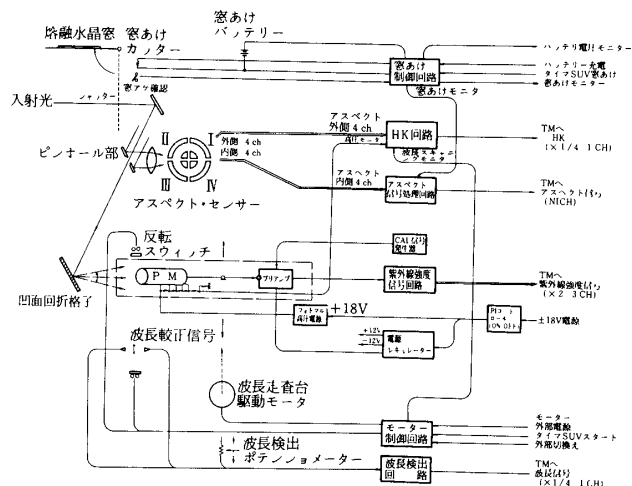
I) 測光信号処理 (第6図-a)

この分光系は空間的にも波長的にも分解精度を向上させたので、受光器 (P.M.) に到達する分光放射強度も全般に極めて微弱になり、増巾器のダイナミックレンジも $(0 \sim 5) \times 10^{-10} \sim (0 \sim 5) \times 10^{-8}$ Amp. の範囲となった。一方増巾器に要求される周波数レスポンスは、太陽の中心周縁強度変化を所定の分解精度内で忠実に再現さすことから求められ、これは主としてCN (姿勢制御装置) の揺動速度で決定されてしまう。

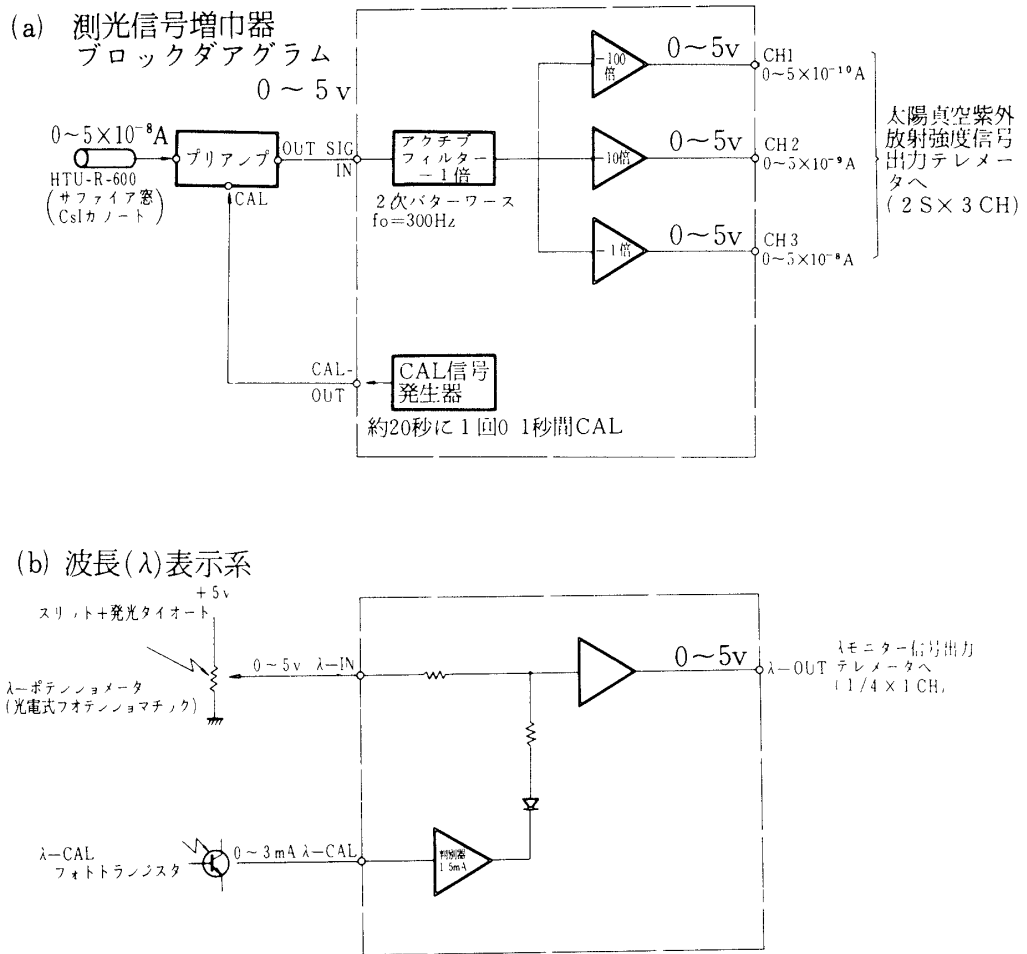
今太陽の縁をシャープエッジと考えて、直径50" (入射ピンホール) の穴が $10' / \text{sec}$ (予想された揺動速度) で横切るとき、変化分についての最底周波数はその倍の危険率を採って約6 Hz となるが、10倍の高調波まで見ると、60 Hz までの周波数応答が必要になる。PCMテレメーターの2 S (140 Hz) を使用すると正規の受信フィルターのままで増巾器誤差1%程度が70 Hz となることからこのチャンネルを採用した。

前置増巾器は直結反転回路で、電圧-電圧変換率は $10^2 \text{ V} / \mu\text{A}$ 、パルス性雑音を軽減するため約800 Hz 以上は遮断すると共に高電圧放電のショックを防止するため過大入力保護を行なっている。

主増巾器は2次バタワース型アクティブフィルターで、 $f_0 = 300 \text{ Hz}$ (3 db 減) にして最終



第5図 電気系統図



第 6 図 測光信号処理系及び波長表示系

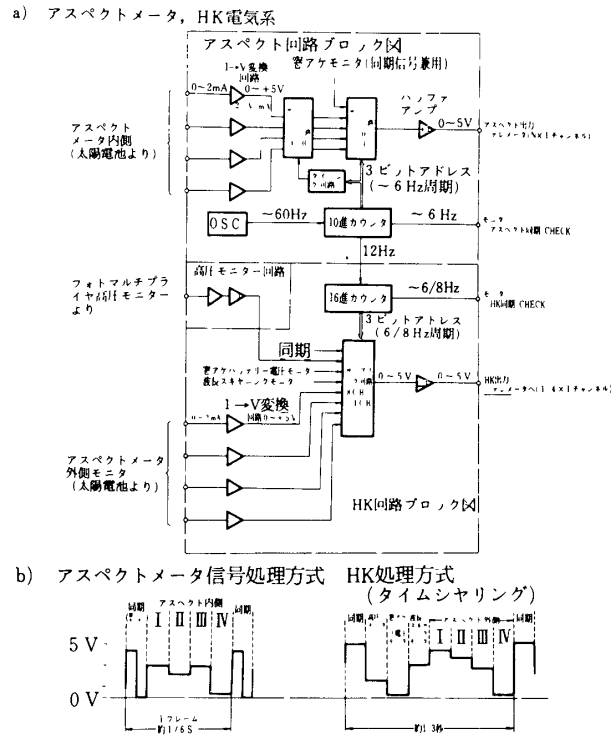
的に要求される周波数応答に呼応させ、続いて各々過大入力保護を持った 1 倍、10 倍、100 倍の主増巾器で増巾した出力を 3 ch のテレメータ入力とした。

これら増巾系の総合精度は最高感度 (10⁻¹⁰ Amp. レンヂ) で ± 5 % FS 以下、温度変化 0 ~ 40°C で - 4 % F · S であったが、実際は数度内の変化に納まると考えられる。

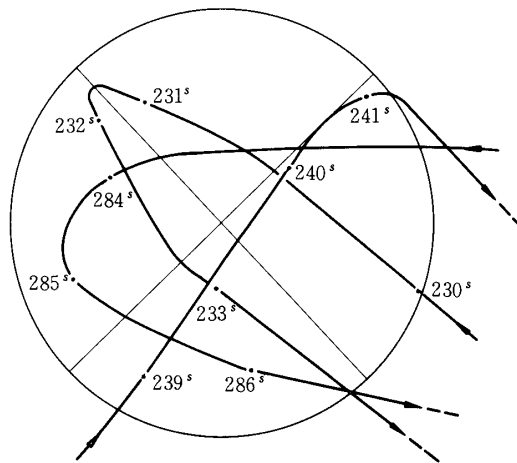
ほかに増巾系のプリアンプ入力に 20 秒に 1 回のチェックパルスを挿入し正常な動作状態の確認に使用した。

300 Hz の周波数応答の増巾器で P. M. 出力 10⁻¹⁰ Amp. レンヂは電流の統計的変動が顕著になり、DC 増巾では所謂動雑音 (ショットノイズ) に対する S / N が 1 以下の測光限界に相当し始めた。

今後は分光器の分解能を上げ、更に微弱光を測定する際は、光学系による光量増加が望み薄の現在、ホトンカウンティングなどの方式に切替える必要があると考えている。勿論それ



第7図 アスペクトメータ信号処理系及びHK信号処理系



第8図 アスペクトメータ上の太陽中心の走査状態の例

に呼応した姿勢制御も考える必要がある。

光電子増倍管 (P.M.) 及び高圧電源。

P.M. は前述のようにHTV-R 600 (サファイヤ窓, C_sI , CuBe ダイノード) で2,000 V印加のとき暗電流 10^{-12} Amp. のもので, 今回はダイノードチェンより4 V相当の高圧モニター電圧を取り出しH.K (ハウスキーピング) 信号の一つとした。

ポット型高圧電源は国産のクリア無線製HPS-3N-500 X 2,000 ~ 3,000 V, 500 μ A, 負荷0 ~ 100 %で出力変動1 %以下, 温度0 ~ 60 $^{\circ}C$ で0.1 %以下, リップル0.1 % rms 以下のものを使用した, パルス性リップルが静電的にP.M. 電極を通して出力に表われるのを防ぐため特別に濾波回路を付加した。

2) アスペクトメーター信号処理 (第7図-a)

太陽の中心周縁強度変化の測光には太陽面上の測光位置を検出することが重要な項目の一つで, この働きをするのがアスペクトメーターと呼ぶ装置である。

この受光部の大要は光学系の部に説明してあるが, ただ場所的に狭いので, 太陽像をけられなく結像すること, 太陽電池の素子出力を増巾器との兼ね合いから一定範囲 (最高2 mA) に納めるのに大気圏外での推定出力を必要とした。この方式の長所は位置の導出には絶対値を必要としないことである。

太陽電池の4個の素子出力を, 各々2.5 V / mA のI-V変換回路を通して同時に4ch サンプルホールド回路に一旦メモリーし, アナログマルチプレクサーで約6 CPS 周期の時系列信号としてテレメートする。周期信号を加えると, 1フレーム当り5ワードとなり, 従って1ワードは約34 mS 巾の矩形波で, その出力振巾精度は ± 0.5 % FS内にしてある。アスペクトメーターの総合誤差としては, 偏位出力曲線の実測誤差も含めて, 平均誤差 $\pm 0.5'$ と見積っている。

なお, この信号系には分光器の窓あけ確認を見るため, 振巾4.5 Vの同期信号を利用して, タイマ窓あけ信号受信中は1.5 Vに低下し, 窓あけ確認信号によりもとの4.5 Vに戻り若し窓が開かない場合は1.5 Vの俣であることから判定できるようにした。これらの信号構成を第7図-bに示す。

3) 波長表示信号系 (第6図-b)

すでに述べたように, 分光器には波長走査機構が具備されている。ここで留意した点は, 先づ円滑な走査機能と脱ガスに付いてで, 振動で破損しないようガタをなくすると, 駆動力の損失を起すため, 拡散ポンプ油に二硫化モリブデンを混合したものをスクリウ機構やアリミゾに塗布することで両方の要求を解決した。次にローランド円と出射スリットの中心が1ストロークの間少くとも ± 0.5 mm以上ずれないこと, 1.6 W マイクロモーターからの伝達動力と波長走査速度の相反する要求の調整などである。また波長走査範囲を受光器の短波長側カットオフより広く採って, それより長波長側の迷光の有無が判るようにした。

波長表示信号としては, 抵抗線式は接触不良の可能性があるので, 光電式ポテンショメーター (モリリカ製フォテンショマチック) に波長走査用駆動桿に取り付けたスリットを通して発光ダイオードで照射する方式を採用した。この方法による誤差は微小電流を流している限り (発熱を少なくする), 印加電圧の精度で決まり, 実験室内のテストでは真空槽内で

± 0.5% 内の再現性があった。波長対出力の校正は、実際に真空槽内に分光器を納め、波長の判った H₂ 輝線を入射させて測定したが、更に三個所に固定波長を示す一定高のチェックパルスが出るようにし増巾度の監視も同時にできるようにした。

4) HK信号処理 (第7図-a)

分光器の電気系が順調に動作しているかどうかのモニターに関する前述までの項目以外に、HK信号を受信するチャンネルを別に設けた。

1) 高電圧モニター

P.M. ダイノードチェンの一部から 4 V (2,000 V相当) の分枝電圧をとる。(アナログ 1 ch)

2) 窓あけバッテリーモニター

窓あけ用のワイヤーカッターに印加するニッケルカドミウム (6 V, Fz 1,000) の分枝電圧 (アナログ 1 ch)

3) 波長走査モニター

出射スリットを乗せた駆動桿の動く方向、即ち走査波長方向を示す。波長走査前 4.5 V → 開始後 (短→長波長: 1.1 V, 長→短波長: 3.6 V) をアナログ 1 ch に。

4) アスペクト外側モニター

太陽像が入射スリットを含む位置よりずれている場合、それが近傍にあって測光信号が出ない状態で入射スリットの中心から 1°~2° の範囲にあるとき、モニター信号が出るように二段目のアスペクトを設けた。

これらの信号をアナログマルチプレクサーにより 1 フレーム (周期~1.3 秒) 8 ワードの時分割信号とした。出力振巾精度は± 2% FS以内であった。

5) コントロール関係

飛翔中のコントロールはタイマー信号に依り行われるが、分光測光器の窓開け、即ち乾燥窒素の排気が始まった時刻は、ロケット発射時 (X) 後 62 秒で、これはワイヤーカッターで行われた。姿勢制御系 (CN) が始まったのは X + 132 秒で、その後 7 秒即ち X + 139 秒に始めて太陽からの信号を得、X + 150 秒でラッチングレリーが順調に働き波長走査が始まり、之はロケットの落下まで続いた。分光測光器の視野内に最後に太陽が入ったのは X + 399 秒であった。観測のタイムシーケンスと夫々のロケット高度を第 2 表に示す。

第 2 表 SUVタイムシーケンスと到達高度

	窓開け	CNスタート	太陽, 視野に入る	波長走査開始	太陽, 視野外に去る
時刻	X + 60 秒	X + 132 秒	X + 139 秒	X + 150 秒	X + 399 秒
ロケット高度	63 km	150 km	158 km	166 km	69 km

3. 観 測

この分光測光器は K-10-11 号機のノーズコーンに搭載され、1975 年 9 月 24 日 14 時、内の浦実験場より飛翔された。このロケットは東口教授の研究室で開発され、K-10-6 号

機によって成功を収めた形式のCN装置が整備され、今回は更にスピン方向にも制御する所謂3軸姿勢制御が行われた。ロケットの飛翔及び姿勢制御は順調に作動したが、CN装置のサンセンサーの中ファイセンサーの感度特性の関係で、太陽中心と制御の中心とが約15'ずれを生じた。姿勢制御に関する報告はすでに発表済であるので[8]、その報告に詳細はゆずるとして、姿勢制御開始後初めて太陽光を捕えてから(ロケット発射後139秒)約4分間、視角約40'角のゆらぎを用いて、太陽像の中心から周縁にわたる太陽面の走査は25回、合計して約1分間の観測が行われた。ロケット発射後230秒~250秒と、285秒附近の太陽像の中心がアスペクトメーター上を走査した状態の例を第8図に示す。太陽面の走査速度は平均して約15'/秒であり、波長走査は約4分間に16回行われた。実際に得られた資料の1部(ロケット発射後約230秒~240秒)を第9図に示す。

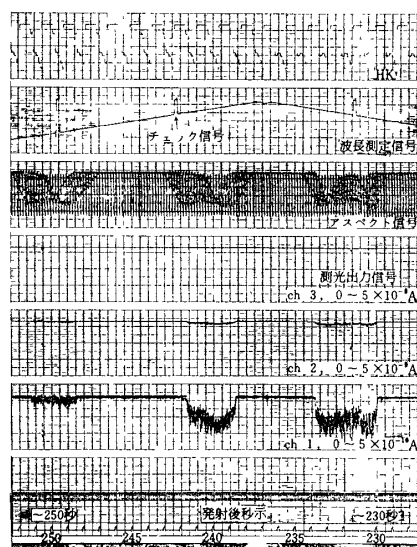
4. 結果及び検討

分光測定器の光軸が太陽像のどの部分を走査していたかという情報をアスペクトメーターの出力より判断し、その時刻に於て走査中の波長の値を読みとり、同時刻に於ける真空紫外領域の測定値を組合せると、絶対強度と中心周縁強度変化の資料が得られる。アスペクトメーターの信号は約1/6秒毎に得られているが、それらを基にして得られた動きを補間法で更に5分割し、1/30秒毎の値を読みとった。之は空間的には約30"、波長的には約1Åに相当することになり、分光測光器の精度を考慮して充分と判断した。

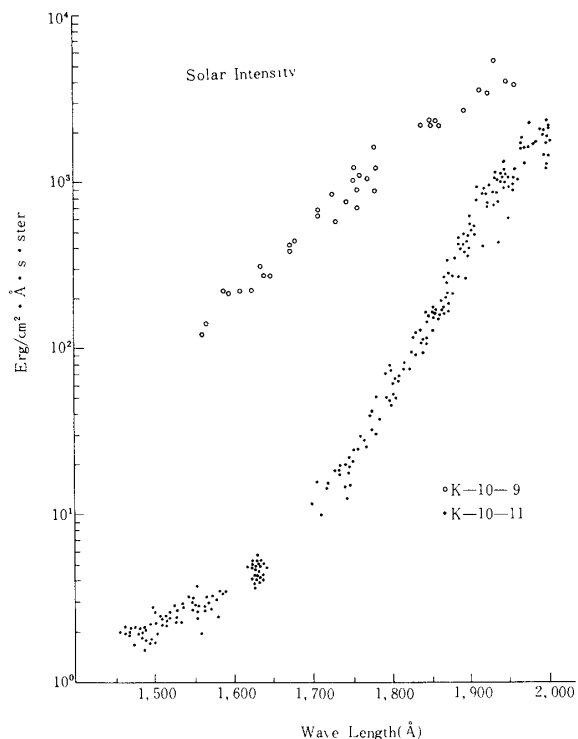
(A) 絶対強度

K-10-6号機やK-10-9号機で行ったと同様の整約法、即ち結像系や分光系の効率及び検出量の絶対感度などを考慮すると、太陽スペクトルの絶対強度が得られる。

その結果をK-10-9号機によって得られた結果と共に第10図に示す。之によると今回の値はK-10-9号機による結果にくらべ1,500Å附近で約1/40、2,000Å附近で約1/4となり、最近に於ける諸外国の観測結果がK-10-9号によるものとよい一致を示していることや、今回の絶対校正は従来の東京天文台方式に加えてNBSで絶対校正されたPhotodiodeも参加してその信頼性は10%程度は確保されている[9]と考えているし、分光測光器を組立てた後に於て総合的に絶対校正を行っているので、観測結果として得られた値は採用することはできない。この失敗の原因を飛翔実験後種々の方面から検討した。即ち分光測光器内の附着水蒸気を考慮して用いた乾燥窒素を実験室の真空槽内に充満させて光学テストを行う一方、排気後に於てモニター用軸外放物面鏡や凹面回折格子の反射率の測定、モニター用検出器の絶対校正による時間的変化の測定、飛翔時に於ける検出器えの印加電圧の変化の有無、



第9図 得られた資料の一部(230秒~250秒)

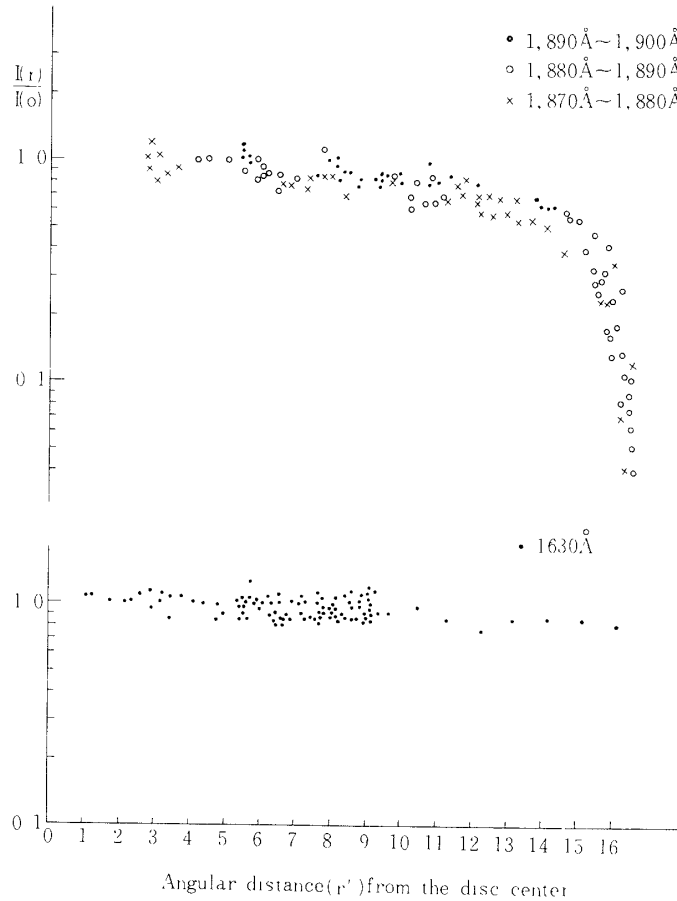


第10図 観測結果（絶対強度）

外力による光学系のたわみによるスペクトルのけられなどである。その結果現在考えられる唯一の可能性として、もし光学系が外力によって凹面回折格子の部分で約4'の傾斜が分散方向に対して垂直に生じたと仮定すると、生じたスペクトル像（高さ1.2mm）の約1/2が高さ2.5mmの出射スリットよりあふれ、その結果検出器の感光面に生じている。3mm×6mmの光束が感度の強い側からけられを生ずることになり、今回の観測結果の絶対強度をK-10-9号機によって得た値に一致させることが可能である。勿論飛翔前に数回の衝撃や振動などの環境テストを経過し、スピントテストなどの諸テストの前後で毎回光軸の変化を測定し1'以内に収まっていたという確認をしてあるが、実際の飛翔時には振動、衝撃、スピンなどが複合的に作用して、ダイナミックバランスのために分光測定器の中央部外側にとりつけた約10kgの錘が原因となって光学系の変形を起したのべはないかと考えることができる。

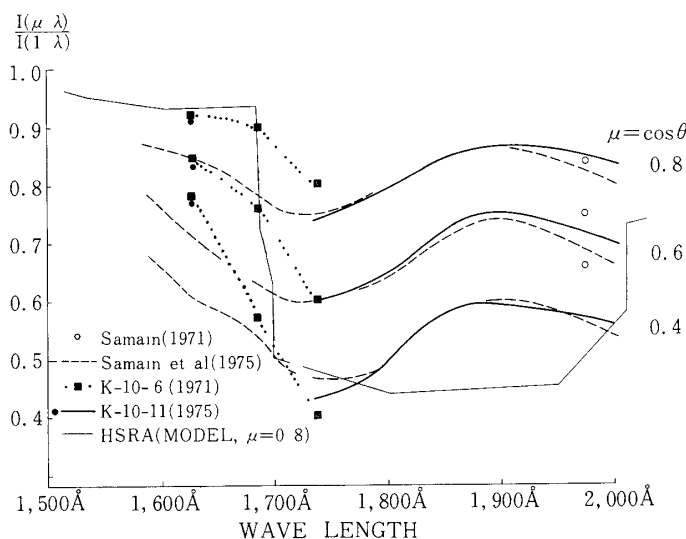
(B) 中心周縁強度変化の観測

姿勢制御装置のサンセンサーの特性によって分光測光器の光軸が制御装置の光軸と結果的に約15'のずれを生じたことにより、観測時間は姿勢制御が行われた約4分間の1/4程度になったのであるが、得られた資料を基にして中心周縁強度変化を求めることができた。更に(A)に於て得られた強度の分布は16回の波長走査を万遍なく受けており、その測定値の分散は中心周縁強度変化の程度と考えられるし、1850Åや1950Å附近のdipは諸外国のスペクトル資料と比べると極めて類似しているので、外力による光学系のたわみは観測中は一定



第11図 中心周縁強度変化の観測結果の1例
(1,870 Å ~ 2,000 Å, 1,630 Å)

であったと考え、測定値の相対値は充分信用できると判断して、中心周縁強度変化を求めた。第11図に1例として1,870 Å ~ 1,900 Åを10 Åづつに区切って中心から周縁にゆくにつれての強度の相対値と、タイマーによってロケット発射後150秒で波長走査が行われるまでセットしてあった1,630 Åに於ける値を示す。第10図に於て示した通り、実際には1,450 Å附近まで測定値は得られているが、1,630 Åより短波長側では出力が極めて小さく、ノイズのレベルに近づいて測定精度が劣ると判断されたので採用しなかった。今回得られた1,630 Åから2,000 Åにわたる間の中心周縁強度変化の観測結果を、K-10-6号機によって得たものと、この波長域で写真的に得ているフランスのグループの値を第12図に示す。之によると、1,629 Å ~ 1,739 ÅではK-10-6号機によって得た我々の結果と一致してをり、1,730 Å ~ 2,000 Åではフランスのグループの得た結果[10]によく一致している。太陽表面のモデルとして知られているHSRA (Harvard Smithsonian Reference Atmosphere)[11]による中心周縁強度変化の計算値と比較すると、1,630 Å附近では我々の観測はHSRAを支持しているようであるが、1,700 Å ~ 2,000 ÅではHSRAとは大きく違って来てをり、フラン



第12図 中心周縁強度変化の観測結果

スの観測結果からも同様の事が結論できそうなので、太陽モデルに何らかの改良が必要であらう。

5. おわりに

今回の観測では光学系に設計当時には予想もしなかったような重量を架することになり、それが絶対強度の観測の失敗の原因になった可能性を考えると、今後の実験に於てはこの点に充分留意すべきであると深く反省している。又検出器の感度や安定性が従来に比べて改良されつつあるが、感光面の感度むらが極めて大きいので、この点の改良も考えるべきであらう。

今回の中心周縁強度変化の観測結果は、この波長域に於て光電的に得られたものとしては国際的にみても初めてのものであるから、それなりの評価がなされると考えているが、実験室内に於ける真空紫外領域に於ける絶対測定技術の急速な発展に伴いこの波長域に於ける太陽スペクトルの輻射絶対量の観測値が収束しつつある時[12]だけに今回の失敗は極めて残念な事であり、早い時期に再度の観測を行いたい。

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あって、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事を記し厚く感謝する次第である。又東京天文台における基礎実験に関する諸設備の整備については、太陽物理部長守山 史生教授を始め、太陽研究グループの絶えざる御支援を憶え感謝したい。

又ロケット搭載用分光測光器の製作に関しては、凹面回折格子のRay-traceを細部にわたり御指導下さった東京教育大学光学研究所の波岡 武助教授及びその研究室の方々に、機

器系に関しては溝尻光学工業所 K. K. の河村守康氏及びその協力グループの方々に、電気系に関しては日本電気 K. K. の小尾 新三氏、菊地 俊雄氏に、又検出器の開発製作に関しては浜松テレビ K. K. の鈴木陽一氏等、関係各位にその協力を心より感謝する次第である。

1976年7月20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, 宇宙科学観測装置シンポジウム, 97,(1967)
- [2] K. Nishi and Z. Suemoto Attempts to Observe the Absolute Intensity and the Centre-to-limb Variations of Sun in the Vacuum Ultraviolet Region.
IAU Symposium, No 41, "New Techniques in Space Astronomy " 393 (1971)
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巻, 第1号(B), 102 (1970)
- [3] 西 恵三・東 康一・山口朝三・末元善三郎・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)
東京大学宇宙航空研究所報告, 第9巻, 第2号(B), 359 (1973)
K. Nishi . Observation of the Absolute Intensity and the Centre-to-limb Variation of the Sun in the Vacuum Ultraviolet Region. Solar Physics, **33**, 23 (1973)
- [4] 西 恵三・東 康一・山口朝三・末元善三郎・太陽真空紫外領域スペクトルの絶対測定 (K-10-9号機による)
東京大学宇宙航空研究所報告, 第10巻, 第3号(B), 611 (1974)
K. Nishi . Observation of the Absolute Intensity of the Sun in the Vacuum Ultraviolet Region. Solar Physics, **42**, 37 (1975)
- [5] 西 恵三・東 康一・山口朝三: 真空紫外領域用モノクロコリメーター, 東京天文台報, (印刷中)
- [6] 西 恵三・東 康一・山口朝三・真空紫外領域に於ける絶対測定, 東京大学・東京天文台報, 第16巻 第3号, 584 (1973)
- [7] L. R. Canfield, R. G. Johnston, and R. P. Madden: NBS Detector Standards for the Far Ultraviolet. Applied Optics, **12**, 1611 (1973)
- [8] 西 恵三, 東 康一, 山口朝三, 東口 実: 姿勢制御用太陽センサーの指向精度について, 東京大学宇宙航空研究所報告, 第12巻, 第4号(B) 959 (1976)
- [9] K. Nishi, K. Higashi, A. Yamaguchi, T. Masuoka: Comparison of Radiometric Standards in the Far Ultraviolet Region: Photodiodes, Ion Chambers, and Thermocouples, Japanese Journal of Applied Physics, **15**, No 11, 2269 (1976)
- [10] D. Samain, R. M. Bonnet, R. Gayet, and C. Lizambert Stigmatic Spectra of the Sun between 1200 Å and 2100 Å. Astron. & Astrophys. **39**, 71 (1975)

- [11] O. Gingerich, R. W. Noyes, W. Kalkofen, and Y. Cuny : The Harvard-Smithsonian Reference Atmosphere, *Solar Physics*, **18**, 347 (1971)
- [12] J. P. Delaboudiniere, R. F. Donnelly, H. E. Hinteregger, G. Schmidtke, and P. C. Simon: Intercomparison/Compilation of Relevant Solar Flux Data.
(First report of the working group IV of COSPAR, May 1976)