京都大学大学院理学研究科附属天文台

花山天文台 飛騨天文台



Kwasan and Hida Observatories

京都大学大学院理学研究科附属天文台

京都大学大学院理学研究科附属天文台は花山天文台と飛騨天文台から構成されています。

飛騨天文台は昭和43年に中部山岳地帯に設立され、北アルプスの山々を背景として、青く澄んだ静穏な大空の下、世界第一級の高分解能をもつドームレス太陽観測望遠鏡、65cm 屈折望遠鏡などを用いて観測の最前線に立ち、次々と新しい研究成果を挙げています。また、76年の歴史を持つ花山天文台は、現在太陽観測とデータ解析及び理論数値シミュレーション研究を中心として、大学院学生と学部学生の教育実習施設の役割を担っています。両天文台は車の両輪となって、太陽及び宇宙プラズマ活動現象を中心とした天文学ならびに宇宙環境科学の先端的教育研究を推進しています。

また、両天文台の施設は他大学の学生や高校生の観測実習にも用いられており、教育関係者の研修をはじめ、様々なグループの見学も受け入れています。宇宙の更なる理解に向けて、今後より一層社会の期待に応えて行きたいと考えています。

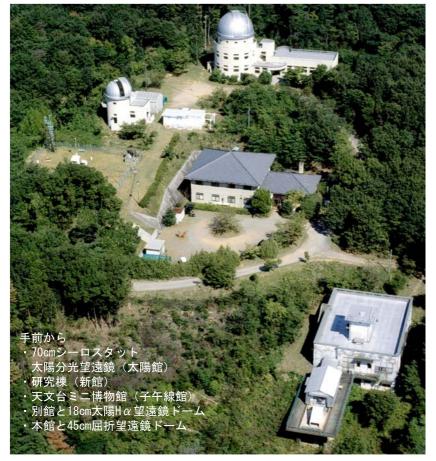
沿革及び主な施設整備

田 手 及 し 工	
昭和 4 年10月	花山天文台(京都市山科区北花山)設立
昭和16年7月	生駒山太陽観測所(奈良県生駒郡生駒山)設立
昭和33年4月	花山天文台及び生駒山太陽観測所を理学部附属天文台として官制化
昭和40年4月	新設天文台の予定地調査(昭和38年第一次調査、昭和39年第2次調査)後、最終候補地
	として岐阜県上宝村大雨見山を決定
昭和42年3月	飛騨天文台専用道路完工
昭和43年11月	飛騨天文台(岐阜県吉城郡上宝村蔵柱)設立
	管理棟、本館、60cm反射望遠鏡ドーム完工、60cm反射望遠鏡を花山天文台より移設、
	開所式拳行
昭和47年3月	生駒山太陽観測所閉鎖
昭和47年4月	飛騨天文台に、65cm屈折望遠鏡及び新館完成、竣工式挙行
昭和54年5月	飛騨天文台に、ドームレス太陽望遠鏡完成、竣工式挙行
昭和55年3月	花山天文台に、新庁舎完成
	花山天文台に、高速マイクロデンシトメーター導入
昭和63年 3 月	飛騨天文台の、ドームレス太陽望遠鏡駆動コンピューター更新
平成3年3月	飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡塔体パネル営繕工事完了
	飛騨天文台15mドーム駆動装置営繕工事完了
平成4年3月	飛騨天文台に、太陽フレア監視望遠鏡及びドーム完成
	花山天文台5mドーム営繕工事完了
	花山天文台にモザイク回折格子制御装置設置(太陽館分光器室)
平成5年3月	花山天文台9mドーム営繕工事完了
平成7年10月	飛騨天文台専用道路落石防護工事施行
平成8年3月	花山天文台にデジタル専用回線導入
平成9年3月	飛騨天文台に太陽ベクトル磁場測定装置設置
T. D. o. be a H	60cm反射望遠鏡にカセグレン分光器設置
平成10年4月	京都大学大学院理学研究科附属天文台となる
平成10年10月	飛騨天文台に光ケーブルを敷設し、高速通信回線(INS1500)導入
平成11年 3月	花山天文 18cm 屈折望遠鏡に太陽 Ηα 単色像デジタル撮影システム完成
平成11年11月	花山天文台デジタル専用回線を 128Kbps から 1.5Mbps に高速化
平成12年 9月	飛騨天文台デジタル通信回線を1.5Mbps に高速化、且つ専用回線に切替え
平成13年 3月	飛騨天文台 65cm屈折望遠鏡 15mドームスリット等改修工事完了
平成14年 3月	花山天文台本館·別館等総合改修工事完了
平成15年 3月	飛騨天文台に太陽磁場活動望遠鏡(SMART)完成
平成15年12月	飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡塔体冷却システム更新

飛騨天文台全景



花山天文台全景







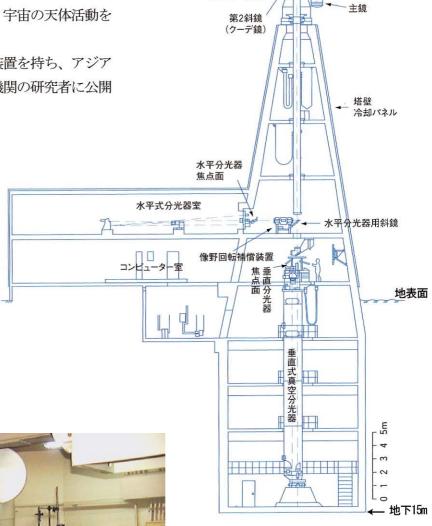
飛騨天文台

ドームレス太陽望遠鏡

私たちの太陽はその表面で起こる様々な高エネルギー爆発現象について、そのダイナミックに変動する物理構造を詳細に解析できる唯一の天体です。そして、この太陽での研究が、宇宙の天体活動を理解する基盤となります。

ドームレス太陽望遠鏡は世界最高性能の分光装置を持ち、アジアにおける太陽観測の中心であり、公募により他機関の研究者に公開しています。





グレゴリー副鏡



単色像撮影部と分光観測部とからなる 高分解垂直分光器焦点面での観測

●望遠鏡の性能

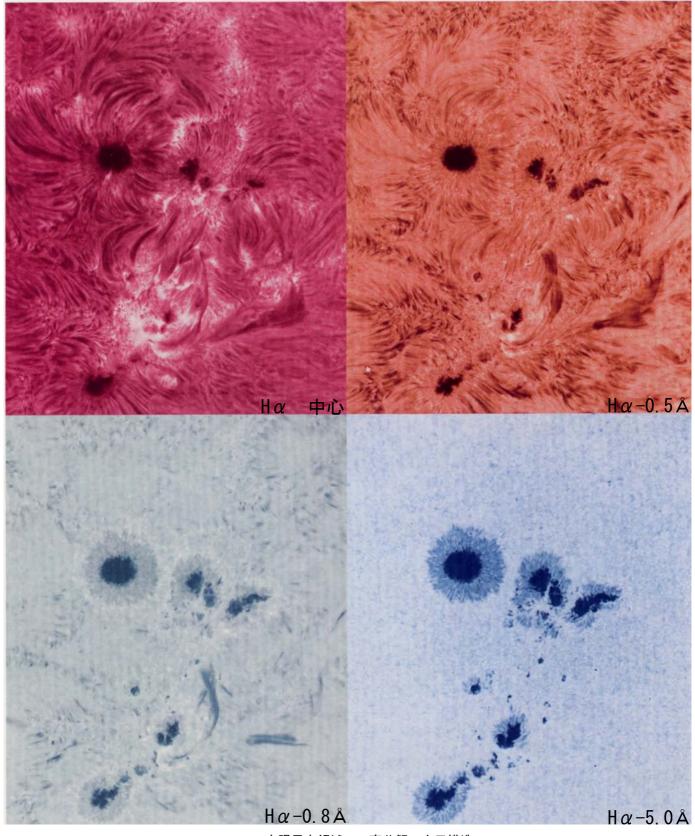
形 式	ドームレス型真空式塔望遠鏡
光学形式	グレゴリー式反射望遠鏡
有効口径	600mm
主鏡焦点距離	3,150mm
副鏡との合成焦点距離	32.19m
副鏡との組合せによるF-数	53.7
分解能	0".18
有効視野	±18'
中心遮蔽率	0.39
二次太陽像直径	300mm
日周追尾方式	コンピューター制御光電案内装置付
望遠鏡筒内真空度	2∼5mmHg
架 台	高度方位式
望遠鏡総重量	21ton

地上23m

第1斜鏡

Hαリオフィルターによる高分解画像

ドームレス太陽望遠鏡の焦点面には、0.25 Åという非常に狭い透過幅を持つフィルターが設置されており、水素の $H\alpha$ 線輪郭に沿って透過波長を変えることにより、太陽表面の三次元構造とプラズマ流の速度分布を調べることができます。また、映画的撮影によって、太陽活動現象のダイナミックな変動を目の当たりに見ることができます。



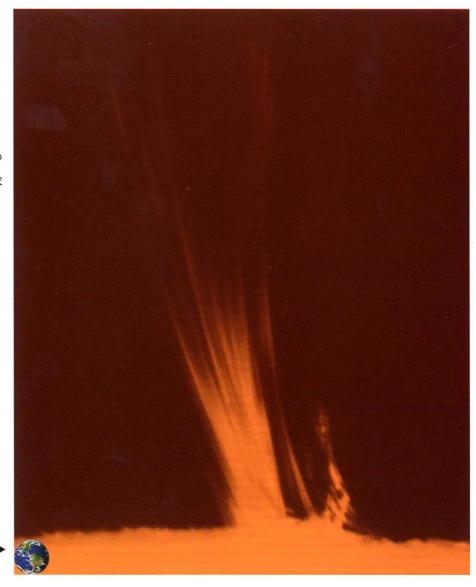
太陽黒点領域の、高分解三次元構造 フィルターの波長を変えることによって、太陽表面の異なる深さが見えてきます。

激しい太陽活動現象

噴出型紅炎

太陽の縁から爆発的に噴出した プラズマジェット。秒速約300kmの 高速で太陽表面から約25万km(地球 の直径の約20倍)の高さに達して います。

さらに高速に加速された紅炎は大 規模なコロナ質量放出を伴って、津 波のように地球に押し寄せて、地球 磁気圏や、電離層に大きな影響を及 ぼします。



地球の大きさ -----

噴出型紅炎の発生は太陽磁場のリコネクションによるものと考えられており、宇宙の高速プラズマジェット 現象の謎を解く鍵としてそのメカニズムの研究が進められています。

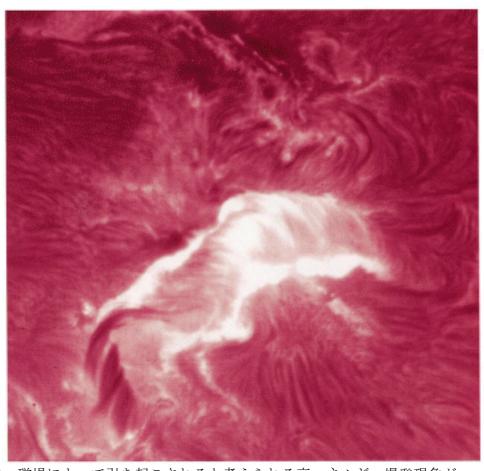


太陽の縁に姿を現した美しい紅炎 太陽磁場によって支えられていると考えられています。

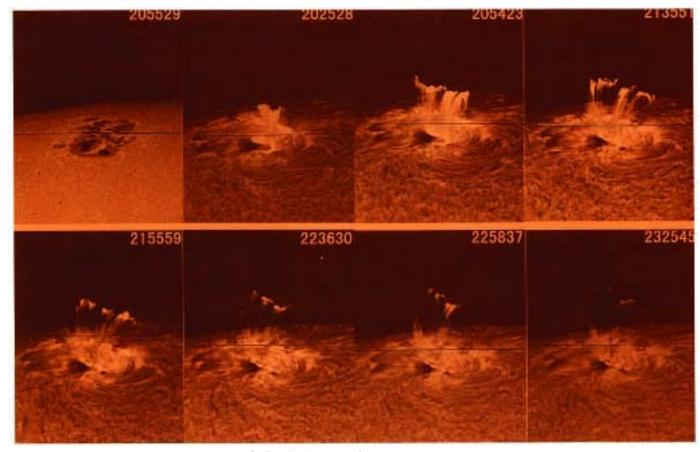
太陽フレア

黒点領域の強い磁場のエネルギーが数秒か数分という短い時間に解放され、数千万度の超高温プラズマや、keVからMeVの高速電子・陽子ビームが生成され、強いX線、γ線が放出されます。強い磁場のねじれのエネルギーがいかにして蓄えられるか?それがなぜ、突然急激に放出されるのか?

これらの謎の解明が重要な課題となっています。



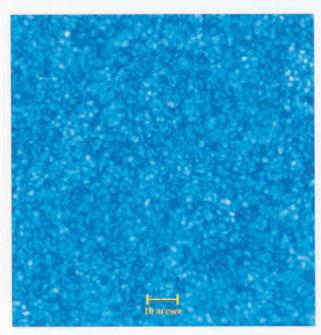
宇宙では太陽フレアと同様に、磁場によって引き起こされると考えられる高エネルギー爆発現象が 次々と発見されており、太陽の研究は宇宙プラズマ爆発現象のメカニズムを解明する実験室の役割を 果たしています。



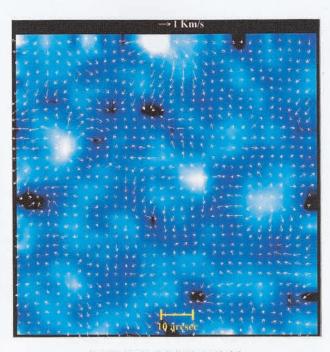
太陽の縁近くで発生したフレア 磁気ループに閉じ込められた高温プラズマが冷却しながら落下していく様子が立体的に見えています。

様々な対流

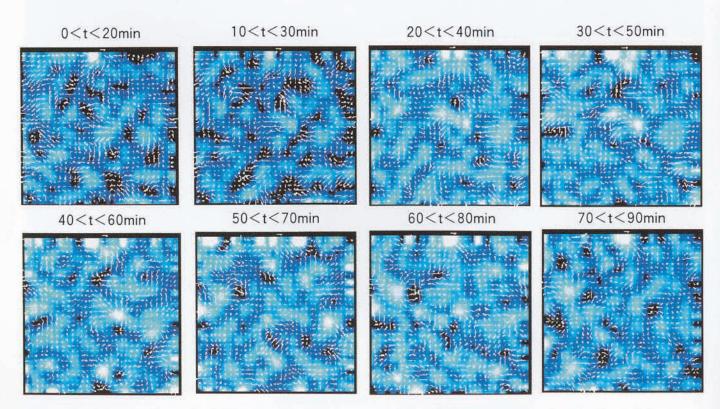
太陽の光球では、様々なサイズの対流(粒状斑・中間粒状斑・超粒状斑)による模様が観測されます。この 対流は磁場との相互作用で活動現象のエネルギーを蓄積していると考えられています。さらには太陽活動の11 年で盛衰を繰返す周期性を生み出す原動力のひとつになっていると予測されていますが、未だその全容は明ら かにされておらず、今後も長期的な精密観測が必要です。



粒状斑(直径約1秒角) 明るい部分は温度が高く上昇運動をしている。



中間粒状斑(直径約10秒角) 矢印は表面に平行した流れを表す。矢印が外向きに 発散している箇所(沸き出し口)を明るく示し、集中 している箇所(流入)を黒く示している。



中間粒状斑の90分間にわたる時間変化

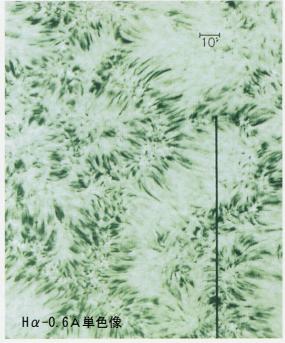
太陽の分光観測

ドームレス太陽望遠鏡には、 世界第一級の高い波長分解能を 持つ真空垂直分光器と、全波長 域同時高分解撮影が可能な水平 分光器があり、太陽大気の基本 的微細構造と、色々な表面活動 現象の物理状態を詳しく分析す る研究が行われています。





▼彩層のネットワーク構造とスピキュール微細構造のHα線スペクトル

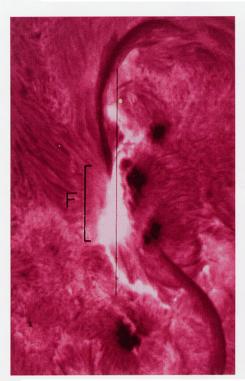


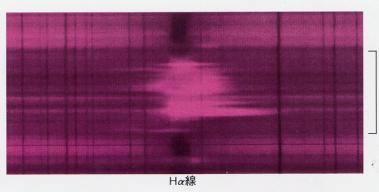


F

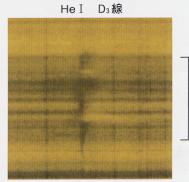
●分光器の性能

	水平分光器	垂直分光器
光学形式	ツェルニー・ターナ型	ツェルニー・ターナ型真空分光器
焦点距離	10m	14m
分散能	0.33Å/mm(2次スペクトル)	0.14Å/mm (5次スペクトル)
有効波長域	3,600~11,000Å	3,600~11,000Å
総重量	3ton	10ton
特長	全波長域同時撮影可能	高分解能





Ca II K線



フレアの高分解スペクトル(水素 $H\alpha$ 輝線、カルシウムK輝線、ヘリウムD3輝線等:水平分光器) $H\alpha$ 輝線の広い幅と大きな赤方偏移は、秒速約100kmの高速ガス下降運動の存在を示しています。

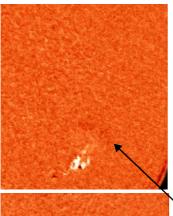
太陽フレア監視望遠鏡

強い太陽フレアやプロミネンス爆発が発生すると、電気通信システムを中心とした、現代の 文明に多大な影響を与えます。

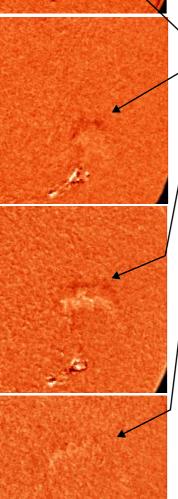
このため太陽活動を常に監視する必要があります。

太陽フレア監視望遠鏡は5つの異なる波長で同時に太陽全面を観測しています。

1997年11月4日に 観測されたモートン波



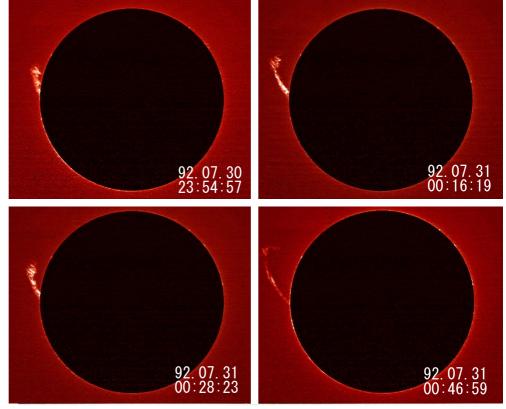
強い太陽フレア爆発の 直後に発生するモートン 波と呼ばれる衝撃波の伝 播が太陽フレア監視望遠 鏡で次々と発見されてい ます。



モートン波 (伝播速度約700km/s)



太陽フレア監視望遠鏡と3mドーム



1992年7月31日に発生したプロミネンス大爆発 次第に加速して惑星間空間へ噴出した、その初期の約50分間の変化を示している。

太陽磁場活動望遠鏡(SMART)

21世紀に入り、今後ますます盛んになる人類の宇宙活動の安全を護るために、太陽面爆発の発生 を予知する研究(宇宙天気予報)の重要性が増しています。

太陽磁場活動望遠鏡 (SMART) は強い太陽面爆発を引き起こすねじれた磁場の発達とエネルギー蓄積・解放のメカニズムを解明するために開発された、世界最先端のシステムです。太陽全面像としては世界最高の空間分解能を実現しています。

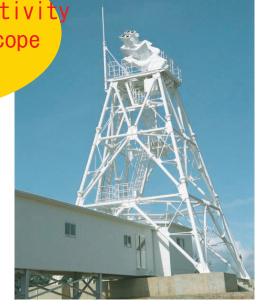


Solar Magnetic Activity Research Telescope (SMART)

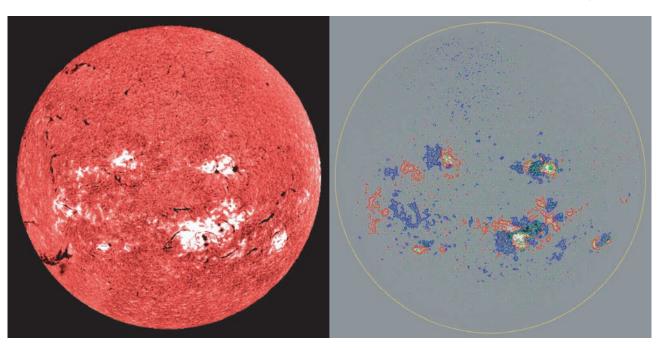
SMARTの望遠鏡部

SMARTは高さ16メートルのタワーの上に設置された、 4本の望遠鏡で構成されています。

T1: Hα全体像望遠鏡(口径20cm) T2: 磁場望遠鏡(口径20cm) T3: Hα部分像望遠鏡(口径25cm) T4: 多目的望遠鏡(口径25cm)



SMARTの全景

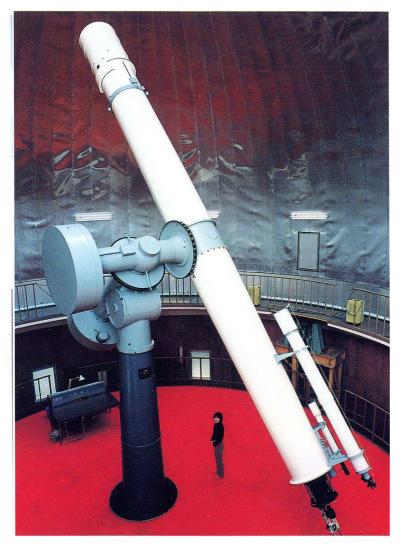


SMARTでの観測例

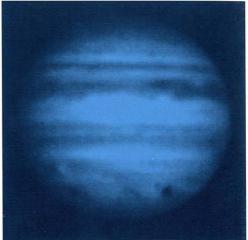
2003年10月30日の太陽全面像。 左: Hα線像(Hα全体像望遠鏡)、右:ベクトル磁場図(磁場望遠鏡)。 ベクトル磁場図では赤色と青色の線が磁極、緑色の線が磁場の方向を示しています。

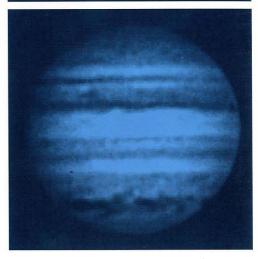
65cm屈折望遠鏡

65cm屈折望遠鏡は、飛騨天文台の安定した空気層の下、そ **木星** の長焦点でコントラストの良いレンズの特徴を生かして、太 陽系天体の観測を行っています。特に、火星の極冠の氷の消 長、砂嵐や雲の発生等の気候変動や、木星大気の対流構造な どの長期連続観測によって、世界的に貴重な研究成果を挙げ ています。









1994年7月のシューメーカー・レビー彗星 の衝突の際に木星面上(北半球高緯度帯)に 発生した衝突痕(下部に見える暗班)。 上:彗星の分裂核の衝突が始まってから三

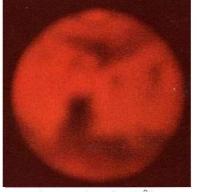
日目。

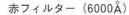
下:一週間にわたる衝突が終わり、衝突痕 は重なって帯状になっている。

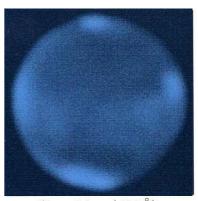
●65cm屈折望遠鏡の性能

口径	650mm
焦点距離	10,500mm
F一数	16
分解能	0.18"
集光力	8,600
極限等級	16.2等級
日周精度	0.1"/9分時
日周追尾機構	ディジタル制御式
筒の大きさ	930mm¢×11,500mm
総重量	17ton







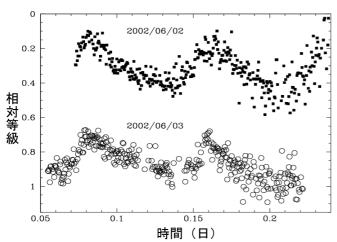


青フィルター(4000Å)

火星北半球の春 青フィルターでは、大きな北極冠が浮き上がって見えています。

60cm反射望遠鏡





60cm反射望遠鏡で観測された「うみへび座QW星のスーパーハンプ(周期111分、振幅30%の光度変化)現象」





見事な尾を伸ばして、北アルプスから 上るウエスト彗星。

●60cm反射望遠鏡

口径	600mm	
焦点距離	3,300mm (主焦点)	
	12,000mm (カセグレン焦点)	
F一数	5.5 (ニュートン式)	
	20.0 (カセグレン式)	
分解能	0.19"	
集光力	7,400	
極限等級	19.5等級	
日周精度	1.5"/30分時	
日周追尾機構	周波数制御式	
筒の大きさ	860mm∮×3,700mm	
総重量	4.5ton	



いて座の三烈星雲



若い星が誕生している散光星雲



球状星団M22



年老いた約7万個の星の集団

(いずれも主焦点の液体窒素CCDカメラにて撮影)

花山天文台

花山天文台は昭和四年の創設以来、主として太陽、月、惑星など、我々に最も身近で、最も重要な太陽系天体の観測的教育・研究を中心として、天文学の発展に貢献し続けています。

現在は太陽活動現象の観測に重点を置くと 共に、飛騨天文台の観測データとYohkoh、 SOHO、TRACEなどの人工衛星によるデータ等を 集積して、太陽活動現象の総合解析センター として活躍しています。また、大学院学生及 び学部学生の観測・解析研究・実習教育に力 を入れており、他大学の学生や高校生の観測 実習も受け入れています。



花山天文台本館

太陽観測

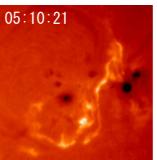
太陽エネルギーの活用は21世紀の人類にとってますます重要となってきています。

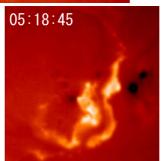
太陽は、その表面で起きているダイナミックな活動現象の変化を詳しく観測することができ、その物理的メカニズムを具体的に解析できる唯一の天体であり、宇宙磁気プラズマ現象の実験室とも呼ばれています。

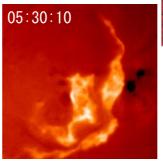
水素の $H\alpha$ 線のみを通す、透過波長幅の 非常に狭いフィルターによって、太陽表 面の磁気プラズマのダイナミックな変動 を見ることができます。



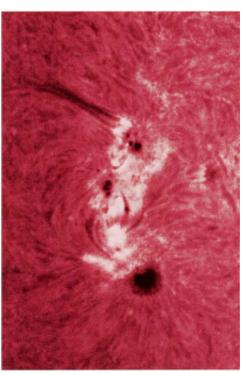
0.5 Å 幅の $H\alpha$ リオフィルターとCCDカメラを装備したザートリウス18cm屈折望遠鏡 $H\alpha$ 単色像撮影システム







2001年4月10日に撮影された 大規模Hαフレアの時間変化



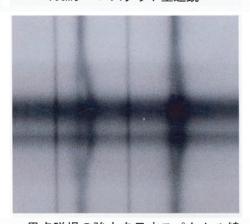
太陽黒点群の中に発生した フレアとジェットの噴出

大学院学生・学部学生の観測実習教育

太陽の分光観測実習



70㎝シーロスタット望遠鏡



黒点磁場の強さを示すスペクトル線 (鉄原子FeI 6302Åの吸収線)のゼーマン効果



分光暗室でCCDカメラによるスペクトル観測

45cm屈折望遠鏡 による太陽系天 体のCCDカメラ 撮像観測実習

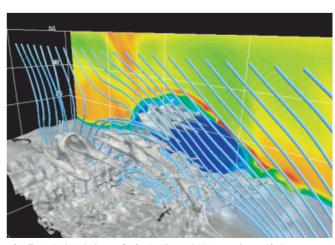


データ解析・数値シミュレーション研究

各種パソコンとビデオ解析装置などの周辺機器から構成されている画像解析処理システムKIPS(Kwasan Image Processing System)を用いて、飛騨天文台で観測された天体観測データや、太陽X線観測衛星の観測データなどの総合解析を推進しています。また、この計算機システムは太陽宇宙磁気プラズマの理論シミュレーション研究教育にも活用されています。



データ解析・数値シミュレーション装置



太陽活動領域を形成する浮上磁場とそれに伴うフィラメント形成及びジェット噴出のコンピューター数値シミュレーション。グレーはガス密度の等値面、側面のカラーは温度分布、青の太線は磁力線を示す。





飛騨天文台 1997年3月日没直後のヘールボップ彗星

花山天文台	〒 607-8471	京都市山科区北花山大峰町	電話 075-581-1235	FAX 075-593-9617
飛騨天文台	〒506-1314	岐阜県高山市上宝町蔵柱	電話 0578-6-2311	FAX 0578-6-2118
天文台分室	〒606-8502	京都市左京区北白川追分町	電話 075-753-3893	FAX 075-753-4280

ホームページ http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp 京都大学大学院理学研究科附属天文台 平成17年7月発行