

# 気球搭載用太陽望遠鏡のファインダーとしての テレビジョン方式 (No. 3)

吉田安徳・佐下橋市太郎・丹羽 登

## I. はじめに

筆者等は、1969年以来、宇宙観測用に開発した狭帯域・低速走査テレビカメラを気球に搭載し、実験を行ってきた。1971年以降は、東京天文台太陽物理部と共同し、太陽面の微細構造を観測する際の気球搭載用太陽望遠鏡のファインダーとして使用してきた。その目的は、望遠鏡の視野の選択と焦点位置の決定である。

今回の観測は、B<sub>15</sub>-37気球を使用し、1977年9月2日に行われた。筆者等は、白金センサによる搭載機器各部の温度測定、および熱電対を使用しての空気の乱れの測定なども行い、良好な結果が得られたので報告する。なお、太陽面の観測結果については、本特集号掲載の東京天文台太陽物理部からの報告を参照されたい。

## II. 観測装置

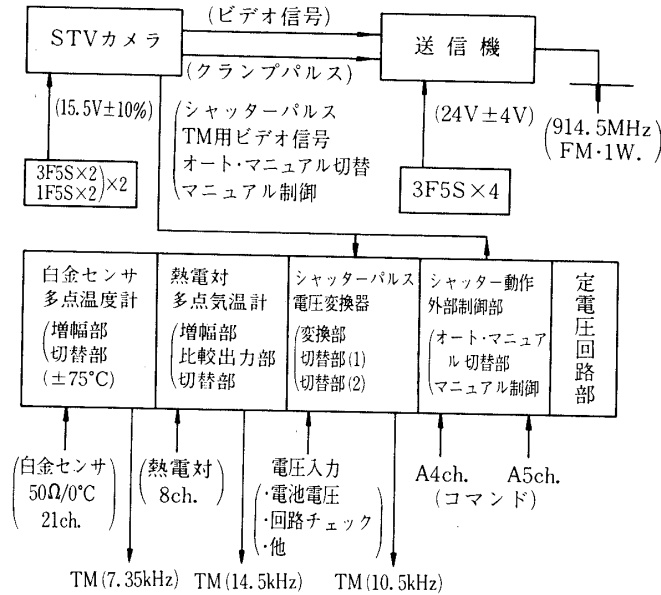
今回の観測に使用した気球搭載用太陽望遠鏡は、1972年以来の観測[15~18, 21~26]に、又、ファインダーとして使用している狭帯域・低速走査テレビカメラ(以下STVカメラ)[1~3, 6, 20]をはじめとする送信機・アンテナ等のTV系は、1969年以来の実験[4~13]に使用され、実験の都度回収し、使用されている。観測の目的、および観測装置の詳細は、共同実験者である東京天文台太陽物理部からの報告[14, 15, 17, 22]を参照されたい。以下、今回の観測装置について述べる。

### II-1. 搭載装置

TV系の搭載装置の構成を図1に示す。STVカメラ・送信機・アンテナ等のTV系の詳細については報告済なのでそれらを参照されたい。又、シャッターパルス電圧変換器、シャッター動作外部制御回路などについても、詳細は文献に譲り、ここでは、温度測定装置について述べる。

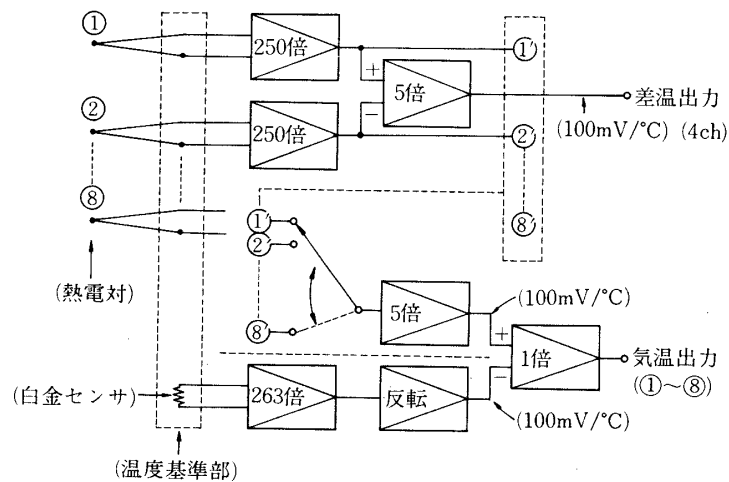
前回までの観測結果によれば、1) 時間経過と共に焦点位置が移動する。2) 写真の像質が悪い。の2点が指摘されている。2)については、上層部約20mbの空気のシーイング、および望遠鏡の振動、等が考えられる。

これらのことから、今回は白金センサによる温度の測定点を21chに増やし、望遠鏡および搭載装置各部の細部にわたる測定を行った。測定点については、結果のグラフ中(図5~8)に示す。テレメータ信号としては、測温部21ch、較正点3ch(±75°C, 0°C)を順次、時分割で切替え(1サイクル約50秒)ることとした。

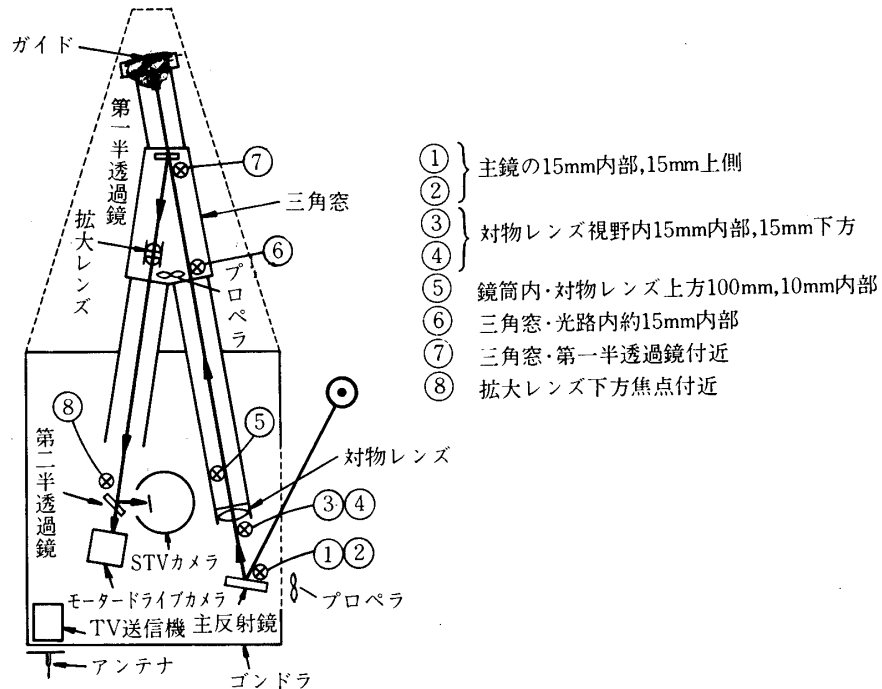


第1図 TV系搭載装置

熱電対による気温測定装置の構成を図2に、気温測定点を図3に示す。今回は像質に影響を与えられると思われる望遠鏡光路の空気の乱れを測ることとした。光路内の2点間に温度差が生じれば、空気は対流を起し、像に悪影響を与えると思われるので、熱電対（銅とコンスタンタン：0.1mmφ）を8ch使用して、比較的速い気温変動を測定することとした。温度の基準部は、各センサ共1か所にまとめ、発泡ポリスチロールの箱に収納し、外



第2図 熱電対による気温測定装置



第3図 気温測定点

気の影響を軽減した。この基準部は、白金センサで测温し、 $100 \text{ mV}/\text{C}^\circ$  を得る。熱電対各部は各々増幅部を有し、切替後の増幅出力 ( $100 \text{ mV}/\text{C}^\circ$ ) と基準部温度出力とを差動増幅することにより、熱電対部の気温 ( $0 \text{ C}^\circ$  に対する) が得られる。又、熱電対増幅部出力を、決められた組合せに従がい、それぞれを差動増幅することにより、2点間の差温を得ている。この方式により、熱電対で测温を行う際、問題となる基準温度 (通常  $0 \text{ C}^\circ$ ) の得難い場所でも、比較的簡単に温度の絶対値が得られる。测温結果は、時分割で切替え (1サイクル約 140 秒) でテレメータ信号としている。

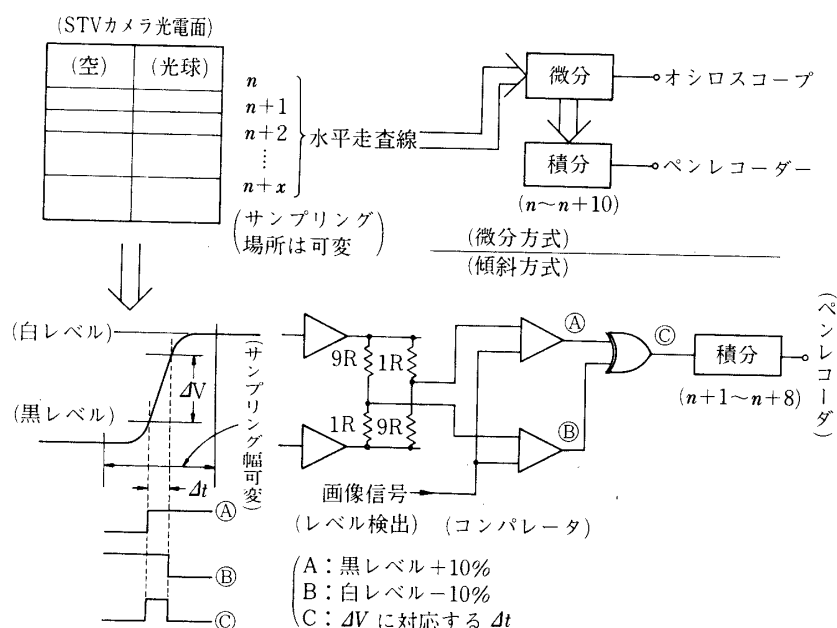
### II-2. 地上装置

気球に搭載された TV 系の送信機から送信された画像信号は、4 素子ヘリカルアンテナ・受信機を経て、残光および非残光の低速走査モニタに再生される。又、低速走査画像信号は、走査変換器により、標準走査信号に変換され、標準走査モニタに表示されると共にビデオテープレコーダに記録される。以上の地上再生装置の詳細については、文献 [16, 18, 23] に譲り、ここでは、電子的焦点合わせ方式について述べる。

望遠鏡の焦点を知る方法は、望遠鏡の焦点位置を順番に変えながら、モニタ像を直接目で見て合焦点か否かを決定する方法と、画像信号を処理する方法とが採られている。図4に画像信号を処理する方法を示した。

#### 1) 微分方式

従来から行っている方式 [19] で、STV カメラ光電面のほぼ中央部に光球の縁が入るよ



第4図 電子的焦点合わせ

うにし、その画像信号の1ラインを選び出し、微分した信号をオシロスコープで観察する。画像信号が空の黒レベルから光球部の白レベルに立ち上がる時、焦点の合ったところが最も急しゅんとなるから、微分することにより強調され、検出感度が上がる。又、この微分出力を数ライン積分し、ペンレコーダーに記録する。

## 2) 傾斜方式

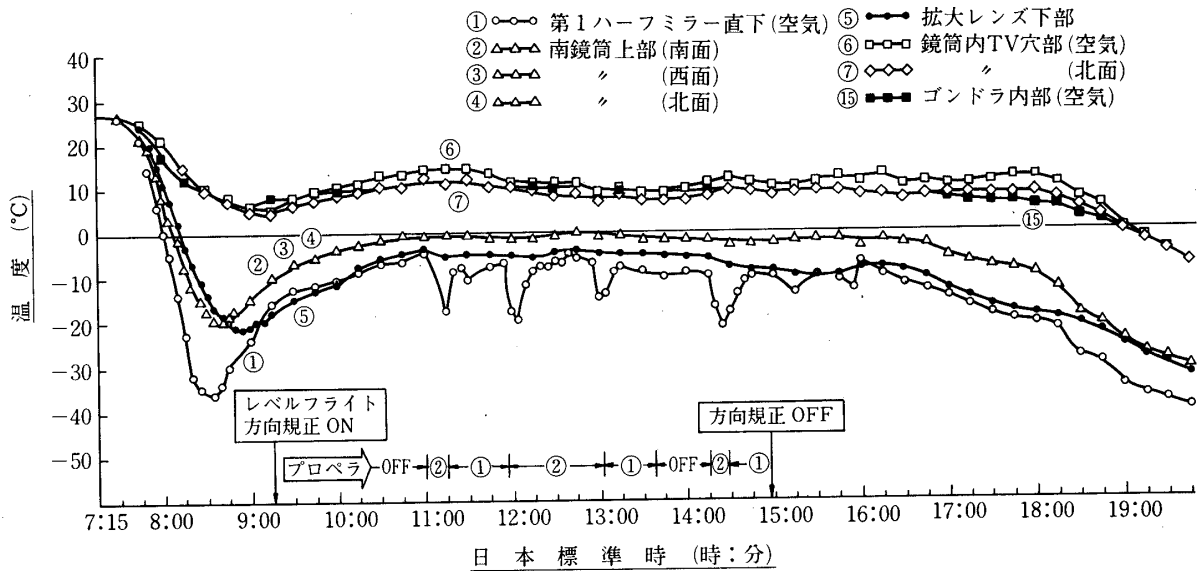
今回新たに採用した方式で、1)と同様に、画像信号中より、任意のn番目のラインを取り出し、黒レベル、白レベルからそれぞれ上下10%のレベルを抵抗分割により検出し、コンパレータ、サンプルホールド回路により、 $n+1 \sim n+8$ 番目の $\Delta t$ 成分のみを取り出し、積分した値をペンレコーダに記録する。

## Ⅲ. 観測結果

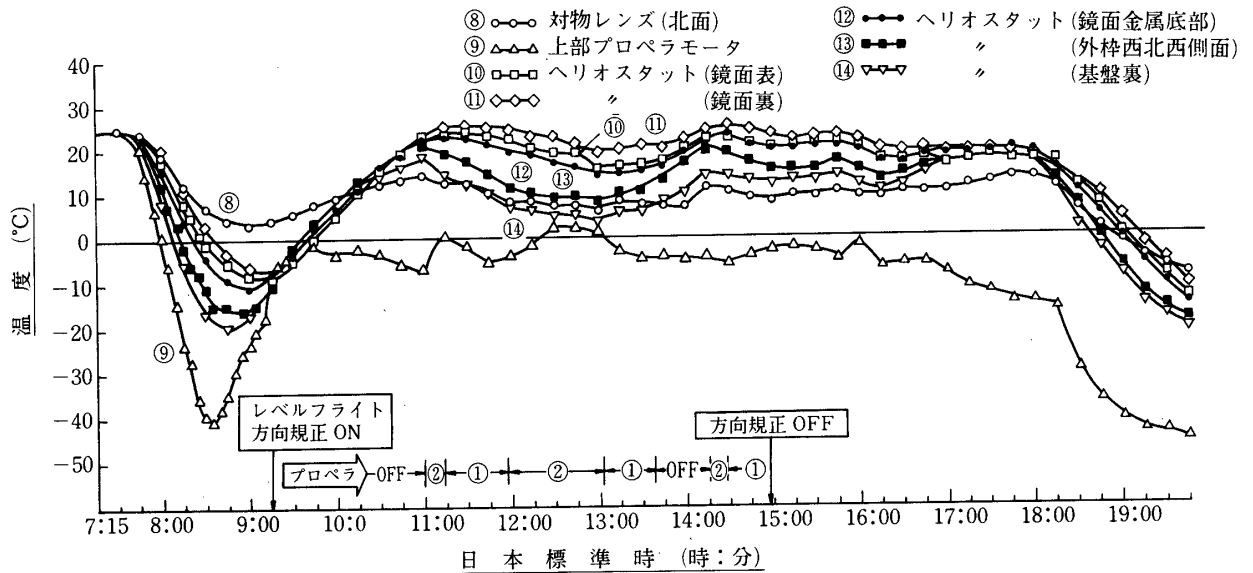
今回の実験を通して、STVカメラをはじめとするTV系、および温度計などは全て順調に動作し観測を終了した。以下測温結果を中心に報告する。

### Ⅲ-1. 白金センサによる測温結果

白金センサによる測温結果を図5~7に示す。図中プロペラとあるのは、図3にも示したように、主反射鏡、および三角窓付近の暖められた空気を強制的に吹き飛ばすために模型飛行機のプロペラを取りつけたもので、①は主反射鏡側、②は主反射鏡側と三角窓側両方のプロペラを回したことを表わしている。尚、この表示は、後述の図8~10にも共通する。

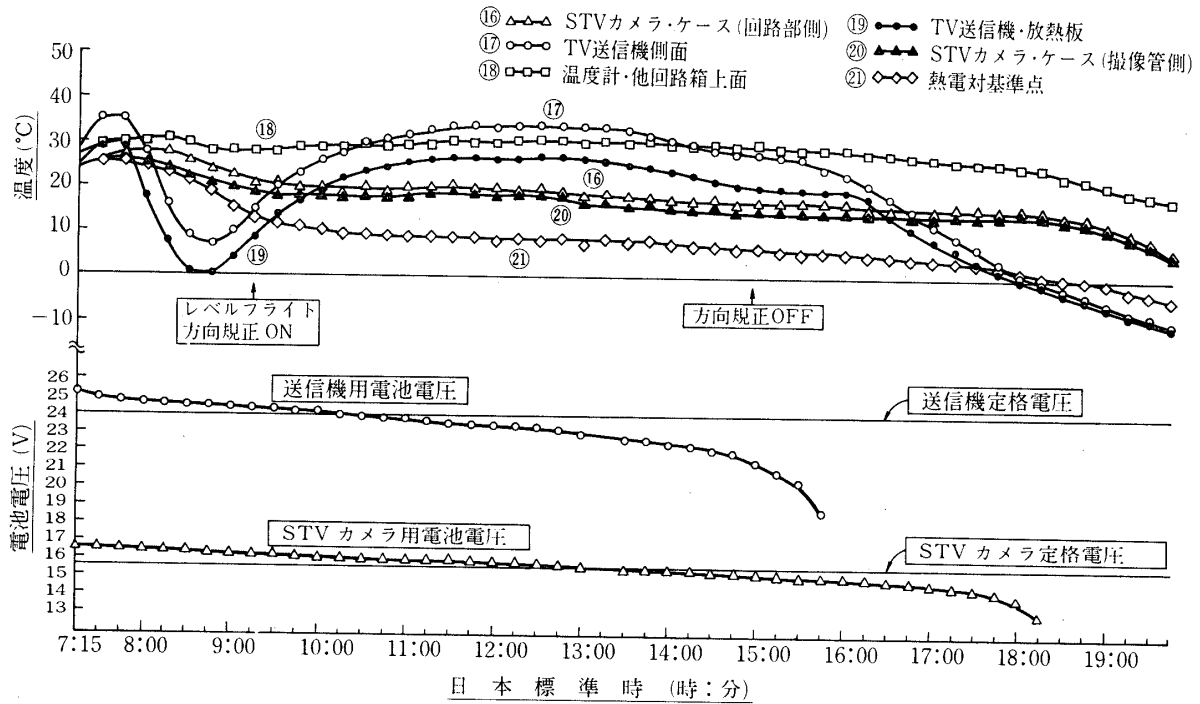


第5図 白金センサによる測温結果 (No. 1)



第6図 白金センサによる測温結果 (No. 2)

図5によれば、プロペラの影響を①の第1ハーフミラー直下のセンサのみが②のモードで受けている。南側の鏡筒の伸縮は考えられるが、場所によるひずみは少ないように思われる。



第7図 白金センサによる測温結果 (No. 3)

⑥⑦⑩は、ゴンドラ内のため、外気の影響が少ない。

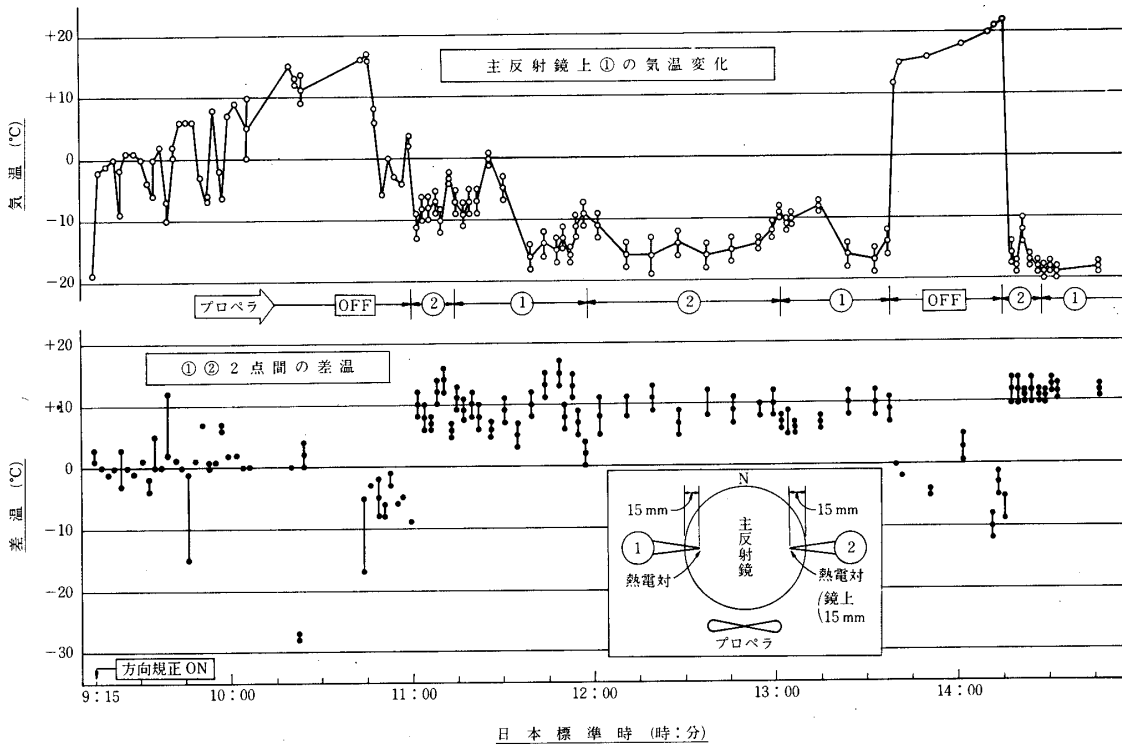
図6によれば、ヘリオスタット(主反射鏡)付近は、観測開始直後約1時間は温度変化が急であるが、後はなだらかな上昇を続ける。11時から、プロペラを回したため、温度は序々に下り、場所による差を生じた。

図7は、TV系の測温結果、およびSTVカメラ、送信機の電池電圧の変化を示した。STVカメラは撮像管側、回路部側の両方を測温したが、回路部側は保温したため、その効果が表われている。又、ゴンドラ内のため、外気の影響は少ない。送信機は放熱の必要があるため、放熱板を介してゴンドラのアングルに取り付けてあり、外気に接している。送信機本体と放熱板とでは、常に6~8°Cの差があるが、図のような測温結果であったことは、放熱の度合が適当であったものと思われる。又、熱電対の温度基準部は、なだらかな変化を示している。

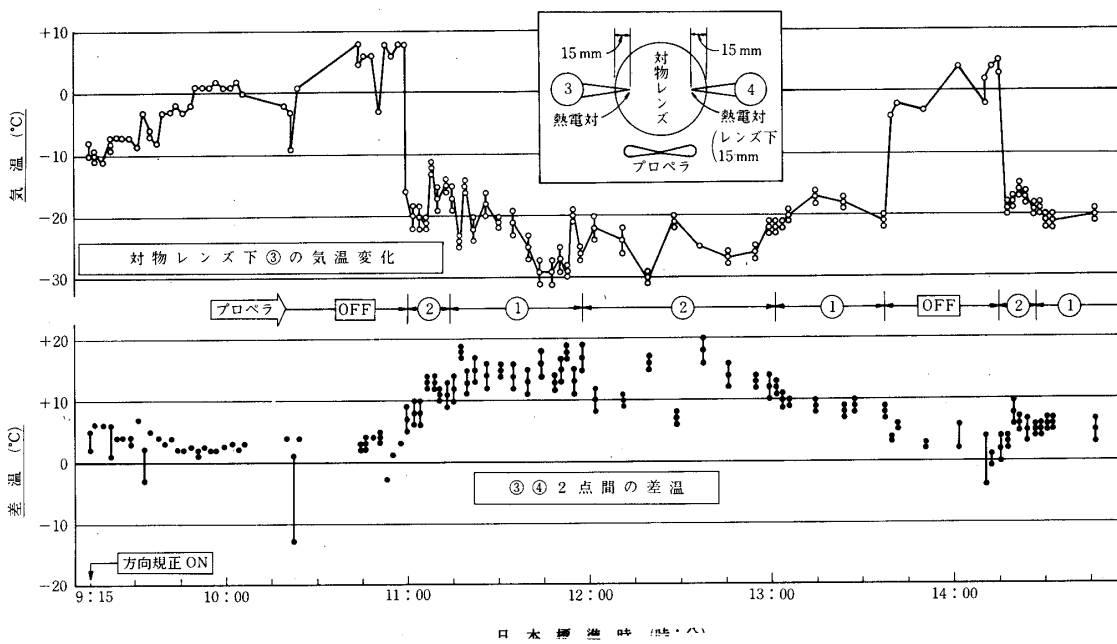
STVカメラ、および送信機の電源は、ゾンネシャイン社の密閉式鉛蓄電池を使用した。送信機は当初、750mAで電源の設計を行ったが、実験前の調整で、安定に動作させるため950mAに増加させた。ただし、予定観測時間をカバーできるので、電源の増加は行わなかった。そのため、グラフでもわかるように、STVカメラ用電池との電源容量のバランスは良くなかった。

### III-2. 熱電対による測温結果

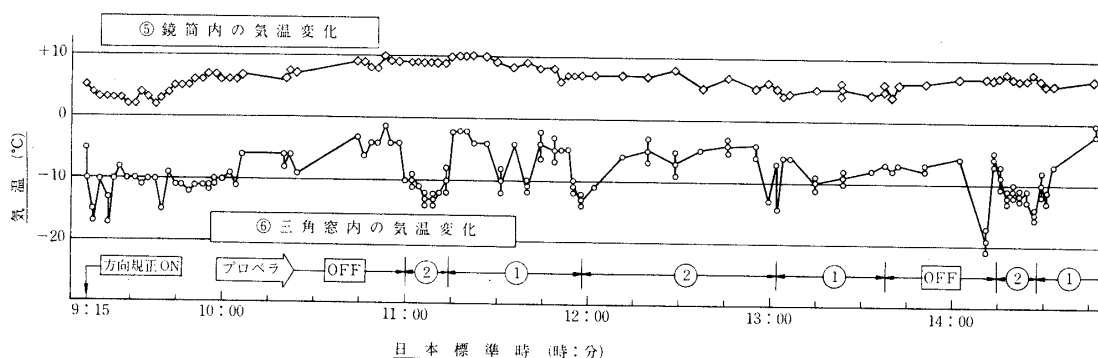
熱電対による測温結果を図8~10に示す。図8は、主反射鏡上の気温変動を示す。図中に



第8図 熱電対による測温結果 (No. 1)



第9図 熱電対による測温結果 (No. 2)



第10図 熱電対による測温結果 (No. 3)

示したように、熱電対は主反射鏡の両側から約15 mm上方に光路を横切るように取り付けられた。白丸は①の気温変化、黒丸は①②の2点間の差温を示している。ここでは、方向規正開始後のデータのみを示したが、太陽面観測中は、鏡は常に太陽に向けられているため、鏡が暖まり、付近の空気も暖められて、気温も序々に上昇する。又、気球は動いているため、時折、冷たい空気も入り込み、変動しているものと思われる。ただしこの場合は、2点間の差温は比較的少ない。プロペラを回すと、暖められた空気が飛ばされ、気温が低くなると共に、細かな気温変動が見られる。

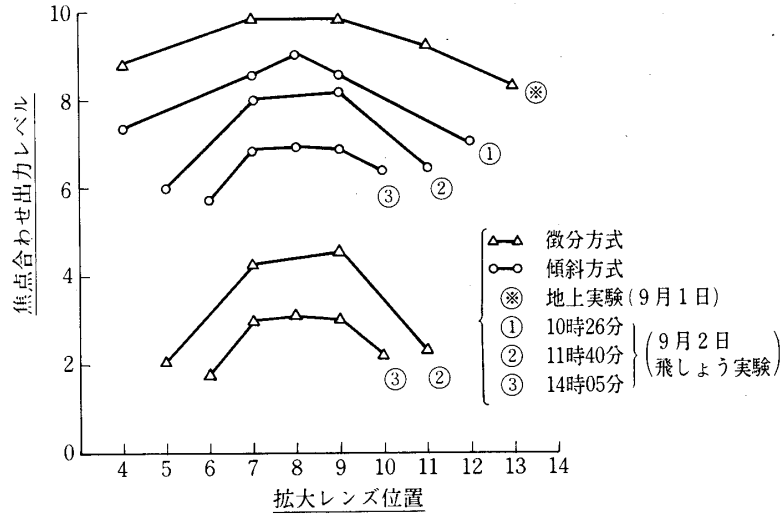
図9は、対物レンズ下方の気温変化を示す。熱電対は図中に示したように、対物レンズ下方約15 mmの位置に、両側から約15 mmの視野内に取り付けられた。白丸は③の気温変化、黒丸は③④の2点間の差温を示している。この二組の熱電対は、図8に示した①②の熱電対の上方約20 cmの位置にあるため、気温変動の傾向が似ている。

図8、図9から言えることは、主反射鏡上と対物レンズ下方では、常に10°C前後の温度差がある。プロペラを回さない時は、温度差が大きく（特に後半プロペラを止めた時）なる傾向にあるため、空気は乱れていると思われるが、比較的ゆるやかなものと思える。回した時は、温度差は小さくなるが、周期の速い乱れが多くなる。

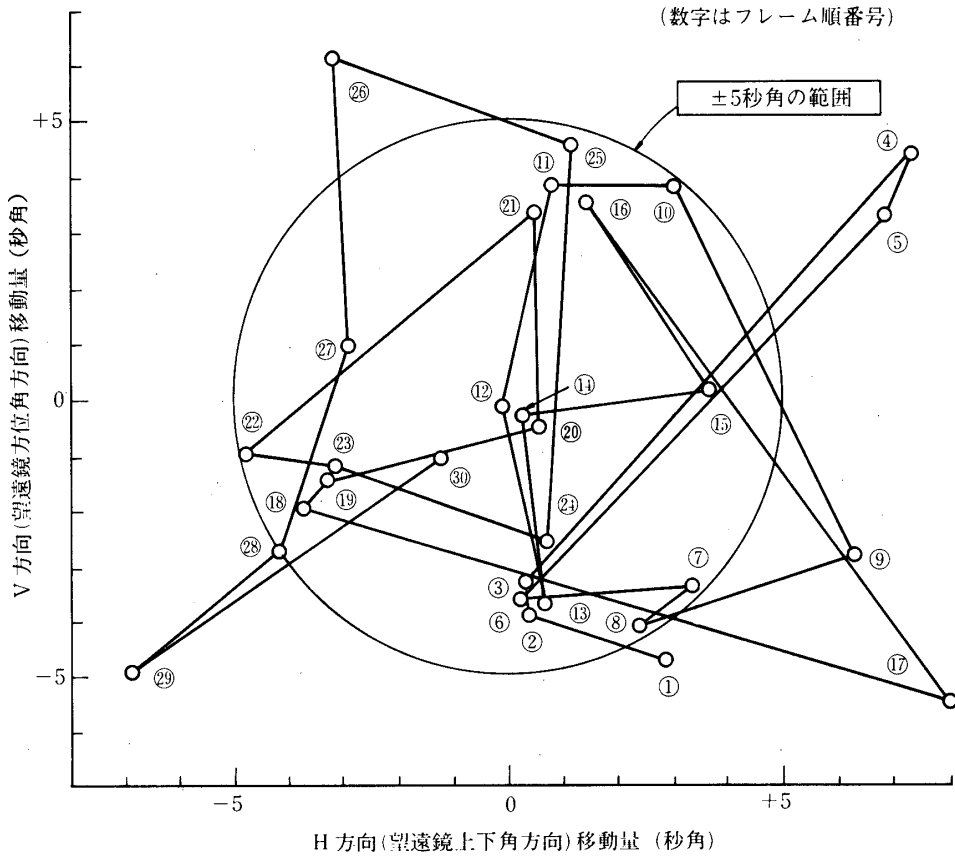
図10は、鏡筒内と外気に接する三角窓内の気温変化を示した。図3に示したように、⑤は鏡筒内の対物レンズ上方約10 cm、光路内約10 mmの位置に取り付けた熱電対の気温変化⑥は三角窓から光路内へ約15 mm入った位置の気温変化を示した。鏡筒内の対物レンズ付近は、比較的ゆるやかな変化をしており、三角窓からの外気は、レンズ付近まで入り込まず、鏡筒内での対流はゆるやかなものと言えそうである。プロペラを回した時と回さない時との差は、⑥のみ影響があらわれている。

この他三角窓内の半透過鏡付近⑦と拡大レンズ焦点付近⑧の気温測定も行ったが、⑦は、⑥と同様な変化、⑧は、ゴンドラ内気温と大差ないため、図は省略した。





第11図 電子的焦点合わせ結果



第12図 太陽追尾装置の精度

### Ⅲ-3 電子的焦点合わせ結果

焦点合わせの結果を図11に示す。最初に地上実験を行い、STVカメラの画像信号での合焦点と思われる位置と、写真の撮影結果から良いと思われる焦点位置を確認の上、放球した。観測中、順番に焦点位置を変え、微分方式、傾斜方式両方式で焦点合わせを行い、図のような焦点位置を確認し、合焦点の前後をはさむようにして写真撮影を行った。尚、図では微分方式・傾斜方式を、又、時間による差を同一軸上に書き表わしたが、同一パラメータにおけるレベル差には意味があるが、パラメータの異なるデータ同志のレベル差には意味が無い。

### Ⅲ-4 望遠鏡の太陽追尾精度

今回の実験における太陽望遠鏡の総合的な追尾精度を図12に示す。これは実験終了後、ビデオテープレコーダの再生像より、黒点の移動をレチクル(STVカメラ光電面上の目盛線)との位置関係により求めた一例である。本装置の追尾精度は±5秒角の設計であるが、一点を中心に半径5秒角の円を描くと、およそ77%が範囲内に入る。なお、フレーム順番号は、4秒ごとの位置を表わしている。

## IV. 結 び

今回の実験で、搭載したTV系は全て順調に動作し、焦点合わせなど、ファインダーとしての役目を果し、良好な結果が得られた。白金センサによるゴンドラ各部の测温データは、今後の大型望遠鏡を製作する上での資料となろう。熱電対による気温測定結果は、望遠鏡の光学系まわりの空気の乱れを知ることができた。又、プロペラによる効果も測定することができたが、残念ながら東京天文台側の太陽面の観測写真が、カメラの不調で10時52分までしか撮影されなかったため、プロペラによる気温変動と写真との対応は得られなかった。

今回の実験にあたり、共同実験者として御協力いただいている東京天文台太陽物理部の守山史生教授、平山淳助教授、清水一郎講師、浜名茂男氏、徳家厚氏、今井英樹氏の諸氏に厚くお礼申し上げます。当研究所、西村純教授、広沢春任助教授、および両研究室、気球観測グループの諸氏には、気球搭載実験に際し、御指導、御援助をいただき、感謝の意を表します。STVカメラ系、送受信機系に関し、今回の実験に御協力いただいた浜松テレビ(株)、水島広氏、藤田友康氏、日本電気(株)、布宮定夫氏に感謝致します。

1978年5月27日 計測部

## 参 考 文 献

- [1] N.Niwa and T. Hiruma: A Narrow Band Television System with Non-mechanical Shutter, Proc. 8th International Symposium on Space Technology and Science pp. 681-686, (1968).
- [2] 倉沢・土屋・佐下橋: イメージメモリー管による自動感度制御, TV学会産業応用研究委員会資料, No. 11-3, (1969/12).
- [3] 丹羽・屋馬: 電子シャッタとぶれ補正回路を持った狭帯域テレビジョン装置, TV学会誌, 24-1, (1970/1).

- [4] 丹羽・佐下橋・吉田：宇宙観測用テレビジョン系の気球による飛しょう試験，宇宙研報告，6-1(C)，(1970/3)。
- [5] 佐下橋・吉田・丹羽：宇宙観測用テレビ系の気球による飛しょう試験，昭和45年度電気四学会連合大会，No. 1965，(1970)。
- [6] 丹羽・佐下橋・吉田・倉沢・土屋：自動光量調整付宇宙観測用テレビ系の気球による飛しょう試験，TV学会誌，24-5，(1970)。
- [7] 丹羽・佐下橋・吉田・羽田野：宇宙観測用テレビジョンカメラによる気球の形状などの観測，宇宙研報告，G-1(C)，(1971/3)。
- [8] 丹羽・佐下橋・吉田・羽田野：STVカメラの気球実験用太陽光遮断装置，昭和46年信学会全国大会，No. 234，(1971/4)。
- [9] N. Niwa, I. Sagehashi, Y. Yoshida and H. Hatano : Flight Test of Narrow Band Television System, Proc. 9th ISTS, pp. 679-685, (1971)。
- [10] 佐下橋・吉田・羽田野・丹羽：狭帯域テレビジョン系の気球実験について，TV学会技術応用研究委員会資料，No. 1-2，(1971/7)。
- [11] 佐下橋・吉田・広沢・丹羽：宇宙観測用テレビジョン系の気球搭載実験，信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会資料，SANE 71-26，(1972/2)。
- [12] 平山・守山・丹羽：気球による太陽面の観測，宇宙観測シンポジウム(昭和46年度)，P. 207，(1972)。
- [13] 丹羽・守山・佐下橋・吉田：気球搭載用太陽望遠鏡のファインダーとしての狭帯域TV系の応用，1972年度TV学会全国大会，No. 13-10，(1972)。
- [14] 平山・浜名・清水・徳家・宮崎・代情・守山：気球による太陽面の観測，天文台報，16-1，(1972)。
- [15] 守山・平山・清水・浜名・徳家・今井：太陽微細構造の観測，大気球シンポジウム(昭和47年度)，p. 257，(1973/3)。
- [16] 丹羽・佐下橋・吉田：太陽望遠鏡のファインダーとしてのテレビジョン方式，大気球シンポジウム(昭和47年度)，p. 263，(1973/3)。
- [17] 守山・平山・清水・浜名・徳家・今井：10cm太陽望遠鏡による太陽直接写真の撮影，宇宙研報告，9-1(B)，(1973/3)。
- [18] 吉田・佐下橋・丹羽：気球搭載用太陽望遠鏡のファインダーとしてのテレビジョン方式，宇宙研報告，9-1(B)，(1973/3)。
- [19] 佐下橋・吉田・丹羽：狭帯域テレビジョンカメラにおける電子的焦点合せの一方法，昭和48年度信学会全国大会，No. 2000，(1973)。
- [20] 吉田・佐下橋・丹羽：試作宇宙観測用テレビカメラの特性，1973年度TV学会全国大会，No. 4-8，(1973/6)。
- [21] N. Niwa, I. Sagehashi, Y. Yoshida and H. Hatano : A Narrow Band Television System for Balloon-Borne Telescope, Proc. 10th ISTS, pp. 749-754, (1973)。
- [22] 平山・清水・浜名・徳家・今井・守山：10cm太陽望遠鏡による太陽直接写真の撮影(II)，宇宙研報告，10-1(B)，(1974/3)。
- [23] 吉田・佐下橋・丹羽：気球搭載用太陽望遠鏡のファインダーとしてのテレビジョン方式(No. 2)，宇宙研報告，10-1(B)，(1974/3)。

- [24] N. Niwa : Slow-Scan Television System for a Balloon-Borne Telescope, Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers, pp. 794 - 797, **84**, (1975/10).
- [25] 佐下橋・吉田・丹羽：気球搭載望遠鏡のファインダーとしてのテレビジョン装置, TV 学会誌, **31** - 5, (1977).
- [26] N. Niwa, I Sagehashi, Y. Yoshida and F. Moriyama : A Narrow Band Television System as a Finder for Balloon - Borne Solar Telescope, Proc. 12 th ISTS, pp. 227 - 231, (1977).