

10cm太陽H α 像観測システム

時政典孝
兵庫県立西はりま天文台

The 10cm refractor Solar H- α observation system

Noritaka TOKIMASA

Nishi-harima Astronomical Observatory, Sayo-cho, Hyogo 679-53

Abstract

A 10cm refractor Solar H α observation system has been installed in October 1991 at the Nishi-Harima Astoronomical Observatory.

An optical system of this system is very simple, because it consist of only two lense systems which are Object lens and focal extended lens. A filter to observe H- α image is the birefringent filter for H- α line. And the H- α image taken with 2/3-inch CCD camera are recorded to a video tape and an optical disk, and digitized by an image processing board.

Key Words: Solar Telescope; H-alpha observation; image processing system

1. はじめに

1991年に入り、第22極大期を過ぎた太陽活動は、しだいに衰えていくものと思われた。しかし、3月と6月には、今回の極大期にはこれまで見られなかった程の活発な活動を繰り返し、日頃あまり関心を持たない世間をも驚かせた。また8月には、画期的な太陽観測衛星「陽光」が打ち上げられ、今年度は何かと太陽の話題の絶えなかった年であったように思う。

兵庫県立西はりま天文台では、このような太陽の活動をとらえるため、H α 太陽像のテスト観測システムの構築を進めていたが、1991年10月によく形が整うに至った。

このシステムを構築した目的は、(1)10cmの屈折望遠鏡を使って、どの程度の太陽H α 像が得られるのかテストすること、

(2)ビデオ観測にどの程度の信頼性があるのかテストすること、さらに、(3)良い像が得られるのであれば、今後ルーチンワークを組んで観測をし、太陽の彩層上で活動現象を探っていきたいということである。

このシステムの光学系は、10cm屈折望遠鏡を母体としたごく簡単なものである。しかし、得られる太陽像の空間分解能は、総合的な太陽のH α 観測には十分良いものとなっている。またCCDカメラによるビデオ観測であるので、時間分解能も十分に短いものが得られる。

合わせて、ビデオ画像をパソコンに取り込み、データをFITS (A Flexible Image Transport System) フォーマットのデータに変換できるシステムも構築した。

以下に、その光学系やデータ取得法、観測機器の性能試験の結果などについて紹介す

る。光学系については、すべて市販されている部品を用いたため、非常に安価で簡単なものとなっているので、同様な太陽観測を目指されている方の参考になれば幸いである。

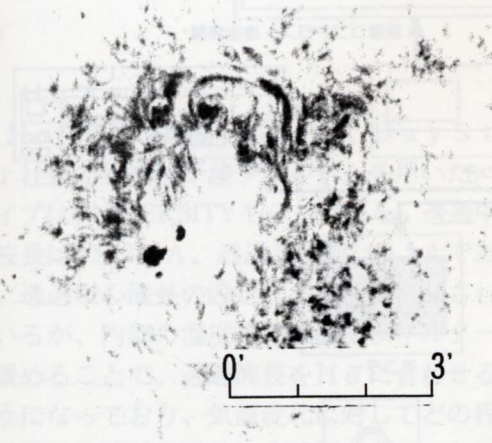


Fig 1. The Solar H α images which observed in this system. The size of field of view is 11.5' \times 7.9' on this CCD camera system.

2. 概観図

Fig.2が、紹介するシステムの概観である。

10cmの望遠鏡で得られた太陽像は、Fig.2のような装置によって記録される他、天文台館内の展示用モニターにも表示されるようになっていいる。

現在では、望遠鏡は、ドームも壁も無い天文台2階のテラスに設置している。この設置場所は、南には天文台建物前の芝生の広場があり、地上約4mということもあり、地表からの対流の影響を受けにくく、シーイングの良い場所である。しかし、その反面、風が吹くと風をまともに受けることになるので、鏡筒の振動により、像が劣化する。現状では、架台と鏡筒がともに軽量なため、安定性が悪くなっている。1992年4月には、安定性のある架台に取り付け直す予定となっている。

3. 光学系

太陽望遠鏡のベースとなる鏡筒には、ビクセン製の有効口径102mmの屈折望遠鏡を用いた。この有効口径による理論的な空間分解能は、 $\rho = 11.6/10.2 = 1.14''$ となる。地球大気の影響により空間分解能は、良いときでも1''程度である事を考えれば、1.14''という理論的空間分解能は、好シーイング時には、かなり詳細な情報を取得できると期待できる。これ以上、空間分解能を小さくするには、口径を大きくするよりも、いかにシーイングの良い設置環境にするかを検討した方が効果が上がると考えられる。

H α フィルターの前には、高橋製作所製のエクステンダーレンズを置き、焦点距離を伸ばすことで、F数を大きくしている。このレンズは、対物レンズの焦点距離を2倍に伸ばすので、この光学系のF数は19.6となる。

複屈折の干渉フィルターを用いるので、もう少しF数を大きくしたいところである。しかし、このシステムは小さな受光面のCCDカメラを用いたビデオ観測であるので、視野が狭く、受ける光は光軸の中心付近に限られるため、画像周辺部の光がH α 線から外れるということは認められなかった。また、CCDカメラによる観測では、あまりF数を大きくすると、干渉縞を生じることもあるので、上記のF数が適当である。しかし、写真観測をする場合は、CCD観測と比べて視野が広いため、このF数では小さすぎる。写真観測では、F数を30以上にするのが望ましい。

鏡筒の内部には、ND8フィルターを置き、光量を減少させている。これは観測対象が太陽フレア発生時である時、その露光量がCCDの感度を上回らないように調節するためである。このために、数度のイベントを数種類のNDフィルターを使って観測し、後で説明するボードを用いてパソコンに取り込み、飽和しないものを経験的に選んだ。ND

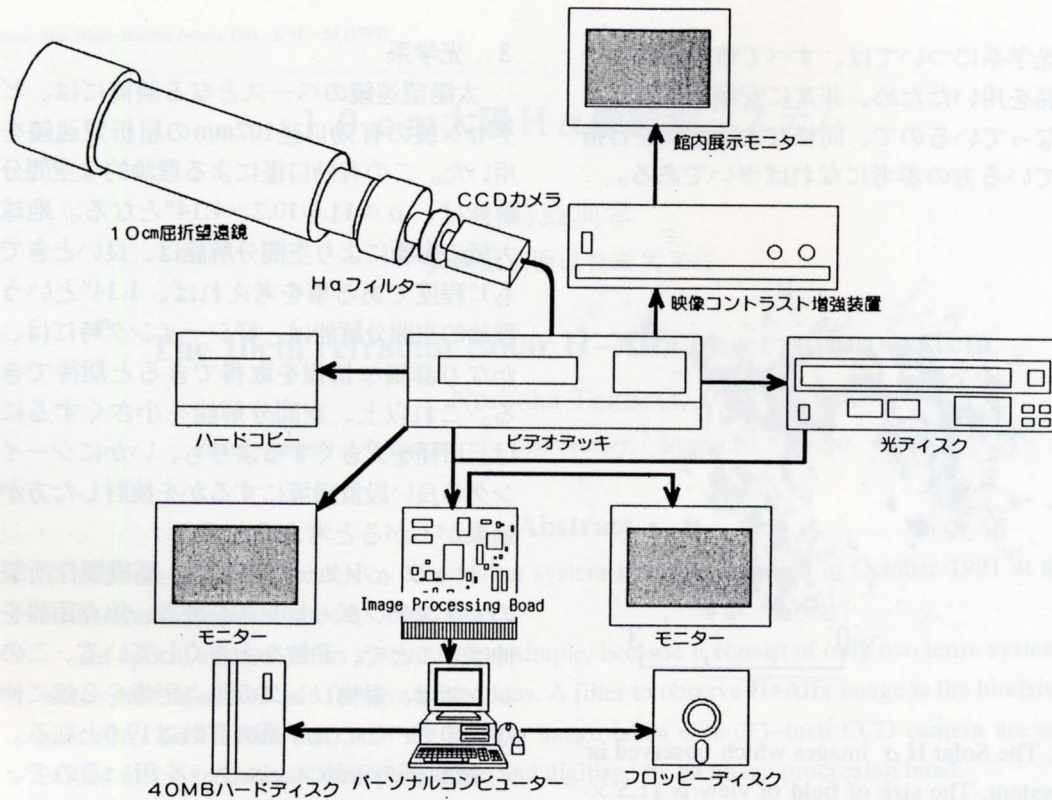


Fig 2. An outline survey of this system. The observed solar image is recorded by various machines which are showed in this figure, and also is displayed in the monitor for a visitor at the Nishi-Harima Astronomical Observatory's hall.

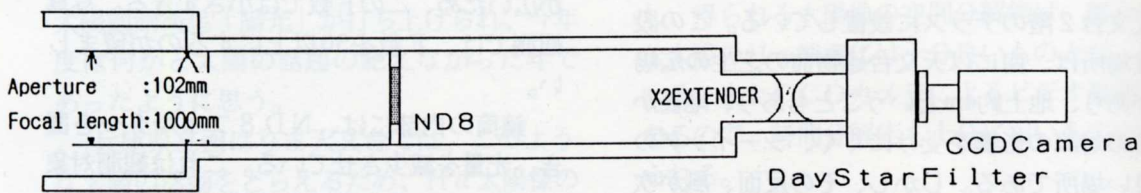


Fig 3. The optical systems of this system. I use two lenses, ND filter and H α birefringent filter.

8を使用すると、フィラメント構造などのコントラストは悪くなるが、フレア発生領域の詳細な構造を飽和することなしに観測できるようになった。観測対象が他の現象である時は、このND8フィルターを除くか、これより減光率の低いNDフィルターを選べばよい。

4. H α フィルター

H α 単色光を観測するために、DayStar社製のH α 線干渉フィルターを用いた。タイプはUNIVERSITYモデルである。透過中心波長は6562.8Å、透過半値幅は0.5Åである。透過中心波長の設定は、出荷時になされているが、内部の温度調節機能でフィルターを暖めることで、透過波長をH α に合わせるようになっており、気温変化に対してどの程度透過中心波長と半値幅が信頼できるのかは分からない。

5. 受光部

ディテクターには、CCDカメラを用いている。

HAMAMATSU C3077

撮像素子 インターライン方式CCD
固体撮像素子
画素数 768 (H) × 493 (V)
サイズ 8.8mm × 6.6mm
(2/3インチサイズ)
信号方式 EIA (NTSC) 方式

このシステムでは、得られる画像の視野は11.5' × 7.9'となる。現在の太陽活動は次第に衰えており、大きな活動領域が現れることは少ないが、極大期にみられるような大きな黒点群及び、それと関わりがあると考えられる周辺の黒点群も、この視野だと観測可能である。また、ビデオ信号によるテレビの1画面は512 × 512の走査線で構成されてお

り、分解能である1.14"角を、1画素以上の画素で記録することができる。

HAMAMATSU C3077には、本体内部にゲインコントロールをオートにするスイッチがあるが、観測はこのスイッチをOFFにして行う。OFFにして行くと、天候によって表面構造の見えにくい時もあるが、画像改善装置HAMAMATSU DSV-3000を使って映像のコントラストを変えたり、コンピューターに画像を取り込んで処理できるので、まったく差し支えない。

Fig.4は、オートゲインコントロールをOFFにしたときの、入出力直線性を調べた結果である。方法は、光源には蛍光灯に照らされた壁を使い、CCDカメラにカメラレンズを取り付け、その口径を変えることで入力露光の調節をすることにした。また、CCDカメラからの出力はビデオ信号であるため、この信号を後で紹介する画像取り込みボードで画像をパーソナルコンピューターに取り込み、その画像の統計結果を出力値とした。

カメラレンズの蓋を閉じた状態(Dark)の平均値は、21.4であった。出力される値は0から255までであるが、口径80mmで出力値が255となっており、サチュレートしていた。従って、グラフは、70mmの時の出力値までとなっている。

この図を見ると、40以下の出力の時と、200以上の出力の時は、リニアよりも出力値は小さくなっていて、その中間の出力の時はリニアよりも出力値が大きくなっており、このCCDカメラシステムは直線性を持たないことが分かる。これは、CCDチップの内容をフラッシュしてA/D変換によりビデオ信号とする途中で、何らかの操作が行われているためだと思われる。

6. データ記録装置

CCDカメラからのビデオ信号による太陽像は、ビデオテープと光ディスクに収め、

必要であればイメージプロセッシングボードで、パソコンに取り込めるようにしている。

①ビデオデッキ

使用しているものは、PanasonicのAG-6750Aで、このデッキはコマ取りをすることができる。ビデオ録画は、媒体であるテープが安価ではあるが、録画する際に、ノイズリダクションなどの処理が自動的に行われるため、入力信号に対する録画した画像の明るさは、リニアではないようである。またビデオ信号がアナログ信号であるために、1本の走査線を構成するピクセルも数ピクセル分ずれる傾向がある。

Fig. 5 は数種類の値の画像を人工的に作成し(INPUT)、イメージプロセッシングボードを用いてビデオ出力したものをいったんビデオに録画し、今度はビデオを再生して、同じボードでパソコンに取り込み返した値(OUTPUT)が、INPUTに対してどのようなリダクションを受けたのかを表したものである。この結果から、このビデオデッキでは、ビデオテープに録画すると、入力値に水増しを行う。その割合は入力値が大きいほど大きいことが分かる。また、出力が最大の255を越えることはないが、入力値が170以上になると、返ってくる出力値がほぼ等しい値になるので、注意する必要がある。また、この特徴はビデオデッキの機種はもちろんのこと、使用するビデオテープの種類によっても変わることも分かった。

②光ディスク

この装置は、ビデオ画像をレーザーディスクに書き込むもので、デジタル信号で記録するため、ビデオテープに比べ記録の劣化が半永久的に起こらないという利点がある。使用している機種は、PanasonicTQ-3100Fで、ビデオデッキと同様、タイムラップス方式で録画できる。光ディスクもビデオデッキと同様に、ノイズリダクションの効果がある可能性があるがあるので、調べてみた。(Fig. 6)

光ディスクの入出力特性は、わずかに出力が弱くなるものの、ほとんどリニアに近い値を示した。

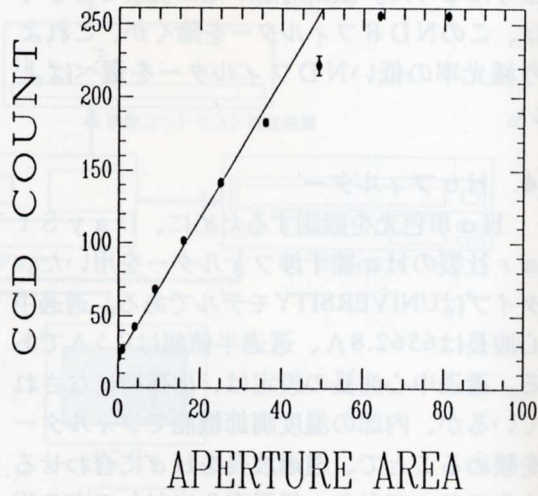


Fig 4. The linearity of this CCD camera system. This figure shows the luminosity count through the image processing board toward an area of the camera lens. It is clearly that this CCD camera system does not have linearity.

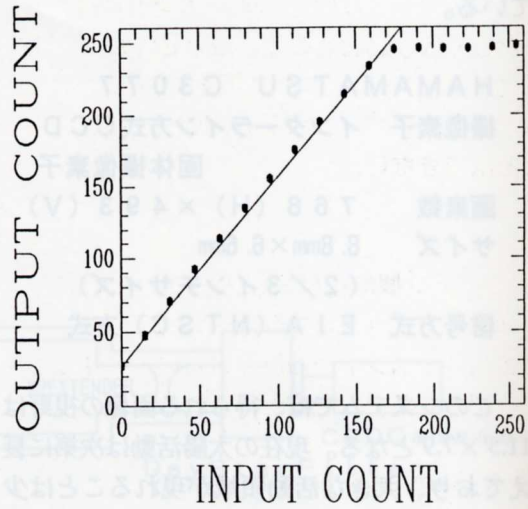


Fig 5. The feature of output count through the image processing board toward the input count from Video Tape Recording. It is proved that the feature vary with the respective recorders and tapes.

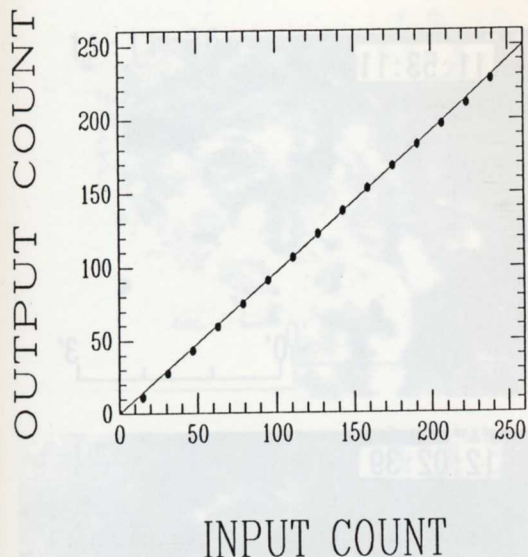


Fig 6. The feature of output count through the image processing board toward the inout count on Optical Disk Recording. It shows to exist the linearity on the reference.

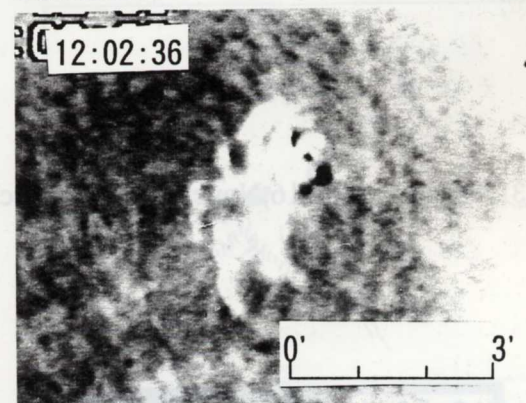
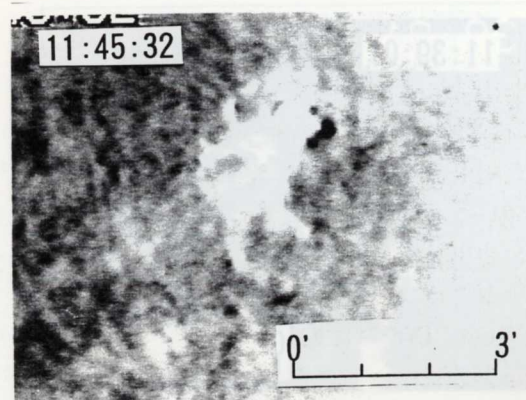
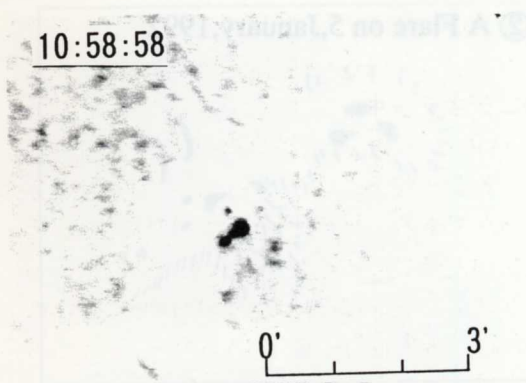
③ イメージプロセッシングボード

ビデオ信号が1/30秒に1回描く画像を、フレームメモリーに8bit×512×512pixelのデータとして取り込むもので、取り込んだデータをフロッピーディスクに落とすことができる。この装置では、画像を積算して取り込むことはできない。

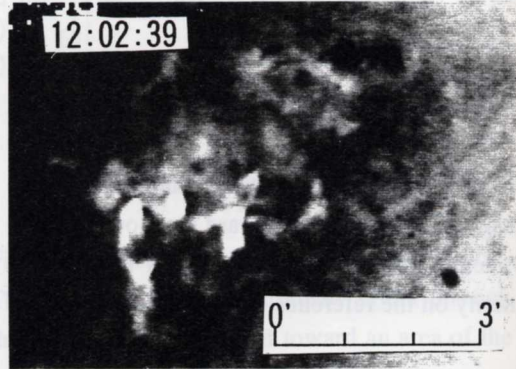
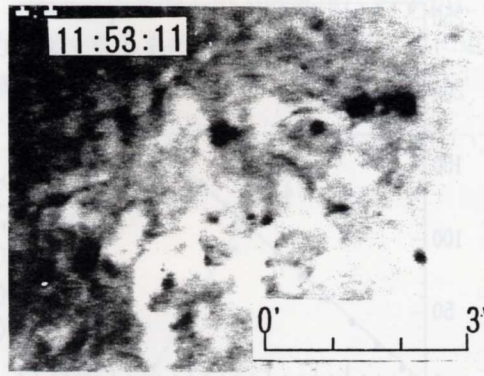
7. 観測例

ルーチン観測にはまだ入っていないが、1991年10月より観測を始めてこれまでに数回のイベントが観測されたので、主なものを紹介する。(時刻はJST)

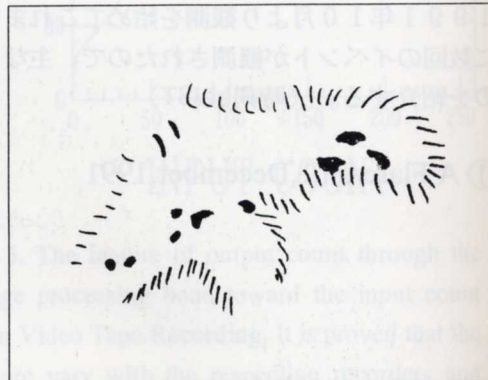
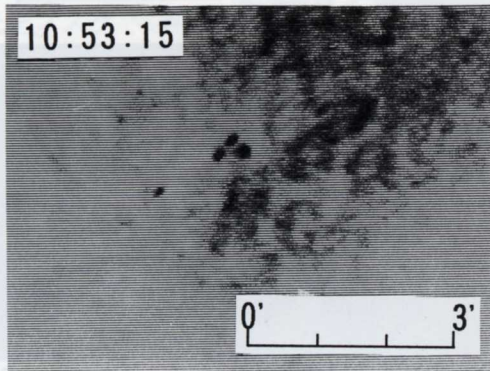
① A Flare on 1, December, 1991



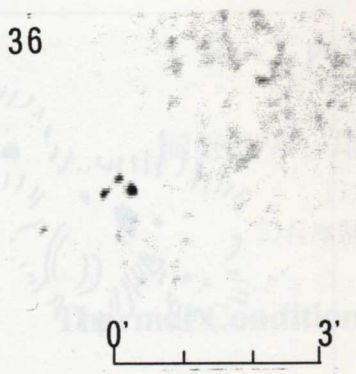
② A Flare on 5, January, 1992



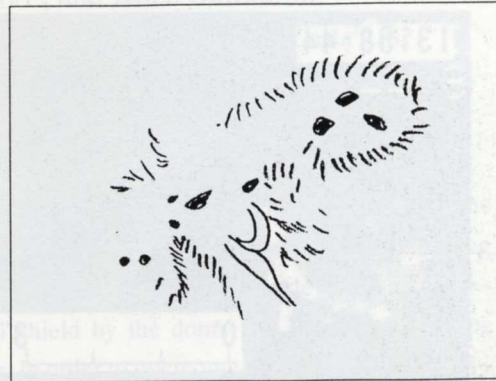
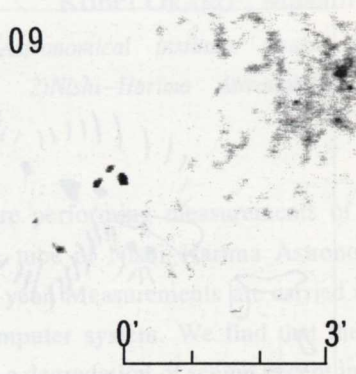
③ An activity on 16, November, 1991 Arch Filament System



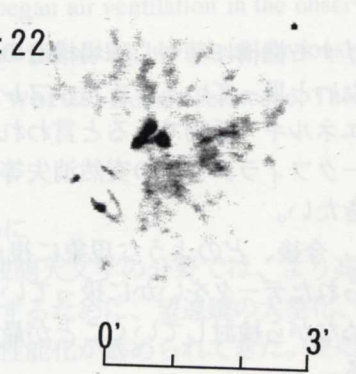
11:11:36



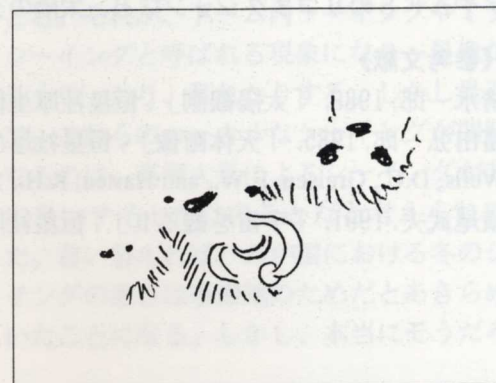
11:18:09

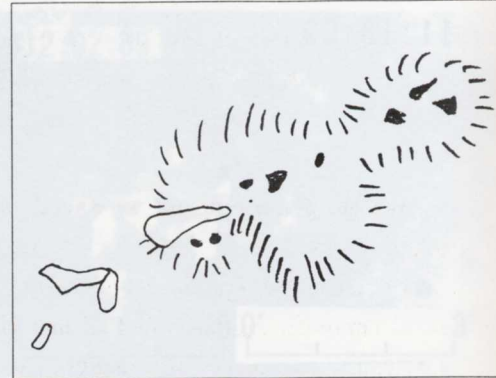
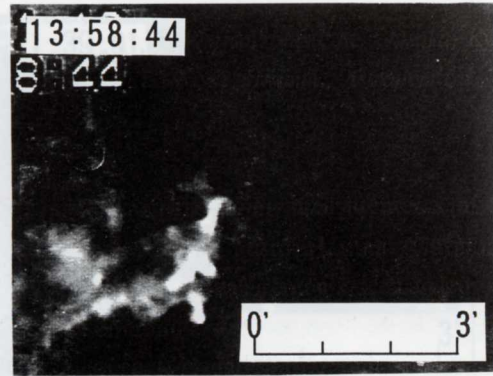


11:25:22



11:34:56





8. 総合的な考察と課題

現状では、架台の貧弱さを除けば、太陽の諸活動を観測するという目的を果たせることがわかった。今後、架台を安定性のあるものとし、継続的な観測をしたいと思っている。また、CCDカメラによるビデオ画像観測は、太陽表面現象の構造変化の追求には適当であるが、定量化は難しい事が分かった。

まだ観測対象は定めてはいないが、フレアやAFSのリコネクションなど、太陽のダ

《参考文献》

清水一郎, 1983, 「太陽観測」, 恒星社厚生閣

富田弘一郎, 1985, 「天体画像」, 恒星社厚生閣

Wells, D.C., Greisen, E.W., and Harten, R.H., 1981, *Astron. and Astrophys. Suppl.*, **44**, 363.

横尾武夫, 1991, 「宇宙を観るII」, 恒星社厚生閣

イナモ機構に基づく磁場構造の変化を追求したいと思っている。また、フレアに匹敵するエネルギー活動であると言われるCMEやダークフィラメントの突然消失等も追求していきたい。

今後、どのような現象に視点を絞り、得られたデータをいかに扱っていくか知識を深めながら検討していくことが最大の課題である。