

自然科学研究機構

# 国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2016年3月1日 No.272

## 特集 太陽観測所—世紀を超えて—



●特集●太陽観測の歴史／太陽観測所の歩み／太陽研究の意義と基本課題／白色光による黒点観測／Ha線による彩層観測／カルシウムK線による彩層観測／磁場観測／乗鞍コロナグラフによる観測／太陽観測所 Photo Gallery／太陽観測の100年／太陽フレア望遠鏡／太陽フレア望遠鏡による観測／皆既日食の観測／日食観測の歴史／太陽観測データベースの整備と公開／太陽観測所の広報普及活動／太陽観測の未来

●天文台メモワール  
 桜井 隆／鳥居泰男／飯塚吉三

●おしらせ

・「第35回天文学に関する技術シンポジウム」「第5回可視赤外線観測装置技術ワークショップ」合同開催報告  
 ・平成29年(2017)暦要項を発表しました!

★特別附録「太陽観測所特製ポスター」

3

2016

# NAOJ NEWS 国立天文台ニュース

C O N T E N T S

- 表紙
- 国立天文台カレンダー

## 特集

## 太陽観測所—世紀を超えて—

プロローグ	太陽観測の歴史	日江井榮二郎 (国立天文台名誉教授)
01	太陽観測所の歩み	日江井榮二郎 太陽観測人物伝01
02	太陽研究の意義と基本課題	桜井 隆 (太陽観測所) 太陽観測人物伝02
03	白色光による黒点観測	矢治健太郎 (太陽観測所) 太陽観測人物伝03
04	H $\alpha$ 線による彩層観測	花岡庸一郎 (太陽観測所)
05	カルシウムK線による彩層観測	花岡庸一郎
06	磁場観測	桜井 隆 太陽観測人物伝04
07	乗鞍コロナグラフによる観測	末松芳法 (太陽観測所) 太陽観測所 Photo Gallery 太陽観測の100年 太陽フレア望遠鏡
08	太陽フレア望遠鏡による観測	桜井 隆
09	皆既日食の観測	花岡庸一郎 日食観測の歴史
10	太陽観測データベースの整備と公開	桜井 隆
11	太陽観測所の広報普及活動	矢治健太郎
エピローグ	太陽観測の未来	桜井 隆



表紙画像  
太陽フレア望遠鏡

背景星図 (千葉市立郷土博物館)  
渦巻銀河 M81 画像 (すばる望遠鏡)

## 特別附録！

## 太陽観測所スペシャル・ポスターを同封します！

今月号の特集「太陽観測所—世紀を超えて—」のスペシャル・ポスターをお届けします (※台外発送分のみ)。



## 40

## 天文台メモワール

- It's a matter of principle —— 桜井 隆 (太陽観測所)
- 退職のご挨拶 —— 鳥居泰男 (重力波プロジェクト推進室)
- 「今日までそして明日から」と「見るまえに跳べ」—— 飯塚吉三 (先端技術センター)

## 43

## おしらせ

- 「第35回天文学に関する技術シンポジウム」「第5回可視赤外線観測装置技術ワークショップ」合同開催報告 —— 篠田一也 (太陽観測所)
- 国立天文台講演会「時空を超えた挑戦：一般相対性理論100周年と重力波天文学」報告 —— 小野智子 (天文情報センター)
- 平成27年度「宇宙の日」作文絵画コンテスト表彰式 報告 —— 石川直美 (天文情報センター)
- 「一般社団法人 日本カレンダー暦文化振興協会 2015年の活動」報告
- 平成29年 (2017) 暦要項を発表しました！ —— 片山真人 (天文情報センター)

## 47

- 人事異動／編集後記／次号予告

## 48

## シリーズ「新すばる写真館」24 (最終回)

すばる望遠鏡の限界に挑んだ最遠方銀河探査～宇宙初期に突然現れた銀河を発見～  
—— 大内正己 (東京大学宇宙線研究所)

## 国立天文台カレンダー

## 2016年2月

- 1日 (月) 太陽天体プラズマ専門委員会
- 5日 (金) 幹事会議
- 12日 (金) 4次元デジタルシアター公開／観望会 (三鷹)
- 20日 (土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 25日 (木) 安全衛生委員会 (三鷹)
- 26日 (金) 幹事会議
- 27日 (土) 4次元デジタルシアター公開／観望会 (三鷹)
- 29日 (月) 天文情報専門委員会

## 2016年3月

- 1日 (火) 運営会議／天文データ専門委員会
- 2日 (水) 光赤外専門委員会
- 4日 (金) 教授会議／台長賞授与式
- 11日 (金) 4次元デジタルシアター公開／観望会 (三鷹)
- 15日 (火) 幹事会議
- 19日 (土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 24日 (木) 安全衛生委員会 (全体・三鷹)
- 26日 (土) 4次元デジタルシアター公開／観望会 (三鷹)

- 29日 (火) 電波専門委員会
- 30日 (水) 幹事会議／先端技術専門委員会／退職者永年勤続表彰式

## 2016年4月

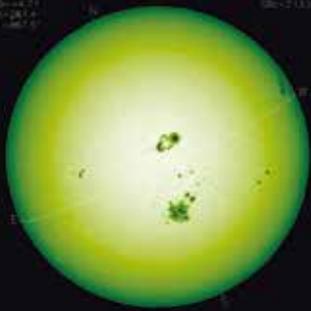
- 8日 (金) 4次元デジタルシアター公開／観望会 (三鷹)
- 16日 (土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 23日 (土) 4次元デジタルシアター公開／観望会 (三鷹)

# 特集

太陽は私たちにとってたいへん身近な天体です。近代天文学のスタートにおいても真っ先にその主要な研究対象となりました。国立天文台太陽観測所でも、前身となる組織も含めると優に百年を超える太陽観測の歴史があります。この特集では、その伝統も振り返りながら、現在行われているさまざまな観測・研究の最前線のおすすめをご紹介します。

## 太陽観測所 ——世紀を超えて——

制作協力  
太陽観測所



# プロローグ

# 太陽観測の歴史

約400年前にガリレオが始めた太陽表面の観測。太陽は私たちの生活に大きな影響を及ぼすとともに、その研究は自然界の謎を解くための近道でもありました。

日江井榮二郎 (国立天文台 名誉教授)



## ●夜明け前

天文学は常に自然科学と最先端の技術と密接な関係を保ちながら発展をしてきました。宇宙初期を探究するテーゼは壮大で胸を弾ませます。それに比べて太陽はきわめて小さいけれども、そこには実に豊かな自然現象が現われていて、未知の自然界の法則が私たちの解明を待っています。例えば、黒点の11年変動とそれに伴う磁場の極性の反転や「蝶型図」に現れる長期的な太陽活動の趨勢、黒点の振る舞いの原因としてのダイナモ作用、コロナを高温にする光球からのエネルギー伝達、フレア時に観測される突発的な加熱・加速現象を引き起こす磁場エネルギー変換……等々です。これらの謎を解くために、太陽物理学ではスーパーコンピューターを駆使し、膨大な観測を積み重ね、優れた仮説の構築やその検証のための精緻なデータ解析の努力が続けられています。その甲斐あって、時代とともにより正確な太陽の実像が明らかになりつつありますが、まだ自然界の法則を充分につかみきれたとはいえません。それは、あたかも、エディントンが1926年に出版した『星の内部構造』のなかで恒星中心部のエネルギー源の解明にかなり肉薄しながら、当時の核反応の研究が進んでいなかったために、核融合反応に到達できなかった状況に似た“夜明け前”を想起させます（その約10年後にワイゼッカーとベータにより核融合反応が太陽の熱源であることが解明されました）。

## ●400年の歩み

歴史をさかのぼれば、太陽の長期にわたる膨大なエネルギー源の研究は「原子核物理学」の研究を促し、太陽の吸収線の研究は「分光学」と結び、地上より先に「ヘリウム」を発見し、コロナ輝線5303Åは当時、未知のコロニウム元素によるとされましたが、「高電離プラズマ」の研究により、それは13個の電子を失った高電離の鉄の禁制線であることが明らかにされました。さらにゼーマン効果により「地球外天体での最初の磁場」が、太陽黒点で発見されました。また太陽大気の「化学組成」が求められ、太陽は二世代か三世代の恒星であることも分かりました。アインシュタインの「一般相対性理論の検証」には皆既日食時の恒星の位置ずれの観測が使われました。20世紀後半にもちあがった「ニュートリノの問題（日震学を使って求めた太陽内部モデルとニュートリノの地上観測から推定されたモデルの不一致）」は梶田隆章氏のニュートリノ質量の発見で解明されました。このように見ると、天文学だけでなく、物理学や化学の進歩にも、深く太陽が関わっていたことがわかります。

さらに時代をさかのぼると、太陽は明るい故に比較的口径の小さな天体望遠鏡でも観測的な研究

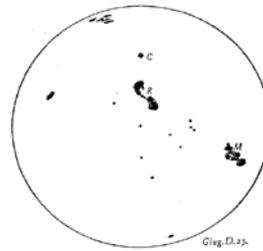
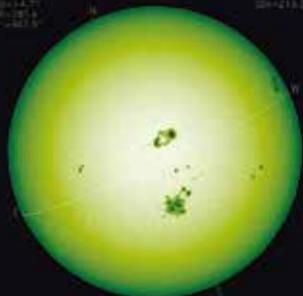


図01 ガリレオがスケッチした太陽の黒点とガリレオ著『太陽黒点とその諸属性に関する話と証明』（明星大学所蔵）。

が可能だったので、17世紀初頭にガリレオが自ら作った最初の望遠鏡で太陽の黒点を発見（図01）してから今日まで、その観測が400年余り連綿と続けられてきたこともわかります。国立天文台三鷹の天文台歴史館（大赤道儀室）に展示されているガリレオの望遠鏡（複製）を見ると黒点観測当初の時代が偲ばれ、400年の時間の重みも実感できます。そして4世紀にわたる黒点観測からさまざまな太陽活動のパターンを読み取ることもできます（36ページ参照）。

しかし黒点観測の400年間は太陽の100億年の寿命の1億分の4。人間の生涯を100歳とすればそれは僅か2分間のできごとには過ぎません。とはいえ、たった2分間の観察でも、そのクセを読み、心に潜む“自然界の法則”をうまく見出すことができれば、眼前の人物の過去や未来の振る舞いを予想することも可能です。当たり前のように輝き続ける太陽を科学の目で見つめ続けることは、いつの時代にも、自然界の謎を解くための近道のひとつなのです。



太陽観測所には100年を超える観測の伝統があります。その歴史を観測装置とともに略年表でたどりつつ、20世紀前半の研究のようすを振り返ってみましょう。

日江井榮二郎

太陽観測所の略年表 (1888~2016)

太陽観測所の1世紀を超える歴史を観測装置に焦点を当てて簡単にまとめてみました。(太陽観測所+編集部)

●凡例

Table with 2 columns: Color and Observation Type. Includes items like 'White light full-disk image + extreme sunspot observation', 'Calcium K line full-disk observation', etc.

歴代の観測装置をおもに観測波長別に8つに分類して、色分けして表示しました。参照ページにそれぞれの装置の解説があります。

Main table with columns: Year/Month, Observation Equipment, Observation Method, Observation Location, Reference Page. Lists events from 1888 to 1972.

●太陽観測所の前身は、東京大学東京天文台の太陽物理部と、分光部の一部です。1949年には、東京天文台の最初の三鷹外施設として乗鞍コロナ観測所が設置されました。1988年の国立天文台発足時に太陽物理部は太陽物理学研究系となり、その中の乗鞍と三鷹の太陽観測施設の運用を担う組織として、2004年の法人化の際に太陽観測所が発足しました。乗鞍コロナ観測所は2009年に閉所(施設は自然科学研究機構本部に移管)され、現在は三鷹の観測施設のみを運用しています。

●黒点(白斑)の観測

明治以降、科学的な太陽面の観測は1888年、平山信が東京赤坂葵町の地理局構内に設置されたトロートン・シムス製20cm赤道儀(図01)を使って太陽黒点のスケッチを始めたことにより、その幕が開きました。黒点観測は赤道儀を使う方法とサイデロスタット(今も国立天文台歴史館の展示室で見ることができます/14ページ参照)で太陽光を水平に導き、長焦点レンズを使って太陽を撮像する方法が使われました。写真撮像はガラス乾板が使われました。

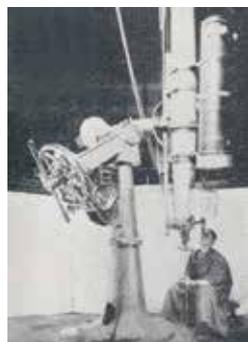


図01 トロートン・シムス製20cm赤道儀屈折望遠鏡。

1918年からの乾板は残されていますが、それ以前のデータは1945年2月8日の東京天文台の火災などで失われたようです。1921年に完成していた第一赤道儀室(図02)にカール・ツァイス製20cm赤道儀(03ページ参照)が設置されたのは1927年であり(誰が最初に観測に使い始めたのかは不明)、これにシュタインハイル製の10.5cm望遠鏡を同架して、黒点のスケッチや撮像、並びに活動域白斑・極域白斑のスケッチを行い、この観測は正月も日曜も休みなく1998年まで続けられ★01、その後CCDによる観測に引き継がれました。→くわしくは10ページへ。

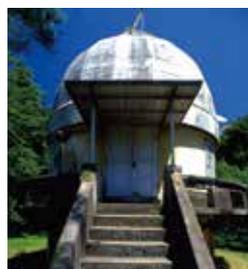


図02 1921年に完成した第一赤道儀室は三鷹キャパス最古の建物(国登録有形文化財)。

★01 おもな観測者(退職者・以下同) 野附誠夫、服部忠彦、末元善三郎、千場達、清水一郎、田中幸明(p10・図02参照)、小野実、名取正、入江誠、宮下正邦

●カルシウムK線の観測

カルシウムK線(波長393nm)は、地球環境に影響を及ぼす目安となるので、早くから観測が行われました。1909年テッファー分光太陽写真儀(スペクトロ・ヘリオグラフ/14ページ・図01参照)が購入され、平山信の手で種々の試験が行なわれた後、早乙女清房に引き継がれ、1917年から定期的な分光太陽写真の撮影が開始されました。30cmサイデロスタット(10ページ・図02参照)で太陽光を観測室に導き、口径18cmのクック製対物レンズを使って太陽像をスペクトロ・ヘリオグラフのスリット上に結び、油圧を

1974.01	05・30cmサイドロスタット分光写真観測終了 03・スペクトロ・ヘリオグラフ分光写真観測終了		三鷹	14
1978	13・30cmシーロスタット 写真観測終了		乗鞍	12
1978	12・10cmコロナグラフ リオ・フィルターによる写真観測終了		乗鞍	20
1978.11	12・10cmコロナグラフ (日本光学製) H $\alpha$ 線干渉フィルター	写真撮像	乗鞍	12,21
1978.11	12・10cmコロナグラフ (日本光学製) 5303 & 6374A干渉フィルター	写真撮像	乗鞍	21
1982.12	16・65cm太陽望遠鏡 (日本光学製) 18・ベクトルマグネトグラフ~1995	光電子増倍管部分スキャン	岡山	16
1988年	国立天文台に改組 (これ以前は東京天文台)			
1989年	19・乗鞍コロナ観測所 10cm新コロナグラフ (三鷹光器製) 完成		乗鞍	28
1989	19・10cm新コロナグラフ (三鷹光器製) H $\alpha$ 線干渉フィルター	CCD撮像	乗鞍	13
1990年	20・太陽フレア望遠鏡 (NIKON製) 完成		三鷹	30
1990.08	20・15cm太陽フレア望遠鏡 T2 (NIKON製) 連続光、4305A干渉フィルター	CCD撮像	三鷹	13,30
1990.08	20・15cm太陽フレア望遠鏡 T3 (NIKON製) H $\alpha$ 線リオ・フィルター (カールツァイス製)	CCD撮像	三鷹	13,30
1991年	21・20cm 2連ヘリオスタット (南京天文儀器研制中心製) 完成		三鷹	32
1991.05	17・25cmコロナグラフ (NIKON製)	CCD全面スキャン	乗鞍	28
1991.09	22・自動フレアパトロール望遠鏡 4cm対物レンズ、H $\alpha$ 線リオ・フィルター (ハレ製)	CCD撮像	三鷹	13
1991.11	12・10cmコロナグラフ (乗鞍) 干渉フィルターによる写真観測終了		乗鞍	28
1991.12	20・20cm太陽フレア望遠鏡 T1 (NIKON製) 6303Aリオ・フィルター (南京天文儀器研制中心製) KDP	CCD撮像	三鷹	30
1991.12	20・20cm太陽フレア望遠鏡 T4 (NIKON製) 6337Aリオ・フィルター (南京天文儀器研制中心製) KDP	CCD撮像	三鷹	30
1992.04	14・14cm H $\alpha$ 線単色太陽写真儀 写真観測終了		三鷹	12
1993.06	21・20cmヘリオスタット 5324Aリオ・フィルター (南京天文儀器研制中心製) KDP	CCD撮像	三鷹	32
1995.12	18・太陽ベクトルマグネトグラフ (岡山) 観測終了		岡山	16
1997年	23・乗鞍緑色輝線撮像システム (NOGIS、ジェネシア製) 完成		乗鞍	29
1997.01	12・10cmコロナグラフ (乗鞍) 緑色輝線強度の眼視観測終了		乗鞍	29
1997.07	12・10cmコロナグラフ→乗鞍緑色輝線撮像システム (NOGIS・ジェネシア製)	CCD撮像	乗鞍	29
1997.11	24・10cm赤道儀 (三鷹光器製) 連続光 (緑色)	CCD撮像	三鷹	11
1997.11	20・太陽フレア望遠鏡T3 CCD観測終了		三鷹	13,30
1998.03	04・10.5cm望遠鏡 写真観測終了		三鷹	11
1998.12	09・20cm赤道儀 スケッチ観測終了		三鷹	11
1998.01	12・10cmコロナグラフ 写真観測終了		乗鞍	13
1998.06	17・25cmコロナグラフ CCD観測終了		乗鞍	28
2001.07	20・15cm太陽フレア望遠鏡 T3 (NIKON製) 回転波長板	CCD撮像	三鷹	13,30
2006.12	20・太陽フレア望遠鏡T1 CCD観測終了		三鷹	16,30
2007.01	21・20cmヘリオスタット 5890A磁気光学フィルター	CCD撮像	三鷹	32
2007.07	20・太陽フレア望遠鏡T3 CCD観測終了		三鷹	13,30
2009年	乗鞍コロナ観測所閉所		乗鞍	29
2009.11	12・10cmコロナグラフ CCD観測終了		乗鞍	29
2009.11	19・10cm新コロナグラフ CCD観測終了		乗鞍	13,29
2010年	20・太陽フレア望遠鏡T2 赤外スペクトロポラリメータ 完成		三鷹	31
2010.04	20・15cm太陽フレア望遠鏡 T2 (NIKON製) スペクトロポラリメータ (ジェネシア製) 強誘電性液晶遅延素子	固体撮像素子全面スキャン	三鷹	31
2011.07	20・20cm太陽フレア望遠鏡 T1 (NIKON製) ※01 H $\alpha$ 線リオ・フィルター (カールツァイス製)	CCD撮像	三鷹	13,30
2011.01	21・20cmヘリオスタット+リオ・フィルター CCD観測終了		三鷹	32
2012.08	20・20cm太陽フレア望遠鏡 T4 (NIKON製) ※01 連続光 (緑色)	CCD撮像	三鷹	11,30
2012.08	20・20cm太陽フレア望遠鏡 T4 (NIKON製) 4305A干渉フィルター	CMOS撮像	三鷹	11,30
2015.07	20・20cm太陽フレア望遠鏡 T4 (NIKON製) Ca K撮像	CCD撮像		15,30
2016 現在	24・10cm赤道儀 CCD観測継続中	CCD撮像	三鷹	11
	22・自動フレアパトロール望遠鏡+リオ・フィルター CCD観測継続中	CCD撮像	三鷹	13
	20・太陽フレア望遠鏡T1 CCD観測継続中	CMOS撮像	三鷹	13,30
	20・太陽フレア望遠鏡T4 CCD観測継続中	CCD撮像	三鷹	11,30
	20・15cm太陽フレア望遠鏡 T2 (NIKON製) スペクトロポラリメータ (ジェネシア製) 回転波長板	観測継続中 固体撮像素子全面スキャン	三鷹	32
	21・20cmヘリオスタット+磁気光学フィルター CCD観測継続中	CCD撮像	三鷹	32

※01 T1・T4は2011.07以降15cmレンズ使用 (T1は途中からT4は最初から12.5cmに絞って使用)

## 1964年の日米国際会議

太陽は地球の生命にとってかけがえのない存在です。その挙動は、私たちの環境に大きな影響を及ぼしています。そこで、世界中の太陽研究者は、太陽現象のメカニズムを探ろうと日々努力をしつつ、国際的な情報交換にも熱心です。太陽に関する日米国際会議が1964年にハワイで開催されましたが、おそらく日本の天文学分野が開催した国際会議の中でも早期のものではないかと思えます (写真はそのときの集合写真。後列2列目の左から2人目が日江井)。その後、頻りに開かれる国際的な会議や科学衛星による共同観測・研究によって、太陽研究者の国際ネットワークの結びつきもより強められてきています。



使ってゆっくり分光器を移動させてカルシウムK線による太陽全面像を撮影しました。1932年からは、口径14cm、焦点距離2.1mの対物レンズにより約2cmの太陽像をスリット上に結び、それを6cmに拡大してガラス乾板に撮像をしました。これは1974年まで継続観測をしました★02。→くわしくは14ページへ。

### ★02 おもな観測者

野附誠夫、千場達、野島幸雄、徳家厚、岡本富三、宮崎英昭、中込慶光、積田壽久、清水保夫、山口朝三、深津正鏡、鈴木利和

### ●プロミネンスの観測

プロミネンスの観測は、早乙女清房が1931年に20cm赤道儀 (f=359cm、カール・ツァイス製) の接眼部に直視分光器を取り付け、H $\alpha$ 線によって紅炎の形態とその変動を眼視により観測しました。その後、1933年~1959年の間、観測が行われました★03。

### ★03 おもな観測者

服部忠彦、窪川一雄、千場達

### ●H $\alpha$ 線の観測

フレア、プラージュ、プロミネンスなど太陽の活動現象の観測はスペクトロ・ヘリオスコープ (日本光学製) を使って行われました。全面像による眼視観測は1948年~1967年まで行われましたが、1957年より始めたH $\alpha$ 線単色太陽写真儀 (フランス・セカシ製/12ページ・図02参照) により引き継がれました。H $\alpha$ 線単色太陽写真儀はリオ・フィルターによりH $\alpha$ 線の単色光 (半値幅: 0.075nm) にし、太陽の追尾、露出時間の調整、雲の通過に対する撮影の中断再開などを自動的にこなす機能を持ち、1分間1~4コマの割合で35mmフィルム上に太陽像を撮影します。国際地球観測年 (IGY,1957~1958年)、国際協同地球観測 (IGC,1959年)、太陽活動極小期国際観測年 (IQSY,1964~1965年)、太陽活動期国際観測年 (IASY,1969~1971年) 等の国際共同観測事業に参加して1992年まで使われました★04。→くわしくは12ページへ。

### ★04 おもな観測者

宮沢正英、大江恒彦、大城義名、矢島昭一、山口喜助、代情靖、内田誠、雨海勝、日江井榮二、平山淳、松江光昭、田中伸幸、東康一、馬場吉、浜名茂男、水垣和夫、大塚寛

## ●乗鞍コロナ観測所

1949年に北アルプス乗鞍岳に「乗鞍コロナ観測所」を開所し、本格的なコロナの観測をはじめました★05（開所当時のようすは以下の囲み記事を参照）→くわしくは20ページへ

### ★05 おもな観測者

野附誠夫、千場 達、長沢進午、清水一郎、小野 実、大江恒彦、岡田宗之、名取 正、原 孝、野島幸雄、宮沢正英、山本康郎、守山史生、森下博三、中込慶光、外城戸博、矢島昭一、東 康一、積田寿久、猪頭幸男、清水保夫、馬場 齊、浜名茂男、宮藤八ッ雄、西 恵三、山口喜助、小出沢常夫、水垣和夫、鈴木利和、徳家 厚、小沢 進、代情 靖、大塚 寛、岡本富三、山口朝三、奥田春美、吉田 弘、佐藤俊夫、日江井榮二郎、中 明男、江口 満、小俣三喜雄、大城義名、松江光昭、佐藤誠四郎、佐藤英男、牧田 貢、内田 誠、鈴木邦男、宮崎英昭、平山 淳、神田 泰、入江 誠、今井英樹、阿部健望、雨海 勝、筒木起志夫、松本宗男、田中捷雄、小沢一豊、筒木静雄、熊谷取可、福島英雄、石川晋一、上松義昭、中桐正夫、野口本和、加藤禎博、飯塚康至、萩野正興、山口喜助、山崎高幸、一本 潔、野口本和、西野洋平、斎藤守也、田中伸幸、宮下正邦、佐野一成、鈴木勲、虎尾三春、河野節夫、太田日出夫、藤原清、城戸博、小沢 進、深津正録、酒井照夫、二日市金作、松江光昭、井山敏子、内田誠、渡辺泰一、安藤泰彦、本木照夫、箕輪湧吉、小林 亮、石河洋子、山崎高幸、辛準鏡

## ●塔望遠鏡

長く「アインシュタイン塔（望遠鏡）」と愛称されています（図03）。アインシュタインの一般相対性原理から予想される太陽スペクトルの長波長への僅かな「ずれ」を検出する目的で作られ、この愛称には高精度の分光観測を試みようとする当時の期待と決意が感じられます。

現在、国登録有形文化財に指定されている塔望遠鏡は1930年に完成しました。高さ18.6m地上5階、鉄筋鉄骨コンクリート造りで、外壁はスクラッチタイル装飾で、東大の正門を入れて左右に見られる法文系の建物の壁と似ています。1931年（昭和6年）に大学を卒業された藤田良雄先生は、東京天文台に勤務

されてすぐ早乙女台長に塔望遠鏡へ連れていかれ、機器が入った梱包箱の山をみせられ、これらの組み立てを頼まれたようです。

塔望遠鏡は半地下の大きな分光器室があり、ここは温度が比較的一定なので、東大の実験物理学の先生方の垂涎的でした。特に田中務教授

は、天文台に毎週のように来られ、藤田先生と一緒に分子スペクトルを撮られていました。当時台長の関口鯉吉先生も太陽の観測に関心があり、藤田先生と観測をされていました。間に入った藤田先生はご苦労されたようです。幾何光学の大家である小穴純教授もレンズのテストに来台されていました（小穴先生は、天文台と隣接した調布飛行場との間に持ち上がった照明問題について、調査委員となり、天文台と飛行場とにアドバイスをされました）。長澤進午先生は黒点の分子スペクトルを観測し、海野和三郎・西恵三は黒点の磁場の測定をし（18ページ参照）、牧田貢は黒点の分光観測からモデルを考え、平山淳はプロミネンスを観測してプロミネンスの性質を論じ、末元善三郎と日江井はフレア観測からフレアは10kmほどの微細な構造から成ることを発表しました。フレアの微細さに関しては、1964年のサンタフェで開かれた米国太陽研究者の会合でも議論され（当時もっと積極的に発言をすべきだったと反省しています）、それが今、太陽観測衛星によって詳細に観測され出していることは嬉しい限りです。また、清水実は太陽観測を助け、斉藤国治は日食用のレンズの散乱光などの測定を行いました。



図03 塔望遠鏡。手前が半地下の大分光器室。

★国立天文台における初期の太陽観測は名取正：国立天文台報第1巻2号、入江誠：国立天文台ニュース2002年11月号、東京大学百年史・部局史三 東京天文台、東京天文台75年誌、東京天文台90年誌、東京天文台の百年に記述されていますが、観測装置の数値などに互いに違いがあり、今となってはわからない点も残されています。また過去の太陽データは太陽観測所のwebサイトで見ることができます（36ページ参照）。

## 太陽観測人物伝 01 乗鞍コロナ観測所開所期の人たちI

### 野附誠夫先生

東北酒田の生まれ。1925年（大正14年）に東大天文学科を卒業。初代のコロナ観測所長（1949～1960年）。寡黙ですが実行力があり、ゆったり屋のくせにせっちな面も併せもつ方でした。酒を楽しみ、和達清夫気象庁長官や日本光学社長岡正男氏ら先輩友人にも恵まれました。時代の先物が好きで、テレビが入り始めた時、すぐにお買いになり、職員も夜にしばしば見せていただきました。野球観戦が好きでジャイアンツが勝ったあくる日は機嫌がよいのです。予算獲得のためには文部省の職員に会って話ができるまで、朝から文部省の廊下で待つ事を1週間も続けたという逸話の持ち主で、東大や天文台の事務官もその熱意に応えようと大いに努力をして予算を確保してくれました。

日食時外におけるコロナ観測の研究は戦



氷雪に覆われる乗鞍コロナ観測所。

前から続けられ、1939年（昭和14年）にはコロナグラフを製作する計画がありましたが、戦争のため中断しました。戦後の1946年に対物レンズのテストをし、1947～1948年に八ヶ岳や乗鞍岳山頂でコロナ輝線が見えるかのテストを行い、1949年には乗鞍山塊摩利支天岳山頂に観測所を作ることに決めました（摩利支天とはヒンドゥー経でマリーチといい、蜃気楼やかげろうのことと、『バガヴァッド・ギーターの世界』（上村勝彦著・ちくま学芸文庫2007）には紹介されています。何人かの所員はコロナの守護神のようだと思います。観測所に行くとき必ず摩利支天様を拝みました。筆者 日江井 注）。昭和24年10月から観測が始まり、11月にはコロナ輝線5303Åの観測ができました。

初めての越冬には多くの人が心配し、当時の東大総長矢内原忠雄先生や萩原天文台長も年初に挨拶を交わしたとのこと。初期の頃の連絡はモールス信号で行われました。日本光学に依頼した10cm コロナグラフは1950年9月に無事搬入組立及び据え付けが行われました。ただ、この頃は労働組合によるストライキがあちこちで起こった時期で、日本光学にもその波が押し寄せ



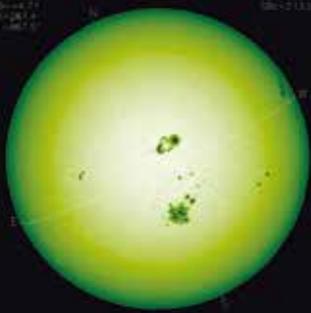
摩利支天岳に安置されている摩利支天像。

ました。ストライキが実行されて製作が滞ると冬の乗鞍は雪と氷に閉ざされてしまいますので、再開まで約1年も待たなければなりません。そこで、野附先生はマッカーサーに手紙を書き、その甲斐あって無事年内に完成して山頂に運ぶことができました。山頂への運び上げ作業に関して、地元の有力者である福島清毅氏に話をつけて、村民の協力で重い望遠鏡やエンジンなどを運び上げることができました。先生は観測員の健康にも留意され、日本医科大学の先生や信州大学の医学部との密接な連絡をされていました。そのような多くの陰の配慮については何も言われませんでした。実際に現地で生活してみると、ずいぶんと助けていただき、先生のご尽力のありがたみが身にしみたものです。

筆：日江井榮二郎



乗鞍コロナ観測所第1回越冬（1949～50）メンバー。右から河野節夫、清水一郎、野附誠夫、森下博三の各氏。河野さん、森下さんについてはp09をご覧ください。



# 02

## 太陽研究の意義と基本課題

長い歴史の中で精力的に観測装置の開発・導入・改良が続けられた結果、太陽研究は大きく進展しました。その今日的な意義と基本課題について概説します。

桜井 隆 (太陽観測所)



### ●太陽研究者、斯く語りき

ジリン (Harold Zirin) は自身の教科書“Astrophysics of the Sun (1988)”の序文を、「我々からほんの1億5千万km先に、本物の星がある。そこで起こる様々な現象は小さな望遠鏡でもつぶさに観測でき、我々を取りまく宇宙、遙か彼方からやって来る光や粒子に秘められた意味を理解するための鍵を与えてくれる」という熱っぽい語りで始めています。

ジリンは30代半ばでカリフォ

ルニア工科大学の教授になり、昼間の太陽熱によるシーイングの劣化は湖の畔では小さいことに気づき、南カリフォルニアの山中、標高2000mにあるビッグベア湖の畔に観測所を建設して、高解像度の太陽観測で一時代を築きました。ジリンのいうように、太陽の研究は他の恒星の研究の基礎になるものです。また、天体を構成する電離した気体(プラズマ)の基本的性質を研究するプラズマ物理学も、その黎明期(1930~1950年

頃)には太陽の研究が大きな動機となっていました。今でも太陽は、地上の実験施設とは異なる物理状態を提供する、自然界のプラズマ実験室ともなっています。

カリフォルニア工科大学のジリンの同僚で十歳年上のレイトン(Robert B. Leighton)は、「もし太陽に磁場がなかったら、太陽は多くの天文学者が思うような退屈な星だったろう」という有名なコメントをしました(出典については諸説あります)。これは、黒点をはじめ太陽の磁場が引き起こす様々な活動現象の重要性を指摘すると同時に、多くの天文学者は太陽に興味を持っていない(夜の観測の邪魔になるだけ?)ことを皮肉ったものです。レイトンは、超粒状斑という対流渦構造や、今の言葉でいう「日震学」のきっかけとなった太陽表面の周期約5分の振動現象の発見に加え、太陽磁場生成のしくみ(ダイナモ機構)についても重要な研究をしたのですが、その後太陽研究を離れ、赤外線やミリ波天文学に活動の重心を移しました。後年、ジリンはそれについて落胆の弁を述べています。

### ●太陽の磁気活動

太陽で起こる様々な現象のうち、顕著な(目立つ)もの、天体物理学的に重要なもの、そして我々の生活にも何らかの影響を与えそうなものは、ほとんどすべて磁場が原因となっています。太陽や太陽に似た恒星において、磁場が引き起こす現象として重要な研究テーマは3つあります。ひとつ

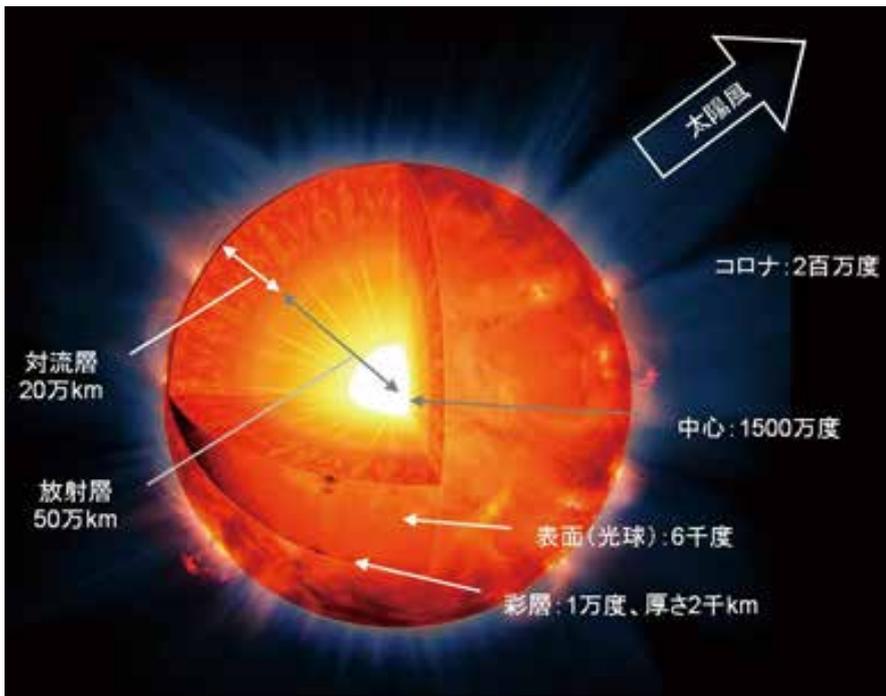


図01 太陽の構造: 太陽の半径は約70万kmで、地球の109倍ある。中心近くは温度が1500万度ほどあり、核融合反応が起こってエネルギーを生成している。生成されたエネルギーは外へ伝わっていくが、中心から約50万km(半径の7割)は放射として、光あるいは電磁波の形で運ばれる。表面近くになるとガスの温度が下がり、だんだん不透明になって光が通りにくくなるため、外側3割(約20万km)では対流を起こしてエネルギーが運ばれる。太陽の表面は「光球」といい、その温度は約6千度である。この表面のすぐ外側に、皆既日食のとき月の周りにピンク色にみえる彩層(温度約1万度、厚さは約2000kmで太陽半径の0.3%しかない)があり、さらにその外側に、皆既日食のとき真珠色の輝きをみせるガスからなるコロナがある。コロナは2百万度という超高温であるため、コロナのガスを太陽の重力でとどめておくことができず。太陽風として地球を通して太陽系の果てまで流れている(イラスト/© KAGAYA)。

はフレアのような激しい爆発現象のメカニズムで、これについては、1991年に打ち上げられた「ようこう」衛星の成果などから、磁力線のつなぎ変え（リコネクション）というしくみが基本であると考えられています。

つぎに重要なテーマは、コロナを2百万度に加熱するしくみで、これにも磁場が本質的に重要であることは判っていますが、微小フレア説と波動説の2つがあり、2006年に打ち上げられた「ひの

で」衛星の主要研究テーマですがまだ決着がついていません。

3つめは、そもそものようにして磁場を作るのかという「ダイナモ機構」の問題です。黒点の数が11年周期で変動するのが、太陽の「周期活動」の最も古くから知られている顕著な例です。太陽はその内部で周期22年の交流発電をして磁場を作っているのですが、そのしくみにはまだ謎が多く、これが3つのうち最大の難問です。なぜ難しいかというと、直接見え

ない太陽内部で起こるプロセスであることと、1時間程度で終わるフレアとは違って、何十年、何百年もの長期間のデータ蓄積が必要のためです。

### ●太陽研究の具体的テーマ

太陽を研究する意義は、それ自身が面白いからという太陽研究者も多いと思いますが、広い見地からは、(a) 恒星の研究の基礎になるから、(b) プラズマ物理学の発展にも役立つから、(c) 我々に直接影響を与える天体だから、の3点にまとめられます。その重要研究テーマとしては、(1) フレア爆発のしくみ、(2) コロナを加熱するしくみ、(3) 磁場を周期約11年で生成するしくみ、の3つが主なものです。

それでは、国立天文台での太陽研究が、これらのテーマにどう取り組んできたかを、このあと各観測研究分野の解説ページでくわしく見て行くことにしましょう（表01参照）。

主な観測項目	参照ページ	研究テーマ (1) フレア (2) コロナ加熱 (3) 周期活動	波及効果 (a) 恒星物理 (b) プラズマ物理 (c) 社会への影響
03 白色光観測	p10	(1), (3)	(a), (c)
04 H $\alpha$ 線観測	p12	(1)	(a), (c)
05 カルシウムK線観測	p14	(3)	(a), (c)
06 磁場観測	p16	(1), (3)	(b), (c)
07 コロナ観測	p20	(2)	(a), (b)
08 フレア望遠鏡	p30	(1), (3)	(b), (c)
09 皆既日食	p33	(2)	(a), (b)
10 データベース	p36	(1), (3)	(c)

表01 太陽観測所が取り組む観測研究分野（03「白色光観測」から10「データベース」まで）と「3つの研究テーマ」「3つの波及効果」との関係。太陽研究の対象範囲は広く深い。

## 太陽観測人物伝 02 乗鞍コロナ観測所開所期の人たちII

### 河野節夫さん

乗鞍コロナ観測所は摩利支天岳の山頂（海拔2876m）に在りますので水が貴重です。水は炊事に使うのが第一目的となり、風呂や洗面は二の次になります。顔は手ぬぐいにお湯を含ませて拭う程度、風呂で沸かしたお湯はそのまま長く使われるので茶色を帯びてきます。山頂には約1か月滞在していましたので、顔は煤コケてくるし、髭も生え放題になります。1か月の出張の垢を落とそうと思って、松本駅から市電で浅間温泉に行き、温泉街を下から一軒一軒順番に泊めてくださいと頼みますが、物乞い同然の汚れた姿に、どの宿の番頭さんにも断われ続けましたが、やっと11軒目ほどの宿に頼んだところ、その女将さんが、どうぞと言って泊めてくれ、入浴して疲れた体を休めることができました。その人は河野節夫さんで通信士1級の方です。初期のコロナ観測所では連絡はトントウのモールス信号であり、彼はそのリーダーでした。身なりは汚いけれども河

野さんの眼が澄んでいたのが、泊めることに決めたと女将の言葉です。宿の名は油屋。その後コロナ観測所であれば利用し、信州大学の人々も使うことになったと聞きました。

### 「かもしか仙人」こと 森下博三さん

人呼んで「かもしか仙人」といい、かもしかのように岩場も急峻な山道も身軽に登山をし、髭をはやして、山のことは気象・動物・植物・地層・石・環境衛生など何でも知っているという方です。雪道を登るための輪かんじきの履き方、歩き方、スキーの裏にアザラシのシールの付け方をはじめ、雪崩はどこで起きるから冬の登下山の道はどこを通れと指示をしてくれました。高山（たかやま）を熟知しているので、お米が配給の時代に、どこからかお米を調達してくれて、自転車にお米を積んでコロナ観測所に運ぶ時に、警官に捕まり尋問を受けたとのこと。しかし

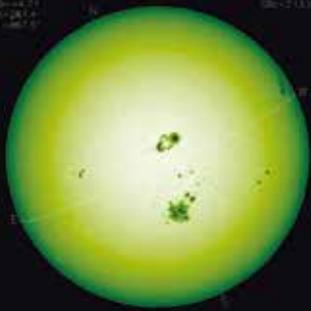


建設当時の観測所（1949年）。

森下さんの著書『氷層の山』の表紙。

コロナ観測所に運ぶのだと話をして無事届けてくれました。コロナ観測所に行くと白米が食べられると言って就職したと冗談で話す職員もいました。彼がコロナ観測所に居てくれたので、大きな事故もなく仕事ができました。森下さんは高山測候所に勤務していましたが、野附誠夫先生が、旧友の当時の和達気象庁長官に頼み込んで、コロナ観測所に移って頂いたのです。

筆：日江井榮二郎



# 03

## 白色光による黒点観測

国立天文台の記録に残る最古の白色光による黒点観測は、1888年に行われたスケッチ観測です。それ以来128年間、今日も晴れていけば観測が続けられています。

矢治健太郎 (太陽観測所)



### ● 写真観測

イタリアの天文学者・ガリレオ・ガリレイが初めて太陽黒点を観測したのは1610年と言われています。そのガリレオによる太陽黒点のスケッチが著書『太陽黒点に関する第二書簡』に残っています(04ページ参照)。太陽黒点は毎日観測していると、その位置を変え、数を変え、形を変え、さらに突如現れては、そして消えていきます。そんな黒点の変化を歴史上の多くの観測者たちがスケッチという手段で記録に残してきました。今では、太陽黒点は、光球面の磁場の強い場所、周囲より温度が低い場所(約4千度)であることがよく知られています。

国立天文台、およびその前身の東京大学東京天文台では、様々な観測装置を使って、太陽観測を長期にわたって行ってきました。白色光による太陽像の観測もその一つです。白色光による太陽観測というと、ガリレオ以来行ってきた黒点スケッチによる方法がよく知られています。しかし、東京天文

台では黒点スケッチを継続的に行う前から、写真乾板による白色光観測を行っていました。現存している最も古い白色光画像は、1918年7月9日に観測されたものです(図01)。画像を見ると、3か所に黒点群が出現していることがわかります。1918年に東京・麻布で観測が始まり、1924年から現在の三鷹に場所を移して観測を継続しました。さらに1968年から写真乾板からシートフィルムに記録媒体が移行しています。主な観測装置はシュタインハイル製の10.5cm望遠鏡でした(図02)。この写真観測は1998年まで継続しました。ただし、1946年をのぞいて1947年から1955年の間は写真乾板による観測は残っていません。スケッチによる黒点観測は行われていました。何らかの理由で散逸したと考えられます。それでも、この間の総画像数は19242枚、総観測日数は11680枚です。

### ● スケッチ観測

太陽黒点のスケッチは1938年から始まりました。三鷹キャンパスの口径20cm屈折赤道儀望遠鏡により行われてきました(図02)。直径24cmの太陽像を投影板に写し(図03)、熟練した観測者が黒点と白斑のスケッチをとりました。図04は、1947年4月9日の黒点スケッチです。1874年以来面積最大の黒点が出現した日です。黒で黒点(暗部と半暗部)が、赤鉛筆で白斑が記録されています。当時は、写真観測よりもスケッチが細かい黒点を記録できるなどが



図02 太陽の白色光観測に使われたシュタインハイル製の10.5cm望遠鏡と太陽黒点スケッチに使われた口径20cm屈折赤道儀望遠鏡。スケッチをとっているのは田中幸明氏。

### 太陽観測人物伝 03

#### 田中幸明さん

耳が不自由でしたが、熱心に黒点のスケッチ観測をしました。絵が上手でプロの画家の指導を受けていたと聞いています。それを野附先生が聞いて、20cm望遠鏡で黒点のスケッチにお呼びしたようです。1944年から1980年に定年でお辞めになるまで、東京天文台の黒点スケッチを、その信頼性において不動のレベルまで押し上げてくれました。そもそもの絵心があったからかもしれません。田中さんは員の収集でも有名でした。

筆：日江井榮二郎

ら、1998年まで継続されました。この間の総観測日数は16228日です。少なくとも40人の職員が黒点スケッチに携わりました。この間のスケッチは全部スキャンされ



図03 太陽黒点スケッチの様子。

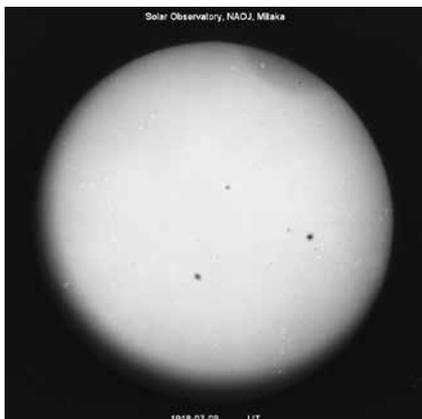


図01 1918年7月9日に観測された白色光画像。

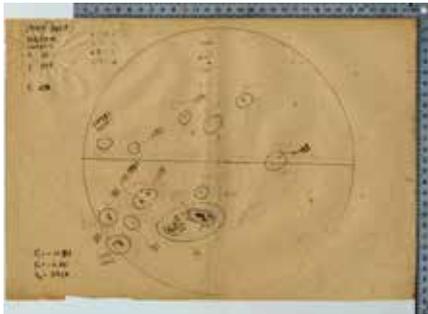


図04 1947年4月9日の黒点スケッチ。



図05 新黒点望遠鏡。1998年からこの望遠鏡で太陽黒点観測を行っている。

て、2004年から太陽活動データベースで公開されています。

しかし、熟練した観測者とはいえ、スケッチには個人差がありますし、時間もかかります。CCDカメラや計算機が発達したこともあり、1998年から長年続けてきた黒点スケッチは取りやめ、新黒点望遠鏡（直径10cm）（図05）によるCCD観測に移行しました（1998、今井）。1日に1回、白色光画像と較正用のダーク・フラットの画像を取得します。この結果作成した白色光の画像例が図06です。2000年7月20日に観測されたもので、たくさんの黒点群が出現して注目されました。さらに、コンピューターによる処理を施してスケッチ化したものが図07です。この画像から黒点数も自動で計算します。ただし、黒点の群分けは今も観測者

の判断で行っています。

### ● 100年におよぶ長期継続観測

このように、約100年の間、白色光による観測を続けてきました。黒点数や黒点の位置も記録していますので、太陽活動周期のグラフも作ることができます。毎月の黒点数から太陽黒点の活動周期が約11年であることはよく知られています。これまで約9周期分の観測を行ってきたことになり、いわゆる蝶型図も作られています（36ページ参照）。蝶型図は太陽活動と黒点の出現緯度の関係を示したものです。このような長期にわたる大規模な観測データから、太陽黒点活動について報告した論文も東京天文台報や国立天文台報に掲載されています。ユニークなところでは「太陽の極域白斑」（1980、田中）、「白色光フレアを起こした活動領域の変遷」（1988、山口）などの論文があります。

2010年からは太陽フレア望遠鏡のT4望遠鏡（27ページ参照）で白色光とG-Bandの2波長で同時全面観測を行っています。それまでの黒点観測はせいぜい1日にほぼ1回観測するぐらいでしたが、太陽フレア望遠鏡では終日観測していますので、日変化を追うこともできます。この観測データは現在公開準備中です。T4望遠鏡の観測例として、2014年10月下旬に出現した巨大黒点画像を紹介します（図08）。これは約24年ぶりの巨大黒点ということで、非常に注目され、プレスリリースもされました。この黒点をきっかけに過去の大面積の黒点群のリスト<sup>★01</sup>というのを作成しました。このリストは過去に観測された白色光画像や黒点スケッチとリンクしています。

太陽観測所は、長期継続観測とデータベース構築の業績により、

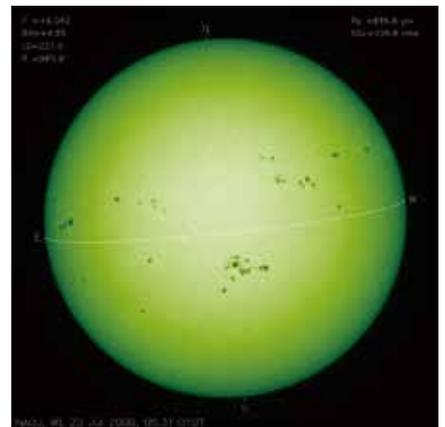


図06 2000年7月20日の白色光画像。

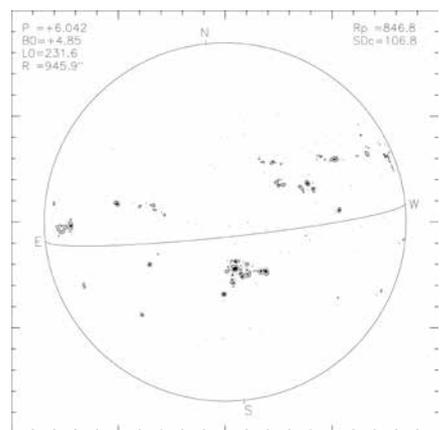


図07 2000年7月20日のスケッチ画像。

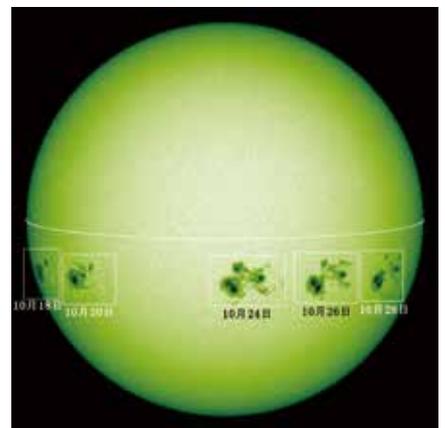
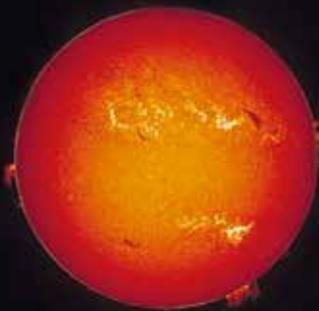


図08 2014年10月下旬に出現した巨大黒点画像。

平成24年度国立天文台台長賞を受賞しました。これにはもちろん1918年から続いた太陽黒点観測の継続も含まれています。

★01 過去の大面積の黒点群（1874年～2014年）のリストは、以下でご覧いただけます。  
<http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/bigspots.html>



# 04

## H $\alpha$ 線による彩層観測

突然出現する太陽フレアは、太陽面の物理研究の鍵を握る現象です。しかし通常は白色光で観測ができないため、H $\alpha$ 線によるモニター観測が続けられています。

花岡庸一郎 (太陽観測所)



### ● H $\alpha$ 線観測の歴史

人類が電気を利用するようになると、同時に電信の不通や停電といった障害も経験するようになるわけですが、このような障害時にしばしば地球の磁場が乱れたり激しいオーロラが起こったりしていることがわかりました。さらにこのような現象は太陽表面に大きな黒点が現れているとき起こることもわかってきました。黒点の変化はゆっくりとしたものですが、なぜそれがこのような激しい現象と関係あるのでしょうか？ 実は黒点そのものではなく、その周辺で起こる太陽フレアがその原因になっているのです。19世紀には白色光で黒点の周辺が突然輝きだすのが観察され、太陽フレアが発見されたものの、普通は白色光ではフレアは見えません。水素のH $\alpha$ 線（波長656.3nmの赤い光）で



図02 セカシ社製H $\alpha$ 単色太陽写真儀の稼働中の姿。

太陽を観察することができるようになって、ようやく太陽フレアの発生を詳しく知ることができるようになり、太陽フレアと災害との関係が明らかになりました。その社会的な影響から、フレアは世界的に観測が行われるようになりました。

東京天文台では、H $\alpha$ 線での太陽観測はカルシウムK線（14ページ参照）よりもだいぶ遅れて1948年に始まりました。意外に思われるかもしれませんが眼視による観測です。フレアのような時間変化の激しい現象をとらえるために人がずっと監視していたわけです。今のようにフィルターを通せばすぐH $\alpha$ 画像が見えるというわけにはいかなかったので、スペクトロヘリオスコープ（日本光学製）という装置で太陽を観察し、表面の様子をスケッチ（図01）などに残

すとともに、フレアの発生を見つけたらその大きさなどを記録し報告していました。その後国際地球観測年を機に1957年にはフランス・セカシ社の口径14cm H $\alpha$ 単色太陽写真儀（図02）が導入され、リオ・フィルターを使った写真観測（図03）が始まりました。眼視観測も1967年までつづけられましたが、途中からH $\alpha$ 単色太陽写真儀で15秒ごとに撮影した画像をもとにフレアの検出・測定を行うようになりました。このように、フレアの発生を検知してその規模を測定して報告するというのが、かつては社会からの要請に応える、特に東アジア経度域に位置する天文台の重要な業務となっていました。

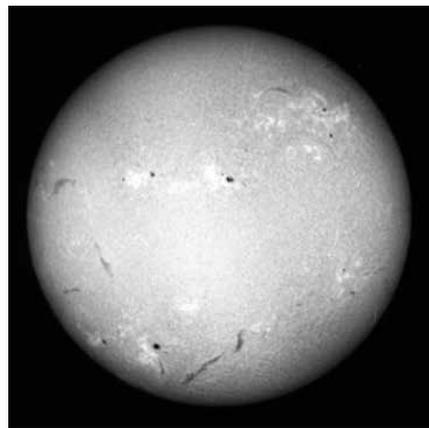


図03 セカシ社製H $\alpha$ 単色太陽写真儀による太陽像の例。

### ● H $\alpha$ 線観測の現状

その後、フレアの検出は人工衛星によるX線観測で常時行われるようになるとともに、観測機器もデジタルの時代になります。同時に、フレアなど活動現象の研究の進展につれ、H $\alpha$ の観測にも、フ



図01 スペクトロヘリオスコープで観察した太陽H $\alpha$ 像のスケッチの例。



図04 新黒点望遠鏡に同架した自動フレアパトロール装置。

フレアの発生の検知にとどまらないより詳細な物理情報を得ることが求められるようになりました。1990年前後には日本国内も含め各地で太陽全面を約1"の分解能でとらえる高解像度観測が始まります。一方国立天文台においてもフレア望遠鏡が建設され(30ページ参照)、太陽フレアの発生機構の解明のため、活動領域の磁場観測ともにテレビカメラを利用したデジタルデータ取得を使ったH $\alpha$ 観測を始めました。画像をビデオ録画してフレアを高時間分解能でとらえるとともに、フィルターの透過波長を変えながら太陽の活動現象におけるプラズマ運動のドップラー速度も測定し、彩層での活動現象の研究に役立つものです。さらに2002年からは、H $\alpha$ 線での偏光観測も始め、フレアや黒点の彩層での磁場の観測に成功しています。この活動領域モニターは、フレア望遠鏡で赤外マグネトグラフを搭載する作業を始めるまで続けられました。

こういった中で、H $\alpha$ 写真観測は、途中でビデオ録画も併用しつつ続けられましたが、1992年で

終了しました。H $\alpha$ 全面モニター観測も1991年に開始したビデオカメラの信号をデジタル化することによる自動フレアパトロール観測(図04)に置き換わったからです。この新たな観測はフレア検出を報告するための観測というより、常に太陽全面の活動を把握する観測として、限られた視野でひとつの活動領域を見ているフレア望遠鏡での観測を補う役割を果たすようになりました。他の観測所で高解像度観測が始まっていたので、口径4cmの小望遠鏡で波長固定のリオ・フィルターを用いた簡易的な観測をおこなうにとどまりました。

その後、他の観測所のH $\alpha$ 観測が縮小されることになったため、高解像度H $\alpha$ データを引き続き研究に利用できるよう、2011年から、フレア望遠鏡にてもととのH $\alpha$ 部分像観測系

統を利用して、高画素CCDカメラ(その後CMOSカメラに変更)を用いた太陽全面高解像度観測を開始しました(口径12.5 cm)。フレア望遠鏡では赤外マグネトグラフを立ち上げたのに伴い、フレア望遠鏡のその他の観測も太陽全面に対応させるよう改修を行った一環でもあります。多数の画像を連続取得してシーイングの良いものだけを記録したり、また望遠鏡のピントのずれを自動予測修正したり、という工夫によって、晴れている間は高品質の連続したデータが得られるようになっており、また複数の露出時間での撮像によりダイナミックレンジを広げており(図05)、ドップラー速度の情報も取っていて、研究に利用すると共にwebページでも観測された興味深い現象を紹介しています。

太陽の活動現象は太陽面上のどこで発生するかわかりませんし、また必ずしも活動領域の中といった狭い範囲にとどまるものではないため、太陽全面をとらえる視点が常に必要となります。私たちは今後も太陽・宇宙天気研究の基礎情報としてのH $\alpha$ データを供給していきたいと考えています。

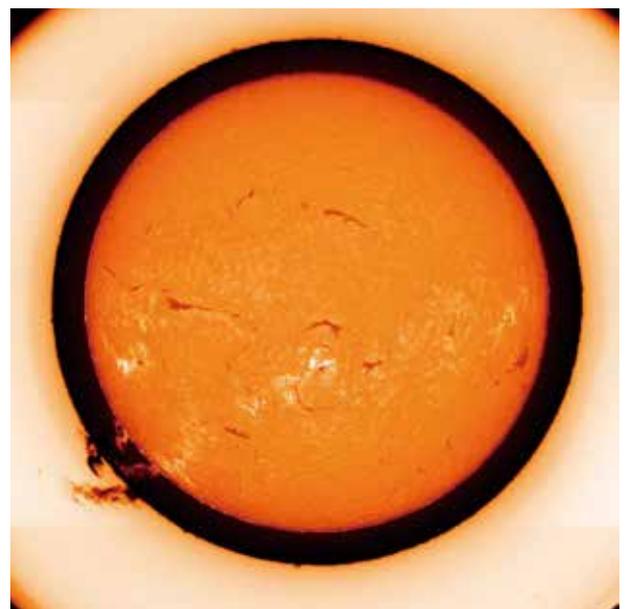


図05 現在フレア望遠鏡で稼働中のH $\alpha$ 観測装置による太陽像。通常のH $\alpha$ 像の外側に、長い露出時間で淡い部分までとらえたプロミネンスの様子(ネガ像)を重ねたもの。



特定の波長による2次元の太陽撮像を可能とした装置がスペクトロヘリオグラフです。観測しやすいカルシウムK線による観測はほぼ100年続けられています。

花岡庸一郎

### ● カルシウムK線観測の歴史

太陽には光球の上層にコロナや彩層があることが皆既日食の観測でわかっていました(8ページ図01参照)。彩層は光球のすぐ外側を取り巻く赤っぽく見える層です。彩層にはプロミネンスやスピキュールのような光球には見えない構造があることから、日食以外のときでも彩層を観測できないかと考えられ、スペクトロヘリオグラフという装置によりこれが実現しました。彩層はH $\alpha$ 線やカルシウムK線などの特定の波長でよく見えるので、分光器を使えばスリットが当たっている部分の彩層の様子を知ることができます。そこで、分光器の入口だけでなく出口の吸収線位置にもスリットを置いてその後ろにカメラを置き、太陽像を分光器入口のスリットで走査しながら同時に出口のスリットも動かし、特定の波長の2次元の太陽像を撮影できるようにしたのがスペクトロヘリオグラフです。

19世紀末に発明されて以後、20世紀には世界各地の天文台で次々に導入されました。特に多かったのがカルシウムのK線という393.4nm(青紫色)の吸収線で彩層画像を撮影する装置で、これはカルシウムK線が可視光域では最も幅が広い吸収線で、比較的簡単な分光器でも観測が可能で、また写真に容易に写る波長だったからです。

東京天文台でも1909年にプリズム分光器を内蔵したスペクトロヘリオグラフ[ドイツ・テッファー社、図01]が導入され、当時麻布

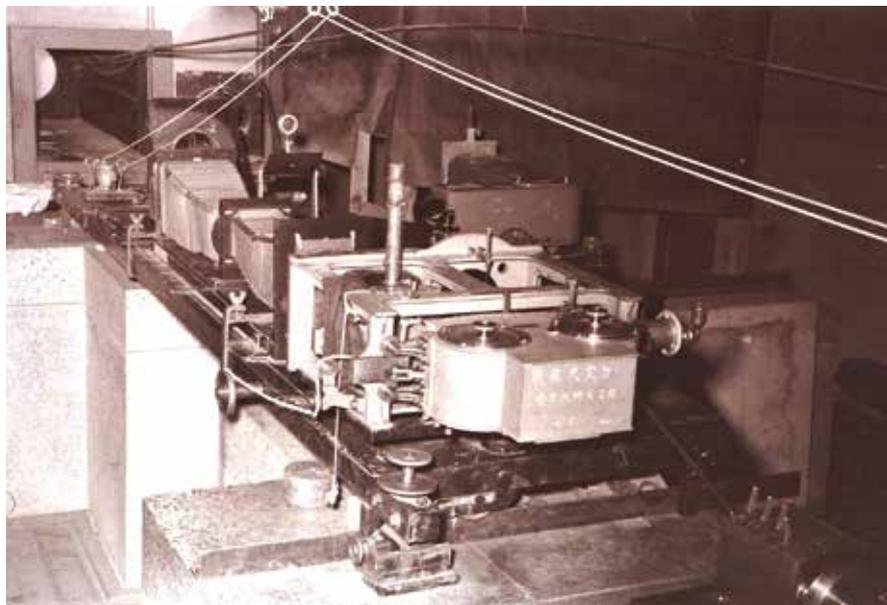


図01 稼働中のテッファー社スペクトロヘリオグラフ。



図02 稼働中のグラブ社サイデロスタット。中央にあるのが反射鏡で、太陽光を右側の丸穴に導いている。

にあった天文台(現在の東京都港区)に設置されていたイギリス・グラブ社の30cmサイデロスタット(図02)とクック社製18cm対物レンズ(後にシュタインハイル製13.5cmレンズ)を使って観測が始まりました。1917年以降は写真乾板を用いた

定常観測データが残されています。1923年の関東大震災の後しばらくして現在の三鷹キャンパスへ移転して観測を続け、第2次大戦中も継続し、途中でフィルムでの観測に切り替え、1974年までおよそ60年にわたって観測が続けら

れました。この間に、通算8500日あまりの観測データが蓄積されています。

図03のように100年近く前とは思えないような彩層の画像が得られているわけですが、撮影のための装置の動作はそれほど簡単ではありません。これら装置は機械的な工夫だけで必要な動作を実現していました。

サイデロスタットというのは1枚の鏡の反射で太陽などの光を特定の方向に反射し、固定された観測装置に光を導入するものですが、鏡が1枚しかないので、日周運動を追いかけるには2軸周りに鏡を回転する必要があります。今では何も難しくありませんが、当時はもちろん電子制御など全く無い時代です。写真のサイデロスタットでは1軸の定速回転をメカの工夫だけで2軸の回転に変換して日周運動の追跡を行っていました。また、スペクトロヘリオグラフのスリットの移動は、厳密に一定速でないと撮影された写真にムラができてしまいます。この装置では、もともと錘による駆動力を油の粘性で適当に抑えてスリットの移動を一定速になるようにしていました。後年この駆動をモーターに変えた時には、わずかな速度ムラが写真に出てしまい、もともとの原始的とも思える駆動で達成できていたレベルを電氣的制御で実現するのに苦労したそうです。

### ● カルシウムK線の現状

このような観測のもともとの目的は、2次元の画像を残すというよりも、太陽にどれくらいのプラージュ（羊斑、画像で明るく見える部分で多くの場合黒点の周囲に存在）があるかを数えて報告し、太陽の活動の変動を知るひとつの情報にする、というものでした。しかしながら、今ではカルシウムK線で見える彩層の様子は

太陽の表面磁場や紫外線放射と密接に関わりがあることが分かっています。太陽の磁場は太陽活動の根源としての重要性があり、今では表面磁場が直接測定されています。また太陽の紫外線放射は地球の電離層に影響することがわかっており、やはり重要な情報として衛星で直接測定が行われています。これらの測定は最近始まったもので、昔はありませんでした。しかし、直接測定の無い時代でも、カルシウムの画像から推定することで、磁場や紫外線放射のような昔の太陽活動の状況を約100年前までさかのぼって推定することができます。これは、100年近く前に既に2次元像の写真が撮られていたことによって可能になることです。400年の歴史のある黒点の観測などから、太陽活動にはよく知られた11年周期の変動以外に、長期変動があることが知られています。カルシウム画像により太陽の磁気活動の様子を100年前まで

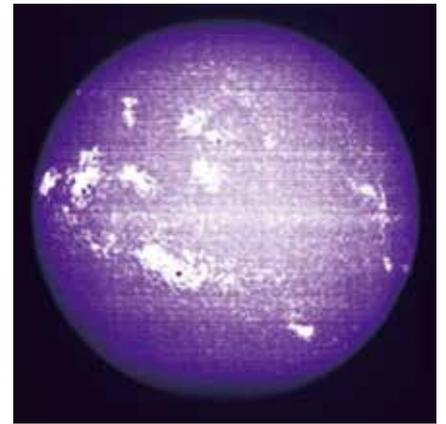


図03 およそ100年前、1917年にスペクトロヘリオグラフにより撮影されたCa K像の例。

さかのぼって知ることは、長期変動を詳細に研究し、その変動の地球への影響を知る上でもたいへん重要です。彩層の多様な観測が行われる時代になってカルシウムK線のスペクトロヘリオグラフ観測は停止しましたが、最近になってフレア望遠鏡で太陽全面モニターの一環として再び撮影を始めています（図04）。

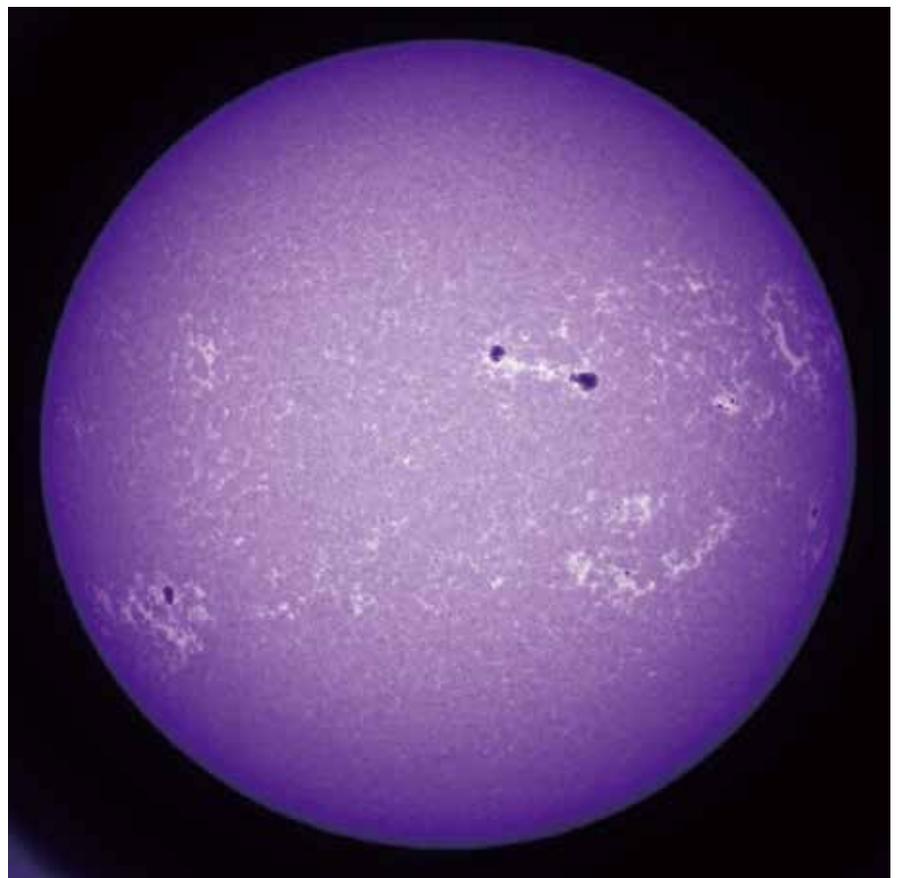


図04 新たにフレア望遠鏡で開始したCa K撮像観測による画像の例。



太陽に生じる様々な物理現象を根本的に理解するためには磁場の観測が不可欠。三鷹の塔望遠鏡や岡山の太陽望遠鏡によってその基礎研究が重ねられました。

桜井 隆

### ●ゼーマン効果による磁場観測

自然界で磁場といえば、まず地磁気です。磁石が南北を指すことは古くから知られていましたが、これが、地球が双極子磁場をもっているためと解釈したのはイギリスのギルバート (William Gilbert) で、1600年のことです。日付のわかっている最初の黒点観測は、同じくイギリスのハリオット (Thomas Harriot) の1610年12月8日ですので、それより前のことです (ガリレオは黒点観測を1610年夏にすでに始めていたのですが、残っているスケッチは1612年以降のもの)。

時代は下って19世紀になると、有名な数学者のガウス (Carl Friedrich Gauss) が、全地球的な磁場の計測と表現方法の理論を作ります。その頃の地磁気の計測は、磁針を地磁気の磁力線方向からずらしたときに、磁力線を中心に振動する振動数を測定して決めていましたが、この方法を精密化したのもガウスです。磁場の強さの単位はSI単位系ではテスラですが、ガウスの名を冠したcgs系の単位もまだ使われます (1テスラ=1万ガウス)。地磁気の強さはおおざっぱには1ガウス (0.1ミリテスラ) です。我々の身の回りにある磁石 (例えば、磁気健康器具?のようなもの) の強さは数十~数百ミリテスラ (数百~数千ガウス) のものが多いです。

今では、磁場はホール効果を使った簡単なメーターで高精度に測れますが、測る場所に計測器がなければなりません。直接行けない天体の場合にはリモート観測と

なりますが、それに使える現象が1896年にオランダのゼーマン (Pieter Zeeman) によって発見されました。原子やイオンは、その種特有の波長の光を線スペクトルとして放射します。磁場のある中で発光する場合は、そのスペクトル線が数本に分かれ、その分離は磁場の強さに比例する、いわゆるゼーマン効果です。原子の発光は、古典論的には電子の双極子振動で表され、磁場があるときは、ローレンツ力のために振動の方向がラーモア旋回するので、その分、周波数 (波長) がずれると考えます (厳密には量子力学的取り扱いが必要)。この発見でゼーマンは1902年にノーベル物理学賞をもらっています。

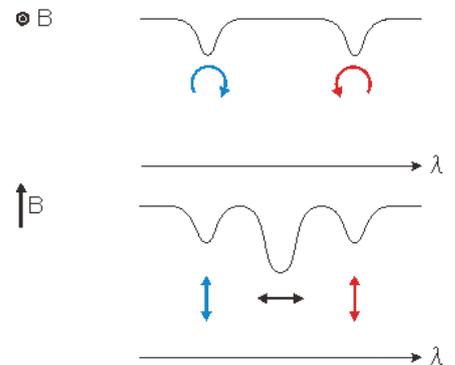


図01 ゼーマン効果：磁場の方向から見ると、もともとの波長の短波長側と長波長側の2本に分かれ、それらは逆回りの円偏光を示す。磁場に垂直の方向から見ると3本に分かれて見え、短・長波長側の成分は磁場に平行、もともとの波長は磁場に直角方向の直線偏光を示す (横軸の $\lambda$ は波長を示す)。

### ●ヘールによる太陽磁場の発見

カリフォルニアにあるウィルソ

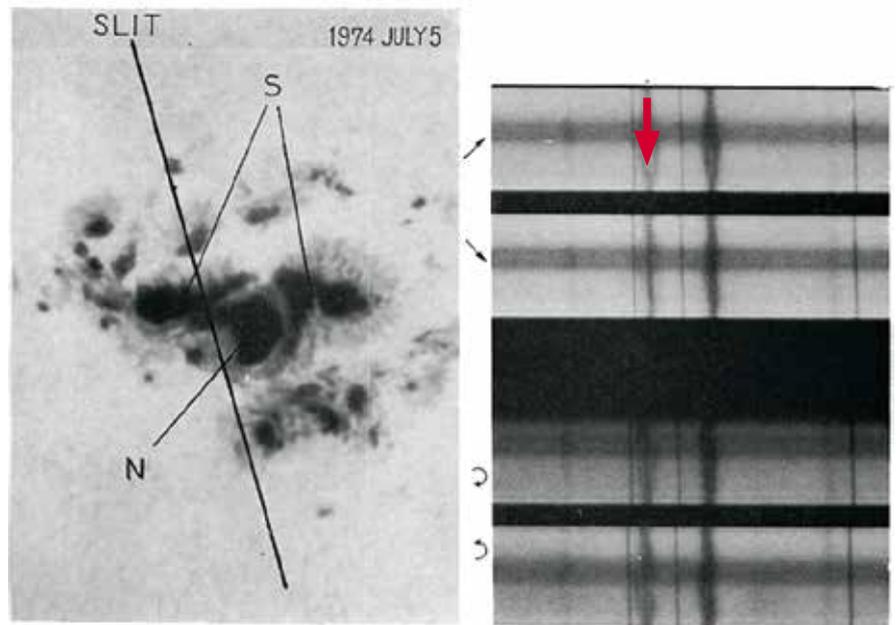


図02 黒点のスペクトルとゼーマン効果 (1974年7月5日、岡山天体物理観測所の太陽望遠鏡で)。左の写真の黒い線が分光器のスリットの当たっている場所、右がスペクトルで、右45度、左45度方向の直線偏光、右回り、左回り円偏光の4種を同時に得ている。横に伸びた暗い帯が黒点のあるところで、その部分でスペクトル線が3本に分離している。

ン山天文台の100インチ望遠鏡やパロマー山天文台の200インチ望遠鏡を建設したことで有名なヘール (George Ellery Hale) は、自身は太陽の研究者で、手始めに？、スペクトロヘリオグラフ (太陽分光写真儀) をマサチューセッツ工科大学の在学中 (1889年) に発明しています (卒業研究!)。これを使ってH $\alpha$ 線で撮影した太陽像には、黒点の周りに渦巻き状の筋模様 (今の用語ではフィラメント) が写っているので、これからヘールは、電流が作る磁場を想像したらしく、ゼーマンの発見を知ると、太陽黒点でのゼーマン効果の検出を試みました。そして1908年、黒点には最大で3~4千ガウスの磁場があることを発見しました。地球以外の天体にも磁場があることが初めて知られたわけです。

図01はゼーマン効果を模式的に示したもので、実際は3本以上に分かれる例もありますが、太陽磁場の測定では、できるだけ単純な、3本に分かれるスペクトル線を使います。また、ゼーマンの発見は放射スペクトルについてなされたもので、太陽のスペクトルのように吸

収線の場合は、無偏光の光から、振動する電子が吸収した残りを見ていることになり、ゼーマンの実験とは逆の偏光になります。

図02は岡山天体物理観測所で観測されたスペクトルで、この例では磁場の強さは3300ガウスです。

ヘールは黒点の磁場を発見した後、より精密な測定を行うためにウィルソン山天文台に150フィートタワー望遠鏡を建設し、測定装置も整備して1917年から黒点の磁場観測の定常的観測を開始しました。

図03はその一例で、このようなデータを晴れていれば眼視観測で毎日とり続け、現在に至っています ([http://obs.astro.ucla.edu/cur\\_drw.html](http://obs.astro.ucla.edu/cur_drw.html)で見ることができます)。黒点は東西に並んだN極とS極のペアで現れることが多いのですが、その並び方 (東側に来るのがN極かS極か) は北半球ではすべて同じ、南半球は北半球とNSの並びが逆ですべて同じで1周期 (11年) が経過します (希に逆並びの黒点群が現れることがあり、しばしば大きなフレアを起こします)。次の11年の周期中は、磁極の並びが両半球とも逆転し、22年で元に戻ります。これをヘール-ニコルソ



図04 バブコックのマグネトグラフが示す太陽の磁場分布。

ンの法則といい、1925年の論文で発表されました。

ヘールはこの後、日食の時のコロナの形から太陽には地球のような双極子磁場もあるかもしれないと考え、極域の磁場を測ろうとしました。50ガウスくらいであるという結論を1913~14年に得ましたが、現在ではこれは誤りで、系統的な観測誤差が除去できていなかったためだろうと考えられます。実際は極域の磁場は数ガウスしかありませんので、眼視観測の限界です。

### ●マグネトグラフによる磁場観測

1950年代になると、電気的方法により感度を上げた磁場観測装置が登場します。図01で、磁場が弱いとスペクトルの分離は小さくて測れないのですが、磁場に沿った方向から見ると、2本の成分は逆向きの円偏光をしているので、右左の円偏光を交互に切り替え、スペクトル線の波長のずれを増幅すれば高感度な測定ができます。このような装置をマグネトグラフといい、初めての装置はカリフォルニア工科大学のバブコック (H.W.Babcock) が1952年ウィルソン山天文台に建設しました (ヘールはカリフォルニア工

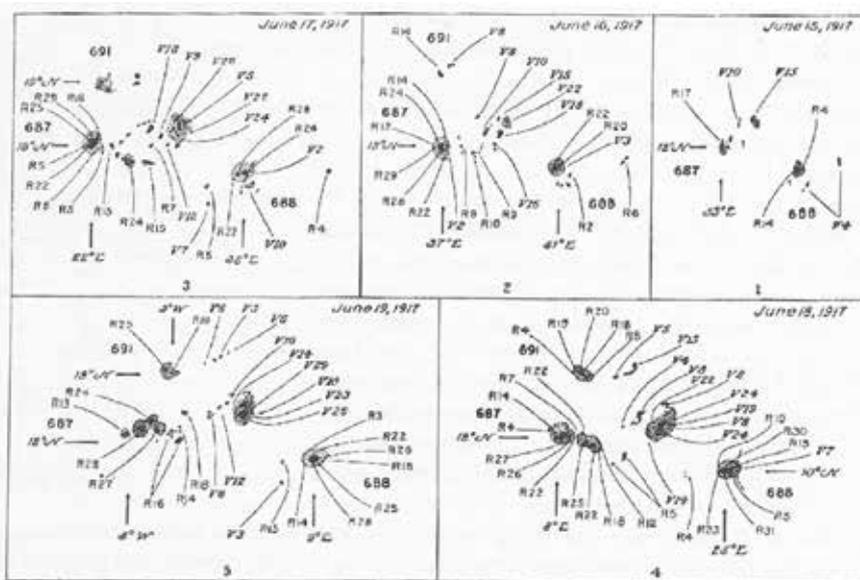


FIG. 3—Magnetic polarities of the complicated spot-groups Mt.W, 687, 683, and 691.

図03 ウィルソン山天文台での黒点の磁場の観測例。R25とはN極性で2500ガウス、V15とはS極性で1500ガウスのこと。

科大学の創設者の一人でもあります)。図04がその出力で、オシロスコープの出力をカメラで撮影（シャッターを開けたままで）したものです。これで1ガウス以下の磁場も測れるようになり、1955年にバブコックは太陽の極域には1ガウス程度（視線方向成分：実際は磁場はほとんど視線に直角向きなので、強さとしては数ガウスあるはず）の広がった磁場があることを発見しました。また、黒点の周りには数百ガウスのプラージュ領域があるほか、数ガウスの大規模磁場構造（今の言葉でいう、低緯度コロナホールに対応）も発見しました。さらに皆を驚かせたのは、1957年に極磁場の極性が反転したことです（やはりバブコックの発見）。極域の磁場は黒点の少ないとき（活動極小期）に最も拡大し、活動極大期に反転します。このことは、太陽の磁場生成機構を考える上で極めて重要な意味を持つこととなりました。

### ●写真式ポラリメータによる磁場ベクトル観測

その後、ウィルソン山天文台ではマグネトグラフを改良し、1960年代にはデータ処理もデジタル化され、磁場の等高線マップが出版されるようになります。その次の段階として、磁場の視線方向成分だけでなく、横方向の磁場も含めた磁場ベクトルを測定する装置の建設が1970年代から、日

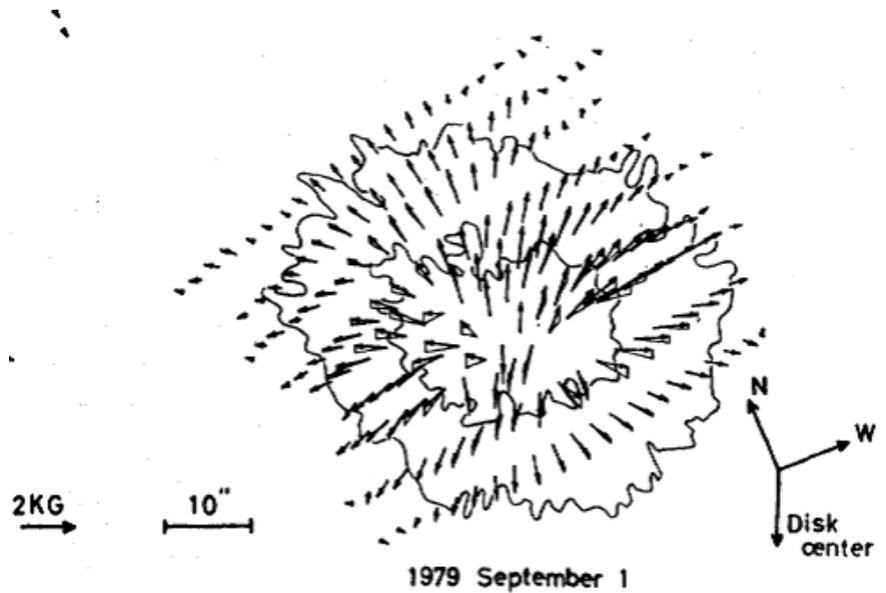


図06 ポラリメータのデータから導出した黒点の磁場ベクトル立体図（川上肇、1983）。

本を含め世界各所で始まります。その基礎となったのは、1956年に海野和三郎（現・東京大学名誉教授）が発表した理論で、それに一部改良を加えた海野・ラチコフスキーの公式というのが、今でも使われる基礎理論です。

海野先生は自分の理論を実証すべく、装置製作にもとりかかりました。当時学生だった小平桂一・元台長も協力した（動員された）と聞いたことがあります。1959年、東京天文台からドイツに派遣されていた故・西恵三氏は、「海野の理論は美しいが実用にはならない」と周りの人々に言われ発憤して、帰国後、海野先生のプランを引き継ぎ、写真測光ポラリメー

タ（別名「西式ポラリメータ」）を完成させました（図05）。4つの偏光状態を同時にフィルムに撮影できること、フレネルの菱面体を用い、広い波長範囲にわたって円偏光と直線偏光を分離できること、が特長です。図02はこのポラリメータで撮影されたデータです。基礎実験は三鷹の塔望遠鏡で行われ、1968年、岡山に太陽望遠鏡ができるとそちらに移設され、黒点の磁場分布の研究に使用されました（図06）。

### ●光電マグネトグラフによる磁場ベクトル観測

写真式ポラリメータは黒点以外ではほとんど感度がないので、光電子増倍管を検出器に使い、偏光変調は毎秒40回転する波長板により、太陽面上の1点の観測が1秒程度でできる「光電ベクトルマグネトグラフ」が1982年、岡山に完成しました（図



図05 初代のポラリメータ（西式ポラリメータ、左）と塔望遠鏡（右）。

海野和三郎先生

白色光フレアは、フレアのうちでも最大級の規模のフレアで、眼がくらむような輝きをします。海野和三郎先生と台員の



清水実さんは、1956年2月に塔望遠鏡で黒点磁場観測の準備をしていたとき、分光器スリット上の太陽像に白色光フレアを眼にしました。それだけではなく、blueish redとも言うべき青みがかった赤色の噴出ガスが太陽の縁を越えて放出されるのを目撃しました。これはフレアの時に輝くH $\alpha$ 線とH $\beta$ 線が強く放出されたものであり、肉眼で噴出ガスを見たのはたいへん貴重です。非常に強烈な白色光フレアでした。また台員の名取正さんも1984年4月に白色光フレアを眼視で観測しています。乗鞍コロナ観測所でも数多くの白色光フレアのスペクトルを撮影しました。

筆：日江井榮二郎

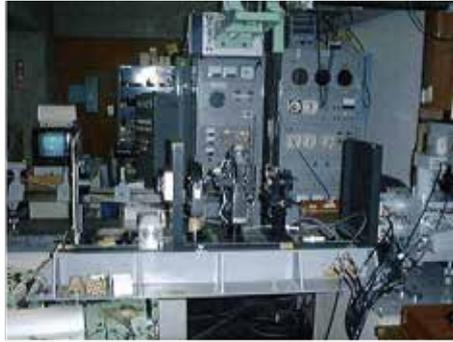


図07 岡山天体物理観測所の太陽望遠鏡（左）と光電式マグネトグラフ（右上）と光電子増倍管（右下）。

07、08)。西恵三（当時、東京天文台教授）、牧田貢（当時、東京天文台助教授：現・京都大学名誉教授）、浜名茂男（当時、東京天文台助手）の共同プロジェクトで、西先生が全体のまとめ役、牧田先生が光学系、浜名さんが電気系を主に担当し、建設費は約1億3千万円でした。完成後に柴崎清登（当時、名古屋大学空電研究所助手：現・国立天文台名誉教授）、桜井隆（当時、東京大学理学部助手）もデータ処理に参加し、柴崎さんの指導により、データはFITSファイルでアーカイブされました。電波天文以外で1983年にFITSファイルを採用していたのは極めて先進的ですが、このころはまだインターネットもWEBもないので、公開されてはいたわけではありません。

岡山の光電マグネトグラフは高精度の偏光測定が可能でしたが、50×50点を掃くのに1時間かかるので、フレアの前になる磁気エネルギーの蓄積を時々刻々監視するには限界がありました。その結果、第3世代の磁場観測装置とし

て、三鷹に太陽フレア望遠鏡が建設されることとなります。

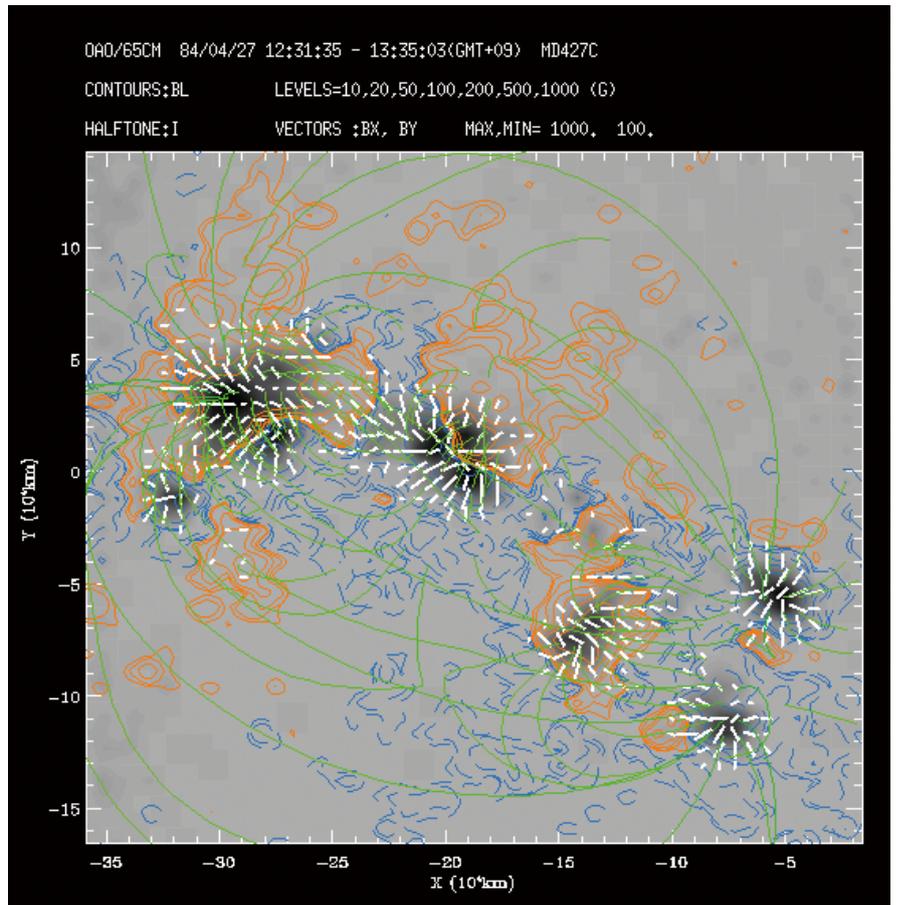


図08 岡山観測所のベクトルマグネトグラフ観測。等高線は赤がN極、青がS極、白い棒が横方向磁場の強さと向きを表す。緑色の磁力線は観測データを元に真空磁場の仮定のもとに計算したもの。



# 07 乗鞍コロナグラフによる観測

太陽を取り巻くコロナは200万度という超高温ですが、その加熱のメカニズムは今も解明されていません。その観測に活躍したのが乗鞍コロナグラフです。

末松芳法 (太陽観測所)



## ●コロナ加熱の謎

天体物理学としてのコロナ研究は、アメリカの天文学者ヤングとハークネスが1869年の北米における日食でコロナのスペクトルを写真撮影した時に始まります。皆既直前では水素やカルシウムなど彩層のスペクトル線が見え、皆既に入るとコロナの発する波長5303Åの緑色輝線、波長6374Åの赤色輝線が見えてきます。

これらコロナ輝線が何の元素によって発せられるのかは長い間謎でしたが、1941~42年にスウェーデンの分光学者エドレンが真空スパーク放電の実験で高階電離したイオンのエネルギー準位を決める研究の中で、Fe X (9階電離の鉄イオン) のエネルギー準位の中に、コロナの赤色輝線6374Åに一致する遷移があることに気づいたことをきっかけに解決されました。緑色輝線5303Åについては、

実験結果の外挿からエネルギー準位を決めた結果、Fe XIV (13階電離の鉄イオン) によるものであることがわかりました。コロナの中で鉄原子が高階電離するのは、コロナの温度が高いからです。理論計算によれば、電子の熱運動により鉄原子が電離しFe Xが最も多くなる温度は百万度、Fe XIVが最も多くなるのは2百万度であることがわかっています。しかしなぜそのような高温になるのか、今でも未解決の「コロナ加熱の謎」で、太陽のみならず恒星物理学の重要な研究テーマです。

## ●コロナグラフによる初観測

連続光コロナの明るさは太陽本体の百万分の1程度 (満月の明るさ程度) しかないため、コロナは皆既日食以外では普通見ることができません。この困難を解決して日食以外でもコロナ観測を可能にしたのが、リオが1930年に発明したコロナグラフです。対物レンズで焦点面に太陽像を作り、太陽本体を遮蔽円盤 (オカルティングディスク) で隠すと同時に、そこにレンズを置いて、少し離れた位置に対物レンズの像を作ります。すると縁が光っている対物レンズが見えるので、その対物レンズの像より少し小さい穴のあいた板 (リオの絞り) でレンズの縁の光をさえぎると、そこから後ろではレンズの縁での散乱光が取り除かれ、再結像レンズで焦点面の太陽像を作るとコロナが見える、という原理です。ただし、大気の散乱で空が明るいときコロナは空に埋

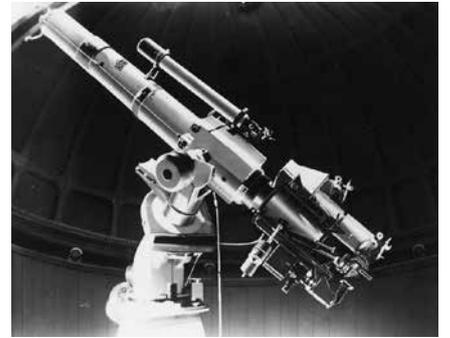


図02 1950年設置の10cmコロナグラフと5303Å用リオ・フィルターで撮影されたコロナ緑色輝線像。

もれて見えないため、空が十分暗くなる高山に望遠鏡を設置する必要があります。

日本における皆既日食時外の太陽コロナ観測計画は、1939年 (昭和14年) に野附誠夫によるコロナグラフの作製計画立案で始まりましたが、第二次世界大戦の拡大に伴って断念せざるを得ませんでした。大戦後の1946年 (昭和21年) 暮れになって計画を再開し、口径16cm・焦点距離145cmの対物単レンズと、口径5cm・焦点距離145cmの視野レンズが試作され性能テストが行われました。1947年 (昭和22年) 2月より実験用のコロナグラフ第1号機 (全木製) が素人細工によって試作され、9月より長野県蓼科山八子ヶ峰 (1680m) において、望遠鏡内の

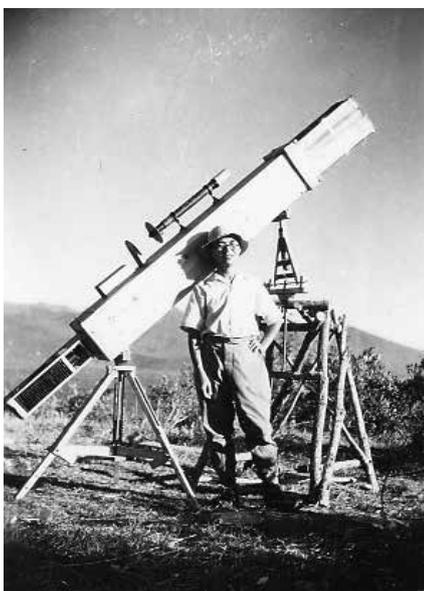


図01 コロナグラフ1号機と清水一郎氏。

散光量の測定や鏡筒内の絞りの位置についての実験観測が行われました。1948年（昭和23年）に入ってから、試作第1号（図01）・2号の数量的な検討を元に、五藤光学の6インチ赤道儀を改造し、遮蔽円盤以後を取り外して調整可能とし、対物レンズ前に凹面鏡の絞りを取り付け、低分散のヒルガー分光器を使用することでコロナグラフ第3号機が製作されました。

8月12日に野附誠夫が、ヒルガー分光器によって太陽コロナの5303Å輝線を確認し、翌13日に太陽コロナ5303Åと6374Å輝線を観測員全員が確認、日本における日食時外の太陽コロナ観測史上記念すべき日となりました。8月29日にはこれらのスペクトル撮影にも成功しています。

### ●乗鞍コロナ観測所

この観測の成功によって、永続的なコロナ観測所を造りたいという機運が高まり、1949年（昭和24年）夏より乗鞍摩利支天岳に乗鞍コロナ観測所建設が始まりました。1950年（昭和25年）、口径12 cm・焦点距離150 cmの対物単レンズと、口径5 cm・焦点距離24 cmの視野レンズを備えた10 cm コロナグラフ（日本光学製）が完成し、9月に観測所に設置されました（図02）。1951年（昭和26年）からは、乗鞍におけるコロナ緑色輝線の強度測定の結果が、国際天文学連合の太陽活動に関する観測資料誌“Quarterly Bulletin on Solar Activity”に発表されるようになり、ヨーロッパ・アメリカと並んで鼎の一脚の役目を果たすこととなりました。直視分光器によるコロナ緑色輝線の強度測定眼視観測は1997年まで続けられました（図03）。

10 cm コロナグラフの撮像観測ではプロミネンス爆発など興味深い現象が多数捉えられました

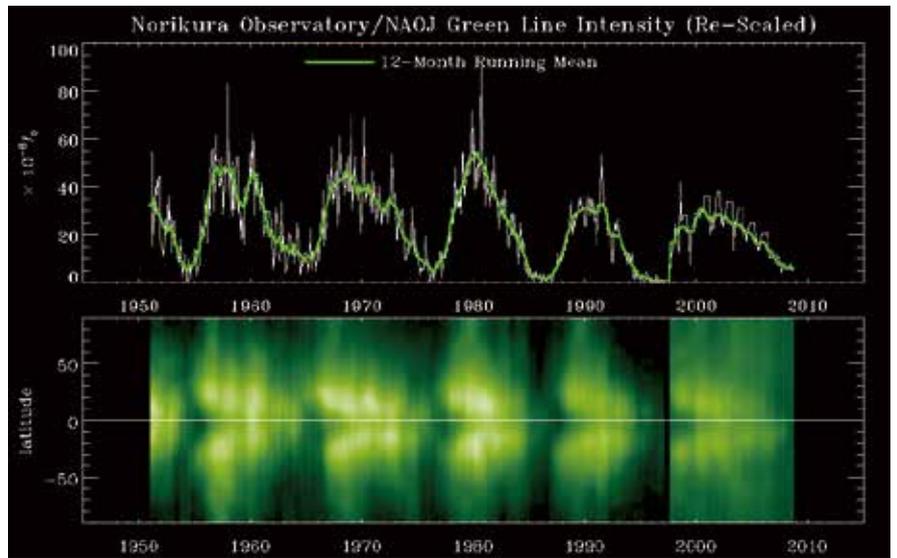


図03 乗鞍コロナ観測所10cmコロナグラフによるコロナの緑色輝線（波長5303 Å）強度の年変化と緯度分布（蝶形図）。1997年までは直視分光器による眼視観測、1998年からはNOGISによる。

が、付属する分光器が小型であるため、コロナを含む太陽大気の物理状態の診断には限りがありました。そこで大型の分光器をもった新しいコロナグラフの計画が立案され、1969～71年の3か年計画で口径25 cm コロナグラフが建設されました（図04）。

### ●25 cm コロナグラフ

1秒角を切る高い空間分解能を実現するため、コロナグラフの対物レンズとして使用できる、脈理や泡のない高品質のガラス材で、日本光学が保有する最大のものを用いるということで、口径は25 cmとなりました。コロナグラフの対物レンズは、散乱光をできるだけ少なくするために単レンズを用いることが普通ですが、幅広い波長にわたる分光観測を短時間で焦点調節なしに行うには色消

しレンズが望まれます。25 cm コロナグラフでは単レンズと色消しレンズの両方を用意し、用途に応じて切り替えて使用できるようにしました。観測波長は、バルマー端（3646Å）から赤外のコロナ輝線（Fe X III 10798Å）までを考慮して3500～11000Åと設定されました。

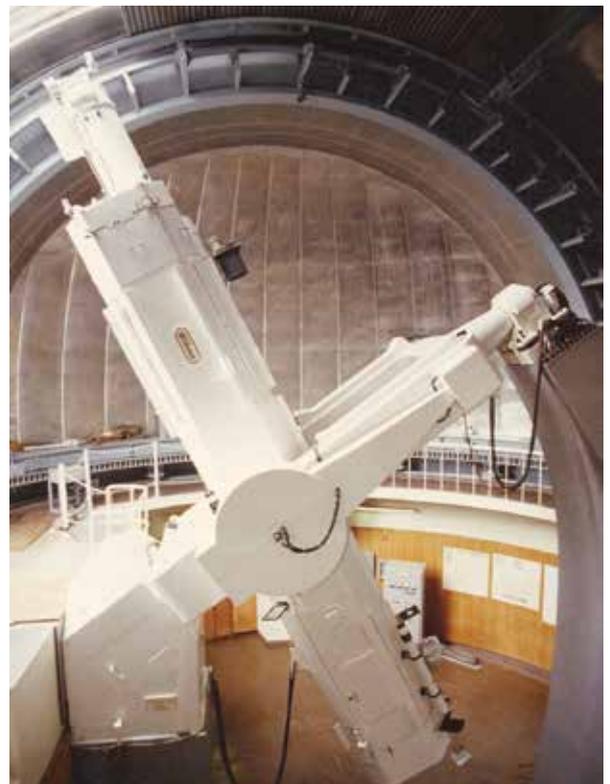
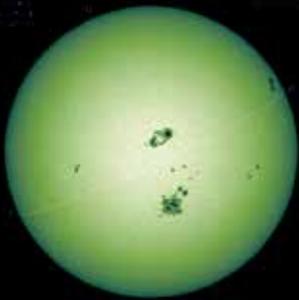
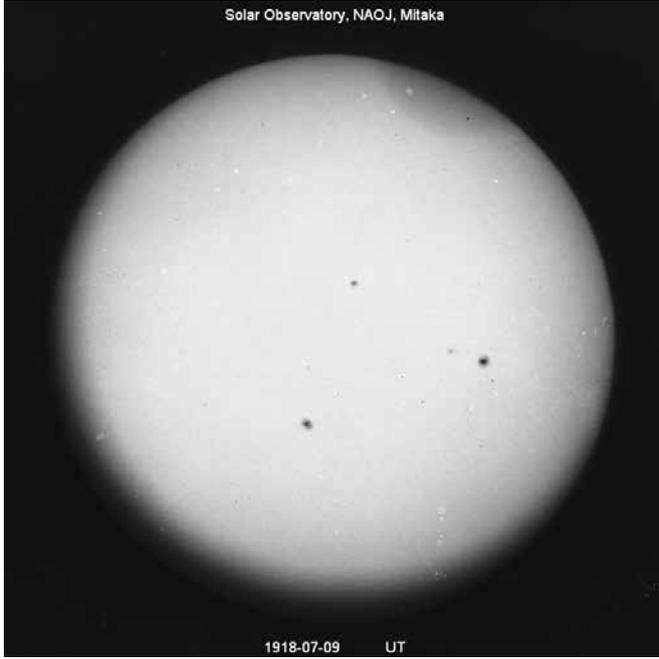


図04 1971年設置の25 cm コロナグラフ。



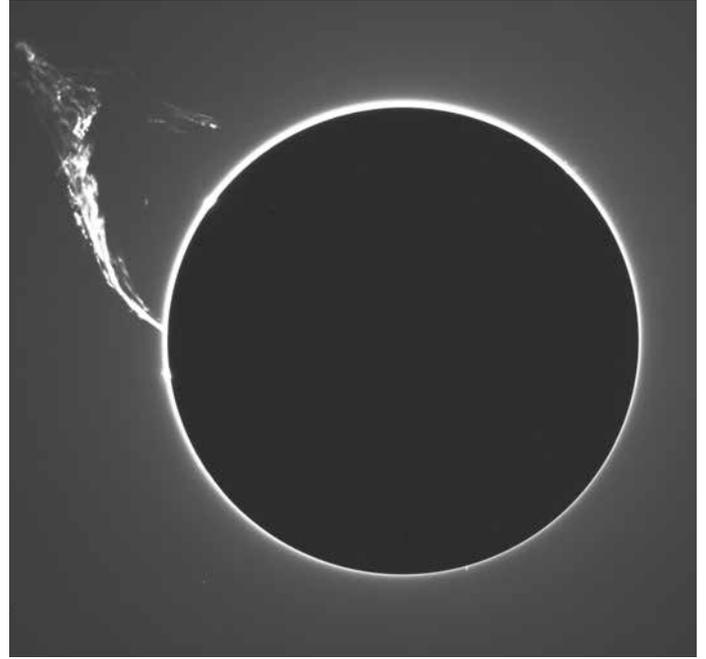
# 太陽観測所 PHOTO GALLERY

長きにわたる観測の歴史の中から特徴的な記録画像をピックアップ。そして今も日々、観測を続ける太陽フレア望遠鏡も紹介します。



最古の白色光太陽画像:確認できる最古の白色光太陽画像。10.5cm 望遠鏡 (シュタインハイル製) による 1918 年 7 月 9 日の観測記録です (p10 参照)。

→そして、このページをめくると…!



巨大プロミネンス:1992年7月31日の巨大プロミネンス。乗鞍コロナ観測所 10cm コロナグラフによる観測記録です (p20 参照)。

## 食の始まり

## 金環日食

## 食の終わり

H $\alpha$ 線  
6563Å



連続光  
H $\alpha$ 線+3.5Å



G-band  
4305Å

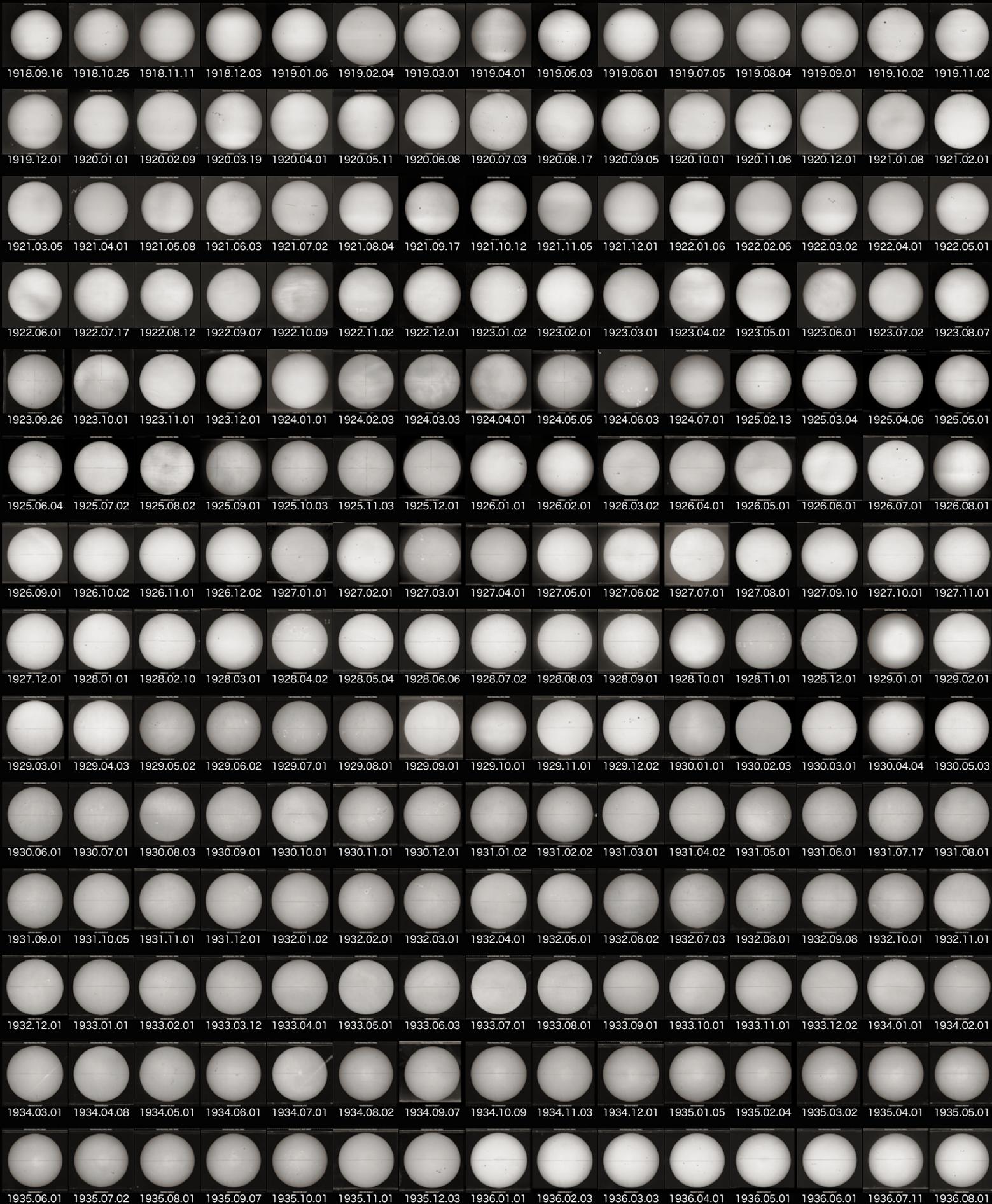
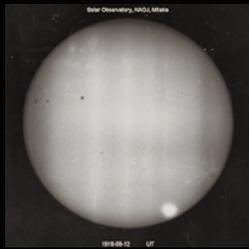


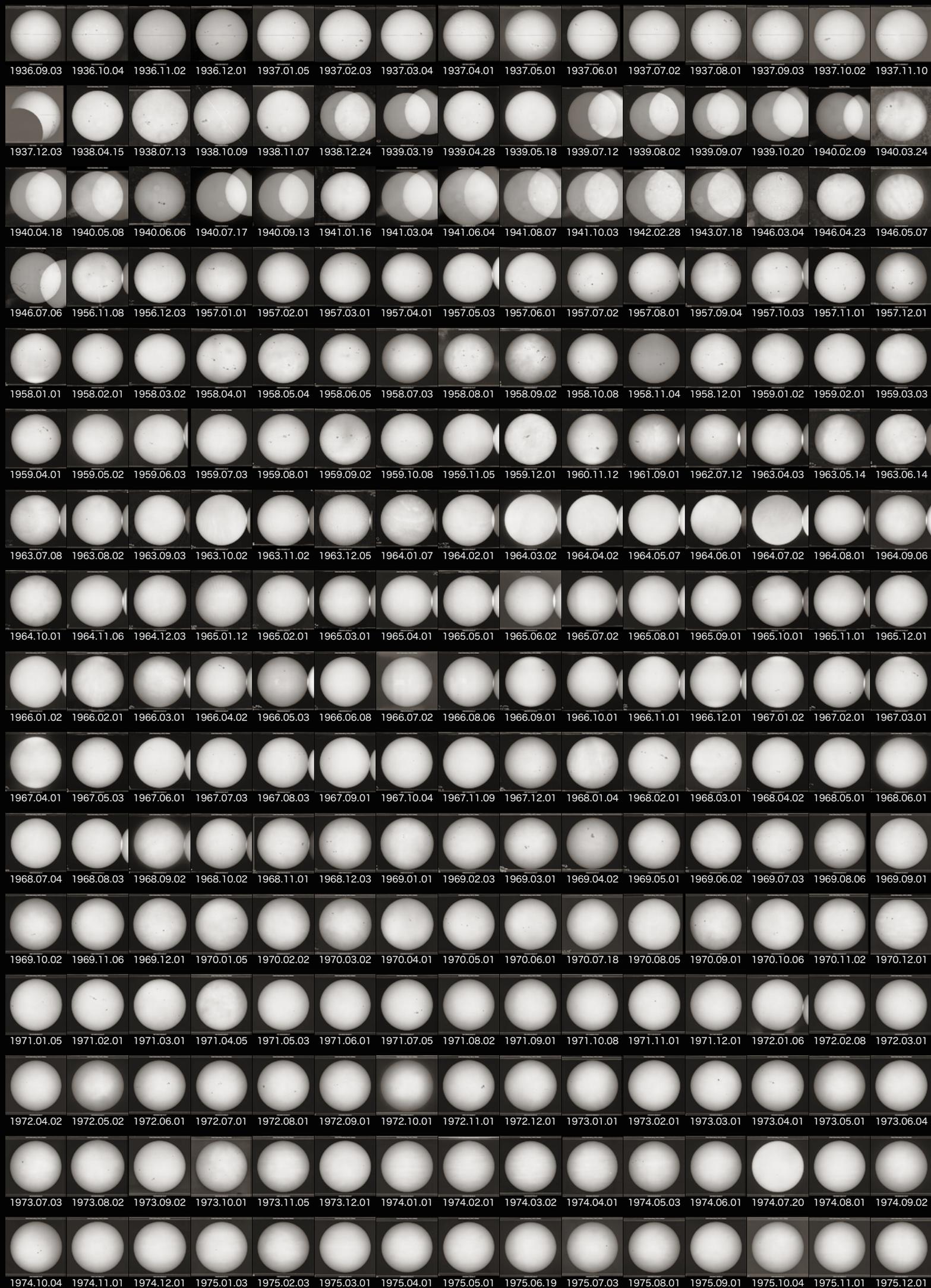
金環日食:2012年5月21日の金環日食のようす。太陽フレア望遠鏡を用いた H $\alpha$ 線 (6563Å)、連続光 (H $\alpha$ 線+3.5Å)、G-band (4305Å) による観測記録です。

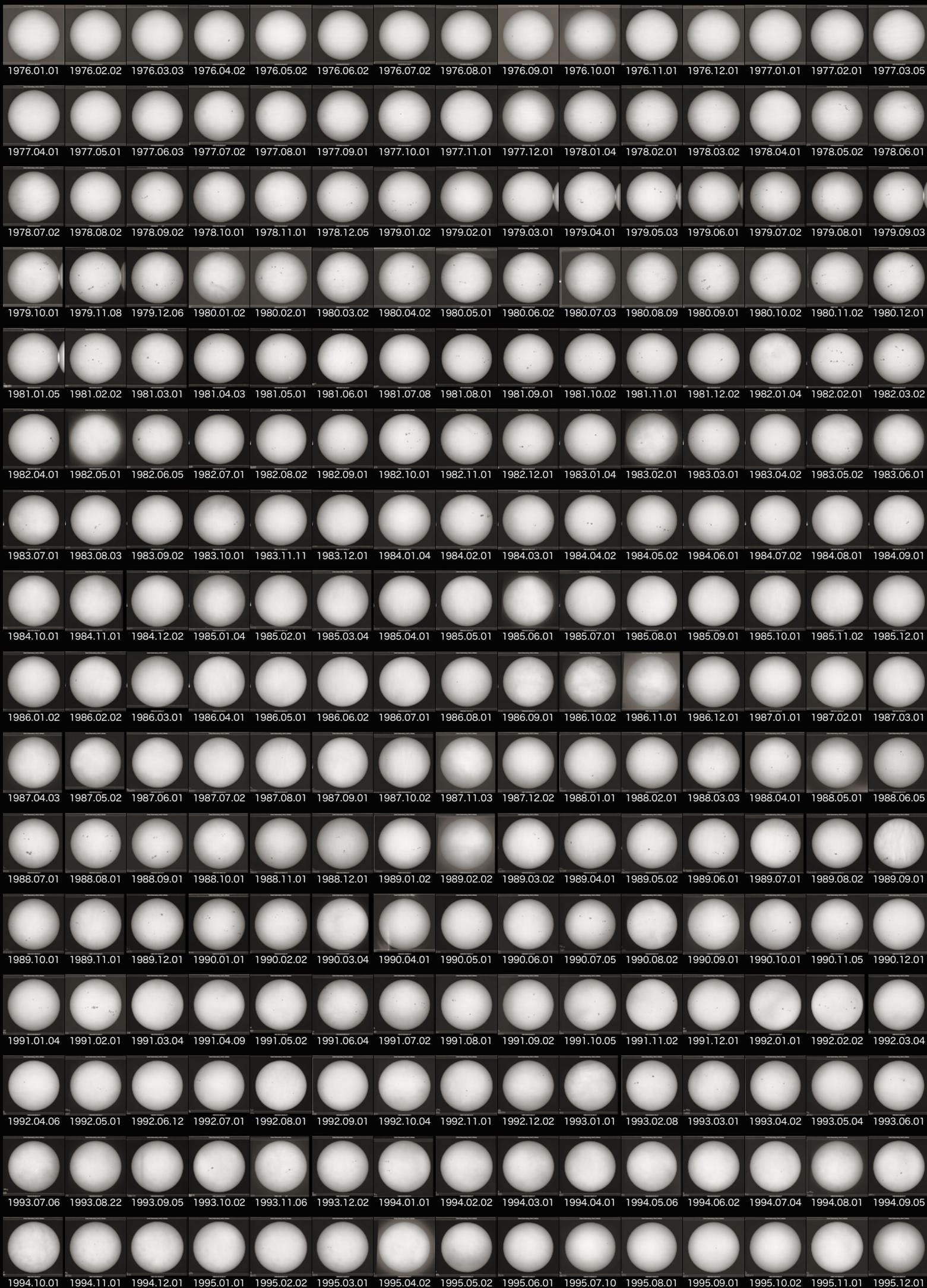
# 太陽観測の100年

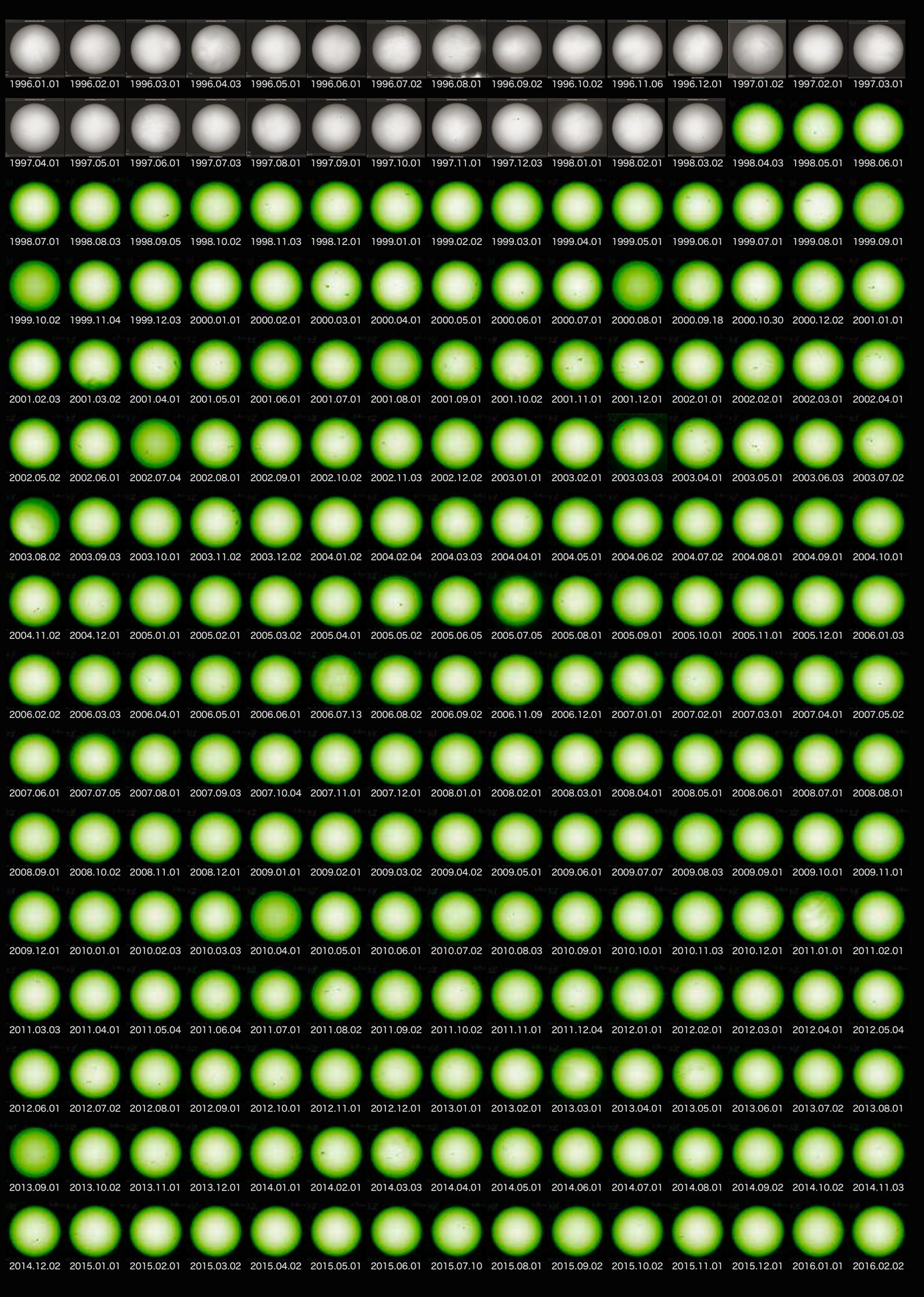
1世紀にわたる白色光太陽観測画像の記録です。

★ 1918年7月9日の最古の画像 (p22) から、月ごとに (原則としてもっとも若い日付のデータを) 1画像ずつ 2016年2月2日のものまで合計 932 個を示しました。1998年までは、10.5cm および 20cm 屈折赤道儀望遠鏡による観測。1998年6月からは 10cm 黒点望遠鏡による CCD 観測が行われています (p10・36 参照)。











## 太陽フレア望遠鏡

太陽フレア望遠鏡は現在の主観測装置です。晴れていれば春夏秋冬、毎日太陽の観測を続けています (p30 参照)。4本の望遠鏡 (T1～T4) と各種観測装置で構成されています。そのプロフィールは以下です。

### T3

口径 15cm 屈折望遠鏡 (NIKON) とツァイス社製リオ・フィルター、CCD カメラにより H $\alpha$  線撮像観測 (1990.08～1999.12)。デジタル CCD カメラに交換、途中で偏光撮像も追加 (2001.07～2003.11)。2008 年より赤外マグネトグラフの一部となる。

### T2

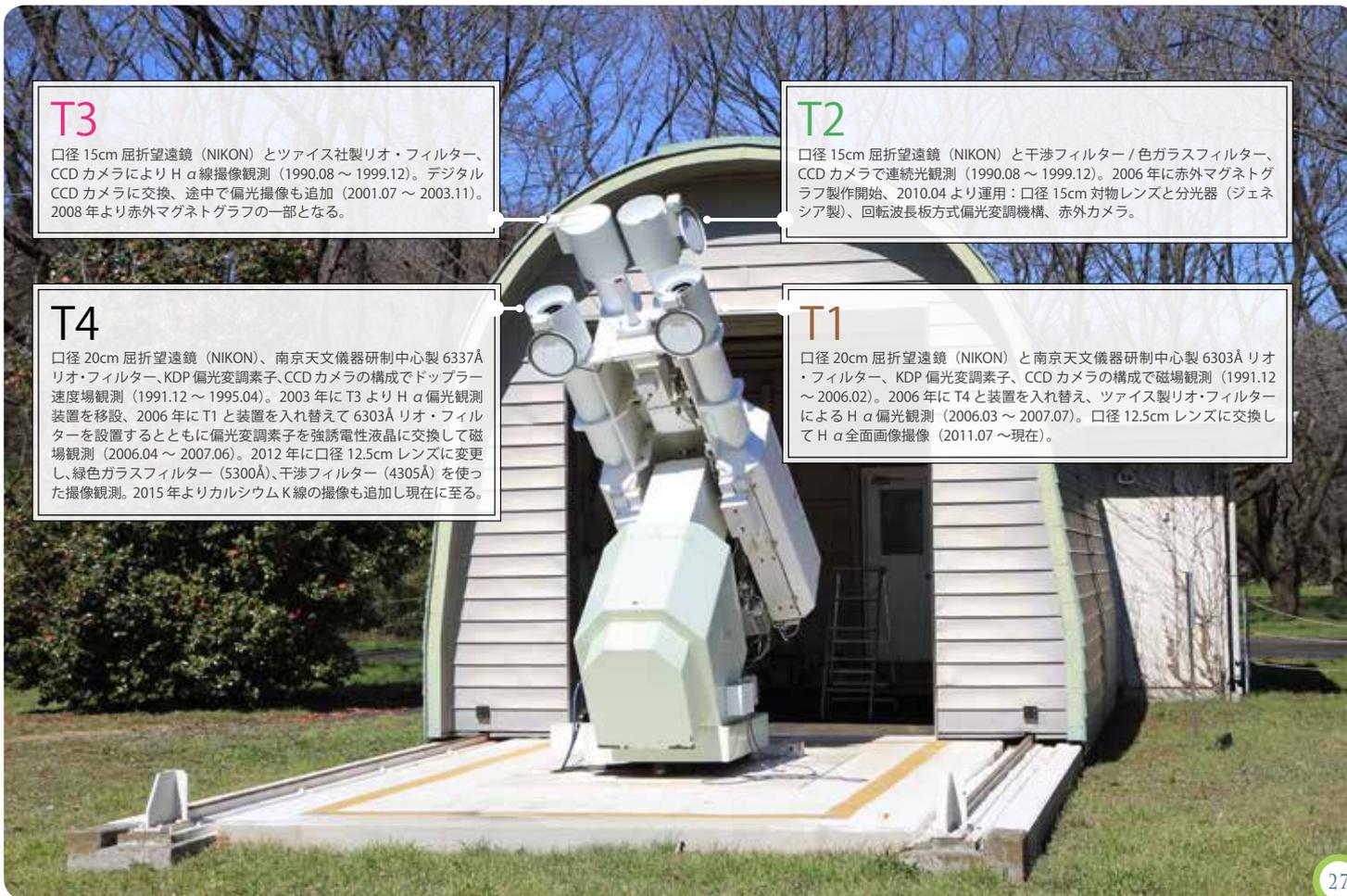
口径 15cm 屈折望遠鏡 (NIKON) と干渉フィルター/色ガラスフィルター、CCD カメラで連続光観測 (1990.08～1999.12)。2006 年に赤外マグネトグラフ製作開始、2010.04 より運用：口径 15cm 対物レンズと分光器 (ジェネシア製)、回転波長板方式偏光変調機構、赤外カメラ。

### T4

口径 20cm 屈折望遠鏡 (NIKON)、南京天文儀器研制中心製 6337Å リオ・フィルター、KDP 偏光変調素子、CCD カメラの構成でドップラー速度場観測 (1991.12～1995.04)。2003 年に T3 より H $\alpha$  偏光観測装置を移設、2006 年に T1 と装置を入れ替えて 6303Å リオ・フィルターを設置するとともに偏光変調素子を強誘電性液晶に交換して磁場観測 (2006.04～2007.06)。2012 年に口径 12.5cm レンズに変更し、緑色ガラスフィルター (5300Å)、干渉フィルター (4305Å) を使った撮像観測。2015 年よりカルシウム K 線の撮像も追加し現在に至る。

### T1

口径 20cm 屈折望遠鏡 (NIKON) と南京天文儀器研制中心製 6303Å リオ・フィルター、KDP 偏光変調素子、CCD カメラの構成で磁場観測 (1991.12～2006.02)。2006 年に T4 と装置を入れ替え、ツァイス製リオ・フィルターによる H $\alpha$  偏光観測 (2006.03～2007.07)。口径 12.5cm レンズに交換して H $\alpha$  全面画像撮像 (2011.07～現在)。



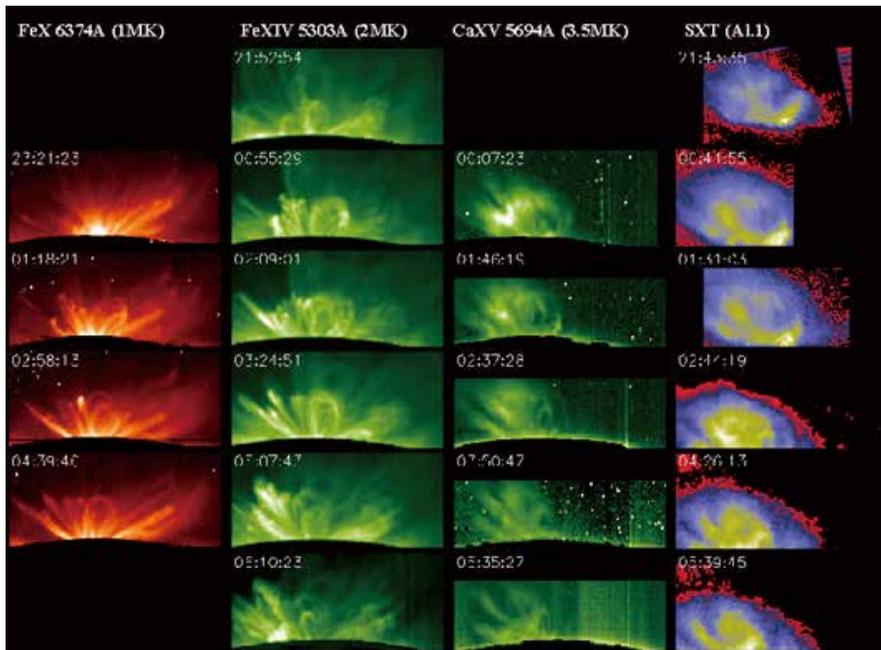


図05 25 cmコロナグラフで観測されたスペクトル輝線の強度分布（左から赤、緑、黄色輝線）と太陽観測衛星「ようこう」の軟X線望遠鏡（SXT）画像（右端）。

大型の分光器を設置するため望遠鏡はクーデ方式を採用し、光束は2枚の鏡で折り曲げられ、望遠鏡の極軸を通して分光器室（恒温室）に導かれます。分光器の性能は回折格子の大きさでほぼ決まってしまうので、建設当時手に入る最も大きな20×30 cmの回折格子が導入されました。その後1982年に、40×30 cmの回折格子が追加されて分光性能が向上しました（図05）。建設当時、データの記録媒体はフィルムであり、分光器制御盤で露出時間、露出間隔、撮影コマ数などが設定でき、撮影時刻も各コマに写し込むことができるようになっていました。1989年からはCCDカメラが導入されました。

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、人為偏光の小さい25 cm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ました。これはフランス・ムードン天文台のセメル博士との共同研

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す。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ます。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ます。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りました。

CCDの時代にな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（LCVR）が使えるようになったことから、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）が開発され、セメル式ポラリメータに置き換えられました。NHKの仕組みは、回転波長板を2枚用いるのと同じく、LCVR1、2の遅延量を組み合わせることで、観測したい偏光成分を得るものです。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使用可能、応答時間が速いなどの利点を生かし、1998年より多くの共同利用で偏光観測が実施され研究成果を挙げました。

### ●10cm新コロナグラフ

昭和63年度（1988）から2千万度超高温フレアの検出を目的として、10 cm新コロナグラフが開

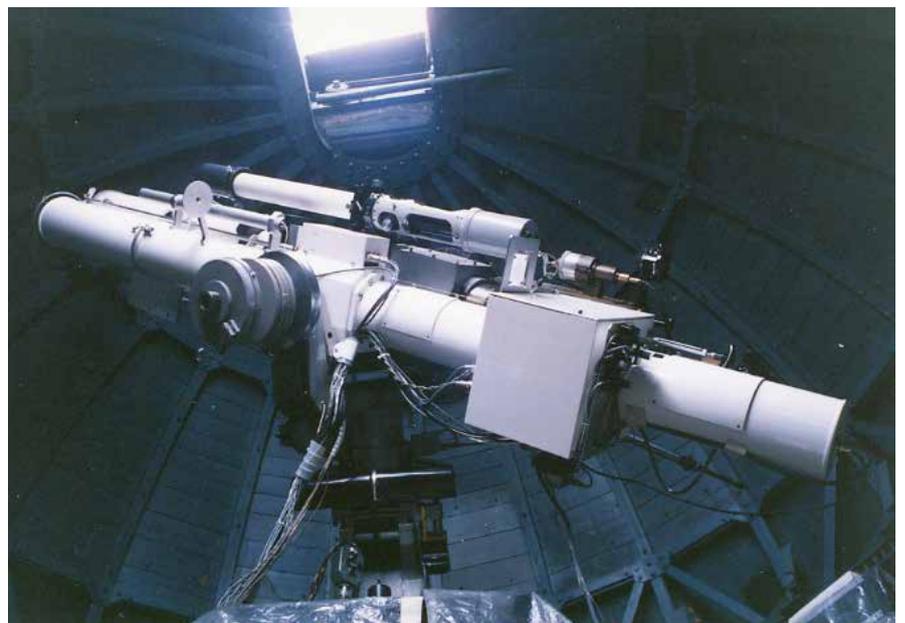


図06 新10cmコロナグラフ。奥側には旧10 cmコロナグラフが同架されている。

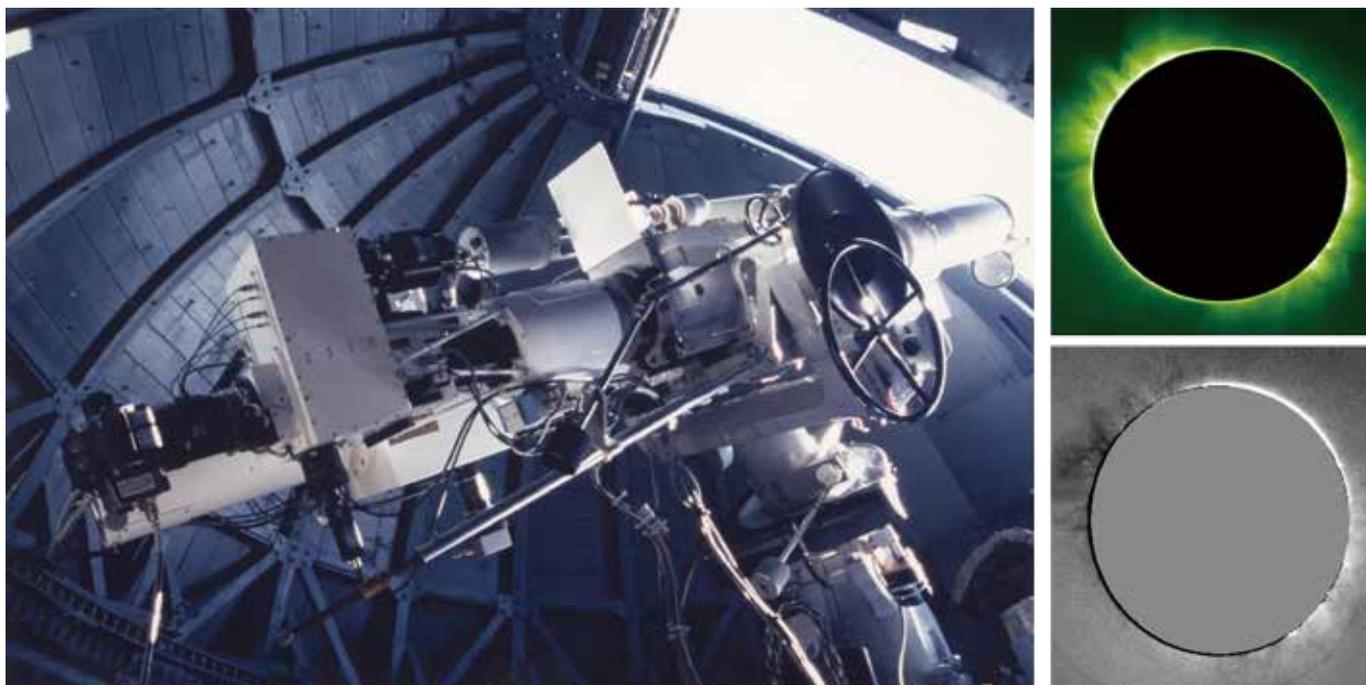


図07 10cm旧コロナグラフ直視分光器と置き換えられたNOGIS。中央左の四角箱の中に5303Åチューナブル・リオ・フィルターが内蔵されている。右はNOGISによる5303Åコロナ像(上)と速度場像(下)。

発、製作されました(図06)。この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を使用し、望遠鏡は三鷹光器製です。完成した観測システムの主な構成は「観測波長による対物レンズのパルスモータ焦点位置直線駆動」「色フィルターと干渉フィルターのターゲット位置決め回転駆動」「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・テープに記録されました。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・ミラーで受光部に振り分け、光電ガイド受光部に取り入れるように設計し、鏡筒のたわみなどによるガイドずれを防ぐ工夫が施されています。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ました。長時間の連続観測をするため、ドームの自動回

転制御が不可欠となりハードウェアのみの構成でこれを可能とし、ほぼ全自動観測が達成されました。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連続光で捉えコロナ電子密度の導出で成果を挙げました。

10cm旧コロナグラフと直視分光器では太陽縁に沿った一次元のコロナ強度しか得られないため、コロナの強度・速度場を二次元的に測れる観測装置を1995年より当時世界で初めて開発し、1997年から直視分光器に置き換えて定常運用を開始しました。この新コロナ輝線観測装置は乗鞍に因み、NOGIS (NOrikura Green-line Imaging System) と名付けられました(図07)。NOGISは、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5303Åチューナブル・リオ・フィルターを用いています。リオ・フィルターは透過波長幅1Å、LCVRの可変波長範囲

±2Åです。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カメラを採用しました。NOGISにより、コロナ中の複雑な振動波動現象を捉えることに成功しました。

冬季の厳しい環境による施設の老朽化、またコロナ観測の主体がスペース観測に移行したことを受け、乗鞍コロナ観測は、設立60周年を期に2009年度に閉所しました。望遠鏡、観測装置の大部分は三鷹に輸送、保管され、2013年には10cm旧コロナグラフとNOGISのシステムは中国雲南省の麗江(高美古)観測所(標高3200m)に移設され、コロナ観測を継続しています。10cm新コロナグラフは、ペルーのアンデス・ワンカイヨへ移設予定です。



図08 乗鞍コロナ観測所の全景。



「ようこう」の地上支援装置として開発された太陽フレア望遠鏡は、現在の太陽観測所の主力観測装置。数々のバージョンアップにより進化を続けています（27ページもご覧ください）。

桜井 隆

### ●太陽フレア望遠鏡の概要とビデオマグネトグラフ

太陽フレア望遠鏡は、ようこう衛星（SOLAR-A、1991年打ち上げ）の地上支援装置として、科学研究費補助金・特別推進研究（1988～1992年、約2.2億円）を得て建設されました。写真測光ポラリメータから数えて3代目の磁場観測装置です（図01）。研究代表者であった、故・田中捷雄氏（私の学位論文指導教官で当時国立天文台教授、1990年1月、SOLAR-Aやフレア望遠鏡の完成を見ずに白血病のため46歳で他界）のこゝと、建設時の苦労話などは国立天文台ニュース1994年1月号に書きました。太陽フレア望遠鏡という名前は俗称で、こういう装置形態の名前として国際的に認知されているわけではありません。概算要求の準備をしていた太陽周期活動望遠鏡と議事録等を区別するのに、当時のニコンの営業の方が使ったのがきっかけですが、望遠鏡架台の銘板に入れる装置名を

太陽フレア望遠鏡と決めて、装置の正式名称としました。太陽に照らされる望遠鏡周辺で空気の乱れを起こさないためには、望遠鏡はドームに納めるべきでないというのが田中さんの信念で、フレア望遠鏡の建物はそのような設計になっています。

フレア望遠鏡は4本の望遠鏡（東側から順にT1、T2、T3、T4）を使い、ベクトル磁場（T1）、白色光（T2）、H $\alpha$ 線（T3）、ドップラー速度（T4）の4種のデータを得る装置です（図02・図03・P27）。赤道儀架台の上面に配置されたT2、T3は口径15cm、東西の側面に配置されたT1、T4は口径20cmの屈折望遠鏡です。磁場測定装置はビデオマグネトグラフという形式で、CCDカメラを検出器に使い、入射光の偏光を変調しながら数百コマを積算するとはいうものの、あっという間に（1分程度で）磁場のマップが得られます。心臓部はリオ・フィルターと呼ばれる狭帯域のフィルターで、中心波長が6302.5Å、透



図02 建設当初のフレア望遠鏡観測室。4台のモニターテレビにデータが映し出される。

過波長幅は1/8Åですが、この波長幅の中ではデータは積算されてしまうので、波長分解能はありません（偏光度の波長分布はわからない）。このため、黒点のような強い磁場に対して出力が飽和したり、ピクセル内での磁場分布の不均一性を偏光の波長分布から解きほぐす（ストークス逆変換という）すべがない、などの欠点があります。これは、世界各地のビデオマグネトグラフ（アメリカ・NASAマーシャル宇宙センター、カリフォルニア工科大学ビッグベア天文台、北京天文台など）に共通のもので、次世代の装置であるスペクトロポラリメータによって解決されることとなります。

すでに稼働していた他のビデオマグネトグラフと比べて、口径の大きさや観測地のシーイングでは優位性がないので、徹底した自動化観測を特徴にし、観測開始時にターゲットを固定した後、3分ごとにデータを取り続ける運用をしました（これより間隔を短くすると、ハードディスクの容量の1GBを超えてしまう、という今

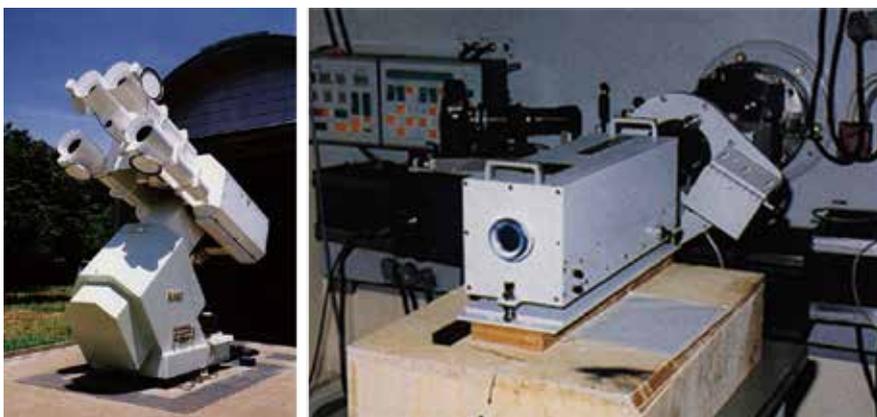


図01 フレア望遠鏡（左）と磁場観測用リオ・フィルター（右、京都大学飛騨天文台で性能試験中の様子）。

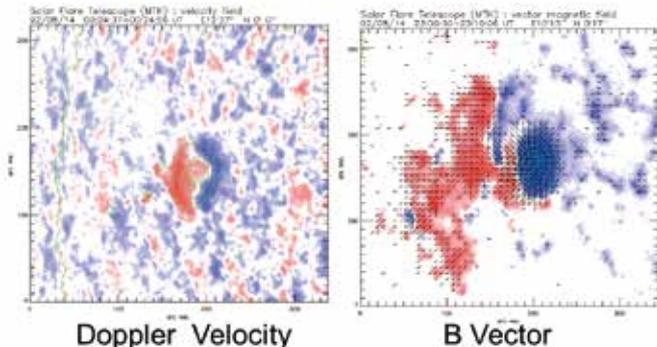
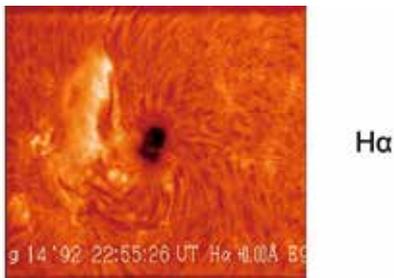


図03 フレア望遠鏡の観測データ：Ha画像（上）、ドップラー速度（右下）、磁場ベクトル（右下）。磁場の赤、青はN極性とS極性、矢印は横方向磁場を表す。

では笑い話のような制限のため)。フレア望遠鏡の主な研究成果として、完成を待つように起こった1991年6月の大フレア（6月4、9、11日、いずれも日本の昼時間帯に起こった白色光フレア）、ようこう衛星の軟X線観測（1992年2月6日）と組み合わせた、フレアに伴う磁場の歪みの解放、などが初期のもので、その後、多数のフレアを解析した中国・紫金山天文台の黎輝（Li Hui）さんは、フレアには、磁場の歪みが十分貯まってから起こるフレアと、歪みがあまり貯まらないうちに、太陽内部から浮かんでくる新しい磁場が持ち込む歪みエネルギーと擾乱で起こるフレアがある、という結論を得て学位論文としました。前者のケースは、浮かんでくる磁場が最初から歪んでいるというだけではなく、浮上後によじられる効果が無視できないことを示し、フレア望遠鏡の研究目標であった、磁場の歪みの起源に一定の結論を与えたものです。ソウル大学のChae Jongchulさんは、フレア望遠鏡

のデータを例に取り、ビデオマグネトグラフのデータのシーイング劣化の回復法で学位を取りました。LiさんもChaeさんも今は教授です。日本人では、明星大・萩野正興、広島大・真栄城朝弘、東大・山本哲也の諸氏がフレア望遠鏡のデータを用いて学位論文を書きました。

### ● 赤外ポラリメータ

フレア望遠鏡で所期の成果が得られ、運用が10年を過ぎたころから、ビデオマグネトグラフの「高精度でなくてもいいから速く」というやり方から、「速くなくてもいいから高精度」に転換しようと計画し、科研費・基盤研究A（なかなか通らなかったんですが）を得て、2005-2008年度に、4代目の磁場観測装置であるスペクトロポラリメータを作りました（図

04）。偏光度の波長分布を観測するため、フィルターではなく分光器を用い、太陽面上をスキャンして観測することになります。このような装置の最初のは、ハワイ大学がハレアカラ山に作ったポラリメータで、1970年代から運用されていましたが、光の取り入れ口が一点なので、太陽を東西南北にスキャンするため、かなり遅い装置でした。アメリカ・サクラメントピーク天文台の真空塔望遠鏡の共同利用装置として1990年代に開発されたAdvanced Stokes Polarimeter (ASP) は、スリット分光器で太陽を1次元スキャンする装置で、ひので衛星のスペクトロポラリメータの原型ともなりました。

ゼーマン効果は波長の長い方が分離幅が大きいので、観測波長は近赤外線域の鉄の吸収線（1.56  $\mu\text{m}$ ）としました。赤外線検出器は一昔前は非常に高価で、2005年頃は安く手軽になってきたとはいえ、やはり予算の限界で素子数640×512のカメラが精一杯でした。長手方向の640ピクセルで太陽の半分をカバーし、北半球と南半球とに分けて全球を観測する方式としましたが、1ピクセルが約2秒角、分解能は4秒角と

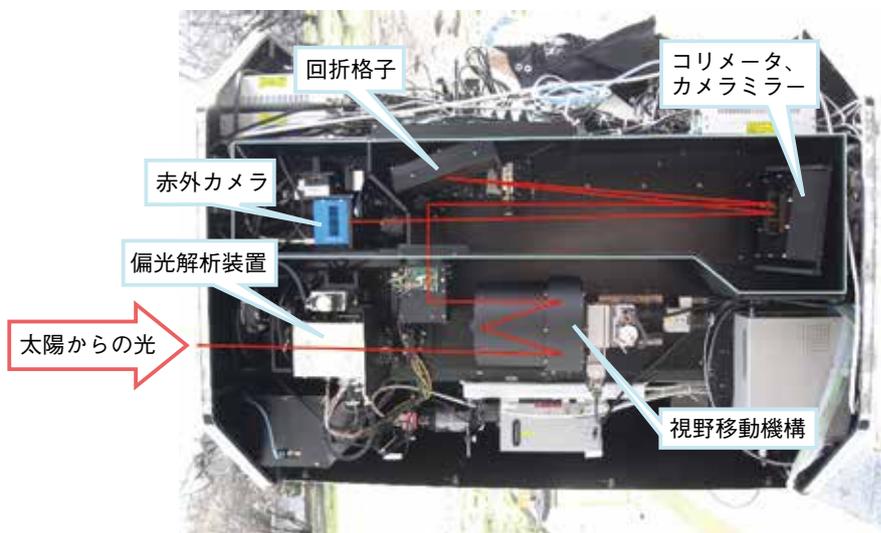


図04 2006年に完成した赤外ポラリメータ（長さ約1.6m）。赤線が光路を表す。

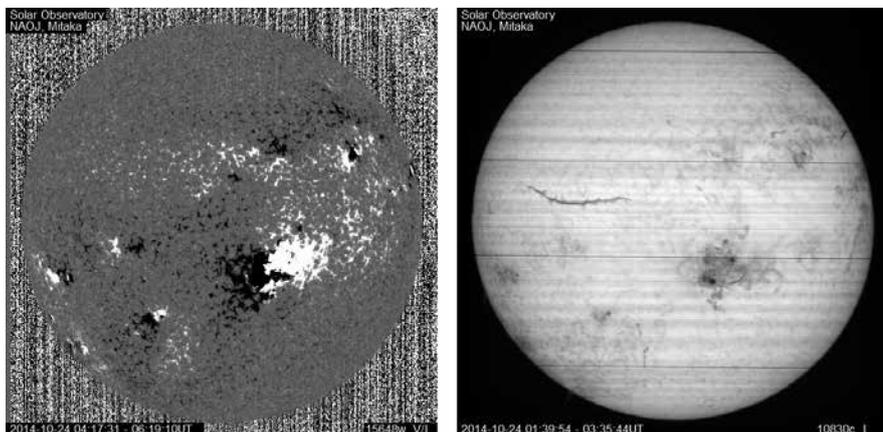


図05 赤外ポラリメータの観測例（2014年10月24日）。左：波長 $1.56\mu\text{m}$ で観測した磁場分布（白がN極、黒がS極）。右：ヘリウムの吸収線 $1.083\mu\text{m}$ の画像、フィラメントがよく見える。

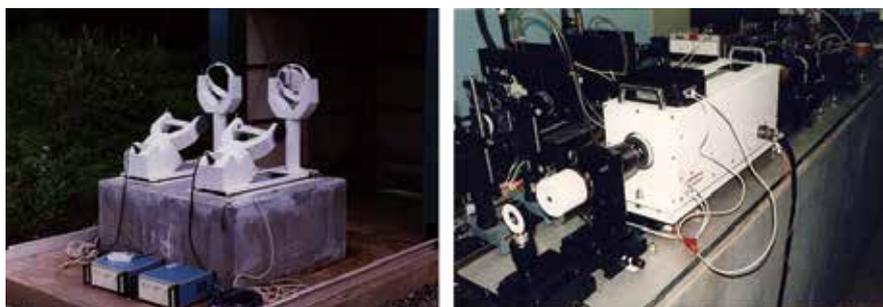


図06（左）太陽全面磁場観測用ヘリオスタット。（右）観測室内。光学ベンチの左側に磁気光学フィルター、右側にリオ・フィルターが載っている。

ということになり、いくら三鷹のシーイングが良くないといっても、時には1秒角を切ることもあるので、将来は望遠鏡の口径もカメラの素子数も2倍以上にしたいと考えています。

観測装置はフレア望遠鏡の上面（T2、T3望遠鏡のあったところ）を改装して搭載し、2010年から定常運用を行っています。1.56 $\mu\text{m}$ に加え、プロミネンスやコロナホールの観測に適したヘリウム10830Åのデータも同時に得ており、そろそろ初期成果も出始めました（図05）。

### ●太陽全面磁場の観測

今はフレア望遠鏡の赤外ポラリメータで太陽全球にわたる磁場分布が得られていますが、フレア望遠鏡完成直後の1993年に、ビデオマグネトグラフ形式の装置で

太陽全面の磁場分布を観測する装置を作りました（図06）。財源は1990年から1997年にかけて実施された国際共同研究STEPの経費約4千万円で、観測室に光を導入する口径20cmのヘリオスタット（2台）、口径6.5cmの対物レンズ、リオ・フィルター、CCDカメラという構成は初期のフレア望遠鏡と同じです。スペクトル線のドップラー変移から太陽表面のガスの運動速度もわかります。これで、アメリカ・キットピーク天文台の大型磁場観測装置を出し抜いてやろうと意気込んでいたのですが、思ったような性能が出せませんでした。フレア望遠鏡のベクトル磁場観測装置は波長が固定なのですが、波長を変えてドップラー変移も測るためには、フィルターの中で一番大きな結晶を入りに置かなければならず、外気温の影響

で性能が安定しなかったのではないかと今は考えています。

同じ観測室のもう一台のヘリオスタットからの光は、磁気光学フィルターを通してナトリウムD線での太陽画像を取るのに使用しています（図07）。磁気光学フィルターは、日本でも日震学の観測をやろうと、田中捷雄さんが電気通信大学の故・坂田朗氏らの協力を得て開発したものです。日震学は、太陽表面の周期約5分の振動を観測して内部構造を探る研究分野で、長時間連続して観測し振動数を正確に求めることが重要です。1990年代には、晴天の多いカリフォルニアや、南極の夏での数日間の連続観測が成果を出し始め、地球上の複数観測点を用いた24時間連続観測も計画中という中で、天気の良い日本で一矢報いるために、超高精度のドップラー変移観測を目論んだものです。安定した実験室波長を与えるナトリウム蒸気を封じ込めたガラスセルを200°C程度に熱し、強力磁石の作る磁界中に置いて、ナトリウムD線（波長5890、5896Å）だけの光を通すフィルターにしたのですが、ナトリウム蒸気によるセルの腐食、高温のセルを保持した真空槽の窓が外気に接するための歪み、等々で困難を極め、何とか使えるものができたときにはすでに日震学の観測はもっと先に行っていた、という結果となりました。現在も画像だけは撮り続けており、フィルターの寿命としてはすでに15年を超えたので、この点では目標を達したといえます。



図07 磁気光学フィルター。ナトリウム蒸気セル（中央）とヒーター。



かつてコロナなどの貴重な観測機会であった皆既日食。観測装置の進歩によりその重要性は減じましたが、現在でもその特性を活かした観測が行われています。

花岡庸一郎

### ●皆既日食観測の目的

皆既日食は月が太陽と重なって、ほぼ太陽の明るい本体（光球）だけを隠す現象ですが、これは太陽と月の見かけの大きさがほぼ同じという大変幸運な偶然がなせる業です。光球の周りの彩層やコロナは、かつては日食のときにしか見えなかったため、19世紀にはまずこれら彩層・コロナの正体を探る観測が行われ、当時地球上では存在が知られていなかったヘリウム元素を日食時のスペクトルから発見するという成果もありました。20世紀になって、コロナは百万度という高温であり太陽で起こる激しい現象の現場であること、コロナの現象は太陽系内そして地球へもつながっていること、等がわかってくると、日食観測は太陽の観測の中で特に重要なものになります。

コロナグラフ（20ページ参照）の登場以後も、最も質の高いデータが得られるのはやはり皆既日食であり続けたため、コロナの観測のために各国が大がかりな日食観測隊を競って世界中に送っています。皆既日食が起こるのは3年に2回程度で、しかも皆既食が見えるのはたかだか幅100kmほどの狭い地域なので、皆既帯がたとえ砂漠であれ密林であれ孤島であれ、天文学者は観測のために、時にはあたかも探検隊であるかのようないでたちで出かけました。太陽の研究のためばかりでなく、一般相対性理論による空間の歪みの実証のための観測、日食の時刻測定による地球の回転の観測、地球大気



図01 1934年2月14日のローソップ島・皆既食（35ページ参照）のコロナと観測風景。



の観測なども日食を利用して行われました。

このような日食観測をもとにして、高温プラズマとその中を貫く磁場、そしてそれらの相互作用の研究が進められました。その後、それらの研究はますます盛んになり、日食にとどまらずもっとデータが必要ということで、1990年代に入ってから人工衛星によりコロナ観測が切れ目なく行われるようになります。現在ではコロナ観測の主力は人工衛星であり、かつてのような大がかりな日食観測は下火になりました。しかしながら依然として皆既日食は、コロナを太陽の縁ぎりぎりから数百万km上空まで同時に詳細に見るという、衛星にも不可能な観測ができる唯一の機会です。近年、一般の日食ツアーが盛り上がってきたことでむしろ簡単に皆既帯に行けるようになり、観測装置のデジタル化も相



図02 1948年5月9日の礼文島・金環食（35ページ参照）の観測風景。

まって、機動的・先端的な観測を行える場として、今でも日食は貴重な観測機会となっています。



図03 2012年11月14日のパームコーヴ（オーストラリア）の皆既食（35ページ参照）のコロナ。

# 日食観測の歴史

太陽観測所では数多くの日食観測を行い、とくに国外の観測にも精力的に取り組んできました。そんな貴重なチャンスを活かすためには入念な準備が必要です。

日江井榮二郎

## ● 魔の宙

日本における科学的な日食観測は、1883年（明治16年）10月31日に寺尾寿らが宮城県名取郡にて金環日食を観測したことが始まりです。このときは雨で観測できませんでしたが、その後100年余り、東京天文台そして国立天文台の時代を通して日食観測が続けられています（表01）。

私も1958年のスワロフ島・皆既食を皮切りに何度も日食観測を行いました★01。皆既日食は魔の宙（そら）です。皆既になると、天から降りてくる黒いマントに覆いかぶされ、魂までも奪われるような精神的な状態になります。皆既前に使用していたフィルターを外し忘れるとか、カメラのシャッターを切らなかったという話をしばしば聞きます。推古天皇三十六年（AD628年4月10日）に起こった日食について、日本書紀には

「日、蝕え盡きたること有り」という重々しい響きのある言葉が書かれています。まさに日食の時に恐れおののく様子が窺えます。日食時の魔者にやられない方法は、声を出すなり、あるいは心の中で、数をカウントすることで。秒の数は0.5秒を入れて、第2接触前の秒を60、59、58、…09（ゼロク）、08（ゼロハチ）、07（ゼロシチ）、…と声を出して確認するのです。そして何秒の時刻には何をするかを（夢の中でも？）手、足、体の動きがひとりでに決められた動作をするように訓練を重ねます。皆既日食の観測地は辺鄙な場所によく起こることが多く、そのため体も鍛えておかなければなりません。かつては準備に約1年から1.5

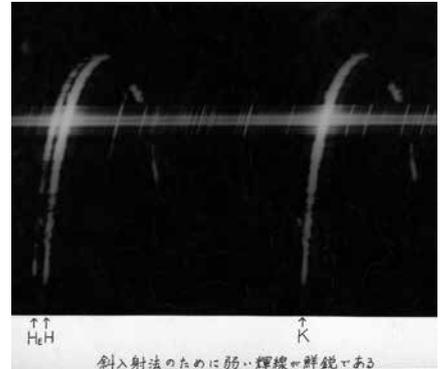


図02 スワロフ島・皆既食の第二接触時に撮影したカルシウムHK線付近の閃光スペクトル。

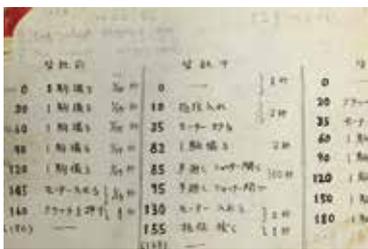


図01 1958年10月12日のスワロフ島・皆既食（35ページ参照）のときに、私が用意した観測手順を記したボード類。

日時	観測場所	天候	成果
01 1883 (明治16) 年10月31日	宮城県	雨	※金環食
02 1887 (明治20) 年8月19日	新潟・栃木県	曇(?)	—
03 1896 (明治29) 年8月9日	北海道(北見枝幸/厚岸)	曇	—
04 1898 (明治31) 年1月22日	インド(ジュール/ボンベイの東約300km)	晴	直接写真
05 1901 (明治34) 年5月18日	スマトラ(パダン)	晴	直接写真、スペクトル、彩層の閃光スペクトル
06 1915 (大正4) 年8月11日	小笠原(母島)	曇	※金環食。第2、3接触を眼視で確認したのみ
07 1918 (大正7) 年6月9日	伊豆諸島(鳥島)	曇	部分食写真数枚のみ
08 1929 (昭和4) 年5月9日	マレー・スマトラ(マレー半島アロルスター)	薄曇り	直接写真のみ(コロナ・彩層のスペクトルは撮れず)
09 1932 (昭和7) 年8月31日	アメリカ・メイン州(アルフレッド)	晴	直接写真、閃光スペクトル
10 1934 (昭和9) 年2月14日	カロリン群島(ローソップ島)	晴	直接写真、閃光スペクトル
11 1936 (昭和11) 年6月19日	北海道(女満別/中頓別/訓子府/紋別/斜里)	薄曇り	直接写真、スペクトル、アインシュタイン効果
12 1941 (昭和16) 年9月21日	沖縄(石垣島)	晴	直接写真、スペクトル、輝線の分光測光、周縁減光の光電測定、経緯度測定
13 1943 (昭和18) 年2月5日	北海道(厚岸)	晴	直接写真、スペクトル、偏光測光、周縁減光
14 1948 (昭和23) 年5月9日	北海道(礼文島)	晴	※金環食。写真、周縁減光、接触時刻、経緯度測定
15 1950 (昭和25) 年9月12日	北海道(帯広)	曇	※部分食。電波も受からず
16 1955 (昭和30) 年6月20日	セイロン島(ポロナルワ)	曇	コロナの単色像、偏光、測光、スペクトルすべて不成功。鹿児島において部分食の電波観測に成功(赤羽賢司、守山史生)
17 1958 (昭和33) 年4月19日	種子島・八丈島	晴	直接写真、接触時刻(八丈島)、周縁減光の光電測光、飛行機からの写真観測(青ヶ島上空)、電波観測(三鷹)
18 1958 (昭和33) 年10月12日	北クック諸島(スワロフ島・無人珊瑚礁) ※	晴	閃光スペクトル、偏光の写真測光、大気光輝線の強度測定
19 1962 (昭和37) 年2月5日	ニューギニア(ラエ) ※	晴	閃光スペクトル、偏光の写真測光、大気光輝線の強度測定
20 1963 (昭和38) 年7月21日	北海道(樽前山/網走)	ガス	黄道光の光電観測(樽前山)、コロナの偏光観測(網走) いずれも不満足な結果
21 1965 (昭和40) 年5月30日	ニュージーランド(クック諸島マヌエ島)	皆既直前に雲	コロナの偏光観測、皆既中の天空輝度の測定いずれも不満足な結果
22 1966 (昭和41) 年11月12日	ペルー(アレキバ) ※	晴	閃光スペクトル、偏光観測
23 1970 (昭和45) 年3月7日	メキシコ(プエルト・エスコンディード)	晴	偏光測定、彩層の単色像、接触時刻
24 1973 (昭和48) 年6月30日	モーリタニア(アタル) ※	砂塵	コロナの偏光観測、天空光の測定、彩層直接像いずれも不満足な結果
25 1976 (昭和51) 年10月23日	オーストラリア(メルボルン)	曇	彩層直接像、コロナ単色像いずれも撮れず
26 1980 (昭和55) 年2月16日	ケニア(マリンディ)	晴	彩層のヘリウムのスペクトル
27 1983 (昭和58) 年6月11日	インドネシア(ジャワ島ツェブ) ※	薄雲	コロナ直接像
28 1988 (昭和62) 年3月18日	小笠原(南方海上) ※	晴	直接像、ビデオ撮影
29 1991 (平成3) 年7月11日	メキシコ(ラパス/ボボカテトル山)	晴	直接写真、スペクトル(ラパス)、Fコロナ(ボボカテトル山、薄雲)
30 1994 (平成6) 年11月3日	チリ(プトレ)	晴	直接写真、分光、測光
31 1999 (平成11) 年8月11日	トルコ(エラジー)	晴	分光、測光
32 2006 (平成18) 年3月29日	トルコ(アドラサン)	晴	分光
33 2008 (平成20) 年8月1日	中国(甘粛省金塔)	晴	直接写真
34 2009 (平成21) 年7月22日	日本(硫黄島/平島/太平洋上)、中国(嘉興)	硫黄島の晴	分光、測光
35 2010 (平成22) 年7月11日	フランス領ポリネシア(ハオ島)	薄曇	直接写真
36 2012 (平成24) 年11月14日	オーストラリア(バームコヴ)	晴	直接写真

表01 国立天文台(東京天文台他)による日食観測の歴史(1883年~2012年)

注★01 ※印は日江井参加。

年要しました。しかし、現在では、ITの技術進歩により、様々な動作が自動化されて、かなり観測が楽になりました。それでも、きちんと決められた動作をするかチェックが必要です。

### ●「白光写図心得」

1887年（明治20年）8月19日の皆既日食は、新潟県、福島県、栃木県、茨城県の一部を皆既帯が通過しました。時の山縣内務大臣は「皆既日食は国家的事業の一つ」とし、各県庁、郡役所、諸学校に官報を布達し、「白光写図心得」（図03）という題で、コロナを写生する時の心得を傳達しました。その内容を一部抜粋し現代風にする

「コロナのスケッチをするときには、あらかじめ幅25cm長さ30cmほどの紙に直径3cmほどの黒円を描き、それに中心から30度おきに6つの線を書いておく。そして観測者が座る椅子よりやや高いところから錘をつけて糸を垂らし、糸が先ほど描いた円の中心を通るように観測位置を決める。……皆既の2〜3分前に手拭で目を覆い、眼力を鋭敏にし、傍に居る人に皆既の合図をしてもらう方法もよい。月に対してどの方向にコロナが伸びているか、1枚描くだけで充分。粗略になってしまうので2枚描く必要なし。すでに写し終えた原図は手入れをせずその儘にしておくべし。……と」。

今読んでよく書かれています。この日食には、当時の主だった研究者や関係者が観測に参加し、日本鉄道会社は日食観測者の便を図り、臨時列車を運転して、第一列車に乗れば日食を観て同夜12時までに帰京できるように取り計らい、上野から黒磯、白河へ半価にて往復切符を発行したとのことで、千数百名の日食観測者が利用したようです。また、大日本郵船は、日食観測のために汽船名古屋丸に内外貴顕紳士、陸海軍、帝国大学生らを招待して茨城県沖にて観測、明治天皇・皇后も青山御所にて観覧せられ（天文月報より抜粋）と我々国民の科学的な好奇心の強さに驚きます。この時には、多くの方が日食時のコロナをスケッチし、それが国立天文台に保存されています。

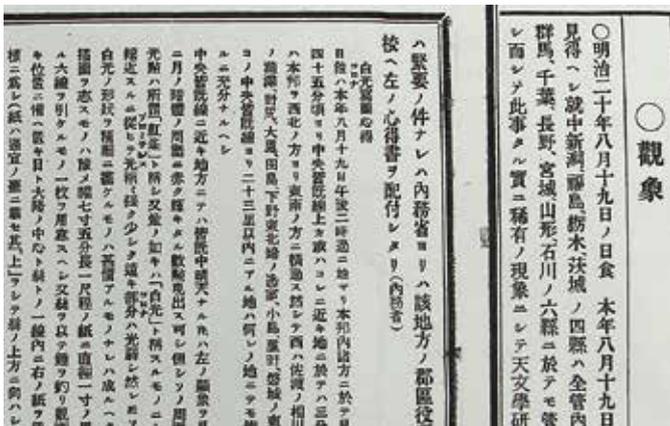


図03 「白光写図心得」（官報：明治20年8月5日 第1231号 観象欄）。

### ●そして「成否は天に在り」

また、現場で目の当たりにする欧米の観測隊の観測機器や観測の仕方などは、当時日本の研究者にとって大いに刺激となりました。機器だけではなく、しかるべき研究者が観測のために来日するので、国外の研究者との交流ともなりました。特に1936年の北海道の皆既日食には、ストラットン教授（英ケンブリッジ大）、ロイズ博士（コダイカナル天文台）、レッドマン博士（英ケンブリッジ大）、アレン博士（オーストラリア）、サッカー博士（ウィルソン山天文台）、マースデン（マドラス大）等錚々たる研究者が来られました。日本からも、多くの天文・

物理・地球物理の研究者が出向きました。

中谷宇吉郎もその時の様子を「英国日食班の印象」として随筆に書いています（昭和11年8月の『科学』）。私たち天文台員は日食を観測に行くときは様々な準備をしますが、それが分かりやすく書かれているので抜粋してみます。

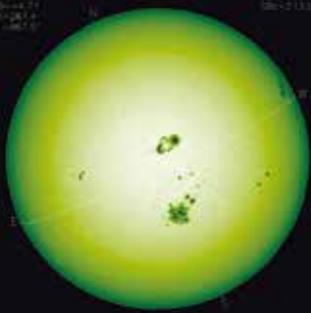
「——教授の荷物の中はほとんど完全と思われる移動金工工場があった。ピスや機械の故障は完全に直せるだけの手配はしてあった。準備周到振りを感じ、英国風な研究の香りを嗅いだ。——外部コロナのスペクトルの写真撮影を依頼され、1枚の紙片と小型手帳を渡してくれ、手帳は野外用で覚書を書きこむようになっていた。紙片には、

1. 第二接触時は世界時3:21:58s 皆既時間:113s
  2. 朝から雲の場合は、シーロスタートの時角を緊急用に記した位置にせよ。もし雲の切れ間から太陽光があれば、直ぐにシーロスタートをセットして、後は時計仕掛けに任せよ。時々太陽光が正しく分光器に入ることをチェックする場合は、シーロスタートの鏡は3時まで蓋をしておく。時計仕掛けは重錘をいっぱいまで巻き上げておけば鏡は38分間回転するので3時に重錘をいっぱい巻き上げておく。そして分光器スリットに対して太陽縁が垂直に当たるようにシーロスタートの鏡をセットする。
  3. 貴君の時計を時刻係りの時計に合わせる。2:30に、アレンから乾板を受け取る。
  4. シャッターを閉じ、3:20に乾板を挿入。時計係が60、59、58……と秒をしらせ、皆既の瞬間に“go”の合図をする。それから私の仕事となる。乾板入れの戸を引き、3の合図でシャッターを開き80の合図まで露出せよ。露光中にコロナを観てよい。80の合図後にシャッターを閉じ、乾板入れの戸を閉じる。そして、乾板を入れ替える（20秒以内で行う）。
  5. 2番目の乾板は10秒間（か、第3接触前の時間まで）露出せよ。110の合図でシャッターを閉じる。
  6. 2枚の乾板を袋に入れ、アレンに渡せ。
- リハーサルは、6月16日5時（各項目づつ行う）、17日11:30、3:00、8:00の3回、18日3:00

この文面を見て、皆既日食とはこのようにしてするのかと感心した。物理実験なら繰り返せるが、皆既日食はこの皆既の2分間を逸したら遠征が駄目になる。丁度国運を賭した大海戦の場合のように、いかなる事が起こっても「決して失敗しない」という準備が必要なのである。その間の消息は1年の命を数分間に掛けるような場合に直面された体験のある人のみが理解されることであろう。全員を機械的に1秒までの操作を規律する事。「如何なる事があっても決して失敗しない」という事は非常に困難なことである。その為に統制が必要なのである。——当日半分ぐらい欠けた時、ストラットン教授の命令「不必要に動くな」という一声でそれぞれ部署につき、厳かな静寂に包まれた。——これだけの人と器械とを備えて、いかなる事があっても決して失敗のないだけの準備をして、さて後は当日の天候に万事を委ねて待つのみである。——当日皆既の瞬間に雲に覆われてしまった。——両手を腰に当てて天を仰いで立っているストラットン教授の姿は今も眼底に残っている。——「成否は天に在り」という言葉を俯仰愧じることなくいい得る者は幸いである」。

と結んでいます。

天体観測に従事する私たちは、ある時刻に起こる現象はその時のみであることを知っていますが、実験物理学者である中谷宇吉郎には、いささか戸惑うところもあったのかとも思われます。東京天文台、国立天文台には日食観測の長い歴史がありますが、単に太陽の彩層やコロナを観測する職員だけでなく、正確な観測時刻を測るための報時の職員、器機の不具合を現地で修理するための工場の職員、そして衛生状況の必ずしも良くない観測地に行くときには、お医者さんも同行するようにしていました。『いかなる事が起こっても「決して失敗しない」という準備』を尽くして、あとは「成否を天に委ねる」の気構えが大切なのです。



100年にわたって蓄積された観測データは、整理・公開し、多くの研究者に役立ててもらって、はじめてその価値を発揮します。その取り組みをご紹介します。

桜井 隆

### ●画像データのデジタル化

太陽の周期活動の研究には長期間のデータ蓄積が必要なので、長期間の観測ができる装置を新たに建設することも重要ですが、一方、今あるデータをできるだけ有効に使うことも重要です。「有効に使う」ためには、今では当たり前ですが、データが数値または画像データとして保存され、広く使えるように公開されていることが必要です。データを最初からデジタルで得たのは岡山のマグネトグラフが最初ですが、それ以前のデータは写真乾板やフィルムで、まずデジタル化する必要がありました。一部のフィルムは1990年頃には、湿気を吸収して劣化（ねばねばする、異臭を発する）し始めていたので、待たなしの状況でもありました。そこで順次デジタル化に取りかかりました。資金としては台内の配分予算の他、国際共同研究S-RAMP（1998、2000-2002年度）、CAWSES（2003、2005-2006年度）の予算、科学研究費補助金・研究成果公開促進費（データベース）[2003、2006、2007年度]、名古屋大学太陽地球環境研究所のデータベース作成共同研究経費（2004-2006年度）などを投入しました。

デジタル化した乾板、フィルムは、  
●白色光で撮影した太陽全体の画像（太陽黒点が写っている）：  
1918～1998年

●フィルターを通して撮影した水素のH $\alpha$ 線画像（フレア爆発現象、プロミネンスなどが写っている）：1957～1992年

●スペクトロヘリオグラフで観測したカルシウムK線の画像（カルシウム羊斑が写っている）：  
1917～1974年

●乗鞍コロナ観測所のコロナグラフによる、コロナ緑色輝線のコロナ像：1978-1991年

などです。乗鞍観測所の25cmコロナグラフで観測したスペクトルデータや太陽の一部を撮影した画像は、撮った人でないと使えないだろうと判断し、スキャンはせずに廃棄しました。太陽全体が写っている画像は、基本的にはスキャンして保存することとしましたが、H $\alpha$ 画像のフィルムは、フレア監視のためのもので数が多いので、大きなフレアの時間帯以外は間引いてスキャンし、また劣化が著しいため、デジタル化後は廃棄しました。

最も古いデータはカルシウム

のK線の画像で1917年からのデータがあり、同様の観測を行っている外国の天文台と比較して、1976年に観測を打ち切ったイギリスのグリニッジ天文台（1874年からのデータがある）を除くと、インド・コダイカナル天文台の1904年からのデータ、アメリカ・ウィルソン山天文台の1917年からのデータとならぶ貴重なデータです。

写真以外の画像データとして、太陽黒点のスケッチ（1938～1998年、B4の紙）、H $\alpha$ 線スペクトロヘリオスコープのスケッチ（1949～1964年、B5の紙）はフラットベッドスキャナーで取り込みました。

### ●数値データの整備

数値データでは、まず黒点相対数が基本です。東京大学東京天文

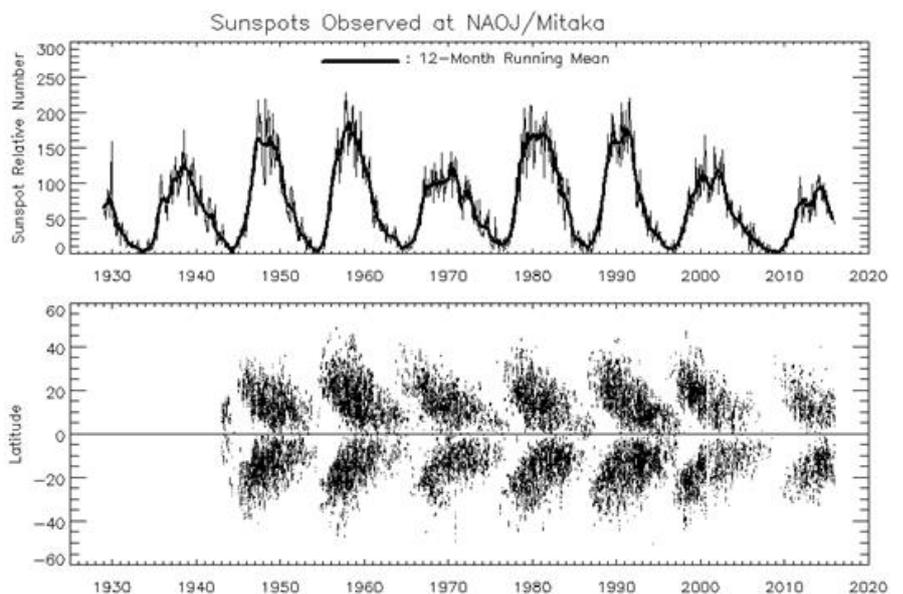


図01 東京天文台、国立天文台で観測された黒点相対数（上）と黒点の緯度分布（下）。黒点相対数は細線が月平均値、太線は1年間の移動平均である。

台の黒点観測は1888年に始まっていますが、黒点相対数としてまとめられたデータが残っているのは1928年からです。1938年からは黒点の位置、形を紙にスケッチした観測データが残っていますが、初期のものは東西南北の方位が示されてなく、太陽面上の座標が計算できるのは1943年以降です。スケッチ上の黒点の座標は、1992年までは、インドネシアからの留学生で東京大学で学位を取ったマスブル・アイニ・カンブリさんが、学位論文で太陽の差動自転と

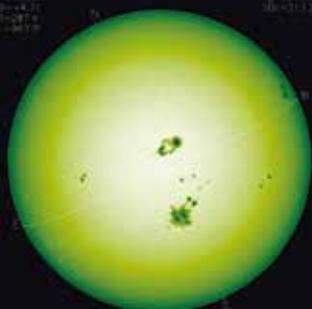
子午面流を解析するデータとしてデジタイザーで読み取りました。1992年にマスブルさんが帰国してから1998年までは、明星大学の4年生の卒研として入力してもらったり、アルバイトを頼んだりし、1997年11月からはCCDによる観測が始まり、黒点の位置や面積がソフトウェアにより導出できるようになりました。黒点の緯度を年と共にプロットすると、いわゆる蝶形図が得られます。

極域白斑は、磁場観測が始まる前からの極域磁場の指標と考えら

れ、最近では次の太陽活動の大きさを決める役割を果たしているとも推測されて重要視されています。スケッチ上に白斑は赤鉛筆で記録されていましたが、その個数の数値化は1992年に入江誠さん（当時、国立天文台助手）の指導の下、短大生の卒研として行われました。このデータを使って、これまでに20編近くの論文が出版されました。

ここに述べたデータはすべて、  
<http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/database.html>

において公開しています。



# 11

## 太陽観測所の広報普及活動

太陽は、月とともにもっとも身近な天体のひとつ。でも当たり前すぎて関心が薄れそう。いえいえ、ちょっと待ってください、太陽ほど面白い天体はないのです！

矢治健太郎

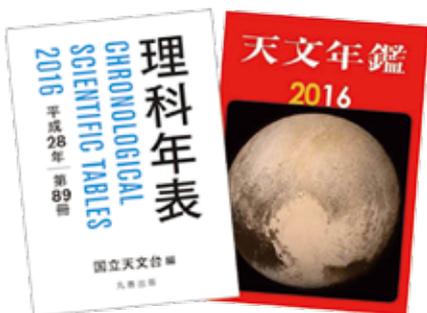


図01 理科学年表と天文年鑑の書影。

太陽はわれわれにとって非常に身近な身近な天体です。なので、たくさんの方が太陽という星に興味をいだいています。なので、ちょっとしたことで、すぐ問い合わせがあったりします。「黒点が少なくなってるってほんと?」「太陽黒点と気候に関係があるって?」そんな太陽に興味を持っている皆さんのために、われわれのホームページ上ではいろんな太陽

の画像やデータを2000年頃から公開しています。詳しくは太陽観測データベースの記事(36・37上ページ参照)をご覧ください。これらのデータは、毎年、理科学年表や天文年鑑にも提供されています(図01)。もちろん、皆さんも使うことができます。教育や普及活動のためはもちろん(でも、一応報告はしてね)、自分で楽しむ分も大歓迎です。

ホームページ上ではわれわれが毎日観測した太陽画像を見ることができます(図02)。毎日の太陽画像は2010年から公開を始めました。太陽黒点画像はもちろん、太陽フレア望遠鏡で観測したH $\alpha$ の全面像も見れます。このH $\alpha$ 画像はリアルタイムで配信しています。でも、天気の良いときはもちろん見れないのでご容赦を。また、

「〇月の太陽活動」と題して、毎月の太陽活動のトピックを(たぶん)わかりやすく、(たぶん)見応えあるように更新しています。こちらもぜひご覧ください。画像・動画集のページも大変魅力的です。太陽フレアやプロミネンス



図02 太陽観測所のホームページの写真。

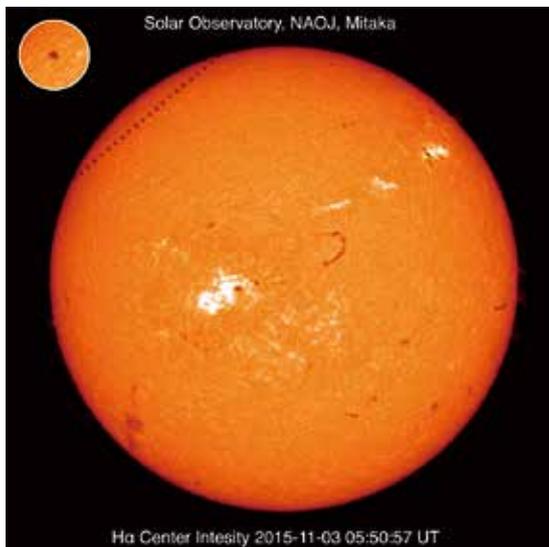


図03 ISS通過の画像。「今週の1枚」に掲載された。

などダイナミックな現象にはきつと惹かれるでしょう。2012年5月21日の金環日食の画像もあります(22ページ参照)。最近は、太陽に飛行機やISSが通過した画像が人気で、国立天文台の「今週の一枚」にも取り上げられています(図03)。

新聞社やテレビ局などのメディアからの画像使用も問い合わせも多いです(図04)。学校の授業や試験問題に使いたいという問い合わせもありましたし、中学校の理科の教科書にも掲載されました。太陽に関する質問もよく来ます。それだけ、太陽という天体に興味を持って人が多くいることを実感します。



図04 太陽観測所の太陽画像が掲載された朝日新聞。

現在、太陽観測所主力の太陽フレア望遠鏡は三鷹キャンパスの敷地のわりと端の方にあります。だ

から、というわけではありませんが、太陽フレア望遠鏡は常時公開施設ではありません。でも、三鷹のキャンパスで唯一の(ここ強調)、実際に天体観測をする施設(昼間だけ)ということで、団体見学希望者が多い(図05)。そんなときできるだけ見学説明の対応ができるようにしています。たまに、こちらもついつい力が入って、時間をオーバーすることも。

毎年の特設公開では、スタンプラリーのチェックポイントの一つにしていることもあり、多くの人がこの三鷹キャンパスの僻地にまで足を運んでくれます。最近ではフレア博士なるものも出没して人気だそうです(図06)。



図05 太陽フレア望遠鏡の見学者の様子。



図06 三鷹・星と宇宙の日、フレア博士登場。

太陽観測所では大学との共同研究も進めています。これは各大学で学部学生の教育にも生かされて

います。過去には太陽観測所の観測装置を使って、卒業研究を行ったものがありますし、昨年は、特別公開用の展示パネルを学部学生に作ってもらいました。学生たちもいろいろ刺激を受けています。

2013年から太陽観測所のtwitterを開始しました(図07)。いわゆる中の人

が毎日の太陽の様子を、淡々とつぶやいています。あるとき、突然太陽フレアが起きた場合も、リアルタイムで発信するようにしています。太陽面に通過した飛行機画像(図08)を紹介したときなど、なんと4000件のリツイートがあり、びっくりするやら慌てるやら。2016年2月に1万人のフォロワーを達成しました。感謝です。

こんな感じで、皆さんの関心の高い太陽をいろいろなスタイルで広報普及・情報発信の活動も行っています。今後ご期待下さい。



図07 太陽観測所のtwitterの画面。

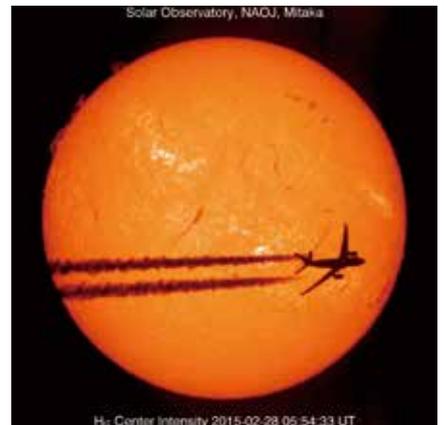


図08 太陽を横切る飛行機。

# 太陽観測の未来

桜井 隆

ここまで見てきた太陽観測の多くは、長期継続観測により太陽の周期活動の駆動機構を研究することが主な目的となっています。光以外の波長では、電波観測は日本では1950年頃から始まり、1992年完成の野辺山電波ヘリオグラフが、太陽専用の電波望遠鏡としては世界的にも頂点を極めたといえます。現在では、ALMAの公募観測で太陽も対象の一つとなり、1秒角を切る高分解能観測で新しい成果が期待されています。波長の短い紫外線、X線の観測は大気圏外に出なければなりません。1957～58年の国際地球観測年（IGY）を皮切りに、東京天文台でロケットや気球による太陽観測が始まりました。1981年打ち上げの「ひのとり」、1991年打ち上げの「ようこう」は、その長年の準備が結実したものです。

長期間にわたる観測、広い波長域をカバーする観測と並んで重要なものに、高解像度の観測があります。そのためには必然的に大きな望遠鏡が必要になりますが、現在世界最大の米国キットピーク天文台のマクマス・タワー（口径1.6m、1962年建設）も、その大きさは光をたくさん集めるため、太陽熱で揺らぐ空気のため、口径に相当する解像度は出ません。1990年頃まで、高解像度の観測は口径60～80cmの真空望遠鏡（反射望遠鏡の鏡筒入り口にガラスで蓋をして中を真空にし空気の対流をなくす。透明ガラスなのでそんなに大きなものはできない）に限られ、それでも望遠鏡外のシーイングの影響は避けられず、補償光学機構はまだ開発途上、という状況でした。欧州連合は口径2.4mのLEST計画を進めようとしていましたが、日本には当時補償光学装置の技術、実績はほとんどなく、高解像度観測で世界に打って出るには、シーイングの影響のない（補償光学で補正する必要がない）スペース観測しかない、という判断から、ひので衛星に口径50cmの可視光望遠鏡を搭載することとなりました。「ひので」は2006年に打ち上げられ、そのめざましい成果についてはご存じの通りです。

一方、補償光学は（思ったより【<やしい…】）著しく発展し、また、真空望遠鏡にしなくても、骨組みだけの鏡筒で風が吹き抜けるようになっておくと太陽熱でも空気が乱れないことがわかったことから、口径1mを超える望遠鏡が最近はどんどん作られるようになりました。瞬間最大風速では、ひのを凌ぐ解像度が得られています。日本の太陽研究者は現在、口径1mクラスの可視光望遠鏡を主要装置とするSOLAR-C衛星計画を提案しています。ハワイのハレアカラ山に2019年完成予定のDKIST（ダニエル・K・イノウエ太陽望遠鏡）は口径4mで、高解像度のスナップショットはSOLAR-Cに勝ると考えられますが、複数枚の画像から磁場を求める偏光観測では、シーイング揺らぎのないスペース観測が圧倒的に優れています。お互いの長所で競う研究上のバトルの予感がします。

なお最後に、太陽の長期継続観測はこのような大プロジェクトではありませんが、地球環境変動との関連で最近注目が高まっています。「救うのは太陽かもしれない…」です。



## It's a matter of principle

桜井 隆  
(太陽観測所)



「あなたのモットーは何ですか」と外国人に聞かれたときに、30歳ぐらいの時から答えるようになっていた言葉です。「○○○○しませんか?」「しません。それが私の主義なので」というように使い、依頼を断るときには便利ですが、裏返すと、大義名分が正しい場合には断り切れなくなるという事態になります。根は臆病なのに、そう思われるのがいやで引き受けてしまう(同じく、優柔不断なのに、そう思われるのがいやで即決した結果、しばしば間違える)という行動パターンが私には多く見られると思います。その結果、周りの人々にとっては、ご迷惑であったことも便利であったこともあろうかと思えます。自分にしてみれば……。やせ我慢かもしれませんが、「それが私の主義なので」。

1976年度から、日本天文学会の評議員は選挙により選ばれることとなりました。当時、天体物理若手院生会は故・小杉健郎さんと私が委員長と事務局局長で、だれか候補者を立てることになり、「君がやらなければ僕がやるけど」と小杉さんに言われて、私が立候補し当選しました。指導教官の故・内田豊先生は選挙制度を作る立場の学会庶務理事だったため、「君、こういうことをされると困るんだがね」と叱られました。私としての反省は、むしろ当選しただけで何も実質的な活動を4年の任期中にできなかったことです。

右の写真は大学院生時代に初めて出た国際会議のときのものです(1976年)。企画したのは内田先生とヒュー・ハドソンさんで、海外から大物も結構来て知り合いになれたので、1979年夏から2年間、ボストン近郊のスマソニアン天文台(SAO)に呼んでもらえました。1984年にも1年間、ミュンヘンのマックスプランク天体物理学研究所に呼んでもらいました。天文台に移る前の東京大学天文学教室助手時代の7年半のうち、3年は海外にいらせてもらったこととなります。今ではとても許されないかもしれませんが、自分の能力アップ(したとして)は結局日本のためになる、と思ってはいました。

学会のPASJの編集委員を1989年度から1996年度まで務めました。最後の2年間は編集長でしたが、それよりも大変だったのは、1988年度まで編集実務を一手に引き受けていた故・寿岳潤さんからの仕事の引

継ぎでした。レフリーの決定、受理・不受理の決定は編集会議で行うのですが、決まったレフリーの住所を調べ、査読依頼の手紙を書き、重さを測って切手を貼り、レフリーからのレポートが遅いときは主にテレックスで催促し、レポートが来たら著者に回し、受理できそうになったら編集会議にかける、といった一連の仕事が実務担当の役割でした(その他、論文の校正も寿岳さんは徹底的にやっておられましたが、これは編集委員の分担となりました)。しかしその過程で、古いPASJのスキャンとWEB公開をADSにやってもらうことになり、ADSの創設者のギュンター・アイクホーンはSAOの人(今は引き抜かれてシュプリンガーにいます)で面識もあったことから、ADSの日本のミラーをどこかで引き受けないかという話が来たとき(1997年1月)に、当時、データ解析計算センター長であった近田義広さんをお願いし引き受けてもらいました。増設ディスクの経費は台長留置金を(確か数百万円)もらいました。「これは何の役に立つのか」と当時企画調整主幹の観山さんに聞かれて、「将来、論文は図書館でなくADS上で読むようになるのだ」と答えた(ほとんど勢いで出まかせ)記憶があります。

2004年度から2013年度まで、財務担当副台長4年、総務担当副台長4年、研究連携主幹2年を務めました。こちらはまだ記憶が生々しいので、反省はもう少し冷却してからにします。3月末の定年退職後は、継続で引き受けている委員などの仕事を除けば無職なので、少しゆっくりしてエネルギーを回復後、やり残した研究に取りかかりたいと思います。長い間お世話になりありがとうございました。



1976年5月、日米太陽フレアセミナー(六本木、国際文化会館)にて。(集合写真の右後方)左手前から小杉、柴崎(どちらも1年先輩ですにて助手)、桜井(D2)。

# 天文台メモワール

この季節、桜の咲く頃になりますと、退職される方、新しく入られる方の歓送迎会が行われ、私も参加させていただいて来ました。そして自分が退職する日が来ました。45年前の公開日に26インチ望遠鏡のピアの前で、東京天文台で仕事をするにはどうしたら良いか、ある天体掃索部の方にお尋ね致しました。天文機器メーカーを退職して国家公務員となり、天文台で面接を受けました。数人の方が居られて、「民間と違ってここは給料が安いけど本当に良いのですか」と言われましたが、「天文が好きですからここで仕事したいです」と答えて、そして天文台の仲間にしていただきました。当時は小綬鶏が子どもを連れて歩き回り、枝では尾長がうるさく鳴き、春にはカッコウの長閑な鳴き声、子ゲラが木に巣穴を開ける音などは毎年繰り返され、今も変わらない満開の桜、初夏から晩夏に種類を変えて鳴く蝉しぐれ、紅葉、イチヨウの葉の絨毯、

などもごく普通のこととっていました。ここは、東京なのかと思わせる所です。このような心癒される自然の中で仕事をさせていただいたのは幸せだったと思います。

ご迷惑をおかけしたこと、上手くいかなくて困ったことや皆で喜び合ったことを思い出します。天文台で働く人や、お世話になったメーカーの人や、大学の職員の人達の励ましが有ったから続けて来られたと思います。国立天文台でのATCではマシンショップで工作させていただいただけでなく、困ったとき励まし教えていただいたこと、エレキショップ、オプトショップの方、秘書室、設備担当の方にもお世話になりました。施設の方には雨漏り補修、空調、クレーンのメンテ、事務部では、給与や組合費引き落とし、年末調整、バドミントン用品購入、共済レクレーション費に至るまでお世話になりました。今は、「ときがわ町」の施設になりました堂平観測所で観測をさせていただき生活までお世話いただいた人、すばる望遠鏡建設、MIRAの実験、物品の購入、出張手続きなど光赤外研究部の秘書室の方を含め、皆様にお世話になりました。重力波プロジェクト推進室では経験のなかった分野でしたが、重力波で見る宇宙のことや、物理実験のことを教えていただき、励ましていただきました。外国の方も増えて文化の違いや英語での報告も苦勞しましたが、共に実験や測定して思うように出来たとき、喜び合えたことはとても意義深いと思いました。物

品購入、公開日、もろもろの手続きで秘書室の方にお世話になりました。台長秘書室、国際連携室の方には、海外出張の際には、手続きでお世話になりました。天文データセンターにも、最後までお世話になりました。感謝いたします。

思えば給料は安くても良い、天文の仕事ができれば良いと言っていた自分が組合に加入し、ビアパーティーなどで、プロジェクトの壁を越え、お話できたことは視野が広がって良かったと思っています。いつの頃からか小綬鶏、尾長、カッコウの鳴く声はしなくなり、自分も公務員ではなくなっていました。自然や古き良きものは大切にしていきたいと思えます。

宇宙に生命、生物が存在していることが証明されたら良いですね。地球にしか生命体がないことが分かったとしたら、さみしいですが戦争はなくなるのかなと思えたりもしています。26インチのドームと4D2Uの間に梶田先生のノーベル賞記念樹が仲間入りしました。植樹に参加させていただき、45年前のことを思い出しながら金木犀に土をかけました。重力波の存在も直接確認されました。ますます宇宙の解明への挑戦が進展していきますよう期待し、楽しみにしています。

最後に、毎日私より早起きして弁当を作り、仕事に送り出してくれました妻、郁子と、共に家事を支えてくれました父、清に、そして至らぬ私をサポートしてくれた子ども達に、この紙面をお借りしまして感謝致します。多くの先輩方と皆様に感謝致しますと共に、皆様の健やかに、さらなるご発展をお祈り致します。長い間お世話になりました。

## 退職のご挨拶

鳥居泰男

(重力波プロジェクト推進室)



レーザ50cm望遠鏡。



ポプラ月光。

# 天文台メモワール

「今日までそして明日から」と「見るまえに跳べ」

飯塚吉三  
(先端技術センター)



表題は吉田拓郎の唄のタイトルと大江健三郎の小説の題名からいただきました。その唄はいまでも大好きですし、小説のほうは内容を忘れましたが、題名に使われている言葉のイメージが好きです。それでそれらをこの文のタイトルに使いました。

1971年9月に天文台(当時は東京大学東京天文台)に採用され、人工衛星国内計算施設という名の計算センターに配属されました。業務はコンピュータ(電子計算機と言っていた)のオペレータでした。当時のコンピュータは、今のパソコン以下の能力しかなかったけれど、動作させるためにはオペレータが必要でした。何しろ論理回路がLSIはおろかICですらなく、プリント基板上にトランジスタで構成されていました。他の装置や性能も「推して知るべし」です。その後、皆さんご存知のようにコンピュータは日進月歩の進化を遂げました。私が三鷹を去るころには、大型計算機に接続された端末(TSSターミナル)が研究室に配置されて、オペレータは不要となっていました。

堂平観測所(現在、ときがわ町の堂平天文台)に転勤を願い出たら、運良く転勤させていただきました。1980年5月からその後16年の長きにわたり堂平勤務を続けました。先輩職員の皆さんと仲良く、家族のような雰囲気の中仕事をしていただきました。業務は私の転勤と共に導入されたミニコンピュータの管理と観測補助でした(写真01)。

天文台の改組で堂平観測所が閉鎖されることになったため、他の部署への異動か退職(転職)かの選択をしなければならなくなりました。特別なスキルを持たない私にとって、45歳での転職は難しかったので台内異動を希望しました。

1996年8月から野辺山宇宙電波観測所に転勤になりました。業務は45m電波望遠鏡の観測アシスタントが中心で、ほかにはBEARS受信機の開発に関わりました。野辺山での勤務形態は週末帰宅の単身赴任でした。7年弱のあいだに自宅と宿舎間の150kmをクルマで300回くらい往復しましたが、幸い事故は1回もありませんでした。とはいえ、一旦止まったら脱出不能と思われる積雪のなか、峠越えの道を無理やり帰宅したことが冷や汗もので思い出されます。

ぐるぐるっと回って再び三鷹へ舞い戻ったのは、2003年6月です。移ってから12年間はALMA Band8受信機の仕事一辺倒でした。パーツの試験担当が初めの仕事で、受信機カートリッジの組み立てや試験を担当しました。出荷当初とは違い、最近是不具合でカートリッジがチリから戻ることもなくホットしてい



01 観測準備のひとつま(堂平観測所)。



02 三鷹・星と宇宙の日2015(特別公開日)。

ます(写真02)。

楽しくもあり辛くもありましたが、今となってはすべてが思い出の中の44年半です。天文台の皆様には、特に一緒に仕事をさせていただいた方々には大変お世話になり、感謝しております。無力な私を助けてくださりありがとうございました。

以下は付録です。「私に起こった意識の転換」について書きます。50代の中ごろまでは、私にとって1年がそれまでの人生(年数)分の1でした。しかし、そこを過ぎたところに意識の変化が起こりました。1年は残りの人生(年数)分の1であると強く意識されるようになったのです。自分があと何年生きられるか、あるいは多少の病気があるにしても何年健康的に元気でいられるのかを考えるようになりました。そう考えると残された時間の大切さを実感しました。

その時点で退職したいと思いましたが、思い切って辞めるということが出来ませんでした。自分に言い訳しながら、その後もズルズルと勤めてしまいました。あたりまえですが、最も大きな理由は退職すると経済的痛手が大きいことでした。今の健康状態が続くならば、このたびの退職で元氣なうちに何の計画もない「白紙」の状態に自分を置くことになりません。残りの人生で何がしたいのか、これからの生き方を考えたいと思います。

# 「第35回天文学に関する技術シンポジウム」 「第5回可視赤外線観測装置技術ワークショップ」 合同開催報告

篠田一也 (太陽観測所)



会場となった青葉サイエンスホール。

今年度は「第35回 天文学に関する技術シンポジウム」(以下、シンポジウム)と「第5回可視赤外線観測装置技術ワークショップ」(以下、ワークショップ)を合同で企画し、平成27年12月7日から11日までの会期で東北大学理学研究科青葉サイエンスホールにて開催しました。前半二日間はワークショップとし、後半二日間をシンポジウムとして行い、間の一日は「次世代望遠鏡」と題した合同セッションとして、次世代の幅広い分野の望遠鏡・装置・技術について招待講演者に紹介してもらいました。

シンポジウムとワークショップは、主体となるのが技術系か研究系かの違いはありますが、目的や発表内容が近いため、これまでも交流を行ってきました。その中で、双方の参加者から「一緒にできないか？」との声上がり、試験的に合同開催することになりました。ただ、ワークショップは観測手段を可視赤外線に限定し、院生教育にも重点を置いています。シンポジウムは観測波長どころか、天文に関わるのであれば設備インフラも含めた幅広い技術分野における報告と交流を目的としており、ワークショップに比べて分野・人材ともに範囲が広いです。また、発表形式も若干違うこともあり完全に一体化はせず、連続で開催し、招待講演による合同セッションを設けました。

5日間の参加総数は合同開催ということもあり80名を越え、合同招待講演8件、ワークショップ招待講演1件、一般口頭講演39件、ポスター発表34件となりました。お互いの発表を聴講してみると、目的が同じでも視点の違いからなのか、アプローチが違うこともあったりして、新鮮に感じられました。質疑応答でも、いつもと違う質問があり戸惑う場面もありました。お互いに良い刺激となり合同で開催した意義が感じられました。

合同招待講演は、多くの方が関心を持つ重力波干渉計から赤外線衛星までの8種類の次世代「望遠鏡」について理解しやすいように解説・紹介していただきました。一度にこれだけの多様な観測装置について聴講できることはめったになく、貴重な機会だったと思います。参加できなかった方からも関心を示していただいております。今回は準備する事は出来ませんでしたがweb中継や録画などの問い合わせもありました。

それぞれの会合で恒例の懇親会は盛大に行いましたが、シンポジウムとワークショップの交流会も行い、38名もの参加者がいました。招待講演後に机を並べ替え、ポスター発表のパネルを会場内に全て並べ、ポスター前で議論や意見交換をしました。名前は知っていても組織や職種が違うため普段お話しする機会がないみなさんとの交流は、楽しい会話で盛り上がり、時間も料理も足りなくなりました。

最終日午後に行ったエクスカッションは、24名の参加で東北大学青葉山キャンパス内の理工系の研究室を案内していただきました。地球物理専攻では坂野井准教授に飛翔体搭載用観測装置の試験のための冷却チャンバーを説明していただき、天文学専攻のまだ新しいドーム内は津村助教に案内



合同招待講演の様子。



ポスター前での議論。

していただきました。その後、マイクロ・ナノマシニング研究教育センターに移動し、光MEMS研究室の金森准教授に最近話題のナノマシン製作現場を案内していただきました。分野は違えど光を扱っているので、見覚えのある測定装置や機材が数多くありました。センターの規模が大きく、驚くとともに羨ましく思いました。

今回会場として利用させていただいた青葉サイエンスホールは建物も新しく、設備も整っているので非常に使いやすい会場でした。それに加えて開催前日には仙台市営地下鉄東西線が開通し、仙台駅からのアクセスもとっても楽でした。

最後になりますが、本シンポジウム及びワークショップ開催にあたり東北大学の関係者のみなさまには大変ご尽力・ご支援いただきました。この紙面をお借りして感謝申し上げます。ワークショップは国立天文台研究集会の支援を受けて開催されました。



集合写真。たくさんの参加者がありました。

## 国立天文台講演会

## 「時空を超えた挑戦：一般相対性理論100周年と重力波天文学」報告

小野智子（天文情報センター）



会場は満席、熱心にメモをとりながら講演を聴く姿が印象的。



麻生洋一氏による熱のこもった講演。

国連が定める「国際光（ひかり）年」である2015年は、物理学者アルベルト・アインシュタイン（1879～1955）が一般相対性理論を発表した1915年から100年の記念年にあたります。一般相対性理論から予測される時空のゆがみが波として伝わる現象「重力波」は、いまだに直接検出がされておらず、アインシュタインが人類に残した最後の宿題とも言われています★。

この重力波を直接捉えようと、現在、東京大学宇宙線研究所（ICRR）、高エネルギー加速器研究機構（KEK）と共に、国立天文台は次世代の重力波検出器である大型低温重力波望遠鏡KAGRA（かぐら）の建設を進めています。

このような重力波天文学をはじめとする一般相対性理論に関連する最先端研究や、一般相対性理論の持つ意味について、多くの市民に触れていただくことを目指し、日本重力波コミュニティ（JGWC）は、一般相対性理論発表100周年を記念した市民講演会を、全国各地で企画しました。今年度の国立天文台講演会は、この一連の講演会シリーズの一つとして、2015年12月13日（日）に一橋大学一橋講堂（東京都千代田区一ツ橋）にて開催され、会場は395名の参加者で埋め尽くされました。

講演会のテーマは、「時空を超えた挑戦：一般相対性理論100周年と重力波天文学」。講演は、佐藤勝彦氏（自然科学研究機構・機構長）による「アインシュタインの相対性理論と宇宙の創生」、

麻生洋一氏（重力波プロジェクト推進室・准教授）による「KAGRAで迫る宇宙の謎—重力波天文学」の2本立てでおこないました。

佐藤氏からはアインシュタインの特殊相対性理論、一般相対性理論についての基本的な解説に加えて、現在の理論と観測から描かれている宇宙の姿と、将来の観測計画の概要をお話いただきました。麻生氏からは、重力波とは何か、どのような技術で重力波を捉えるのか、そして、現在建設が進められている重力波望遠鏡KAGRAの状況とKAGRAが目指す成果について、一部パフォーマンスを交えながらかみくだいた解説をしていただきました。

## ● 2015年度国立天文台講演会 開催概要

日時：2015年12月13日（日曜日）  
13：30～16：00

会場：一橋大学一橋講堂（東京都千代田区一ツ橋2-1-2 学術総合センター内）

テーマ：時空を超えた挑戦：一般相対性理論100周年と重力波天文学

講演1：アインシュタインの相対性理論と宇宙の創生／講師：佐藤勝彦（自然科学研究機構 機構長）

講演2：KAGRAで迫る宇宙の謎—重力波天文学／講師：麻生洋一（自然科学研究機構 国立天文台 重力波プロジェクト推進室 准教授）

参加した皆さんはたいへん熱心にメモをとりながら講演に耳を傾け、また質疑応答も活発におこなわれました。休憩時間には、持参した佐藤氏の著書にサインをを求める参加者も見受けられました。

今回の講演会はひじょうに多くの方に注目いただき、事前参加申し込み開始から半日足らずで定員が埋まってしまうほどの人気でした。そのため、このテーマに関心を持ちながらも参加できなかった方も多かったと思います。折しも、KAGRAプロジェクトの責任者である東大宇宙線研究所の梶田隆章氏のノーベル物理学賞受賞の発表もあり、多くの方の関心が集まった影響もあるのでしょうか。一見難しいという印象を持たれるテーマでありながらも、皆さんの宇宙への関心の高さが、熱気あふれる会場から伝わる講演会でした。

このような多くの方々の宇宙に対する興味・関心に応えられる講演会を、今後も企画していきたいと思ひます。



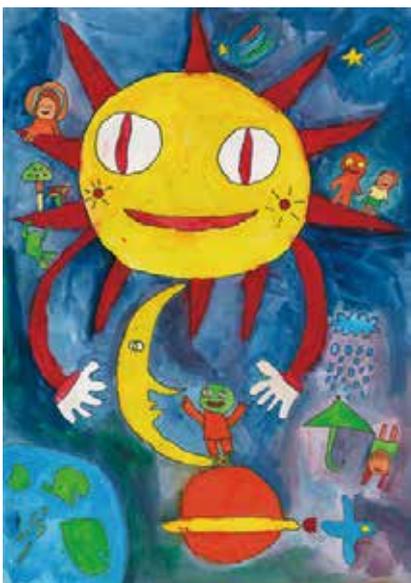
休憩時間、著書へのサインの求めに応じる佐藤勝彦氏。

## 平成27年度「宇宙の日」作文絵画コンテスト表彰式 報告

石川直美 (天文情報センター)

年明け早々の1月6日(水)に「宇宙の日」作文絵画コンテスト表彰式が国立天文台大セミナー室にて開催されました。「宇宙の日」作文絵画コンテストは、9月12日の「宇宙の日」★01を記念して1996年から始まり、国立天文台は2001年から主催者に加わっています。今年、新たにメディアパートナーとして朝日新聞デジタルが加わりました。

今年の応募テーマは小学生部門「宇宙に飛び出そう」、中学生部門「宇宙のなぞにせまろう」で、作文1239作品(小学生781作品、中学生458作品)、絵画9702作品(小学生8917作品、中学生785作品)の応募があり、その中から28作品の主催者賞が選ばれました。特に今回の中学生部門のテーマは「調べて書く(描く)」ことを目的としたもので、作文、絵画ともに例年以上に力作が揃いました。主催者賞の最終審査会は、全国の協力科学館、事務局の予備審査を経て11月11日(絵画)、13日(作文)に行われ、文部科学大臣賞をはじめ、7主催者賞の受賞作品28点と審査委員会特別賞(作文のみ)1点が決まりました。表彰式には、受賞者およびその家族約100名が参加。また、飛び入りで「宇宙の日」のマスコットキャラクター・星ノ介くんが来台し、賑やかに表彰式が行われました。



絵画の部<小学生部門>国立天文台長賞を授賞した高砂梨莉さん(島根県出雲市立平田小学校2年)の作品。「太陽は、地球から遠くはなれているのに、ものすごく熱くなったり、明るくしたりします。だから宇宙ではすごく大きくてみんなを見守っているんじゃないかと思って書きました」(高砂梨莉さん)。

国立天文台長賞には、作文の部小学生部門につくば市立栄小学校3年本橋聡太さん、中学生部門に岩手県立一関第一高等学校附属中学校3年渡邊ありんさん、絵画の部小学生部門に出雲市立平田小学校2年高砂梨莉さん、中学生部門に佐野日本大学中等教育学校2年南川達紀さんの4名が選ばれ、プレゼンターの渡部潤一副台長より、表彰状と副賞の天体望遠鏡の目録が授与されました。

今回は新たな試みとして授賞式後に受賞者が研究者の取材を行い、新聞(号外)を発行するという企画が行われました。受賞者たちは渡部潤一副台長による系外惑星やアストロバイオロジー関連の話や平松正顕広報室長によるアルマ望遠鏡の話や熱心に聴き、活発に質問していました。このときの取材シートをまとめたものは、特別号外として、朝日新聞デジタルの特設ページに掲載されています。講演と並行して4D2Uの観覧も行われ、受賞者たちは宇宙の広がりや謎について、密度の濃い時間を過ごしていました。

実は「宇宙の日」作文絵画コンテストの表彰式は、例年10月の連休に行っていました。しかし今回は、受賞者の取材体験が企画されたため、天文台の勤務日であり、小中学生の冬休み中の平日の開催となりました。9月12日の「宇宙の日」からはかなり離れた日程での開催となりましたが、受賞者には印象深い体験となったようで、後日、事務局の日本宇宙フォーラムには、何通もお礼のメッセージが届いたそうです。「宇宙の日」作文絵画コンテストへの参加をきっかけに子どもたちの宇宙や天文学に対する興味が



国立天文台長賞の受賞、おめでとうございます! 副賞の天体望遠鏡で、宇宙の不思議を体験してください。



授賞式に星ノ介くん参上! 子どもたちに大人気でした。星ノ介くんの誕生は1994年。最近のゆるキャラブームにのっかったものではありませんよ!



4D2U ドームシアターの前室にて平松広報室長のお話。電波望遠鏡について初めて知る子どもも多かったようです。

膨らみ、豊かな想像力が育っていくことを期待しています。

- 「宇宙の日」web ページ (受賞作品の掲載)  
<http://www.jsforum.or.jp/event/spaceday/>
- 朝日新聞デジタル「宇宙の日」ページ (受賞作品、特別号外等の掲載)  
<http://www.asahi.com/special/rocket/contest2015/>

## ●「宇宙の日」作文絵画コンテスト

主催：文部科学省、自然科学研究機構国立天文台、宇宙航空研究開発機構、日本科学未来館、(一財)リモート・センシング技術センター、(一財)日本宇宙フォーラム

後援：内閣府宇宙戦略室  
メディアパートナー：朝日新聞デジタル

## 「一般社団法人 日本カレンダー暦文化振興協会 2015年の活動」報告

片山真人 (天文情報センター)

## ●2033年問題シンポジウム

暦文協★<sup>1</sup>では、2014年に引き続き、2033年問題★<sup>2</sup>に関する3回目のシンポジウムを4月3日に東京で開催、約60名の参加をいただきました。

中牧弘允理事長による昨年のシンポジウムの総括・問題提起の後、私から「天文学の立場からの検証」として問題・解決法の分類や原理・頻度について紹介しました。続いて、暦研究家の須賀隆さんから「暦学の立場からの検証」として過去や将来の詳細な事例分析や標準時変更など新たな解決案が提示され、最後に細井浩志 活水女子大学教授から「歴史学の立場からの検証」として政府が旧暦に冷たい理由、暦法の矛盾への対処法、くじ引きによる解決などについて歴史的事実を交えて講演いただきました。

ディスカッションでは、どの解決法にも一長一短があり、何をとりかは日本の文化をどう位置づけるかにも関わるといった議論があり、暦文協としては作業部会で議論を進め、8月の総会で見解を発表すると宣言、閉会を迎えました。



片山「天文学の立場からの検証」



パネルディスカッションのようす。

## ●第5回総会&amp;講演会

8月28日には、東京大学弥生講堂一条ホールにて総会&講演会を開催、約90名の参加をいただきました。

まずは松井吉昭 開智国際大学教授から「暦に関する素朴な疑問に答える」と題して、暦の基礎と種類、曜日・年度・

二十四節気・干支・十二直・二十八宿、六曜などの暦注がどのように定められるかといった講演がありました。

続いて、トークセッション「そうだったのか！ カレンダーの役立つなるほど！」では、大日本ピーアール（株）の小澤潤社長と暦の会の小田島梨乃さんも交え、なぜカレンダーを年末に配るのか、地域によるお盆の違い、六曜の影響など、身近な存在であるカレンダーの不思議についてさまざまなトークが進みました。

そして、活動報告・活動案内・定時総会の後は、中牧理事長から2033年旧暦閏月問題に対する見解の発表がありました。シンポジウムの議論や出版済み万年暦をふまえ、13通りの案を検討した結果、暦文協としては閏11月を推奨するとして、今後も置潤ルールについては検討を継続していくそうです★<sup>3</sup>。



松井先生「暦に関する素朴な疑問に答える」



カレンダーの役立つなるほど！



2033年旧暦閏月問題見解発表。

## ●新暦奉告参拝

12月3日カレンダーの日★<sup>4</sup>には、恒例の新暦奉告参拝を明治神宮にて実施しました。当日は平日かつ交通機関のトラブルにもかかわらず、約110名の参加をいただきました。

あいにくの雨天のため参進は中止でし

たが、本殿奥にて参拝・玉串拝礼、その後神楽殿にて祈願の祈祷、巫女舞の奉納という形で執り行われました。

参拝の後は参集殿にて、細井浩志 活水女子大学教授から「日本における暦と時間の始まり」と題して、さまざまな文献や出土品を示しながら、日本がどのように暦や時間を受容し普及させていったかについて講演いただきました。

暦文協では今後もさまざまな形で、活動を続けていく予定です。



新暦奉告参拝のようす。



細井先生「日本における暦と時間の始まり」

中牧理事長「暦予報」



## ★1 暦文協

一般社団法人 日本カレンダー暦文化振興協会の略称（国天ニュース2011年10月号参照）<http://www.rekibunkyo.or.jp/>



一般社団法人  
日本カレンダー暦文化振興協会  
Japan Association for Calendar and Culture Promotion

## ★2 2033年問題

国天ニュース2015年3月号参照  
<http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/topics/html/topics2014.html>

## ★3 暦文協の見解

<http://www.rekibunkyo.or.jp/year2033problem.html>

## ★4 国天ニュース2015年3月号参照

## 平成29年(2017) 暦要項を發表しました!

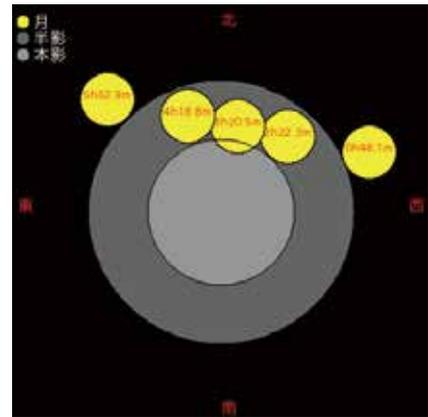
片山真人 (天文情報センター)

平成28年2月1日、官報にて平成29年(2017) 暦要項を發表しました。

<http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/yoko/>

- 春分の日、秋分の日は、それぞれ3月20日、9月23日になります。
- 日食が2回、月食が1回あります。
  - ・2月26~27日には金環日食がありますが、日本では見るできません。
  - ・8月8日には部分月食があります。食分0.251と控えめですが、日本全国で部分食を見ることができます。
  - ・8月22日には皆既日食がありますが、日本では見るできません。

※各地の詳しい予報については暦要項のほか、暦計算室ホームページでも調べいただけます。



●裏表紙で2014年4月号より連載していた「新すばる写真館」は今月号掲載の24回で終了です。ご愛読ありがとうございました。そして次号(2016年4月号)からは「アルマ望遠鏡」の新連載がスタートします。どうぞ、ご期待ください。



## 人事異動

## ● 研究教育職員

発令年月日	氏名	異動種目	異動後の所属・職名等	異動前の所属・職名等
平成28年2月1日	滝脇 知也	採用	理論研究部 助教	
平成28年2月1日	秦 和弘	採用	電波研究部(水沢VLBI観測所) 助教	

## 編集後記

技術系ということもありあまり参加してこなかった研究会に数年ぶりに参加。最新のサイエンスの話にワクワク。これをモチベーションに、今の自分の仕事をしっかり進めたい。(I)

1年半ぶりのアルマ出張。コントロールルームが大きく様変わりしていたり宿泊棟の工事が進んでいたり。観測性能と同じく観測所そのものもまだまだ進化中です。(H)

日蝕を観にインドネシアのプリトゥン島へ。薄雲が出ていたのですが、かろうじて黒い太陽を見ることができました。プロミネンスがきれいでした!(E)

この時期、一昨年と昨年は怒涛の忙しさに目が回りそうでした。それに比べると今年はまだ楽な方。それでも年度末の書類書きに嫌気がさし、は～るよこい、は～やくこいと歌いたくなるような毎日。(K)

今年の冬も終わってだいぶ暖かくなりました。水道の凍結防止ヒーターの電源を切る頃か、まだもう一度くらい寒波が来るか。電気代高いから、どうしようかと微妙な気持ちで海外出張へ……。(J)

先月のハワイ出張、「夕食は『美味しいもの』が食べたい」という広大り君の売り言葉に応じてベトナム料理の店へ「毎日」行くことに(さらにメニューはフォー縛り)。最終日にはお昼までベトナム料理だった、一体どこの国に行ったんだという出張でした。(K)

インドネシア日食。皆既食帯の端に近いところで観察。ダイヤモンドリングのダイヤがあまりに近い場所に出現したのは驚きでしたが、考えて見れば当たり前か……。(W)

## ●お詫びと訂正

2016年02月号p09の「今回命名された主星と惑星一覧」の出典が未掲載でした。正しくは「今回命名された主星と惑星一覧(出典:日本天文協議会 IAU太陽系外惑星系命名支援WG・採択された名前一覧 [http://exoplanet.jp/final\\_names\\_j.html](http://exoplanet.jp/final_names_j.html))」でした。お詫びして訂正いたします(係)。

国立天文台ニュース  
NAOJ NEWS

No.272 2016.3

ISSN 0915-8863

© 2016 NAOJ

(本誌記事の無断転載・放送を禁じます)

発行日/2016年3月1日

発行/大学共同利用機関法人 自然科学研究機構  
国立天文台ニュース編集委員会

〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1

TEL 0422-34-3958 (出版室)

FAX 0422-34-3952 (出版室)

国立天文台代表 TEL 0422-34-3600

質問電話 TEL 0422-34-3688

## 国立天文台ニュース編集委員会

●編集委員: 渡部潤一(委員長・副会長)/小宮山裕(ハワイ観測所)/寺家孝明(水沢VLBI観測所)/勝川行雄(ひので科学プロジェクト)/平松正顕(チリ観測所)/小久保英一郎(理論研究部/天文シミュレーションプロジェクト)/伊藤哲也(先端技術センター)  
●編集: 天文情報センター出版室(高田裕行/岩城邦典) ●デザイン: 久保麻紀(天文情報センター)

★国立天文台ニュースに関するお問い合わせは、上記の電話あるいはFAXでお願いいたします。  
なお、国立天文台ニュースは、<http://www.nao.ac.jp/naoj-news/>でもご覧いただけます。

4月号は、続々と観測成果を出し続けているアルマ望遠鏡の近況をお届けします。アルマ画像を紹介する新連載もお楽しみに!

ふしらせ

# すばる望遠鏡の 限界に挑んだ 最遠方銀河探査

～宇宙初期に突然  
現れた銀河を発見～

大内正己

(東京大学宇宙線研究所)



## データ

天体：すばるXMMニュートン  
ディープサーベイ (SXDS) 領域  
(くじら座)および宇宙進化サー  
ベイ (COSMOS) 領域(ろくぶんぎ座)  
撮影：2010年12月、2011年1月、  
2012年12月、2013年2月  
フィルター：NB101 (中心波長  
1.01 $\mu$ m)、iとBをそれぞれ赤と  
緑、青で表示。  
露出時間：106時間(SXDSとCOSMOS  
の合計積分時間)  
観測装置：Suprime-Cam



7つのパネルの中心にある赤いシミのような天体は、すばる望遠鏡が発見した131億年前の7つの銀河(ライマン $\alpha$ 銀河、以下LAE銀河)です。この中には、すばる望遠鏡が見つけた中で最も遠い天体も含まれます。131億年前のLAE銀河を狙う特別なフィルターをSuprime-Camに装着し、すばる望遠鏡にとって極めて長い、合計106時間の観測を行いました。これまでにない高い感度で超遠方宇宙(131億年前の宇宙)を見渡すことができました。今回の観測で数十個くらいのLAE銀河が見つかるだろう、という当初の予想は見事に外れ、検出できたのはこの7個でした。最初はがっかりしましたが、冷静に考えてみると131億年前の時代からほんの1億年の間に、LAE銀河が激増したことになります。この観測結果は新たな宇宙像を示しています。宇宙再電離のプロセスの中で、LAE銀河を覆い隠す中性ガスが131億年前頃から急激になくなったようです。

