

# 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

吉田 安徳・佐下橋 市太郎・丹 羽 登

## I. は し が き

宇宙観測用に開発した狭帯域・低速走査テレビジョンカメラ [1] を、太陽観測用望遠鏡のファインダーとして利用した。望遠鏡を気球 (B<sub>5</sub>-33: 1971 年度, B<sub>15</sub>-21: 1972 年度) に搭載し、大気の影響の少ない成層圏において、太陽面の微細構造を観測する際、地上からの指令電波で望遠鏡を制御し、

- 1) 太陽面上の任意の場所に望遠鏡を向けること
- 2) 焦点合わせを行なうこと

の必要性から、ファインダーとしてテレビカメラを使用し、観測の予備的実験を行なったので報告する。

## II. 太陽面の観測

近年までは、天体に関する情報は光だけにたよっていたが、現在では、電波、X線、などの分野、および地球に近い天体では、ロケット、衛星、などの利用により、直接的な観測を行なっている。そして太陽に関してもさまざまな現象の多くの知識を得た。しかし、太陽面上の現象として最も早くから観測の行なわれている黒点の場合、発生の原因など、その現象の多くは未知の分野である。

これら諸現象の観測を地上において、望遠鏡による光学的方法で行なおうとする場合、地球は大気でおおわれており、天体からの情報は大気によって乱される。このため、望遠鏡や写真に撮る際の感光材料の分解能の限界よりも、大気の状態で解像度が決まり、地上での太陽面の微細構造の観測においては、その必要とする解像度 (1 秒角以下) を得ることは、難しい。これら像を乱す原因となるものは、大気であり、大気圏外で観測を行なうことが望ましい。

諸外国においては、ロケットや人工衛星、あるいは気球に、観測機器を搭載し、観測を行なっている [2]。わが国においても、このような方法で観測を行なうことが急がれていたが、次にあげる理由により気球を使用することとなった。

- 1) 観測時間が長くとれる。
- 2) フィルムの回収が確実である。
- 3) 経済的である。

気球を使用しての観測について、次章以下に述べる。

### III. 気球搭載実験

#### III-1. ファインダーとしての STV カメラ

1971・2年度、東京天文台太陽物理部と共同して、太陽観測用望遠鏡を気球に搭載し、大気の影響のない上空において太陽面の微細構造を観測することとなった。実験に際し、次にあげる理由により、表 1 に示すような特性をもつ宇宙観測用テレビジョンカメラ（以下 STV カメラ）を、ファインダーとして使用した。

- 1) 観測は、太陽面上の任意の場所に望遠鏡を向け、その一部分を写真に撮影するため、その視野を地上で確認する必要がある。STV カメラをファインダーとして使用し、地上モニターで望遠鏡の向けられている位置を知ること。
- 2) 気球に搭載した場合、太陽熱による鏡筒の伸び、および上空での約  $-50^{\circ}\text{C}$  の外気による縮みとの二種の温度による影響で、焦点の合わなくなることが考えられる。地上モニターの確認により、焦点調整を行なう。

上記の目的から過去 2 回 (B<sub>5</sub>-18, B<sub>5</sub>-20) の気球搭載実験 [3~12] を行なって、宇宙観測用として、上空での使用の実績がある低速走査テレビジョンカメラ [1, 3~12] を使用した。

表 1 STV カメラ主要性能

走査線数	580 本
水平周波数	325 Hz
垂直走査時間	1.78 S.
消去・準備・記録	0.31 S.
繰返し周期	2.09 S.
映像帯域幅	100 kHz
画面比	1:1
露光時間	B <sub>5</sub> -33: 自動光量調整方式 (0.8~60 mS) B <sub>15</sub> -21: 自動光量調整方式 (0.4~60 mS) および、手動光量調整方式 (0.4~14 mS)

#### III-2. 気球搭載実験構成

STV カメラ系 (STV カメラ, 送信機, 受信装置, および地上再生・記録装置), および気球実験装置の詳細は文献 [3~12] に譲る。

##### III-2-1. 方向規正装置, および気球搭載装置

B<sub>5</sub>-33, および B<sub>15</sub>-21 とともに基本的な構成は変わらないので, 図 1 に示す構成図に基づいて説明する。

太陽観測装置, STV カメラ系などを搭載したゴンドラは気球で吊り上げられるが, 今回

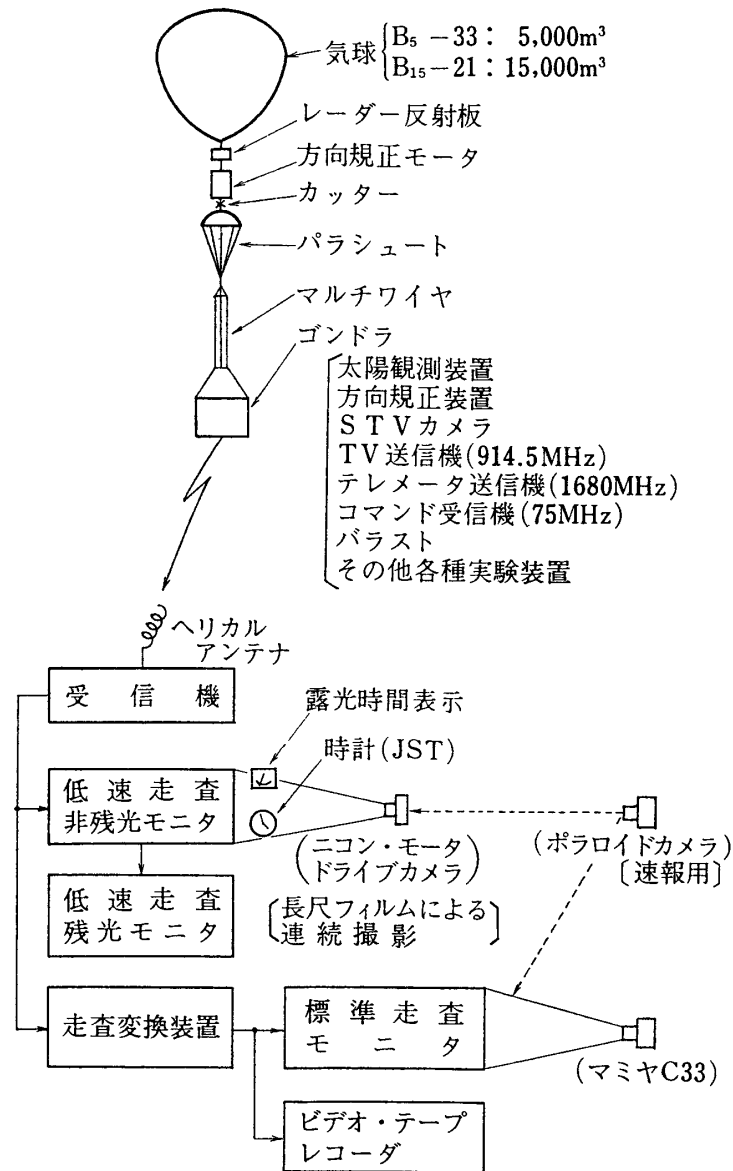


図1 気球搭載実験構成図

の実験ではゴンドラを一定方向（太陽：方位角において）に向ける必要がある。ゴンドラ上面に取り付けた太陽センサーにより、太陽光を検出し、方向規正装置を動作させ、方向規正モーターを回し、気球の回転を打消し、ゴンドラを太陽に向ける。その精度は方位角で約1度の範囲である。

方向規正モーターの下には、実験終了後、搭載機器を回収するための切り離し用カッター、および軟着陸させるためのパラシュートがある。パラシュートとゴンドラとの間は、マルチワイヤーと呼ばれる4本のロープで結ばれており、方向規正モーターより下の部分（ゴンドラまで）は、一体となって回転する。

ゴンドラには、望遠鏡をはじめとする太陽観測装置、およびSTVカメラ、送信機、など

の TV 系, 各データを地上に送るテレメータ送信機, 地上からの指令電波を受けて各操作を行なうコマンド受信機, 気球の上昇速度および高度を調整するためのバラスト, など太陽観測装置, および気球実験に必要な装置が納められている。

### III-2-2. 地上装置

STV カメラの撮映像は, 送信機 (914.5 MHz, 1 W), 無指向性アンテナで地上に送られる。受信, 復調された映像信号は, 低速走査非残光モニタ上に表示され, モータードライブカメラで, 1 フレームごとに 35 mm フィルムに連続的に撮影される。また, 走査変換後の標準走査像は標準走査モニタにより, リアルタイムでの観測・確認に使用するとともにビデオテープレコーダに記録される。また, 特に重要と思われる映像は, 大型カメラで撮影し, 速報用としては, ポラロイドカメラを使用する。

低速走査非残光モニターの両側には, 標準時刻を示す時計と, テレメータ系を介して得られた STV カメラの露光時間を示すメータが取り付けられており, フィルムに同時に写し込む (写真 1, 2 参照)。

### III-3. B<sub>5</sub>-33 における太陽観測装置

#### III-3-1. 太陽観測望遠鏡

B<sub>5</sub>-33 (1971 年度) に使用した太陽観測装置の構成を図 2 に, 太陽望遠鏡の主要性能を表 2 に示す。方向規正装置により, 方位角約 1 度の範囲で, ゴンドラは太陽に向けられている。対物レンズ両側に取り付けられた光電ガイド D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> は, 太陽光を検出し, マイクロモータ EMa, EMe を駆動させ, 鏡筒 (対物レンズ) の上下角, 方位角を微動し, 太陽を自動的に捕え追尾する。太陽光は対物レンズ (O<sub>1</sub>) を通り, 平面鏡 M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> により直角に曲げられ, 引き伸ばしレンズ (O<sub>2</sub>) へと導かれる。M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> は光路の反射機能とともに, 自動追尾の際の可動軸部分となる。引き伸ばしレンズは対物レンズにより作られた太陽像を拡大するが, 地上からの指令電波で 0.2 mm きざみで移動し, 焦点合わせを行なえる。移動量はテレメータで地上に送り, レンズがどの位置にあるか確認できる。拡大された像は, ハーフミラー (M<sub>3</sub>) により二分され, 反射像は STV カメラ光電面で, 透過像はモータードライブカメラのフィルム面で, それぞれ結像する。引き伸ばしレンズから光電面およびフィルム面までは, 等距離・等光軸上にある。

表 2 太陽観測用望遠鏡主要性能

気 球 名		B <sub>5</sub> -33	B <sub>15</sub> -21	単 位
対物レンズ	直 径	48	100	mm
	焦点距離	800	1,500	mm
分 解 能		約 2.5	約 1.2	秒
接眼レンズ焦点距離		25	60	mm
合 成 焦 点 距 離		約 7.2	約 17.0	m
口 径 比		約 150	約 170	

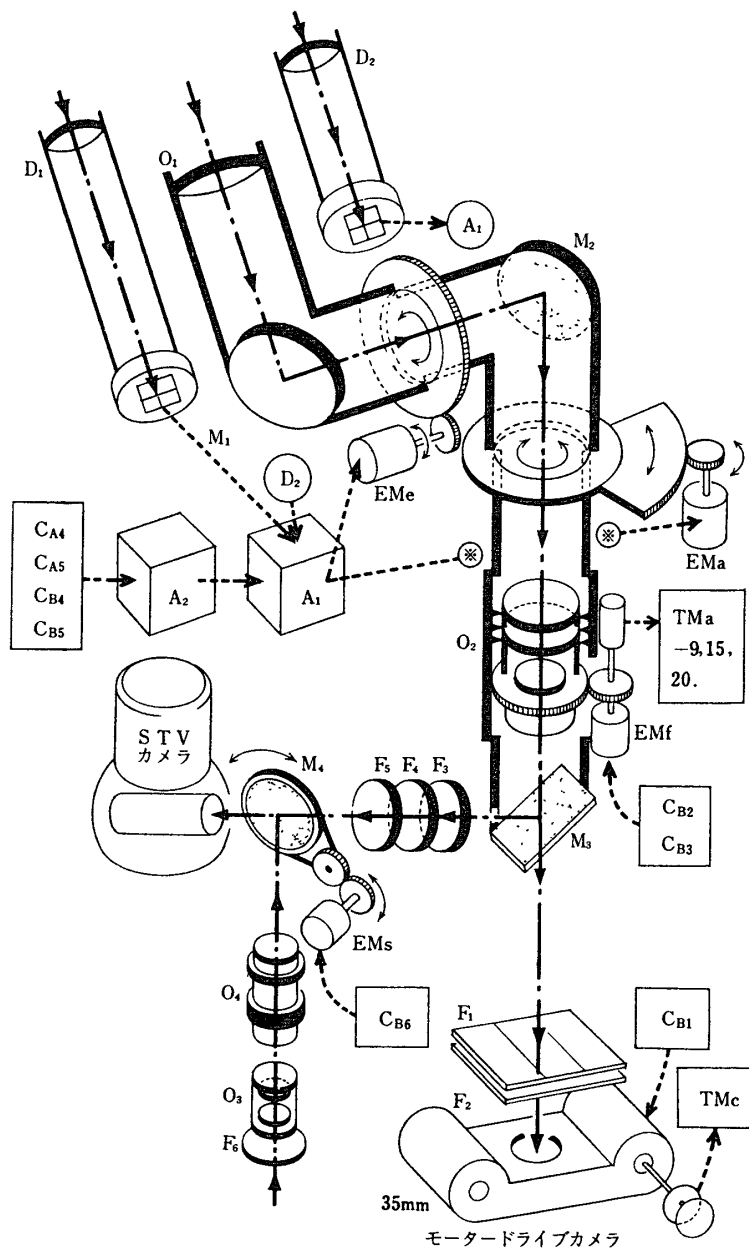


図2 B5-33 太陽観測装置

- O<sub>1</sub>: 望遠鏡対物レンズ
- M<sub>1</sub>: 光路折曲げ平面鏡
- M<sub>2</sub>: 光路折曲げ平面鏡
- O<sub>2</sub>: 引き伸ばしレンズ
- M<sub>3</sub>: 半透過鏡
- F<sub>1</sub>: ND-0.3・0.6・0.9, 3  
段階フィルター, 図3参  
照
- F<sub>2</sub>: V-G 54 フィルター
- F<sub>3</sub>: ND-0.3 フィルター
- F<sub>4</sub>: V-G 54 フィルター
- F<sub>5</sub>: IRQ-80 フィルター
- M<sub>4</sub>: 着脱式平面鏡
- F<sub>6</sub>: V-056 フィルター
- O<sub>3</sub>: 地上撮影用レンズ
- O<sub>4</sub>: リレーレンズ
- D<sub>1</sub>: 光電追尾装置 (微)
- D<sub>2</sub>: 光電追尾装置 (粗)
- A<sub>1</sub>: 光電追尾装置増幅器
- A<sub>2</sub>: 位置変更器
- EMe: 望遠鏡高度方向駆動モ  
ーター
- EMa: 望遠鏡方位方向駆動モ  
ーター
- CA<sub>4</sub>, CA<sub>5</sub>: 光電追尾装置高度方  
向位置移動指令信号
- CB<sub>4</sub>, CB<sub>5</sub>: 光電追尾装置方位方  
向位置移動指令信号
- CB<sub>2</sub>, CB<sub>3</sub>: 引き伸ばしレンズ駆  
動モーター指令信号
- EMf: 引き伸ばしレンズ駆動  
モーター
- TMa-9, 15, 20: 引き伸ばしレ  
ンズ位置検出  
信号
- CB<sub>1</sub>: モータードライブカメラ  
シャッター操作指令信号
- TMc: フィルム送り検出信号
- CB<sub>6</sub>: 着脱式平面鏡切替指令信  
号
- EMs: 着脱式平面鏡駆動モ  
ーター

太陽観測は、レベルフライト（水平浮遊状態）に入ってから行なうので、上昇中の STV カメラの動作確認のため、地上撮影レンズを取り付け、地上の様子を撮影した。M<sub>4</sub> の平面鏡を着脱式とし、コマンドで動作させ、着：地上、脱：太陽とし、平面鏡を脱にすると、自動的に太陽追尾を開始する。

地上モニタにより、太陽面上の撮影位置をコマンドで探し、ピント合わせを行なった後、コマンドで動作する 250 枚撮りのモータードライブカメラで撮影する。なお、モータードライブカメラの動作を確認するため、フィルムの巻き上げ動作を、テレメータで地上に送っ

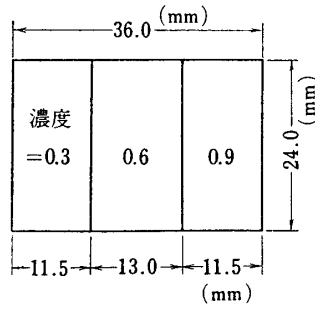


図 3-1 B<sub>5</sub>-33 に使用した 3 段階の ND フィルタ

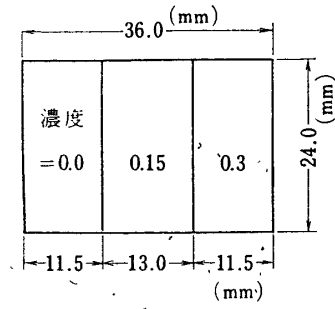


図 3-2 B<sub>15</sub>-21 に使用した 3 段階の ND フィルタ

た。

太陽面上の現象は、波長 5000~5300 Å の緑色の波長で撮影するのが、経験上良くモータードライブカメラ用としては、V-G 54 を使用し単色光とした。また、露光時間 (1/1000 秒) が、温度の影響で変わる可能性もあったため、図 3-1 に示すような、濃度の異なる ND フィルターを並べて使用した。フィルムは、フジのミニコピーを使用している。

STV カメラは、自動光量調整方式 [1, 14] を採用しているが、光量が多すぎるため、減光用の ND-0.3, 単色光にする V-G 54, 赤外部における熱線防止のための IRQ-80 と 3 枚のフィルターを使用し、今後の実験のデータとするため、露光時間は、テレメータで地上に送り、ペンレコーダーで記録した。

### III-3-2. コマンドおよびテレメータ

今回の実験のコマンド系を表 3 に示す。コマンドは A・B ch とあり、それぞれが 6 ch, 計 12 ch の指令信号を送ることができる。切り離し用のカッターについては、回収の確実性を増すために 2 ch 使用している。

テレメータは、次に示すようなチャンネルで、それぞれ観測データを地上に送る。

a ch) 表 4 に示すとおり、20 種のデータを時分割で送る。専用のテレメータ切替器があり、5 ch の測温部、3 ch の温度校正電圧、12 ch のデータ部に分けられており、1 フレームの周期は 40 秒である。

b ch) ゴンドラ上に取り付けられたよりもどし方式の方向規正装置センサの出力電圧を送り、方向規正装置の動作状態を確認する。

表 3 B<sub>5</sub>-33, コマンド系

A 1	切り離し用カッター (1) on	B 1	モータードライブカメラシャッター on
A 2	バラスト on, および方向規正装置 off	B 2	引き伸ばしレンズ移動 (上) on
A 3	方向規正装置 on	B 3	引き伸ばしレンズ移動 (下) on
A 4	光電追尾装置高度方向位置 (上) 駆動 on	B 4	光電追尾装置方位方向位置 (右) 駆動 on
A 5	光電追尾装置高度方向位置 (下) 駆動 on	B 5	光電追尾装置方位方向位置 (左) 駆動 on
A 6	切り離し用カッター (2) on	B 6	着脱式平面鏡切替

表4 B<sub>5</sub>-33 TMach 内容

No.	内 容	No.	内 容
1	主望遠鏡駆動モーター取付板温度	11	STV カメラ電源電圧
2	主望遠鏡対物鏡筒温度	12	ビデオ信号
3	引き伸ばしレンズ移動部温度	13	引き伸ばしレンズ基準位置 (中央)
4	モータードライブカメラ温度	14	引き伸ばしレンズ基準位置 (最大)
5	TV 送信機温度	15	引き伸ばしレンズ移動位置
6	校正電圧 (+60°C) (4.6 V)	16	光電追尾装置 (高度方向出力)
7	校正電圧 (0°C) (2.54 V)	17	光電追尾装置 (高度方向位置)
8	校正電圧 (-60°C) (0.54 V)	18	光電追尾装置 (方位方向出力)
9	引き伸ばしレンズ移動位置	19	光電追尾装置 (方位方向位置)
10	TV 送信機電源電圧	20	引き伸ばしレンズ移動位置

c ch) STV カメラの露光時間を、電圧に変換し、送る。また、モータードライブカメラのシャッター動作の確認は、フィルムの巻き上げ軸に、検出装置を取りつけ、その発生する電圧を増幅し、リレーを駆動させ、この露光時間信号を断続することによって行なった。

d ch) 空盒を用いたアネロイド型気圧計により、気球高度の気圧を送る。

以上4チャンネルのテレメータ信号により、各種のデータを得るとともに、動作状態を知ることができる。

なお、a ch で送られる測温データは、今後の実験の重要な資料となる。今回の実験においても、過去2回のSTVカメラの気球搭載実験[3~12]での測温結果に基づき、ゴンドラの製作を行なった。初期には、ゴンドラ内の空気中の温度も知る必要から、当研究室で開発した超音波気温計[13]を用いて測温を行ない、また、STVカメラ内部・外部、電源用酸化銀電池などの温度も基礎資料として測定した。しかし、今回は、望遠鏡筒などの、温度の影響による伸縮が問題となっていたので、その部分に重点を置き、測温を行なった。

### III-4. B<sub>15</sub>-21 における太陽観測装置

#### III-4-1. 太陽観測望遠鏡

B<sub>5</sub>-33 気球による経験を生かし、B<sub>15</sub>-21 気球(1972年度)の太陽観測装置を製作した。対物レンズが大きくなり、焦点距離が長くなったため、図4に示すような配置となった。基本的な構成は、B<sub>5</sub>-33 と同様なので、レンズ系のみを示した。また望遠鏡の性能は表2に示す。

主反射鏡(M<sub>1</sub>)で反射させた光を、対物レンズ(O<sub>1</sub>)に導く。O<sub>1</sub>でつくられた太陽像は、半透過鏡(M<sub>2</sub>)により二分され、反射光は引き伸ばしレンズ(O<sub>2</sub>)へと折り曲げられ、透過光は光電追尾装置のセンサ受光面(D<sub>2</sub>)に結像する。O<sub>2</sub>により拡大された像は、半透過鏡

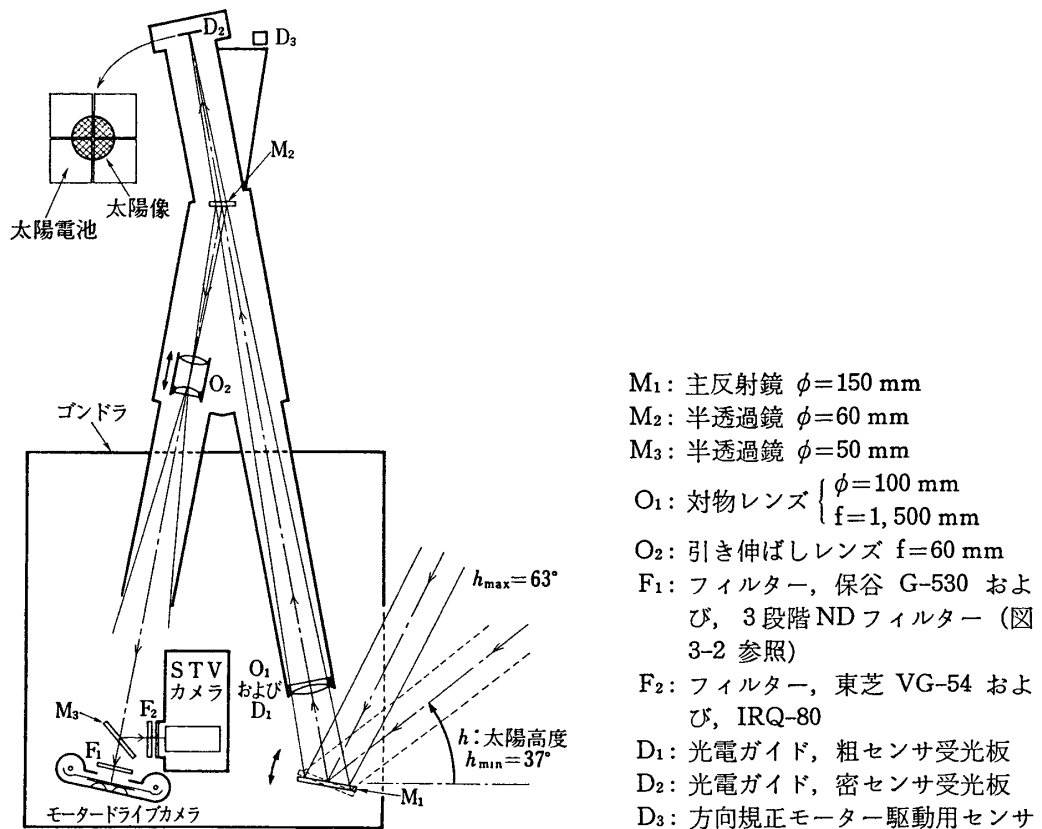


図 4 B15-21 太陽観測装置

( $M_3$ ) により二分され, 反射光は STV カメラ光電面上で, 透過光はモータードライブカメラのフィルム面上で, それぞれ結像する。

方向規正装置は, B<sub>5</sub>-33 の場合と同様で, 太陽センサ ( $D_3$ ) による, よりもどし方式の方向規正を行ない, ゴンドラを太陽に向ける. 光電追尾装置は, B<sub>5</sub>-33 の方法を改良したもので,  $M_1$  による反射光を  $D_1$  で受け, 同時に対物レンズ焦点に置かれた  $D_2$  の 4 枚の太陽電池により, それぞれ  $M_1$  の駆動モータを動作させ, 太陽像をとらえる. また,  $D_2$  を, 地上からのコマンドで, 平面内の四方向に移動させ, 太陽面上の任意の場所を撮影位置として選ぶ. また, 反射鏡 ( $M_1$ ) の高度角は, 観測を行なうのに最も好ましい時間 (南中時刻より  $\pm 3$  時間) を考慮した上で,  $37^\circ \sim 63^\circ$  の範囲を選択した。

### III-4-2. 露光時間の調整

B<sub>5</sub>-18, B<sub>5</sub>-20 気球による飛しょう試験において, 自動光量調整方式 [1, 14] は, 宇宙観測用として, きわめて有効であることを確めた. しかし, B<sub>5</sub>-33 における太陽観測では, 黒点付近の暗部, 半暗部を見ようとする場合, 光球部分が明るいため, 光球部分の光量で露光時間が決まり, 細部が露光不足となる. また, 空との境界線にある光球上の彩層や紅炎, あるいは, 光球の端にある黒点を観測する場合, 空の部分が暗いため, 平均測光を行なっているこの方式では, 過露光となる. したがって今回は, 外部 (地上) からコマンドで露光時間を変え, 適当な露光量が選べるようにした. また, コマンドで, 従来の自動露光時間調整方



式に切り替えられる。

STV カメラのモニター像を見ながら、撮影面を探すこと、焦点を合わせることは、B<sub>5</sub>-33と同様で、確認された太陽像は、コマンドで動作するモータードライブカメラに撮影される。今回は、合成口径比が 170 となったことにより、3段階のフィルターは、図 3-2 に示すような濃度とした。また、前回は、振動による影響があったので、今回はモータードライブカメラの露光時間を 1/2000 秒としたが、光量不足になる場合のことを考慮し、1/500 秒の露光時間も付加し、切り替えて使用することとした。

### III-4-3. コマンドおよびテレメータ

今回使用したコマンド系を表 5 に示す。現在、気球実験において使用できるコマンド数は、表に示したごとく 12 チャンネルである。B<sub>15</sub>-21 の実験では、コマンドの数が不足したので、TV 系としては、図 5 に示すような方法で、1 チャンネルのコマンド (B<sub>2</sub>) で、4 項目の動作を行なうこととした。

- 1) STV カメラの露光時間を、コマンドで任意に選べるようにした。コマンド信号を送り続けている間はモーターが回転し、露光時間を変える。露光時間は、テレメータにより、地上で確認できる。
- 2) コマンド信号を 60 秒間送り続けることにより、STV カメラのシャッター動作を、外部 (手動) から、内部 (自動) 動作に切り替える。その変わった様子は、1) の露光時間を送るテレメータ回路に電池をそう入し、テレメータ電圧を、バイアスさせることにより、確認できる。
- 3) コマンド信号を 70 秒間送り続けることにより、2) の逆の動作を行なう。内部の自動露光時間調整方式から、外部の手動露光時間調整回路に切り替えられる。
- 4) STV カメラの電源は、前回までは、酸化銀電池を使用していたが、高価なこと、取り扱いにくいということから、ゾンネシャイン社の鉛電池を使用した。容量が不足ぎみであったので、途中から、タイマーで電池を追加補充することとしたが、鉛電池は今回初めて使用するの、温度による影響などを考慮し、タイマーの信頼性およびタイマーの予定時刻より、早く追加する必要の生じた場合を考え、コマンドで追加できるようにした。コマンド信号を 80 秒間送り続けることにより、タイマーのセット時刻以前に、追加補充させる。なお、電源電圧は、テレメータで地上に送られており、追加補充も

表 5 B<sub>15</sub>-21, コマンド系

A 1	切り離し用カッター (1) on	B 1	モータードライブカメラシャッター on
A 2	バラスト on, および方向規正装置 off	B 2	手動露光時間調整, および手動・自動切り替え
A 3	方向規正装置 on	B 3	光電追尾装置上下方向位置駆動 on
A 4	光電追尾装置方位方向位置 (左) 駆動 on	B 4	引き伸ばしレンズ移動 (上) on
A 5	光電追尾装置方位方向位置 (右) 駆動 on	B 5	引き伸ばしレンズ移動 (下) on
A 6	切り離し用カッター (2) on	B 6	モータードライブカメラシャッター切替

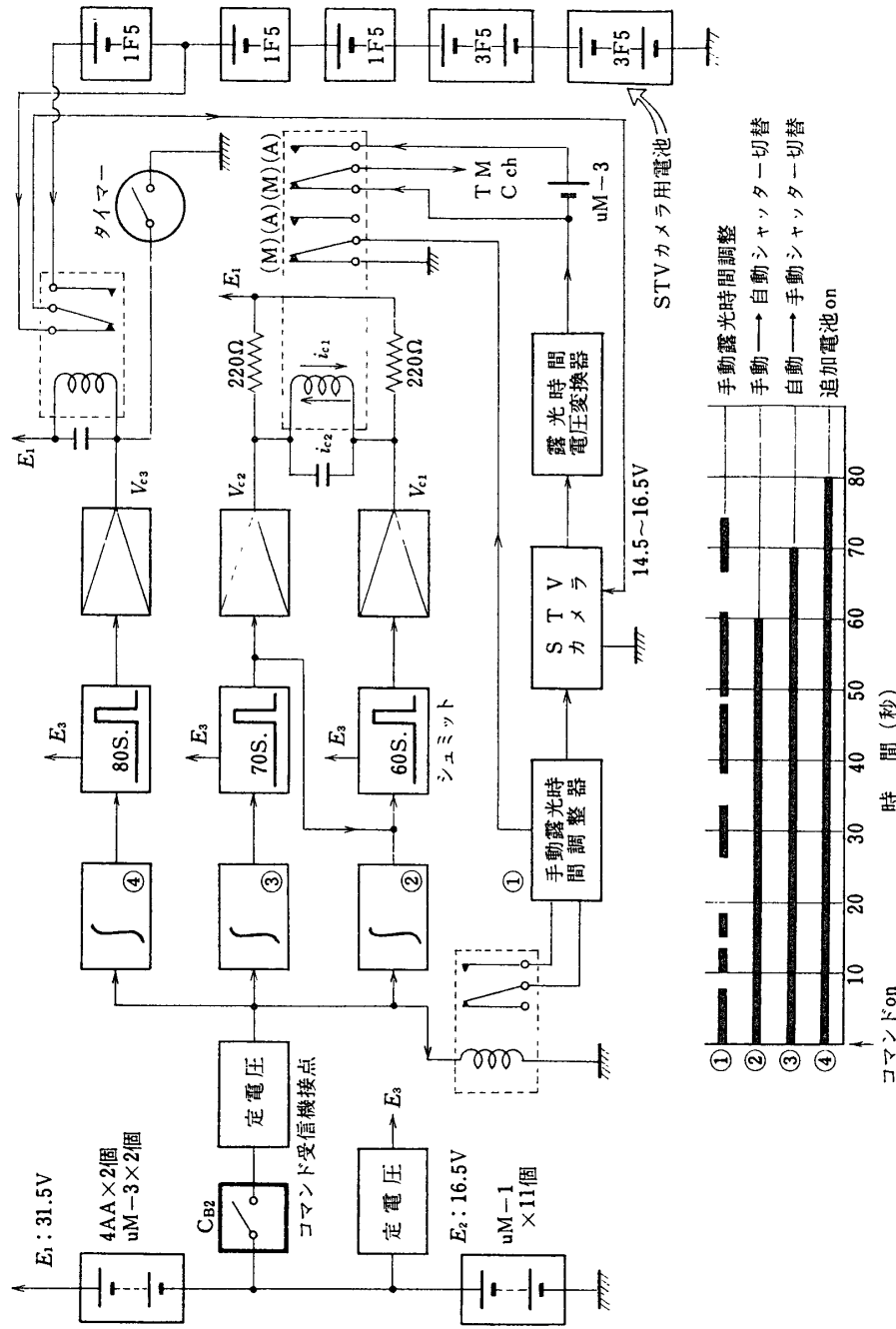


図5 コマンド四分割使用回路

表6 B<sub>15</sub>-21 TMach 内容

No.	内 容	No.	内 容
1	引き伸ばしレンズ移動部温度	11	TV 送信機電源電圧
2	望遠鏡鏡筒北側温度	12	ビデオ信号
3	主反射鏡裏側温度	13	光電追尾装置 (粗・微動切替)
4	モータードライブカメラ温度	14	MD カメラ露光時間切替 (1/500, 1/2000)
5	TV 送信機温度	15	水平増幅器出力
6	較正電圧 (+60°C) (4.6 V)	16	MD カメラシャッター動作
7	較正電圧 (0°C) (2.54 V)	17	引き伸ばしレンズ基準位置 (最大)
8	較正電圧 (-60°C) (0.54 V)	18	引き伸ばしレンズ基準位置 (中央)
9	引き伸ばしレンズ移動位置	19	引き伸ばしレンズ基準位置 (最小)
10	STV カメラ電源電圧	20	引き伸ばしレンズ移動位置

確認できる。

テレメータ系は、前回同様、4チャンネル使用し、各種データを地上に送った。

a ch) 表6に示したように、テレメータ切り替え器を使用し、20種類のデータを時分割で地上に送る。今回の実験は、今後の大型化のための予備的なもので、各部の測温を行なうことは、重要な問題である。今後必要と思われる表6の1~5の測温を行なった。

b ch) ゴンドラ上に取り付けた、よりもどし方式の方向規正装置用センサの出力電圧を送る。

c ch) STV カメラの露光時間を電圧に変えて送る。

d ch) 前回同様、アネロイド型気圧計を搭載し、気圧を地上に送る。

#### IV. 実験結果

##### IV-1. B<sub>5</sub>-33 による実験結果

B<sub>5</sub>-33 の飛しょうは、1971年9月14日、三陸大気球観測所で行なわれた。太陽観測は、南中時刻前後に行なうのが望ましく、上空における風速、レベルフライトまでの時間を考慮し、9時放球を目ざして準備を進め、9時00分54秒に放球した。搭載機器の電源は、放球約10分前に入れた。放球後、気球は南西の風に流されながら上昇した。STV カメラは、実験場、道路、海岸、などを撮影し続けた。放球後約20分で、気球は海上へ出た。

放球後95分、気球がレベルフライトに入った後、コマンドで方向規正装置を動作させ、太陽観測を開始した。この時期は、太陽の活動が不活発で、黒点の数も少なく、また、小さい時であったが、南中時刻をはさんで、前後約3時間の観測を行なう間、方向規正装置、および光電ガイドによる太陽追尾装置は、正確に太陽を捕えたので、数少ない黒点を探し出

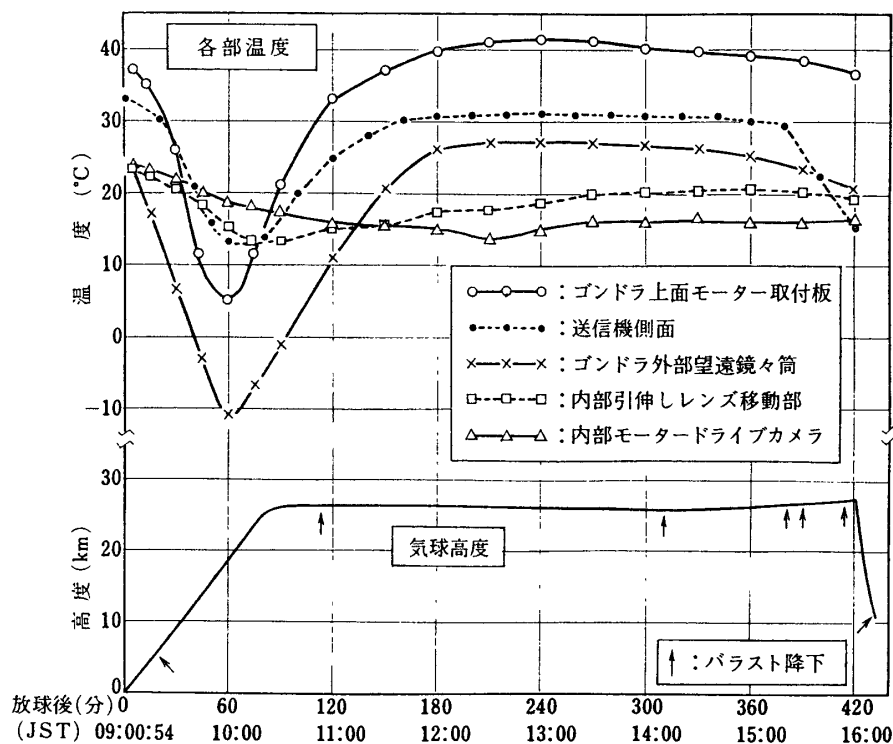


図 6 B<sub>5</sub>-33 気球高度・各部温度 (1971 年 9 月 14 日)

し、観測を行なうことができた。

今回の実験の課題であった焦点に対する温度の影響は、引き伸ばしレンズを、コマンドで動かすことによって、TV 系を通した地上でのモニターで確認することができた。望遠鏡筒は、焦点に影響を与えるような伸縮が、ほとんどみられなかった。測温結果、および高度のデータを図 6 に示す。

気球上昇中は、外気温度が下がるとともに、外気に接している部分は、熱を奪われ、急激に下がるが、内部は保温されているので、徐々に下がる。気球の上昇とともに気圧が下がるため、対流による放熱は減少する。太陽熱の吸収により、徐々に温度が上昇し、周囲温度とバランスのとれる点で、一定温度を保つ。また、発熱量の大きい送信機においても、外気に接しているため、同様の傾向が見られる。内部においても、外気に接した部分ほど低温にならず、ほぼ常温に保たれたが、傾向としては似ている。また、送信機の温度が、380 分付近から急に下がったのは、電池が消耗し、動作しなくなり、発熱しなくなったためである。これは、テレメータの電池電圧から、確認された。

撮影の結果を写真 1~4 に示す。地上撮影の場合、鏡で 1 度反射させているので、現地と比較するため、引き伸ばしするとき、写真 1, 2 は左右を反転させている。写真 1 は、放球 3 分 23 秒後、高度約 1.0 km から撮影した三陸大気球観測所である。写真 2 は、放球 4 分 11 秒後、高度約 1.3 km から、観測所と国道を結ぶ道路、田、山林などを撮影したものである。写真 3 は、放球 20 分後、気球が海上に出たとき、上昇速度調整のため、パラストを落したので、それを撮影したものである。ただし、この写真は、後になって、ビデオテープレ

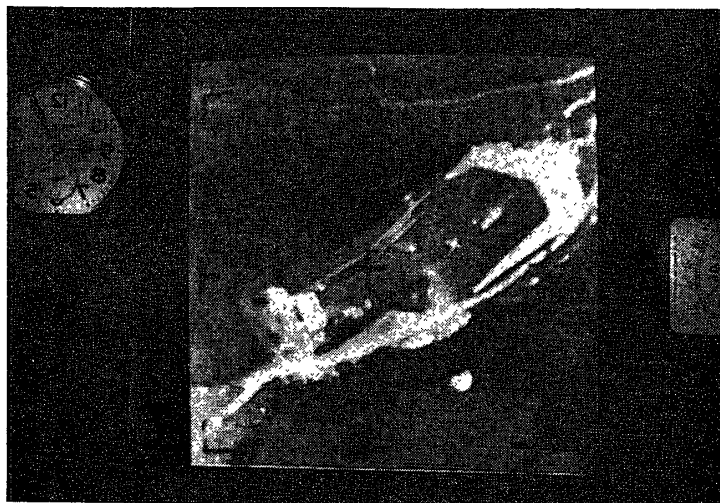


写真 1 高度 1 km より撮影した実験場



写真 2 高度 1.3 km から撮影した道路, 田, 山林

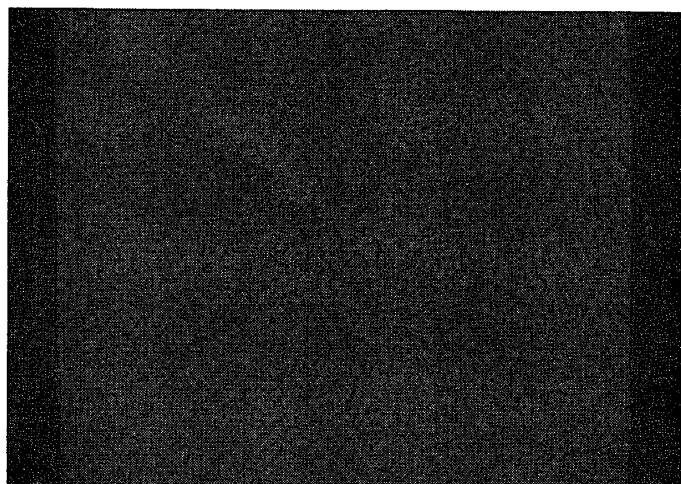


写真 3 バラスト降下の様子

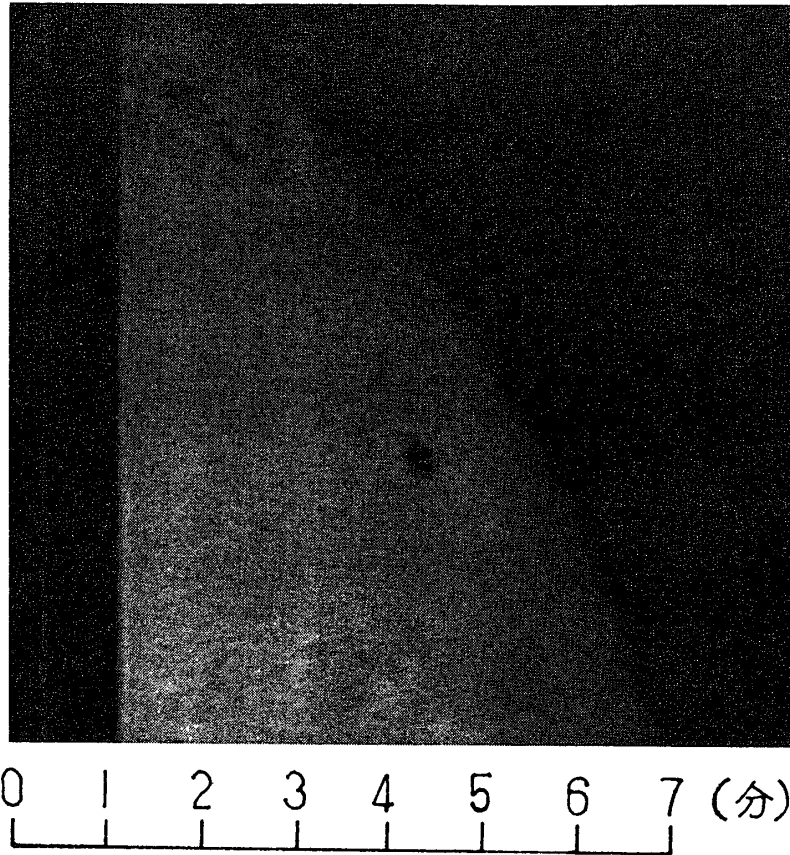


写真 4 太陽望遠鏡で撮影した太陽像の一部分  
(東京天文台太陽物理部より提供)

コーダーからの再生像を撮影したものであり、解像度はあまり良くない。写真 4 は、太陽望遠鏡での、ゴンドラ内のモータードライブカメラで撮影した太陽像である。この写真から判断すると、望遠鏡鏡筒が、高い周波数で振動していたと思われる点が見いだされるが、地上の撮影の場合のように、空気の乱れによって、画質が変わるといようなことはなく、250 公厘にわたって、同質な画質を得ており、気球を使つての観測の効果が現われている。太陽追尾の点に改良を加えて振動を減らすこと、対物レンズ口径を大きくすること、などによって、気球を使用しての太陽観測の効果を発揮できるものと思われる。

今回の実験では、気球が上昇中、予想以上に遠くまで飛んだ(直距離 120 km)ため、TV 送受信機系の到達距離の限界(100 km)を越えてしまい、一時、受信画像の乱れた時もあったが、レベルフライトに入り、太陽の観測を始める頃には、正常な動作となった。今後も、このようなことが考えられるので、総合利得を大きくし、受信レベルをあげる必要があるが、気球を使用した太陽観測において、TV 系の有効なことが、確認された [15] [16] [17]。

#### IV-2. B<sub>15</sub>-21 による実験結果

B<sub>15</sub>-21 による実験は、1972 年 9 月 12 日に行なわれた。放球時刻に関する条件などは、前回と同様であったので、気球は、9 時 05 分に放球された。今回は、STV カメラ系などの動

作について、地上実験も十分行っていたので、特に動作確認のための地上撮影用レンズは取りつけず、太陽観測にのみ重点をおくこととなった。また、前回、TV系の受信レベルの低下で、画像が乱れたため、今回は受信アンテナを4素子として、約200kmまでは受信できるようにしておいた。電源は、放球約10分前に入れ、STVカメラの補充電源用のタイマーは、3時間40分後に動作するようにセットした。また、気球も、搭載機器が大型化し、重量が増したため、15,000m<sup>3</sup>のものを使用した。

放球後、TV送信機は、STVカメラの正常な動作を示す同期信号を送っていた。STVカメラは、太陽のみを撮影する機構となっているので、レベルフライトになるまでは、望遠鏡が太陽に向いていないので、TV画像としては、何もうつらない。

今回の場合、STVカメラの露光時間を、外部(手動)について変えられるようになっていたので、そのコマンドの動作チェックを行なう必要があった。放球時は、外部シャッターにセットしてあったので、放球後30分、コマンドで内部シャッターに切り替え、それは、テレメータにより確認された。

放球後100分、レベルフライトに入り、方向規正装置をコマンドで動作させたが、今回は方向規正装置が動作不良となり、ゴンドラが太陽の方向を向かなかった。種々、太陽の方向に向くよう試みたが、結局、希望とする太陽観測は、行なえなかった。

温度の測定結果を図7に示した。ゴンドラが一定方向を向いていなかったため、太陽熱を

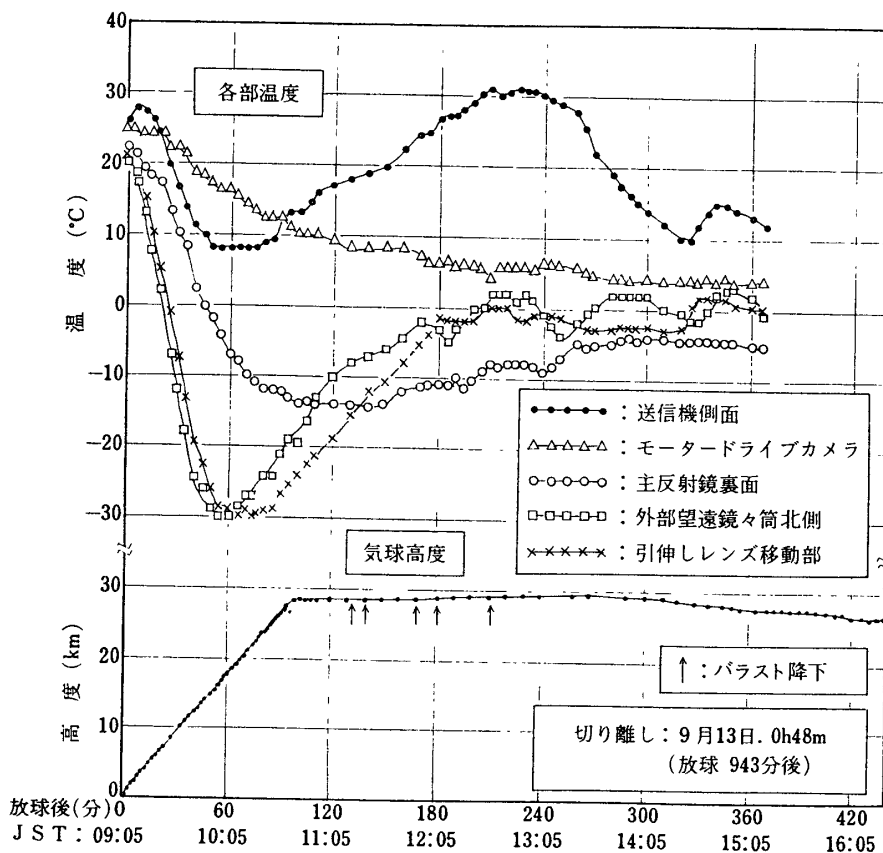


図7 B15-21 気球高度・各部温度 (1972年9月12日)

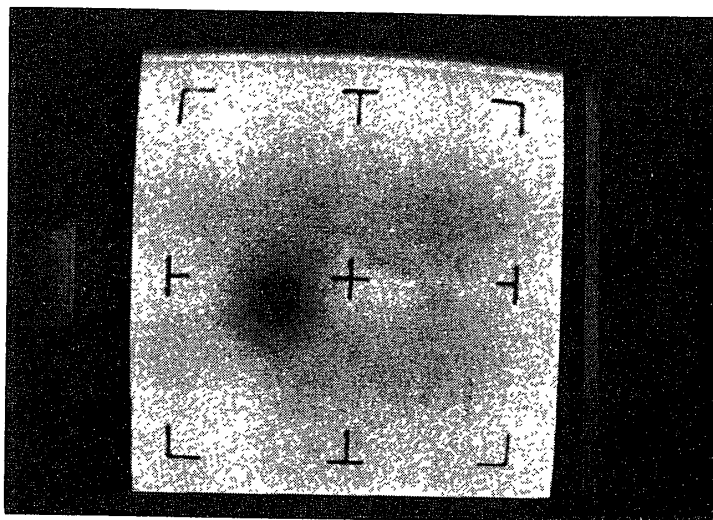


写真 5 太陽黒点の 1 例

受けている部分と、受けていない部分とが、微妙な不規則な変化を示している。

今回の実験の場合、当初目的とした太陽観測は、行なえなかったが、温度のデータ、およびコマンドの動作の確認などは行なえた。また、はじめて使用した鉛電池の特性のデータをとることもでき、タイマーによる補充電源の追加も正常に行なうことができた。STV カメラのシャッター動作も、内外部（自動・手動）の切り替えなど、新たに実験したことも正常に動作した。また、地上実験のとき、望遠鏡が自動追尾し、捕えた太陽像を写真 5 に示す。これは、受信側である地上のスローモニタに写し出された黒点付近の写真である。これから、改良を加えた望遠鏡の自動追尾装置は、正常に動作したであろうことが想像される。

## V. 結 び

望遠鏡を気球に搭載しての太陽面微細構造観測の予備的実験を、二回にわたり行なった。二度目は、本来の目的をとげられなかったが、今後の本格的な実験の、基礎データは得られた。STV カメラをファインダーとして、撮影面を探し出すこと、焦点合わせを行なうこと、の有効性、および各部の温度による影響、コマンドをつかったの各種操作、望遠鏡の自動追尾装置、など今後の実験の資料が得られた。

今後は、対物レンズ口径の大型化にともない、望遠鏡鏡筒、およびゴンドラの製作技術、重い物を上空まで上げる気球、それら観測装置の回収方法、など問題となつてこよう。大きな望遠鏡を、20 km 以上の上空にあげることによって、太陽面の微細構造の観測を行なえることの見通しが、二回の実験によって得られた。

今回の実験にあたり、STV カメラの新分野での応用である、太陽面の観測というテーマを与え、共同実験の指導をしていただきました、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、宮崎英昭氏、今井英樹氏、代情靖氏の諸氏に、厚く御礼申し上げます。



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皆様には，搭載実験に関する数々のご援助，ご協力をいただき，感謝の意を表します。

STV カメラ系，送受信機系を製作し，今回の実験，観測に，多大なご協力をいただきました，浜松テレビ KK，倉沢一男氏，土屋 裕氏，中川岩代氏，および日本電気 KK，布宮定夫氏に，心から感謝いたします。

1973年1月31日 計測部

### 参 考 文 献

- [1] 丹羽・昼馬：電子シャッターとお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)
- [2] 徳家：気球による太陽観測，天文月報，56-6 (1963. 6)
- [3] 佐下橋・吉田・丹羽：宇宙観測用 TV 系の気球による飛しょう試験，TV 学会産業応用研究委員会，No. 15-2 (1969. 12)
- [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. 5)
- [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，7-1 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] 吉田・佐下橋・丹羽：低速テレビジョン系におけるカラー化の予備実験，第 7 回 TV 学会全国大会，No. 10-8 (1971. 6)
- [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，No. 1-2 (1971. 7)
- [11] 佐下橋・吉田・羽田野・丹羽：狭帯域テレビジョン系の飛しょう試験撮影結果，TV 学会技術応用研究委員会，No. 1-3 (1971. 7)
- [12] 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)
- [13] 渡辺・佐下橋・丹羽：共振型超音波気温計の高層での使用，昭和 45 年電気四学会連合大会，No. 2443 (1970)
- [14] 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，No. 11-3 (1969. 12)
- [15] 平山・守山・丹羽：気球による太陽面の観測，大気球シンポジウム，1972，p. 207
- [16] 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，東京天文台報，16-1
- [17] 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 TV 学会全国大会，No. 13-10 (1972. 6)

(注：TV 学会はテレビジョン学会の略)