

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)

吉田 安德・佐下橋市太郎・丹羽 登

1. は し が き

1973年3月の宇宙研報告(文献1)に、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(以下、STVカメラと略称)(文献2,3)を、気球搭載用太陽望遠鏡のファインダーとして利用したことを報告した。この度、前回の実験(B₁₅-21)で回収された観測装置を整備し、再度実験を行ない良好な結果が得られたので報告する。尚、今回はTVカメラにおける焦点合わせの一方法として、ビデオ信号の微分出力電圧を測定し、最適焦点を検出する方法を試み、良好な結果が得られたので併せて報告する。又、実験に使用したSTVカメラは、過去4回の気球搭載実験の実績(文献1,4~12,14,17,18)があるので、それらのデータを付録にまとめる。

2. 気球搭載実験

気球搭載望遠鏡を使用しての太陽面や星の観測は、外国では早くから行なわれており(文献19~23)、我が国でも気球を使用しての観測が急がれていた。1971年度からB₅-33, B₁₅-21気球を使用し、太陽面微細構造観測の予備実験を行ってきた(文献1,13~18)が、今回3回目の実験を行なった。

今回の実験では、前回使用した観測装置を整備し、使用したので、装置の詳細は前報告(文献1)に譲り、ここでは新たに搭載した装置、改良を加えた点を中心に述べる。

2.1 太陽観測装置

実験に使用した観測装置の構成を図1に示す。気球搭載実験の詳細は、文献(3~12)に譲る。又、観測装置のゴンドラ、望遠鏡系は、東京天文台太陽物理部により製作されたもので、詳細は本特集号の天文台からの報告に譲り、ここでは簡単に述べる。

ゴンドラ(望遠鏡)は、よりもどし方式による方向規正装置で、太陽の方向に方位角±約1度の精度で向けられる(太陽光検出センサはD₃)。方位角において太陽に向けられた望遠鏡は、D₁およびD₂のセンサにより、それぞれM₁(シーロスタット)の主反射鏡駆動モーターを動作させ、太陽を自動追尾する。又、望遠鏡の視野は、D₂を平面内の四方向に地上からのコマンドで移動させることにより、太陽面上の任意の場所を選択できる。

主反射鏡(M₁)は、太陽光を自動追尾し、望遠鏡へ太陽光を反射する。対物レンズ(O₁)でつくられた太陽像は、半透過鏡(M₂)により二分され、反射光は引き伸しレンズ(O₂)に、又、透過光は自動追尾装置のセンサ面(D₂)に、それぞれ結像する。又、O₂により拡大された太陽像は、半透過鏡(M₃)により二分され、反射光はSTVカメラ撮像管光電面上

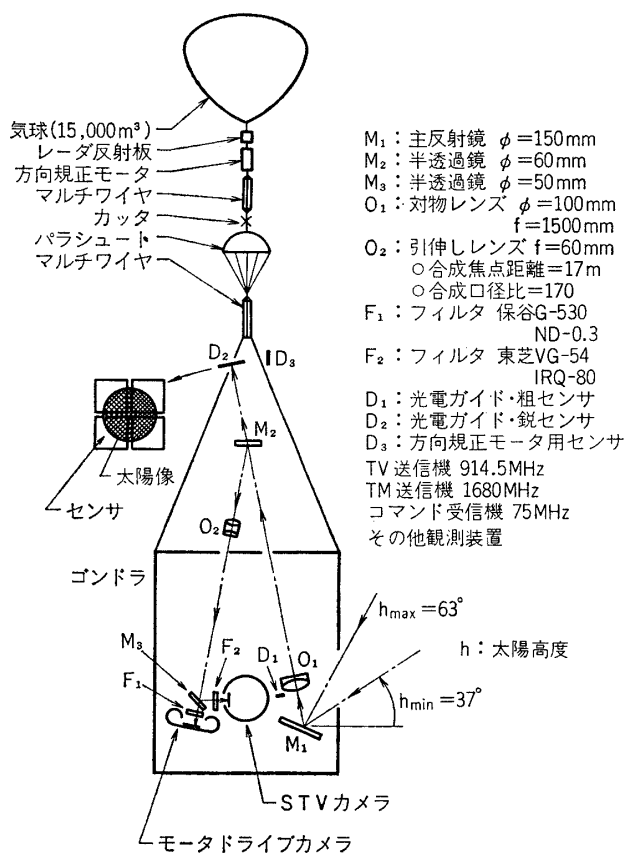


図 1 B15-23 気球搭載太陽望遠鏡構成図

で、又、透過光は、モータドライブカメラのフィルム面上でそれぞれ結像する。

モータドライブカメラのシャッターは、地上からのコマンド信号で動作するが、シャッター速度も 1/2000 秒と 1/500 秒とをコマンドで選択できる。又、シャッター動作する間は、1 枚おきに自動追尾装置の電源を切り、主反射鏡駆動モータを止める機構とし、自動追尾中の写真と追尾停止中の写真とを交互に撮影することとした。これは、主反射鏡駆動モータの振動が、写真に与える影響を調べるためであった。尚、モータドライブカメラは、海上回収が考えられたため、気密機構のケースに納めた。

2.2 TV 装置

気球に望遠鏡を搭載し、大気の影響の少ない大気圏外（成層圏）で、太陽面の微細構造を観測する際、STV カメラを望遠鏡のファインダーとして使用している。地上のモニター像を目視することにより、リアルタイムに

- 1) 望遠鏡の向けられている視野を知る
- 2) 観測装置の環境変化による焦点はずれを知る

ことができる。

実験に使用した STV カメラの主要性能を表 1 に示す。この STV カメラは過去 4 回の気球搭載実績（付録）があり、報告（文献 1~14, 17, 18）も出されておるので、詳細はそれ

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	自動光量調整方式 (0.4~60 ms.) 手動露光時間調整 (0.4~14 ms.)

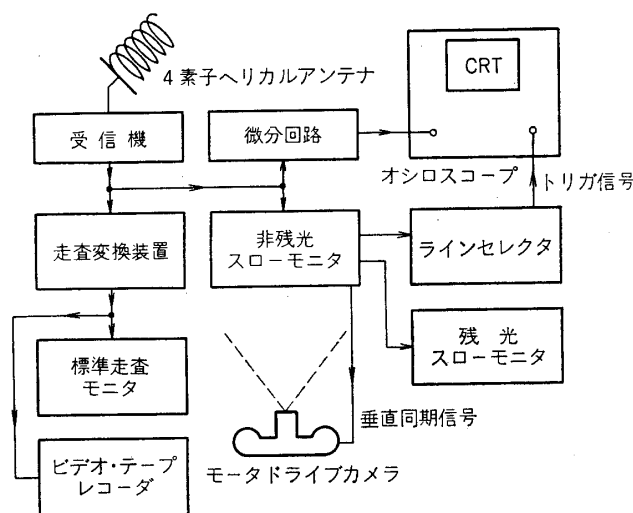


図 2 B15-23 TV 系地上装置

らに譲る。又、STV カメラの特性については、文献 (1~3, 24, 25) を参照にされたい。

STV カメラの電源は、前回も使用したゾンネシャイン社の密閉型鉛蓄電池を使用した。今回は、観測時間を長くしたため、1組の電池では容量不足となるので、同種のを2組用意し、タイマーで切り替えて使用することとした。又、タイマーとは並列にコマンドでも切り替えられる。

STV カメラの露光時間は、シャッタ電圧変換器により電圧に変えられ、テレメータを介して地上で確認できる。望遠鏡の向けられている視野を知るためのモニターとしては、自動光量調整方式は有効な方法であるが、細部を観測する場合、露光時間を任意に選択することも必要であり、コマンドで切り替えられるようにした。

実験に使用した地上装置を図2に示す。地上に送られた映像信号は、受信、復調され、低速走査非残光モニター上に画かれ、走査信号に同期して動作するモータードライブカメラ

で、1フレームごとに35mmフィルムに撮影される。又、走査変換された標準走査信号は、標準走査モニターに使用すると共にビデオテープレコーダーに記録される。

2.3 焦点合わせ

STVカメラを望遠鏡のファインダーとして利用する大きな目的に、焦点の良否を決定することがある。図2に示したように、リアルタイムでの観測では、走査変換された標準走査モニターの目視により観測を行なうが、標準走査モニター像は、機構的に1フレーム(約2秒)遅れた映像が画かれる。焦点合わせを行なうときは、観測者が記憶している1フレーム前の画像と比較する必要があり、不便を感じる。外国では、気球搭載望遠鏡の焦点合わせを色々な方法で行なっている(文献20~23)が、筆者らは、簡便な方法として、低速走査映像信号の微分出力電圧を測定して、電子的に焦点合わせを行なう方式を実験し、良好な結果を得た(文献26)ので、図2に示した方法でリアルタイムでの観測に応用した。

点光源は、焦点において最小錯乱円となるから、明暗差のある被写体では、その部分を走査する映像信号の立上り、立下りの傾斜は、焦点で最も急峻となる。従って、この傾斜が最大角度となる点をオシロスコープ上で測定するか、その映像信号の微分出力電圧の最大値を求めれば、焦点が求まる。

実験では、太陽の縁が画面に入るよう望遠鏡を操作し、空の部分と光球上との輝度差のある位置で、波形の測定を行なうこととした。図2に示したように、受信、復調された映像信号を微分回路に接続し、微分出力をオシロスコープ上に掃引させる。映像信号は、微分位置選択回路(ラインセレクト)に接続され、オシロスコープ用の同期信号を得て、映像信号の走査線一本分をCRT上で観察する。その出力電圧の変化を読み取ることにより、最適焦点を定めることとした。

2.1 コマンドおよびテレメータ

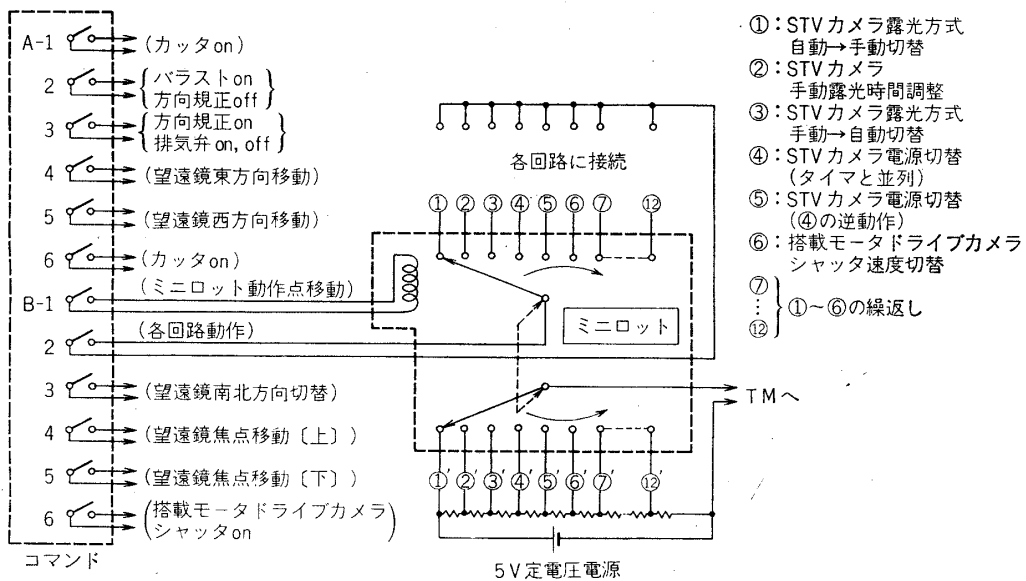


図3 コマンド系接続図

前回の報告に述べたように、現在使用可能なコマンドは 12 ch である。今回の実験で必要としたコマンド数は 16 ch であり、4 ch 分不足する。図 3 にコマンド項目を示す。図のように、コマンドによって、順次、回路を切り替える“ミニロット (商品名)”と呼ばれる電磁式切替リレーを使用し、不足分を補った。今回は、2 回路 12 接点のリレーを使用し、1 回路で 6 項目の動作を順次行なうこととした。又、他の 1 回路は、比例配分した電圧をテレメータで送り、接点の位置が地上で確認できるようにした。この種のリレーを使用することにより、簡便に、コマンドなどのチャンネル数を増やすことが可能となる。

テレメータは、従来通り、4 ch 使用し、次のようなデータを地上に送る。

a ch) 5 項目の測温部, 3 項目の校正電圧, 12 項目のデータ部, 合計 20 項目を, テレメータ切替器により, 時分割で送る。

b ch) 方向規正装置用センサ (図 1 の D₃) の出力電圧を送り, 方向規正装置の動作状態を知る。

c ch) STV カメラの露光時間を電圧に変えて送る。

d ch) 気圧計出力電圧とミニロットの接点位置表示電圧を, 交互に送る。

尚, a ch の 20 項目の内容は, 前回とほぼ同様なので, 詳細は文献(1)に譲る。

3. 実験結果

B₁₅-23 気球に搭載された観測装置は、1973年9月15日、午前8時05分45秒、東京大学三陸大気球観測所から放球され、西の風に乗りながら上昇した。放球後100分、レベルフラ

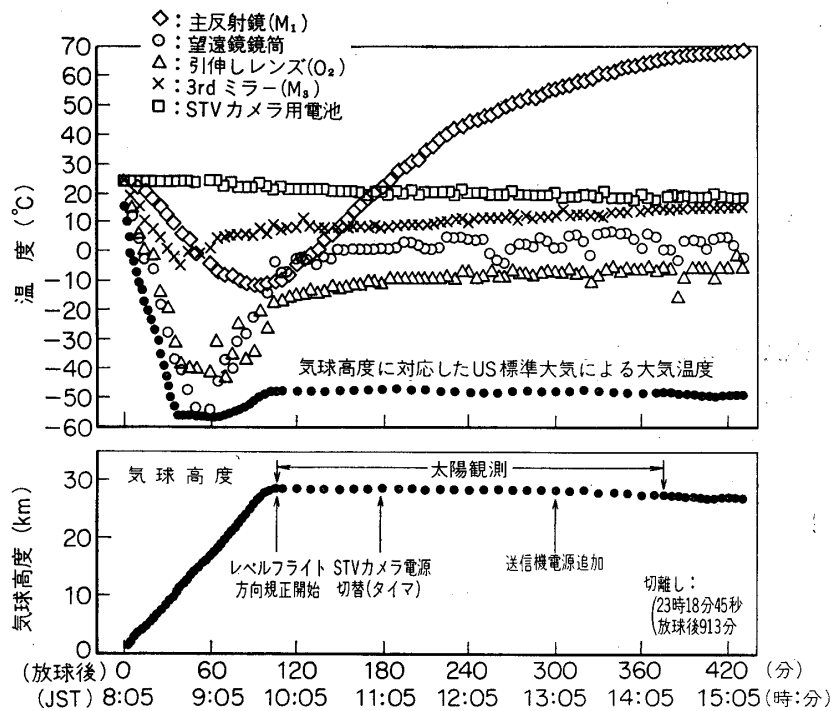


図 4 B₁₅-23 測温結果

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。太陽観測は、9時56分から14時15分までの間、4時間19分にわたって行なわれた。装置は、風向きの関係で、放球15時間13分後の23時18分45秒に、海上にて切り離され、4日後、観測所から約280kmの海上で回収された。

3.1 搭載装置の動作結果

気球に搭載した観測装置は、全て順調に動作した。コマンドによる望遠鏡の操作をはじめとし、モータードライブカメラの操作、新たに採用したミニロットによるコマンド操作も、支障なく行なうことができた。又、タイマーによるSTVカメラ電源の切替、送信機電源の追加などは予定した時刻に動作した。これらの操作は、STVカメラのモニター像、およびテレメータにより確認できた。

図4に、気球高度および測温結果を示す。

主反射鏡の裏面に取り付けられたセンサの温度は、気球上昇中、ゴンドラが回転するため、太陽光の影響が平均化され、大気温度と共に下がるが、方向規正装置により、鏡が太陽に向けられ、自動追尾を開始すると、上昇をはじめめる。

鏡筒部および引き出しレンズ部は、それぞれの部分の空気温度を測定している。ゴンドラの外にあり、外気に接しているため、その影響を受けやすく、大気温度にほぼ平行した温度傾向を示している。又、ゴンドラの飛しょう速度が変化すると見られる点で、温度も変化している。このことは、気流と共にゴンドラが動いている時は、比較的溫度変化はないが、気流の速度に変化があった時、ゴンドラの慣性と気流との速度の差で、大気により搭載装置が冷却されたものと思われる。

3rdミラーのセンサ位置は、図1のM₃部分の空気温度を測定している。ゴンドラ内で、保温されているため比較的安定しているが、外気温の影響を受けて、大気とほぼ平行した傾向を示した。

STVカメラ用電池部は、発熱量と放熱量とのバランスが良かったため、ほぼ一定の温度を保ったものと思われる。

尚、これら温度には、太陽熱、外気温、空気の密度、気球の飛しょう速度、発砲ポリスチロールによる保温の度合、装置の発熱、熱伝導度など様々な影響があり、一概には説明し難い点もある。

3.2 自動追尾装置の動作結果

太陽センサ(図1のD₃)と方向規正モーターを使用したよりもどし方式による方向規正装置により、ゴンドラ(望遠鏡)は、方位角において、±約1度の精度で太陽に向けられる。太陽に向けられた望遠鏡は、粗、鋭二種類のセンサにより、方位方向、上下方向をコントロールし、太陽を自動追尾する。それぞれの設計精度は、粗センサ(図1のD₁)の場合、上下角±2度、方位角±8度、鋭センサ(図1のD₂)は上下角、方位角共に±5秒角である。

STVカメラのモニター像により、自動追尾装置の総合的な精度を測定した結果を図5に示す。これは、黒点を撮影した際、モニター上で黒点の動きをレチクルとの位置関係により求めた一例である。連続した30枚の写真から、黒点の位置をプロットし、撮影順に点で示

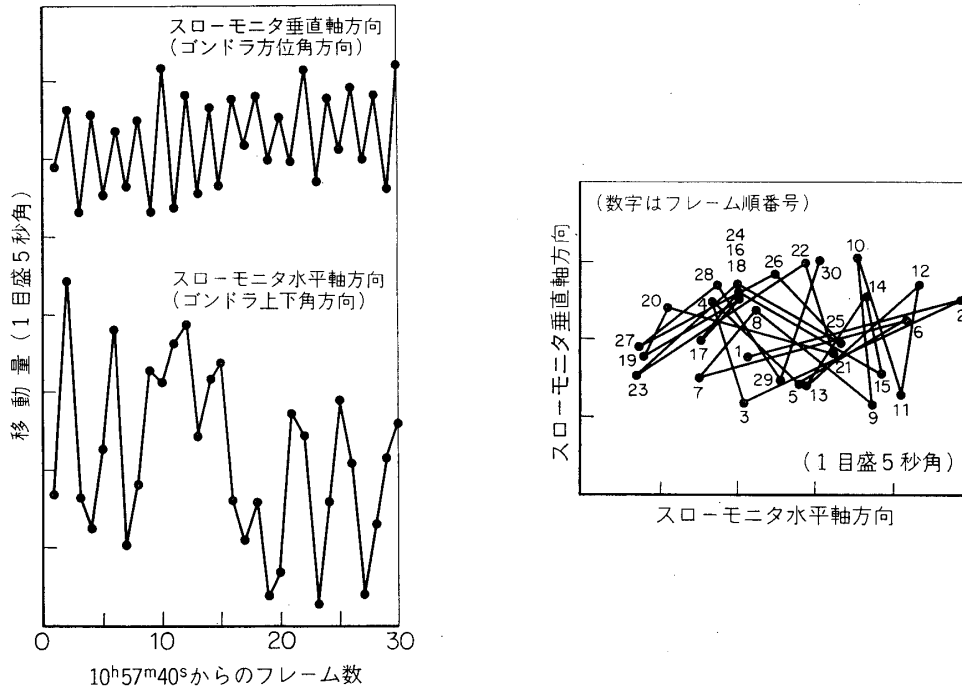


図 5 B₁₅-23 太陽追尾装置の精度

(よりもどし方式方向規正装置
および、光電ガイドによる追尾)

したのが図である。又、同図には、望遠鏡の上下方向の動き、および方位方向の動きを別々に示した。これだけのデータで見る限り、方位角±約5秒角、上下角±約8秒角の精度といえる。上下角では良い時と悪い時とのバラつきがあるが、方位方向は比較的安定している。又、上下角方向は右下り、方位角方向は右上りの傾向にあるが、これは太陽の回転によるもので、黒点の位置の移動による結果と思われる。

3.3 焦点合わせ結果

望遠鏡は図4に示したように、各部共、様々な温度変化を示しており、焦点に与える影響は大きい。望遠鏡の引き出しレンズは、1ステップ0.2mmとして、23ステップコマンドで移動できる。

地上実験において、ステップ番号15の位置で焦点の合うことを、モータードライブカメラの写真、およびSTVカメラのモニター像で確認した。又、図2に示した微分方式による焦点検出方法においても、15であることが確認できた。

太陽観測開始後、10時10分(自動追尾開始後14分)、15であった焦点位置を前後にずらしスローモニターの写真(ポラロイド)と微分出力電圧とを比較したが、どちらも15で、地上実験時と差のないことが確かめられた。

12時12分(自動追尾開始後136分)、標準走査モニターにより、焦点がはずれてきたように思われたので、二度目の焦点合わせを行なった。微分出力電圧の傾向では、11~13の附近にピークがあり、スローモニターのポラロイド写真によっても11~13で、焦点の合っ

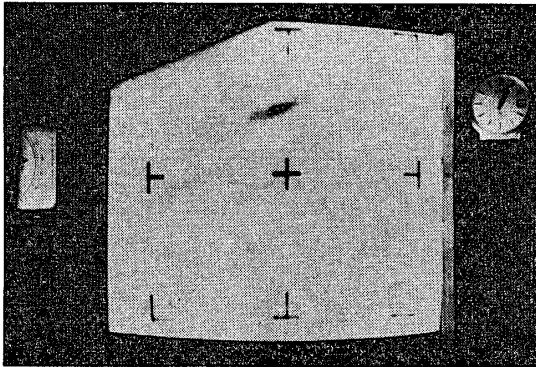


写真 1 引き伸しレンズ位置：13

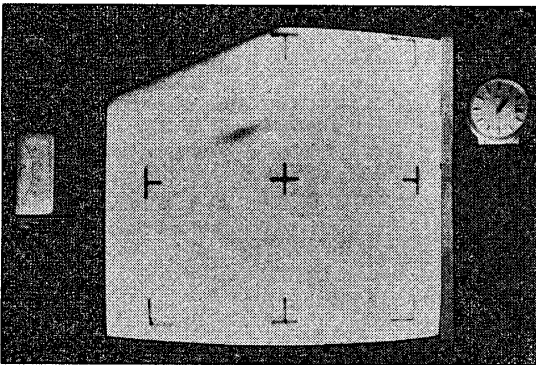


写真 1 引き伸しレンズ位置：15

ていることが認められたので、その後は、11 および 13 の位置を中心にして撮影した。尚、この時撮影した各焦点位置におけるフィルムを、後日現像した結果、現地での実験結果と一致した結果が得られた。又、写真 1 に、この時の 15 および 13 の位置のローモニターの写真を示す。15 に比べ、13 の方が焦点の合っていることが解る。

13 時 30 分（自動追尾開始後 214 分）、3 回目の焦点合わせを行なったが、2 回目とほぼ似た傾向にあり、焦点は、11~13 であった。

このように、微分方式による焦点位置と、実際に撮影したフィルムとの対応のとれることが確認できた。これにより、ビデオ信号の微分出力電圧により、焦点位置を求める方法は、リアルタイムに焦点合わせを行なう際の有効な手段であることが確認された。

3.4 撮影結果

太陽の黒点活動は、1973 年 4 月以降、極少期に向って、除々に相対月平均値の減衰を見せている時期であった。実験当日、無黒点日

かと思われたが、写真 1 に示したような、小さな黒点を探し出すことができた。

今回の観測目的としては、黒点の他に、白斑の寿命や粒状斑を調べることがあげられるが、これらの結果については、共同実験者である東京天文台太陽物理部からの本特集号の論文を参考にされたい。

今回、STV カメラの露光動作は、内部の自動光量調整方式と、外部の手動露光時間調整方式とに、コマンドで切り替え使用できる回路にしてあったが、観測の際には、自動光量調整方式で行なった。限られた観測時間内に、白斑や粒状斑、および黒点の良い写真を撮影する必要があり、視野の決定や焦点合わせに重点を置いたため、露光方式としては、入射光量の変化に応じて露光時間を自動的に変え、同一画質を得る自動光量調整方式が、有効であったからである。写真 1 に示した写真では、ハーフトーンが出ていないが、これは、フィルムの現像処理段階で、現像オーバーであったためであり、STV カメラの露光動作は正常であった。

今回の観測を通し、STV カメラは、光球周辺部にある白斑の撮影視野の決定や、黒点を探し出すことにおいて、又、前述した焦点合わせを行なうことにおいて、望遠鏡のファインダーとして有効に使用することができた。

4. 結 び

B₁₅-21 気球に搭載した装置を整備, 改良し, 今回の実験を行なった. 撮影結果から判断し, 現在の 10cmφ の望遠鏡でも観測の対象となることが, 種々あるので, 現在の装置を改良し, 再度, 観測を行なう予定である. 海上回収であったため, 使用できなくなった装置もあるが, 今後の大型化するであろう観測装置に対処するため, 又, それらを新しく製作する上において, 今回の実験は, 貴重な資料を得ることができた. 又, 微分方式による焦点合わせも, 実際の観測に応用し, リアルタイムに行なうことができ, 実用化の確信が得られると共に, このような観測を行なう際, STV カメラが有効であり必要不可欠な装置であることの確信を強めた.

今回の実験にあたり, 共同実験者として常に御指導, 御協力していただいている東京天文台太陽物理部, 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された浜松テレビ KK, 宮木末雄氏, 水島広氏, 日本電気 KK, 布宮定夫氏に感謝致します.

1973年2月26日 計測部

参 考 文 献

- [1] 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).
- [2] 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, (1969).
- [3] 丹羽・屋馬: 電子シャッター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, 宇宙研究報告, 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, (1971. 3).
- [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] 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・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

- 応用研究委員会資料, 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] 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).
- [14] 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).
- [15] 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).
- [16] 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. 263, (1973. 3).
- [17] 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).
- [18] N. Niwa, I. Sagehashi, Y. Yoshida and H. Hatano: A Narrow Band Television System for Balloon Borne Telescope, 9th ISTS, G-3-1, (1973). (投稿中)
- [19] 徳家: 気球による太陽観測, 天文月報, 56-6, (1963. 6).
- [20] E. R. Schlesinger: Aiming a 3-Ton Telescope Hanging From Balloon, Electronics, February 8, (1963).
- [21] L. E. Flory, W. M. Morgan and L. A. Boyer: The Stratoscope II Television System, Journal of the SMPTE, Volume 73, January, (1964).
- [22] E. A. Wieder: Guiding System of the Spectro-Stratoscope, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. AES-5, No. 2, March, (1969).
- [23] D. J. McCarthy: Operating Characteristics of the Stratoscope II Balloon-Borne Telescope, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. AES-5, No. 2, March, (1969).
- [24] 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).
- [25] 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).
- [26] 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).

付録：STV カメラ5年間の

気球名 年 月・日	時間経過	レンズ系	フィルタ	被写体	電源
				露光方式	
観測所	回収地点			モニター像撮 影枚数	
B ₅ -18 1969 8.22	09:58 放球 11:20 レベルフライト (25 km) 13:07 切り離し	F: 25 mm f: 1.4	ゼラチンフィルタ SC-54 SC-56 SC-60 BPB-45 BPB-53	上: 気球 下: 地形 自動光量調整 方式	・酸化銀電池 (YA-10 YA-5) ・マンガン電池
原 町	白河市東方約 40 km		1枚の円板に取付	約 2,200 枚	
B ₅ -20 1970 7.20	09:55 放球 11:55 レベルフライト (26.8 km) 13:23 切り離し 13:40 TV 受信終了	ズームレンズ F: 16.5 } 25 } 95 mm f: 2	ゼラチンフィルタ ① SC-60 BPB-45 BPB-53 ② SC-56 SC-66 ND-0.7	上: 気球 下・横: 地形 自動光量調整 方式	・酸化銀電池 (YA-10 YA-5) ・マンガン電池
原 町	喜多方市東方約 6 km		2枚の円板に取付	約 5,000 枚	
B ₅ -33 1971 9.14	09:01 放球 10:36 レベルフライト (26 km) 15:10 TV 受信終了 16:03 切り離し	・望遠鏡 F: 7.2 m f: 150 ・地上用 F: 40 mm f: 5.4	ガラスフィルタ ・望遠鏡用 ND-0.3 V-G54 IRQ-80 ・地上用 V-056	望遠鏡: 太陽 地上用: 地形 自動光量調整 方式	・酸化銀電池 YA-10 YA-5 ・マンガン電池
三 陸	雫石市南南東方約 5 km	鏡で切替使用		約 2,000 枚	
B ₁₅ -21 1972 9.12	09:05 放球 10:45 レベルフライト (28.6 km) 13:25 TV 受信終了 00:48 切り離し	望遠鏡 F: 17 m f: 170	ガラスフィルタ V-G 54 IRQ-80	太陽面の微細 構造 自動光量調整 方式と手動露 光時間調整	・密閉式鉛蓄 電池 (ゾン ネシャイン 社) ・マンガン電 池
三 陸	宮古市南方約 20 km			0 枚	
B ₁₅ -23 1973 9.15	08:05 放球 09:56 レベルフライト (28.1 km) 14:15 観測終了 23:18 切り離し	望遠鏡 F: 17 m f: 170	ガラスフィルタ V-G 54 IRQ-80	太陽面の微細 構造 自動光量調整 方式と手動露 光時間調整	・密閉式鉛蓄 電池 ・マンガン電 池
三 陸	久慈市東方約 150 km の 海上で切り離し、4日後、 同、北東約 200 km の海上			約 1,000 枚	

気球搭載実験実績

機 構	コマンド項目	テレメータ		
		TV電波最遠受信距離		
<ul style="list-style-type: none"> 鏡の上下角度を切り替える フィルタ板回転 超音波気温計 	<ul style="list-style-type: none"> ・カッター ・バラスト ・フィルタ板回転 ・鏡上下切替 	<ul style="list-style-type: none"> ・20 ch 時分割 ・シャッタ電圧 ・フィルター識別 ・気圧計 	<ul style="list-style-type: none"> ・温度 ・校正電圧 ・各部電源電圧 ・ビデオ信号 	<ul style="list-style-type: none"> ・TV送信機側面 ・STVカメラ外壁 ・ゴンドラ内部気温
		約70 km		
<ul style="list-style-type: none"> ・45度傾けた鏡を水平軸に回転させ上・横・下方向を撮影 ・フィルター板 ・④⑤は交互に回転 ・太陽光遮光板 	<ul style="list-style-type: none"> ・カッター ・バラスト ・フィルタ板回転 ・鏡回転 ・ズームレンズ移動 	<ul style="list-style-type: none"> ・20 ch 時分割 ・シャッタ電圧 ・フィルター識別④ ・フィルター識別⑤ ・気圧計 	<ul style="list-style-type: none"> ・温度 ・校正電圧 ・各部電源電圧 ・ビデオ信号 ・太陽光遮光板センサ出力 	<ul style="list-style-type: none"> ・STVカメラ内部 ・STVカメラ外壁 ・酸化銀電池側面 ・ゴンドラ内部 ・TV送信機側面
		約100 km		
<ul style="list-style-type: none"> ・よりもどし方式の方向規正 ・光電ガイドによる太陽自動追尾装置 ・鏡で望遠鏡と地上用レンズの切替 	12 ch: カッターバラスト, 方向規正, 視野移動, 焦点移動, MDカメラシャッタ操作, 鏡の切替	<ul style="list-style-type: none"> ・20 ch 時分割 ・方向規正センサ出力 ・シャッタ電圧 ・MDカメラフィルム ・巻き上げ動作確認 ・気圧計 	<ul style="list-style-type: none"> ・温度 ・校正電圧 ・各部電源電圧 ・ビデオ信号 ・引き出しレンズ位置 ・望遠鏡視野位置 	<ul style="list-style-type: none"> ・追尾モータ取付板 ・TV送信機側面 ・望遠鏡筒部 ・引き出しレンズ移動部 ・MDカメラ
		約120 km		
<ul style="list-style-type: none"> ・よりもどし方式の方向規正 ・光電ガイドによる太陽自動追尾装置 	12 ch+3 ch: カッター, 方向規正, 視野移動, 焦点移動, MDカメラシャッタ操作, STVカメラ露光時間調整, MDカメラシャッタ速度切替	<ul style="list-style-type: none"> ・20 ch 時分割 ・方向規正センサ出力 ・シャッタ電圧 ・気圧計 	<ul style="list-style-type: none"> ・温度 ・校正電圧 ・引き出しレンズ位置 ・各部電源電圧 ・ビデオ信号 ・MDカメラシャッタ速度切替確認 ・追尾装置切替確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・TV送信機側面 ・望遠鏡筒部 ・主反射鏡裏面 ・引き出しレンズ移動部 ・MDカメラ
		約80 km		
<ul style="list-style-type: none"> ・よりもどし方式の方向規正 ・光電ガイドによる太陽自動追尾装置 	12 ch+6 ch: カッター, バラスト, 方向規正, 視野移動, 焦点移動, MDカメラシャッタ操作, STVカメラ露光時間調整, MDカメラシャッタ速度切替, 電源切替	<ul style="list-style-type: none"> ・20 ch 時分割 ・方向規正センサ出力 ・シャッタ電圧 ・気圧計 ・コマンド位置 	<ul style="list-style-type: none"> ・温度 ・校正電圧 ・ビデオ信号 ・各部電源電圧 ・引き出しレンズ位置 ・MDカメラシャッタ速度切替確認 ・追尾装置切替確認 ・追尾モータ停止確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・望遠鏡筒部気温 ・引き出しレンズ移動部気温 ・主反射鏡裏面 ・ゴンドラ内部気温(半透過鏡付近) ・TV用電池側面
		約140 km		

* MDカメラ: 気球に搭載したモータードライブカメラ