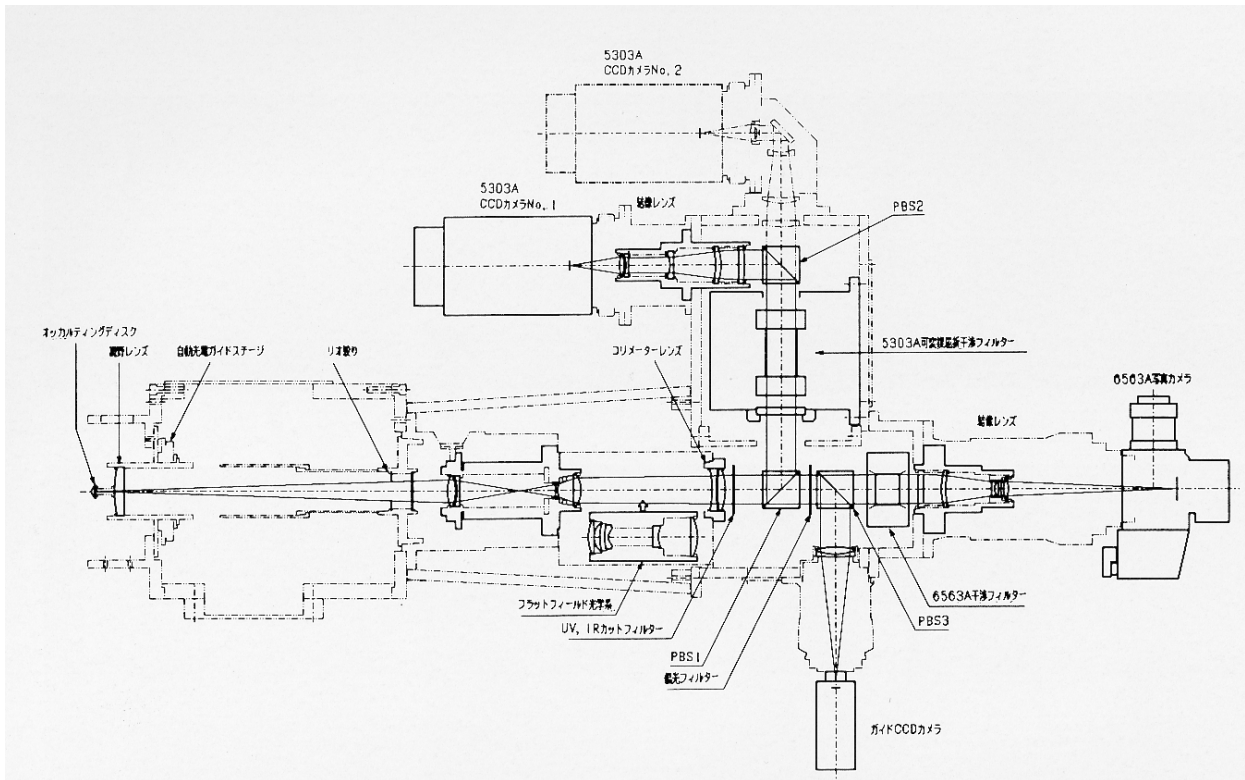


## 第4章 観測装置の開発



緑色コロナ輝線撮像装置 (NOGIS) 図面

## K-コロナメーター (1961年設置)

大城義名 天文月報 1964年7月号より

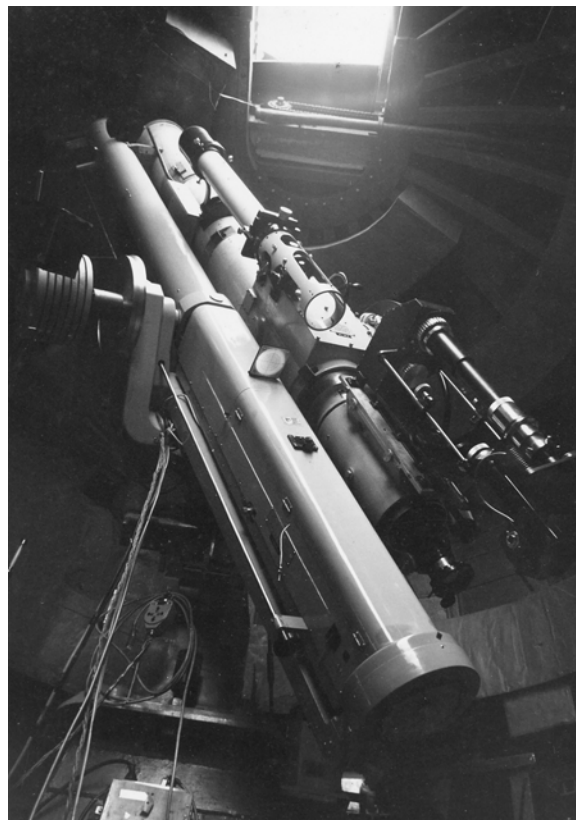
K-コロナメーターはコロナの輝線観測に続いてK-コロナの常時観測を可能にしたもので、コロナグラフの原理を使った望遠鏡に光変調器を利用した高感度の偏光測定装置を組み合わせたものである。K-コロナの偏光観測はコロナグラフを発明したフランスのリオによって1930年に初めて成功した。それ以来、各国でコロナグラフが作られ、これと併行して高感度の偏光測定装置の研究改善がなされた。アメリカのボルダー観測所は同所で作られたK-コロナメーターにより1958年から、またソビエトのキスロボドスク観測所でも同様な方式で1960年から観測が開始された。なお、ボルダーのK-コロナメーターは最近、ハワイのハレアカラ太陽観測所に移された。

一方、フランスでは1958年、1959年に別の方式による偏光測定装置を使ってムードン天文台およびピックドゥミディ観測所において観測が行われ、K-コロナ観測のみならず光球の光の偏光も測定し、これから太陽黒点の光の偏光の証明をした。

東京天文台においても早くからK-コロナの観測の重要性に注目し計画を進めていたが1960年、乗鞍コロナ観測所にボルダーで作られたものと同様の方式のK-コロナメーター(日本光学製)を設置し試験観測を開始し、現在に至っている。

コロナの光には自由電子が太陽光を散乱させて出す部分偏光した連続スペクトルと高温に電離したイオンの出す何本かの輝線とが含まれている。前者をK-コロナと呼び、後者をE-コロナと呼ぶ。K-コロナは太陽リムから1'位の所でも太陽中心の $10^{-6}$ の程度であり観測が非常に困難である。しかし、このK-コロナの強度は直接コロナの電子密度に関係するから輝線観測と同時に行えば、コロナの温度、密度が理論的に求められる筈である。ところが見かけ上、太陽周辺の小部分から来る光はK-コロナだけではなく、さらに空とF-コロナが加わり、これらの連続スペクトルを持つ三つの光が同時に来るので、輝線のように透過波長幅の狭い光学的なフィルターによって分離することは出来ない。

そこで、これらの三つの光について調べてみると、空とF-コロナの光はK-コロナと比べてほとんど偏光しない。K-コロナの明るさは空に比べてずっと小さいが、その偏光度は非常に大きい。また、これ



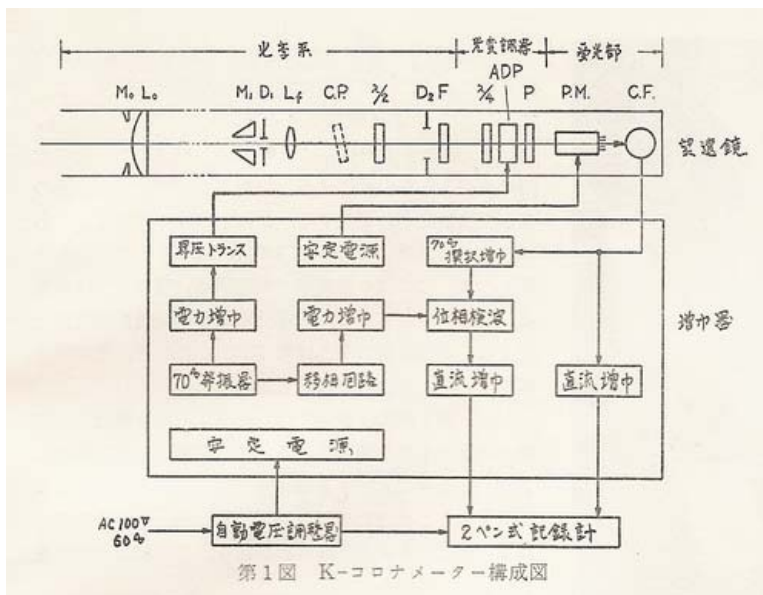
K-コロナメーター (左) とコロナグラフ (右)

ら全体の光に含まれる偏光成分 ( $10^{-4} \sim 10^{-3}$ ) の中で K-コロナの偏光成分の占める割合が大きく、しかも空の大部分の偏光の方向は K-コロナと異なっている。

K-コロナメーターは K-コロナ検出の一つの方法として、このような微小な偏光分の二つの直交成分の差、すなわち偏光度 P と全体の明るさ B との積  $P \cdot B$  を光電的に B と分離し、それらを同時に記録するものである。

第 1 図は乗鞍コロナ観測所の K-コロナメーターの構成を示し、望遠鏡、増幅器および記録計の三つに分かれている。望遠鏡内の光変調器より記録計までが、光電偏光測定部分であり、自動電圧調整器により交流 100V 電源の変動を防いでいる。

望遠鏡は輝線観測用コロナグラフと同一の赤道儀式架台に取り付けられていて、鏡筒の前部はジンバルで支えられているが、後部はモーターで駆動される偏心ギアに連結して円形に振り廻すことが出来る。このため全体は太陽リムの周辺を太陽の中心から任意の距離でコーン状に走査し、一回の走査時間は 4 分である。この機構によりコロナの光は直接光軸に入り、斜め入射によって出来る偏光が除かれる。鏡筒内部はコロナグラフ光学系、光変調器、受光部に分けられ、各部の名称は次の通りである。



M<sub>0</sub> : 対物絞り凹面反射鏡 ( 対物レンズ枠付近の太陽光の散乱を防止するもの )

L<sub>0</sub> : 対物レンズ

M<sub>1</sub> : 円錐反射鏡

D<sub>1</sub> : 視野絞り

L<sub>f</sub> : 視野レンズ (L<sub>0</sub>の像を D<sub>2</sub>の上にする)

C.P. : 記録計目盛較正用 ND フィルター

$\lambda/2$  : 回転 1/2 波長板

D<sub>2</sub> : 対物散光除去絞り板

F : 色ガラスフィルター

$\lambda/4$  : 1/4 波長板

ADP : ADP 結晶板

P : 偏光板

P.M. : 二次電子増幅管

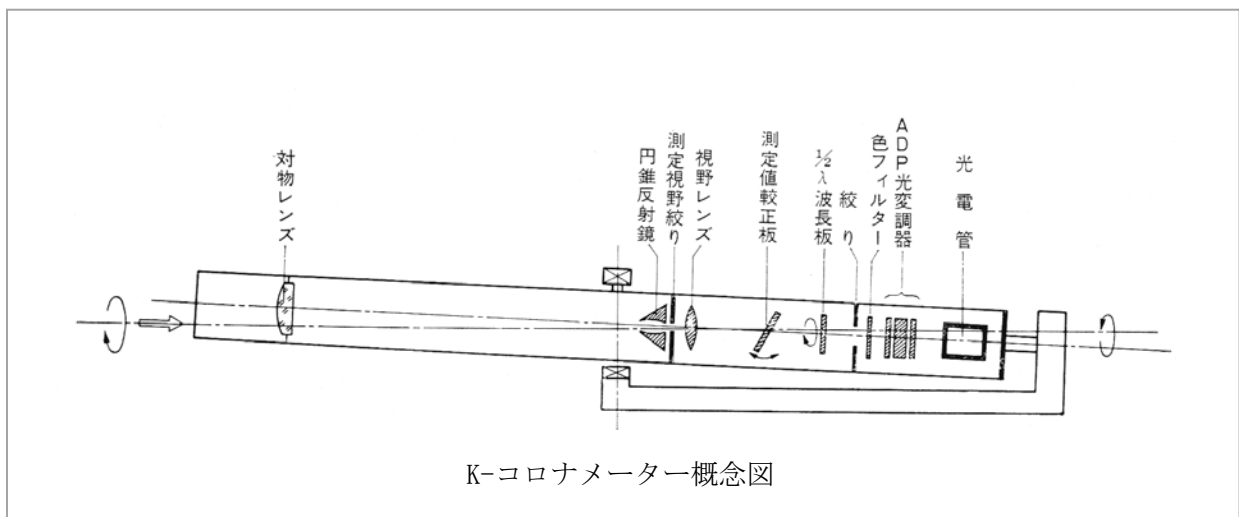
C.F. : カソードホロー

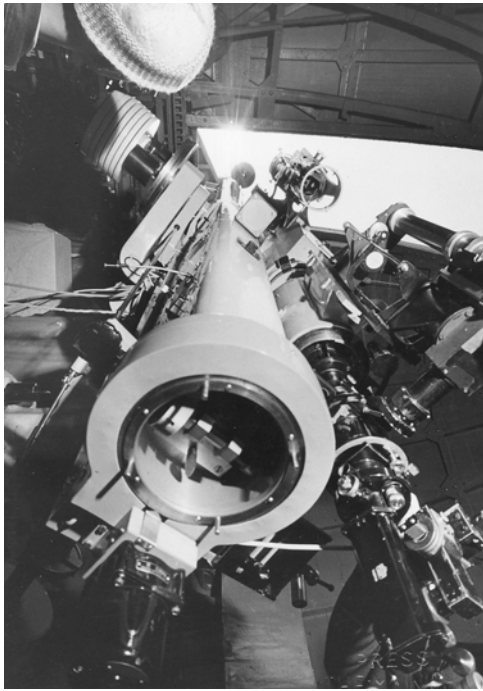
装置諸元	
製造会社	日本光学工業
対物絞り凹面反射鏡	内径 80 mm
対物レンズ	口径 80 mm、焦点距離 2000 mm
円錐円板	外径 50 mm、頂角約 151° 中央の孔の径：角度で 4' 及び 10' の二種 太陽光球の光を反射させ縁辺のコロナの光を中央の孔から通す
測定視界絞り	孔の直径が 2', 3', 4', 5' の 4 種類でターレット式
視野レンズ	口径 28 mm、焦点距離 260 mm
合成焦点距離	2060 mm 口径比 20.6 最終太陽像直径 19 mm
対物レンズ辺散光除去絞り	口径 11.6 mm
短波長切断用フィルター	Y43
光変調器	1/4 λ 板・ADP の Z カット板・偏光板有効口径 28mm
光電子増倍管	EMI 9524・直流増巾器
その他	残存偏光補償板、検定光学系、回転 1/2 λ 板
	位置角表示用マイクロスイッチ、可変偏心回転装置

文献

Nishi, K., Nagasawa, S.: 1964, *Publ. Astron. Soc. Japan*, **16**, 285.

長沢進午、西 恵三、大城義名、清水一郎、矢島昭一、清水保夫: 1965, 東京天文台報, **13**, 641.



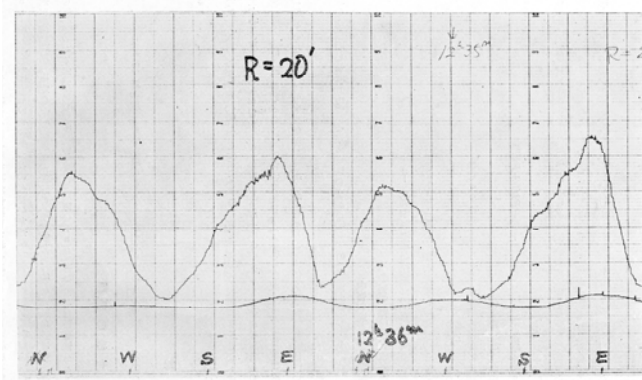


K コロナメーター底部

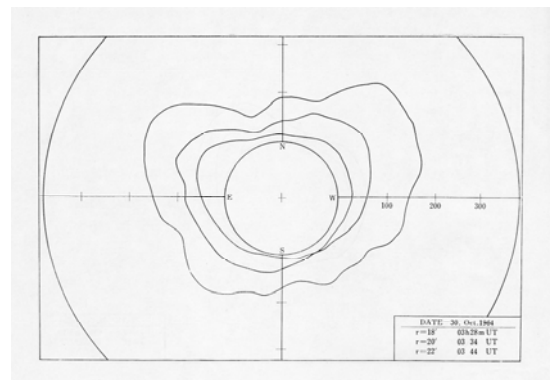


ペンレコーダー記録

K-コロナメーター観測例

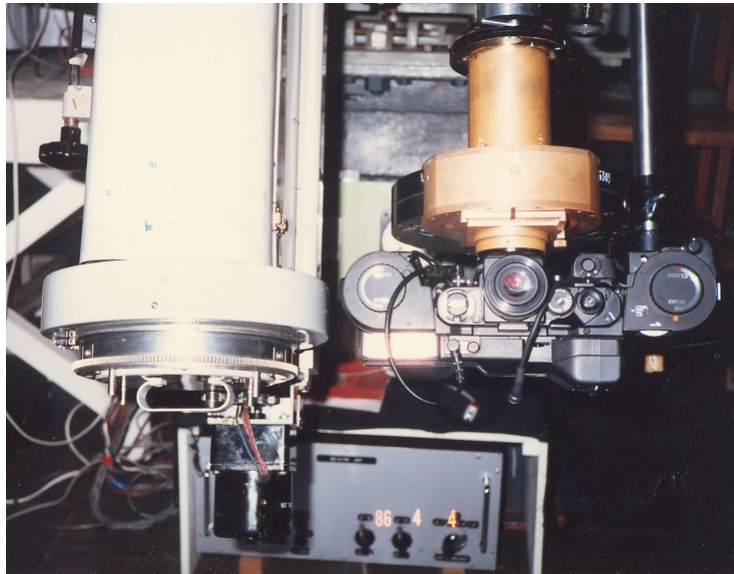


ペンレコーダの記録より得られた K コロナの強度  
1964年10月30日



左図から作られた K コロナの強度分布

10cm コロナグラフ搭載  
干渉フィルター撮像装置 (1978年設置)



干渉フィルター撮像装置 (右側)

10cm コロナグラフでは、直視分光器によるコロナ緑色輝線  $5303\text{\AA}$  の眼視観測に加え、フィルターによる撮像観測装置の製作が1955年から始まり、1958年より定常観測に入った。1968年には大幅改造が施された。眼視観測の終了後、直視分光器を撮像装置に交換して写真観測を行うのである。この間用いられていたのはドイツ Halle 社製のリオ・フィルターで、口径  $30\text{mm}$ 、プレフィルターを交換することにより波長  $5303\text{\AA}$  と  $6374\text{\AA}$  (赤色輝線) の両方を観測できる。透過波長幅は  $5303\text{\AA}$  では  $0.5$ 、 $1.0$ 、 $2.0\text{\AA}$  のどれかを選ぶことができる[1]。

しかしリオフィルターの透過率が2%程度しかなく、観測に5秒以上の露出時間が必要であることから、コロナの撮像観測は、透過率が高く取り扱いが簡便な通常の干渉フィルターを用いた方法に移行していった。最終的に1978年から定常観測に用いられることとなった装置[2]では、4種類の干渉フィルターをターレットに装備し、コロナ輝線( $5303\text{\AA}$ 、 $6374\text{\AA}$ )によるコロナ像と、水素  $\text{H}\alpha$ 線( $6563\text{\AA}$ )及びヘリウム  $\text{D}_3$ 線 ( $5876\text{\AA}$ )による紅炎像を  $35\text{mm}$  長尺フィルムに撮影する。こうして得られた画像は現在デジタル化され、<http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/database.html> において公開されている。

$\text{H}\alpha$ 線によるプロミネンスの観測は、口径  $30\text{cm}$  シーロスタットで導かれた光を口径  $13\text{cm}$ 、焦点距離  $2.5\text{m}$  の対物レンズに投入し、Baird 社製リオ・フィルター (口径  $50\text{mm}$ 、透過波長幅  $1.2\text{\AA}$ ) を通して  $35\text{mm}$  シネカメラで撮影する、虹炎早撮り写真撮影装置 (1955年完成) で行われていたが、この観測も干渉フィルター撮像装置で置き換えられることとなった。紅炎早撮り写真撮影装置のシーロスタットは三鷹に移設され、今でもその一部が気球観測室で使用されている。

撮像観測はこの後デジタル化され、1987年完成の10cm新コロナグラフ、1997年完成のNOGISへと展開することになる。

(桜井 隆)

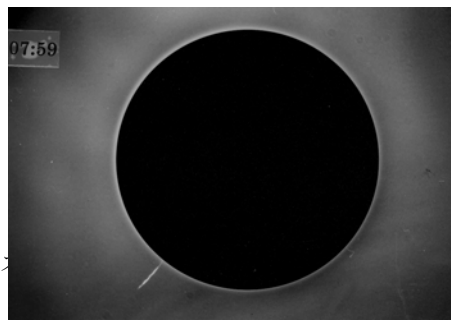
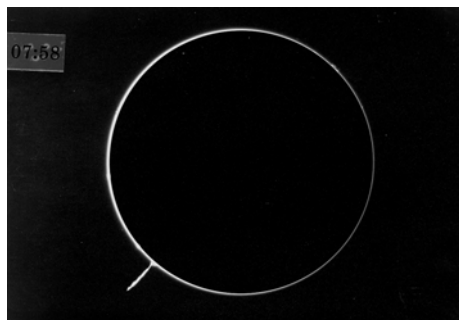
装置諸元	
コロナグラフ結像レンズ	口径 34 mm、焦点距離 204.5 mm
熱線除けフィルター	50 mm×50 mm 東芝 色ガラスフィルターIRA
干渉フィルター	口径 50 mm (米国 Infrared Industry 社製)、ターレットにより交換
6563 Å	中心透過率 60% 透過半値巾 3.0 Å
6374 Å	44% 3.86 Å
5876 Å	38% 3.63 Å
5303 Å	38% 3.28 Å
色ガラスフィルター	50 mm×50 mm (東芝 V-R60,V-O59,V-O51,V-Y50)
カメラ	ニコン F、250 コマモータードライブ
フィルム	コダック SO-115 D-19 で4分現像

文献

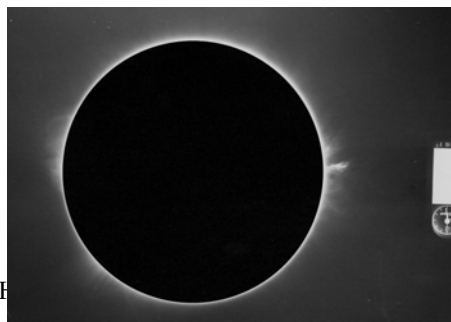
[1] 今井英樹：1970, 東京天文台報, **15**, 280.

[2] 熊谷收可：1980, 東京天文台報, **19**, 288.

干渉フィルターによる観測例



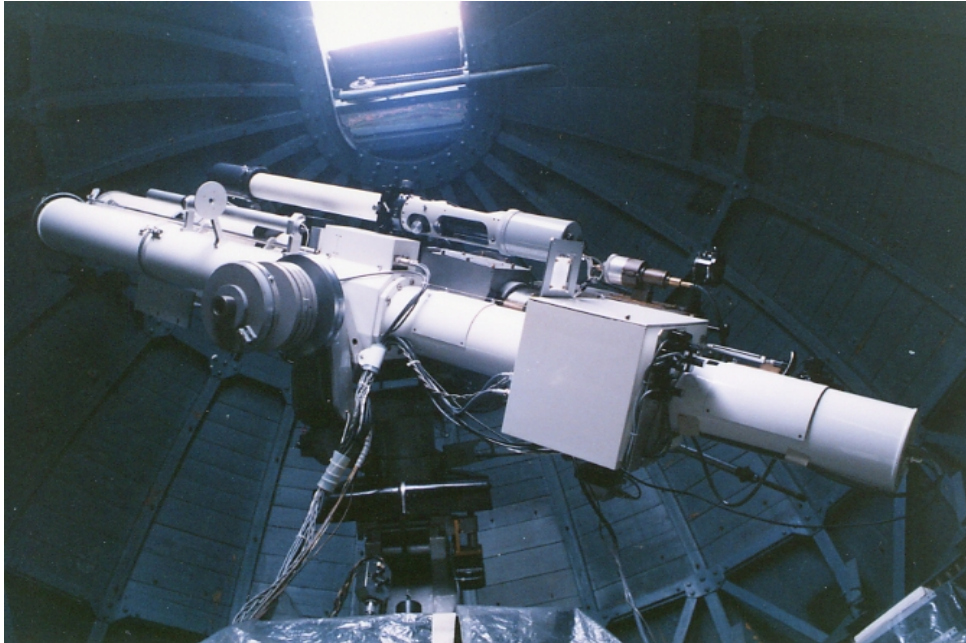
ネン



発：E



## 10cm 新コロナグラフ (1989 年設置)



1989 年、K-コロナメーターと交換

10cm 新コロナグラフ[1]は、2千万度超高温フレア画像の検出を目的として、昭和 63 年度より 4 年間、科学研究費補助金・一般研究 (A) を受けて、山口朝三氏をチームリーダーとして、一本 潔、西野洋平、熊谷收可のメンバーで開発、製作を開始した。対物レンズは清水一郎氏が日本光学との共同研究で製作した非球面レンズ[2]を使用することに決めた。全体の光学設計も清水氏により完了しており、望遠鏡製作は三鷹光器が担当し、真空紫外実験室に納入され簡易シーロスタットを使用して性能評価試験が行われた。山口は光学系実験、一本と西野は画像処理・ソフトウェア開発、熊谷は電気系設計製作、光学系実験を担った。三鷹での実験は平成元年 9 月まで続けられ、望遠鏡とのインターフェイス制御回路とそのケーブル作成、各パルスモータの制御プログラムの作成と駆動テスト、干渉フィルター波長特性チェック、望遠鏡の太陽光による光学光軸チェックと光量調整、映像ビデオ信号処理及び記録装置テスト、 $H\alpha$ にてプロミネンス観測等が行われた。9 月末にはコロナ観測所の赤道儀上に設置され直ちに望遠鏡バランス及び、光軸調整、望遠鏡周りの配線、強度校正用中心像と干渉フィルターの光量、光軸調整等の作業が行われた。特に、色フィルターと干渉フィルターのターレット部は一体となっておりかなりの重量のうえ、収納ボックスにはフィルター調整のための余裕は少なく困難を極めた。そのほかガイド系の理不尽な(?)動きを追求し理解するのに多くの時間を費やされた。また、観測プログラム動作確認の際には、モータ駆動ソフトウェアとのリンクに悩まされ、余儀なくプログラムを再構築し直した。様々なトラブルに見舞われながらも、最終的には  $5303\text{\AA}$  コロナ輝線による撮像を確認でき、更に、観測モードでの駆動テストを重ねた後、冬季時に於ける試験観測に入ったが、光学系、電気系の微調整は

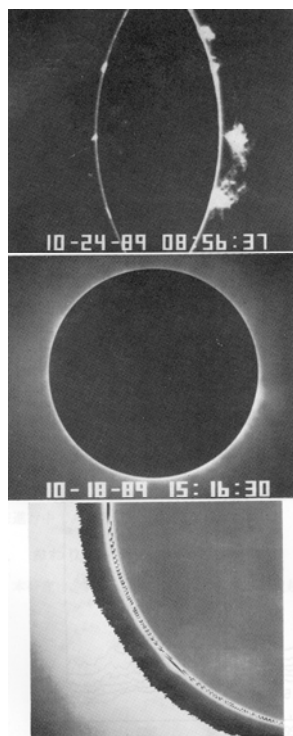


翌年まで続いた。特に、初期設定動作までは順調だが、いざ観測モードに入るとプログラムは干渉フィルター・ターレットの動作待ちのまま観測不能状態に陥る事態の解明には、様々な要因を想像し、暗中模索のなかでやっと原因に辿り着き安堵する思いであった。

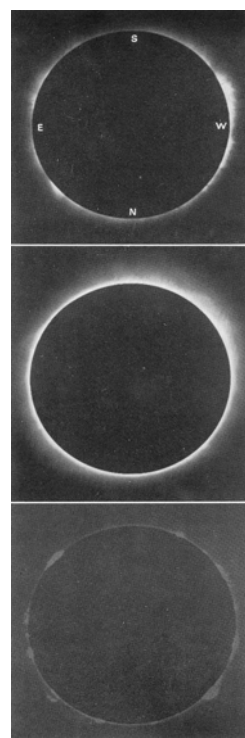
完成した観測システムの主な構成は、観測波長により対物レンズのパルスモータの焦点位置直線駆動、色フィルターと干渉フィルターのターレットの位置決め回転駆動、CCD カメラの焦点調整駆動からなり、CCD カメラからの映像信号はドーム下の制御室のイメージプロセッサに取り込まれ積算処理がおこなわれたのち GPIB でコンピュータを経由し、データレコーダにて 8mm ビデオカートリッジ・テープに記録され、太陽リム画像は随時ハードコピーで取得できた。そのほか、光電ガイドへの導入太陽光をコリメータレンズ後のハーフ・ミラーで受光部にふりわけ、光電ガイド受光部に取り入れるように設計してあるため、鏡筒のたわみなどによるガイドずれを防ぐことができる。また、鏡筒先端部に小口径のガイド望遠鏡も備え、光量計の機能も持たせた。この当時の観測は、5303Å 眼視観測、干渉フィルター写真観測等の 30~60 分程の観測であったが、長時間の連続観測をするためにはドームの自動回転制御が不可欠であったのでハードウェアのみの構成で製作した。

1989 年の試験観測から順調に観測が積み重ねられ、1992 年 12 月 2 日には M3.7 のフレアを 6630Å 連続光で捕らえ貴重な成果を挙げた。(熊谷收可)

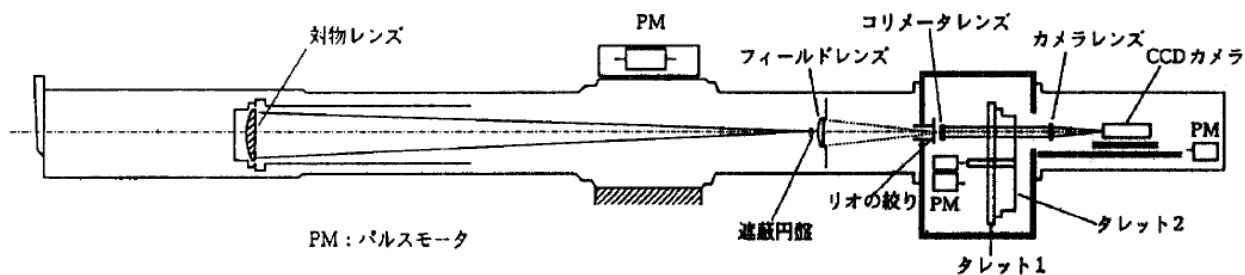
#### 10cm 新コロナグラフによる観測例



1989 年 10 月 24 日  
上から 6563Å, 5303Å, 6630Å



1990 年 8 月 5 日  
上から 5303Å, 6630Å, 6563Å

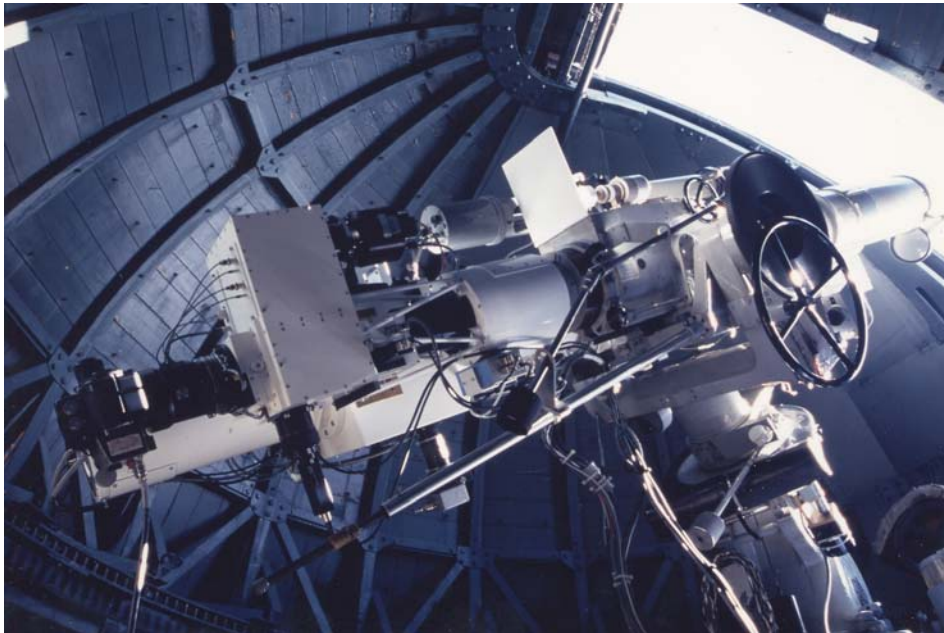


装置諸元					
製造会社	三鷹光器				
	対物レンズ (日本光学製)	フィールド レンズ	コリメータ レンズ	高倍率カメラ レンズ	低倍率カメラ レンズ
形状	平凸レンズに近い 非球面レンズ	平凸レンズ	色消しレンズ	色消しレンズ	色消しレンズ
口径	128 mm	50 mm	40 mm	40 mm	40 mm
有効口径	100 mm	30 mm	25 mm	35 mm	35 mm
焦点距離	1500 mm (5460 Å) 1530 mm (10800 Å)	250 mm	350 mm	280 mm	110 mm
遮光円板(D1)	最小径：13.78 mm, 最大径：15.13 mm, 0.15 mm ステップ 10 種				
リオの絞り	18.0 mm, 20.0 mm, 21.6 mm : フィルターボックス内で交換可能				
干渉フィルター	6630 Å, 10640 Å, 5303 Å (緑色コロナ), 6563 Å (H $\alpha$ ), 連続光				
CCD カメラ					
SONY XC-77	インターライン方式 CCD				
	内蔵の赤外域カットフィルターを除去して低倍率で太陽リム全周領域を観測				
有効画素数	768 (H) × 493 (V)				
画素サイズ	11 $\mu$ m (H) × 13 $\mu$ m (V)				
撮像面積	8.8 mm × 6.6 mm				
SONY XC-38	インターライン方式 CCD				
	東西リム $\pm$ 30°の狭領域を高倍率拡大で撮像				
有効画素数	384 (H) × 491 (V)				
画素サイズ	23 $\mu$ m (H) × 13.4 $\mu$ m (V)				
撮像面積	8.8 mm × 6.6 mm				

文献：

- [1] 熊谷收可、山口朝三、一本 潔、西野洋平、平山 淳：1991, 国立天文台報, **1**, 139.  
 [2] 清水一郎、清水保夫、深津正英、脇本善司、永山嘉重: 1978, 東京天文台報, **18**, 198.

10cm コロナグラフ搭載  
緑色コロナ輝線撮像装置 NOGIS (1997年設置)



NOGIS 外観：中央左の四角箱の中に 5303 Å チューナブル・リオフィルターが内蔵されている。

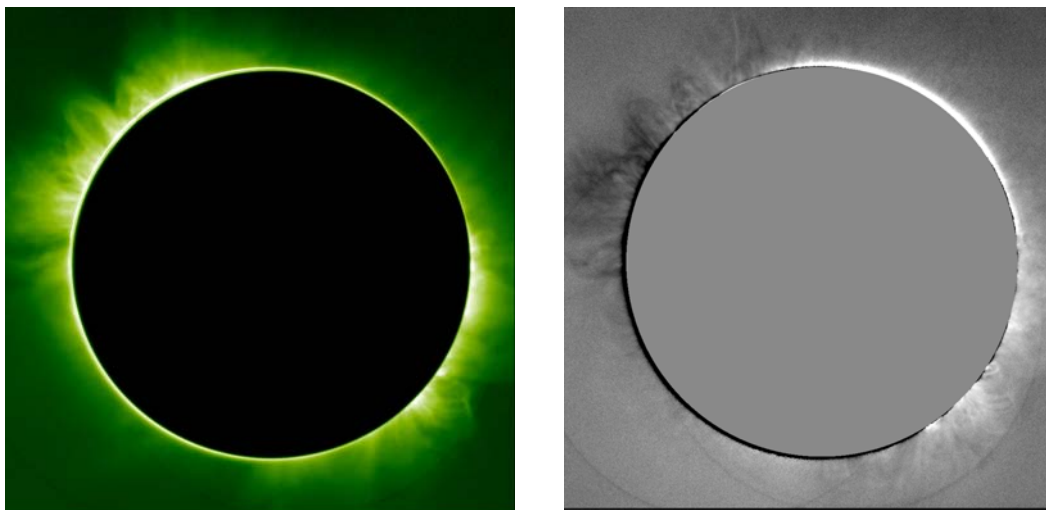
乗鞍コロナ観測所では 1949 年の開所以来、10cm コロナグラフと直視分光器によるコロナ緑色輝線 (Fe XIV 5303 Å) の強度観測を続けてきたが、太陽縁に沿った一次元のコロナ強度しか得られなかった。このため、1995 年当時世界で初めてコロナの強度・速度場を二次元的に測れる観測装置の開発を行った [1, 2]。新コロナ輝線観測装置は乗鞍に因み (また、精密測定を目指すという心意気を反映して)、NOGIS (NOrikura Green-line Imaging System) と名付けられ、1997 年から直視分光器に替わり定常運用を開始した。NOGIS を製作するに当たり、コロナの速度場を測るために透過中心波長を連続して変化させることができる、液晶遅延素子 (LCVR) を用いた小型の 5303 Å チューナブル・リオフィルターを開発した。リオフィルターは透過波長幅 1 Å、LCVR の可変波長範囲  $\pm 2$  Å である。コロナの構造を二次元的に高い時間分解能で観測するため、冷却 CCD カメラを用いている。

NOGIS による研究目的は

(1) コロナの波動を捉える：コロナ中の波動はエネルギーを運ぶだけでなく、コロナの物理状態の診断にも使えるなど、コロナのダイナミクスにおいて重要な役割を果たすと考えられているが、高い時間、空間分解能の観測が必要なため、その存在はよく解っていなかった。コロナ速度場を精密に測ることにより伝搬する波動の証拠を見つける。

(2) 磁気リコネクションモデルを検証する：太陽コロナで繰り広げられている様々な活動現象を説明する最も有力な考え方は、磁力線のつなぎ替え (リコネクション) によって磁場のエネルギーを解放する、というもので、その時発生しているガスの流れを捉え、磁気リコネクションモデルの正否を検証する、というものである。

観測結果の例を下に示す。左はコロナ緑色輝線画像で、黒円がオッカルティングディスクである。太陽全周に沿ってコロナのループ構造が明瞭にとらえられている（露出時間 4 秒）。右は速度場画像で、コロナが複雑な振動運動をしていることが解る。



NOGIS は  $5303 \text{ \AA}$  の他に  $H\alpha$  線の観測もできるように光束を分けている。 $H\alpha$  線側はさらに光束を分けてガイド光学系を取り付けてある。 $H\alpha$  線光束の出射口には当初はフィルムカメラを取り付けたが、2000 年からこちらでも CCD 化した。 $5303 \text{ \AA}$  もリオフィルターの出口は偏光ビームスプリッターになっており、2本の独立の出射光がとれるが、こちらは CCD が 2 台取り付けられたことはなかった。

(野口本和)



NOGIS 制御装置

文献

- [1] Ichimoto, K., Noguchi, M., Tanaka, N., Kumagai, K., Shinoda, K., Nishino, T., Fukuda, T., Sakurai, T., Takeyama, N.: 1999, *Publ. Astron. Soc. Japan*, **51**, 383.
- [2] 野口本和、一本 潔、田中伸幸、熊谷收可、篠田一也、西野洋平、加藤偵博、桜井 隆、西野徹雄、福田武夫、武山芸英：2000, 国立天文台報, **4**, 221.

装置諸元		
光学系製作	ジェネシア	
合成焦点距離	970 mm (プレートスケール 213.1 arcsec/mm)	
視野角	0.707° × 0.707° (対角 1.002°)	
リオフィルター	中心波長 5303 Å、透過幅 1 Å (中国・南京天文儀器研制中心)	
液晶遅延素子	Meadowlark Optics 社製	
カメラ	2001 年まで	2002 年以降
	MCD1200 (SpectraSource)	AP4 (Apogee)
	12bit (200KHz) -30°C冷却	12bit (5MHz) -30°C冷却
使用 CCD チップ	Texas Instruments TC215	Kodak KAF-4200
	チップサイズ：12 mm × 12 mm	チップサイズ：18.4 mm × 18.4 mm
	ピクセル数：1024 × 1024	ピクセル数：2048 × 2048
	ピクセルサイズ：12 μm × 12 μm	ピクセルサイズ：9 μm × 9 μm
ガイド光学系	メスグリオ製アクロマートレンズ	
合成焦点距離	520.6 mm (プレートスケール 396 arcsec/mm)	
視野角	0.726° × 0.726° (対角 1.12°)	

CCD カメラはこの他、SpectraSource Orbis や Apogee Alta U47 (どちらも 1024×1024 画素) が用いられた時期もあった。CCD カメラの変遷は以下のようなになる。

	1996~98 年	1999 年	2000 年~ 2002 年 5 月	2002 年 5 月~ 2002 年 10 月	2002 年 10 月~ 2005 年	2006 年~ 現在
5303 Å	MCD1200	Orbis	Orbis	MCD1200	AP4	AP4
Hα	フィルムカメラ NIKON F3		MCD1200		MCD1200	U47

## 25cm コロナグラフ・分光器

### スペクトル観測装置：フィルムカメラから CCD へ

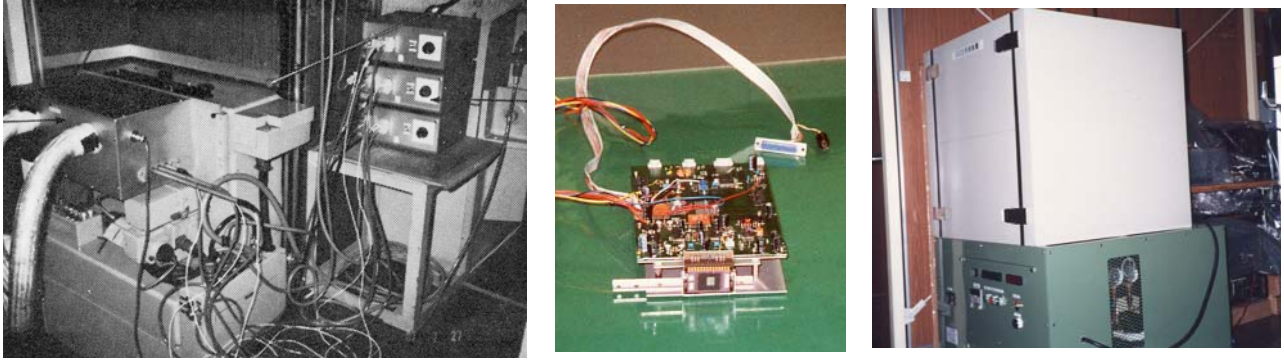
25cm コロナグラフの長焦点分光器(G1 分光器)出口には当初、長尺フィルムを装填する大きなカメラが設置された(右)。あらかじめ設定した複数の観測波長の選択、露出時間の設定、指定した時間間隔とコマ数での撮影などをリレー回路により自動的に行うことができた[1]。後日、太陽面をスキャンし単色光の像を作るスペクトロヘリオグラフの機構も追加された[2]。フィルムとしては Kodak の Tri-X などが用いられたが、広報用にカラーでスペクトルを撮影したこともある(下)。



太陽光球のスペクトル。ナトリウムの D 線付近。

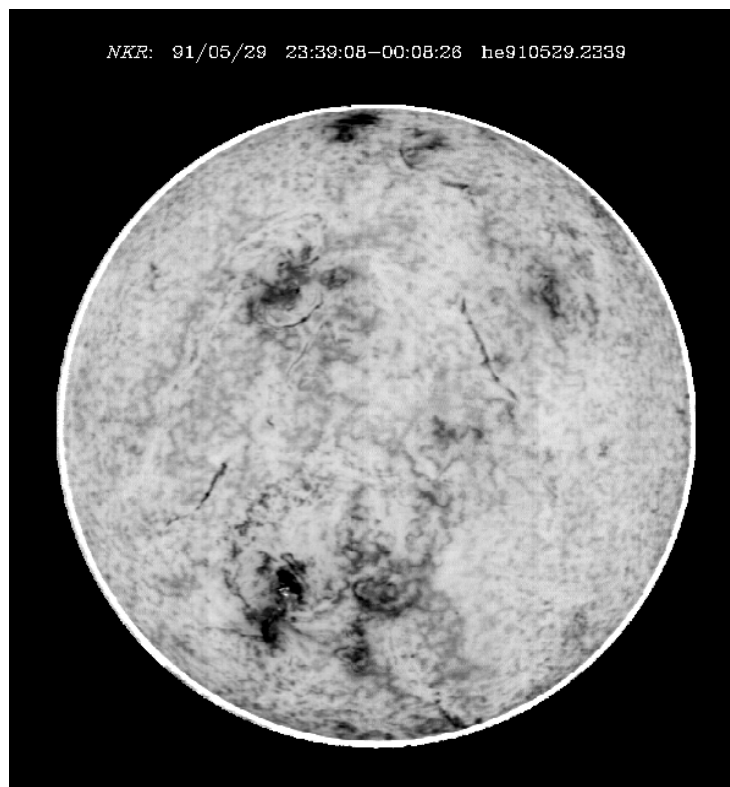
1980年代に入って CCD がテレビカメラの撮像素子として市場に出回るようになったが、天文観測に使用できる、長時間露光可能なものは当初手に入らなかったため、自主開発が行われた[3]。CCD とその評価用駆動ボードを購入し、ボード3枚を収める冷却収納箱を製作した。箱は外部より冷却空気により 0°C程度にまで冷やすことができ、箱の中で CCD を駆動ボードごと波長方向に手動で動かし、異なる3波長を観測することができる。露出は 0.5~10 秒程度が用いられ、これより長い露出は暗電流のため困難であった。CCD からのアナログ出力は画像処理装置により 8 ビットのデジタルデータに変換され、容量 1.6GB (裏と表で 3.2GB) の光ディスクに記録される。この光ディスク装置(東芝製)はこの類のものとしては初期のもので、GP-IB インターフェイスによる入出力のプログラムはユーザーが書かなければならなかった。データは今では LINUX ベースのデータサーバーに転送保管されている。同じ CCD カメラにペルチエ冷却器をつけたものが短焦点(G2)分光器に設置され、分散が低く像が小さい分、露出が短くてすむので、太陽全面をスキャンする定常観測は主に G2 分光器で行われた。スキャン観測は前述のスペクトロヘリオグラフ機構でなく、スリットの前に設置した角柱プリズムを回転させることにより実施した。この装置は 1989 年から 2001 年まで用いられた。





初代の空冷式 CCD システム：(左) 全景、(中) CCD とボード、(右) 冷凍機。

CCD チップ諸元	
メーカー、形式	三洋電気 LC9911
大きさ、駆動方式	2/3 インチ、フレームトランスファー型
画素数	574 (H) × 485 (V)
ピクセルサイズ	16.0 $\mu\text{m}$ × 13.3 $\mu\text{m}$

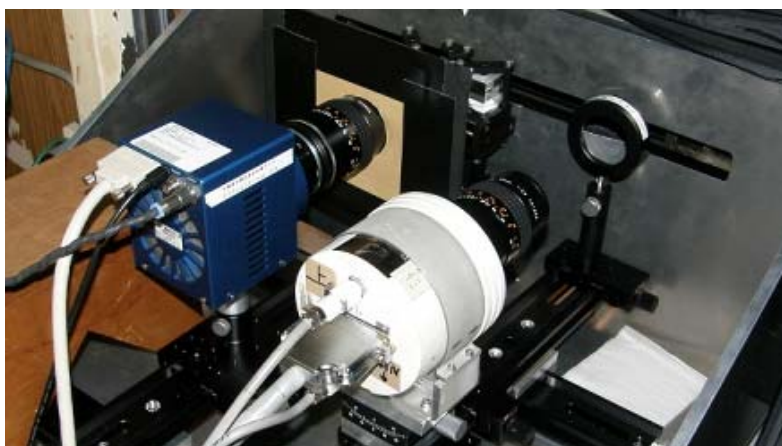


He 10830 Å スペクトロヘリオグラム全球像 (1991 年 5 月 29 日)

1990年代になると、夜間の天文観測用冷却 CCD が入手可能になり、1992 年以降、長焦点分光器での観測は Photometrics 社の冷却 CCD により実施されている。また最近では、インジウム・ガリウム・ヒ素 (InGaAs) 素子を使った Xenics 社の近赤外線検出器も実験的に用いられている。

(桜井 隆)

冷却 CCD カメラ諸元		
メーカー、形式	Photometrics CH250	Photometrics CH350
CCD チップ	Tektronics TK512B	SITe 502B
画素数	512 (H) × 512 (V)	512 (H) × 512 (V)
ピクセルサイズ	27 $\mu\text{m}$ × 27 $\mu\text{m}$	24 $\mu\text{m}$ × 24 $\mu\text{m}$
出力	14-bit 200 kHz / 16-bit 50 kHz	14-bit 300 kHz
導入年	1992	1998

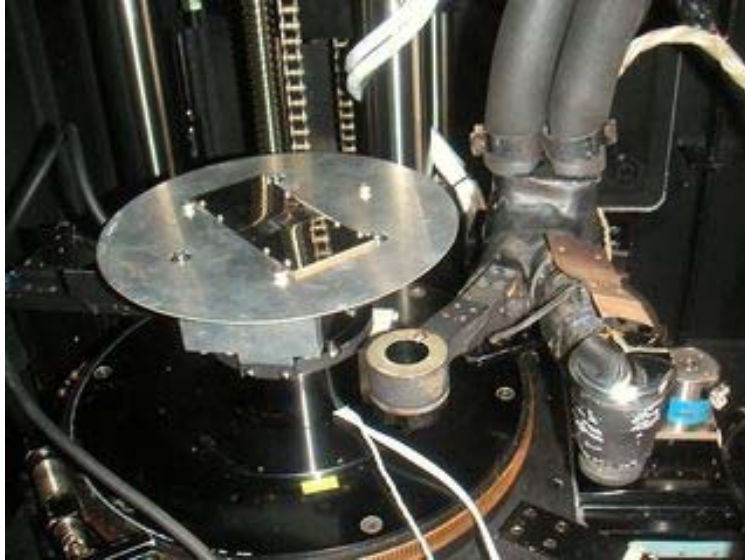


Xenics 社近赤外カメラ (左) と Photometrics 社 冷却 CCD カメラ (右)

#### 文献

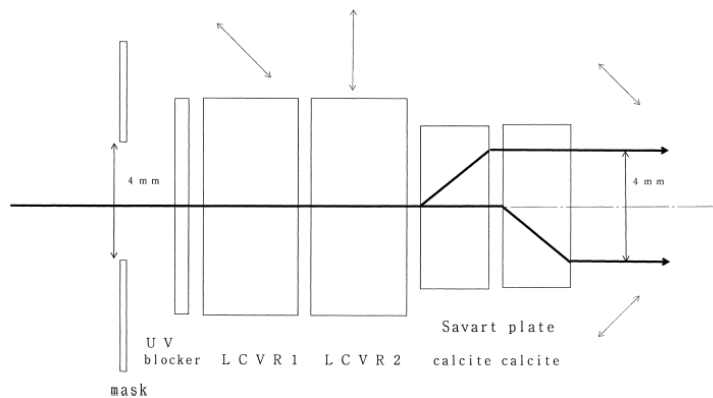
- [1] 長沢進午、清水一郎：1973, 東京天文台報, **16**, 545.
- [2] 清水一郎、浜名茂男、石川晋一：1983, 東京天文台報, **20**, 225.
- [3] 浜名茂男、熊谷收可、一本 潔、桜井 隆、日江井栄二郎：1990, 国立天文台報, **1**, 13.

25cm コロナグラフ搭載  
乗鞍偏光解析装置 NHK (1996年設置)



25cm コロナグラフの一次焦点付近に設置された NHK

太陽活動の研究において、磁場観測すなわち偏光観測は極めて重要である。25cm コロナグラフの一次焦点に偏光解析装置（ポラリメータ）をおき、分光器で偏光スペクトルを得る観測は、写真観測時代から行われていた。これはフランス・ムードン天文台の M.Semel 氏との共同研究によるもので、セメル式ポラリメータと呼ばれる装置である[1, 2]。方解石の複屈折を利用して、直交する2つの偏光成分を分離した画像が得られる。45°傾いた方向の偏光を測るには 1/2 波長板を付加し、円偏光を測定するには 1/4 波長板を付加することにより、偏光の3成分すべてを測定できる。しかし写真測光の精度には限界があり、また波長板の位相差も波長依存性があるため、観測できる波長域にも制限があった。



偏光解析装置の構造

CCDにより可視光から近赤外までの観測が可能となったこと、印加する電圧値を操作することにより、透過光への遅延量を自由に変化させることができる液晶遅延素子（Liquid Crystal Variable Retarder：以下、LCVR）が使えるようになったことから、我々はこのLCVRを2個用いて、汎用性の高い偏光解析装置、通称NHK（Norikura Henkou Kaisekisouchi）を開発した[3]。NHKの仕組みは、回転波長板を2枚用いるのと同じく、LCVR1,2の遅延量を右の表の組み合わせにすることにより、観測したい偏光成分を得ている。LCVRを用いているため、可動部分がなく像が動かない、可視光から近赤外までで使用可能、応答時間が速いなどの利点がある。

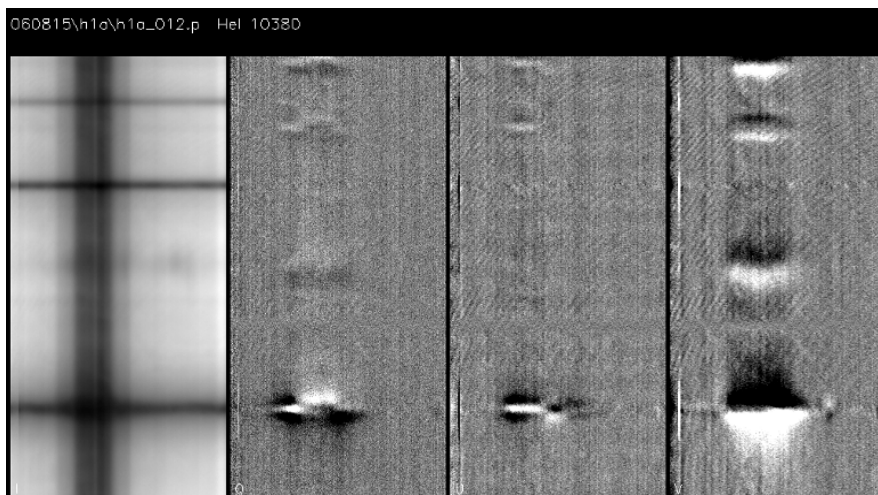
観測する 偏光成分	遅延量	
	LCVR1	LCVR2
$I+Q$	$1/4\lambda$	0
$I-Q$	$1/4\lambda$	$1/2\lambda$
$I+U$	$1/4\lambda$	$3/4\lambda$
$I-U$	$1/4\lambda$	$1/4\lambda$
$I+V$	0	$1/4\lambda$
$I-V$	0	$3/4\lambda$

偏光成分と遅延量の組み合わせ

本装置は1998年より共同利用に供されるとともに改修を重ね、2008年からは赤外域でのコロナの偏光観測にターゲットを絞って、共同利用観測者にも協力を得て観測を続けている。（篠田一也）

文献

- [1] 清水一郎、M.セメル：1979, 東京天文台報, 18, 696.
- [2] 清水一郎、岡本富三：1983, 東京天文台報, 20, 240.
- [3] 篠田一也、一本 潔、福田武夫、辛 準鎬：2001, 国立天文台報, 5, 97.



観測例：2006年8月15日 10830 Å