

# 太陽観測所の将来計画

末松芳法(国立天文台)



# 太陽観測所の観測装置

## 三鷹観測所

- ・フレア望遠鏡
- ・STEP広視野マグネトグラフ
- ・H $\alpha$ フレアパトロール
- ・黒点望遠鏡

(10830フィルター望遠鏡)

(周期活動望遠鏡)

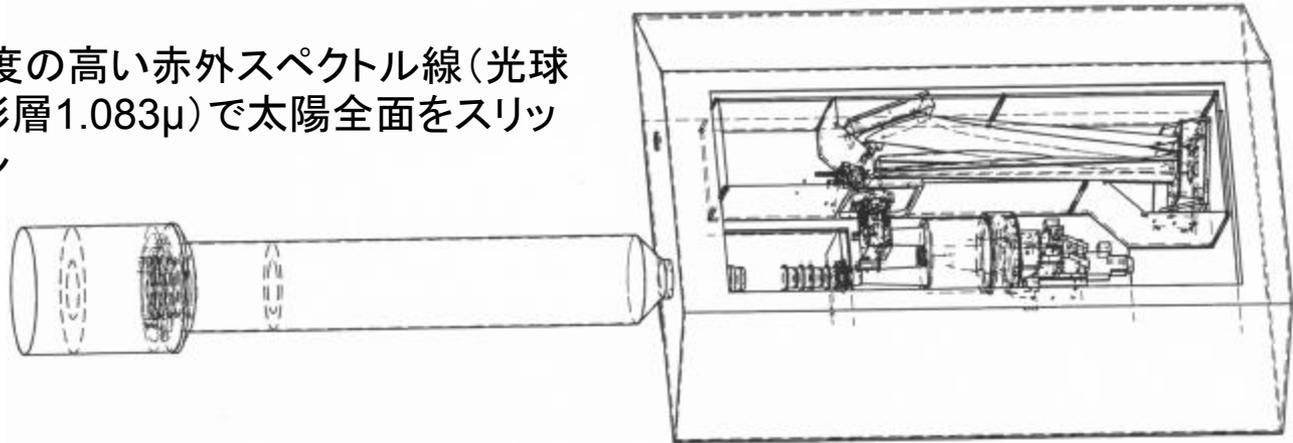
## 乗鞍コロナ観測所(5月初め～11月初め)

- ・25cmコロナグラフ+大型分光器+汎用ポーラリメータ  
CCDカメラ3ポートによる多波長同時  
共同利用(7月～10月中旬)
- ・10cmコロナグラフ NoGIS: 5303Aでの強度・速度場
- ・10cm自動コロナグラフ(平山): 現在主にH $\alpha$

# 赤外ストークス・ポーラリメータの開発

・フレア望遠鏡の上2つの望遠鏡部を置き換え

・磁場感度の高い赤外スペクトル線(光球1.56 $\mu$ 、彩層1.083 $\mu$ )で太陽全面をスリットスキャン



2006年冬観測開始予定

Stokes Polarimeter  
1.56 $\mu$ m, 1.083 $\mu$ m

ferroelectric  
liquid crystal  
modulators

活動領域

高精度光球偏  
光磁場観測

ferroelectric  
liquid crystal  
modulators

vector B  
Fe 6303Å

活動領域

vector B  
H $\alpha$

2006年5月～

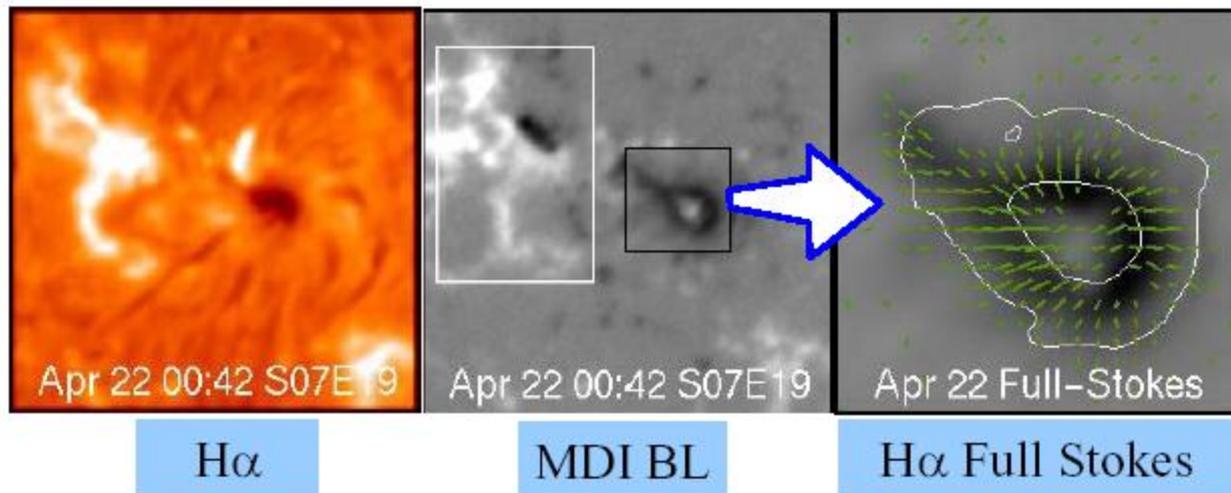
高精度彩層偏  
光磁場観測、  
稼動中



# フレア望遠鏡： $H\alpha$ 高精度偏光観測

## $H\alpha$ 彩層ストークス・ポーラリメトリー（花岡）

高速偏光変調素子と高速デジタルカメラにより、高精度彩層偏光観測を実現。光球から彩層にかけての3次元磁場構造の導出が可能

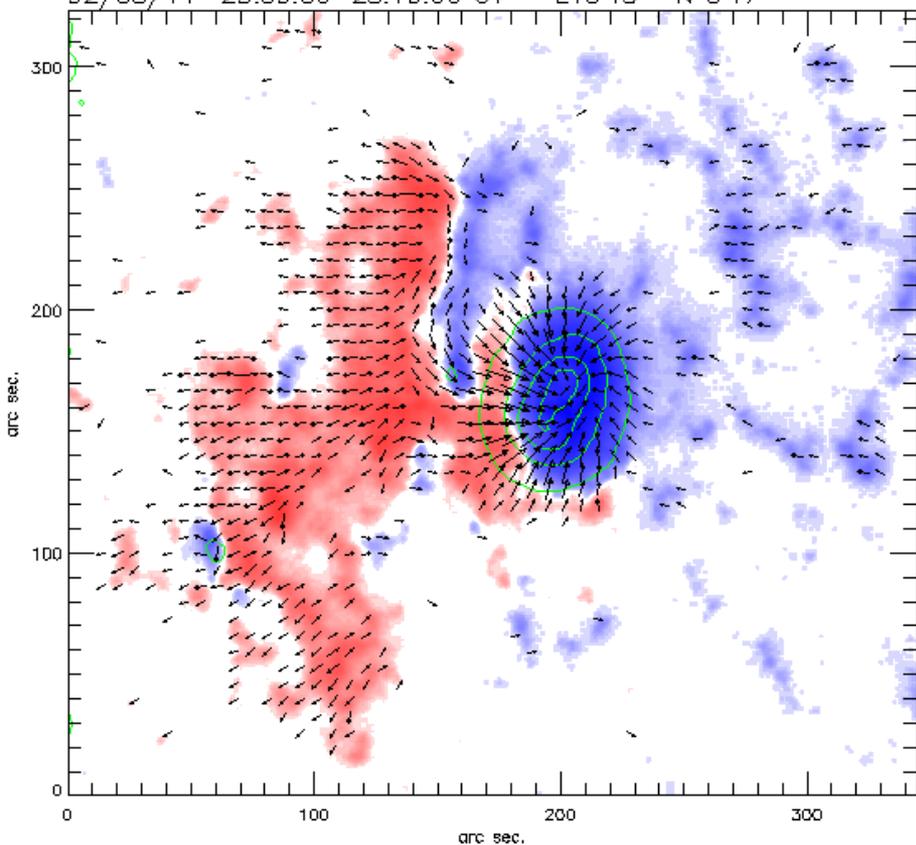


フレア時の高エネルギー粒子ビームによる $H\alpha$ 直線偏光

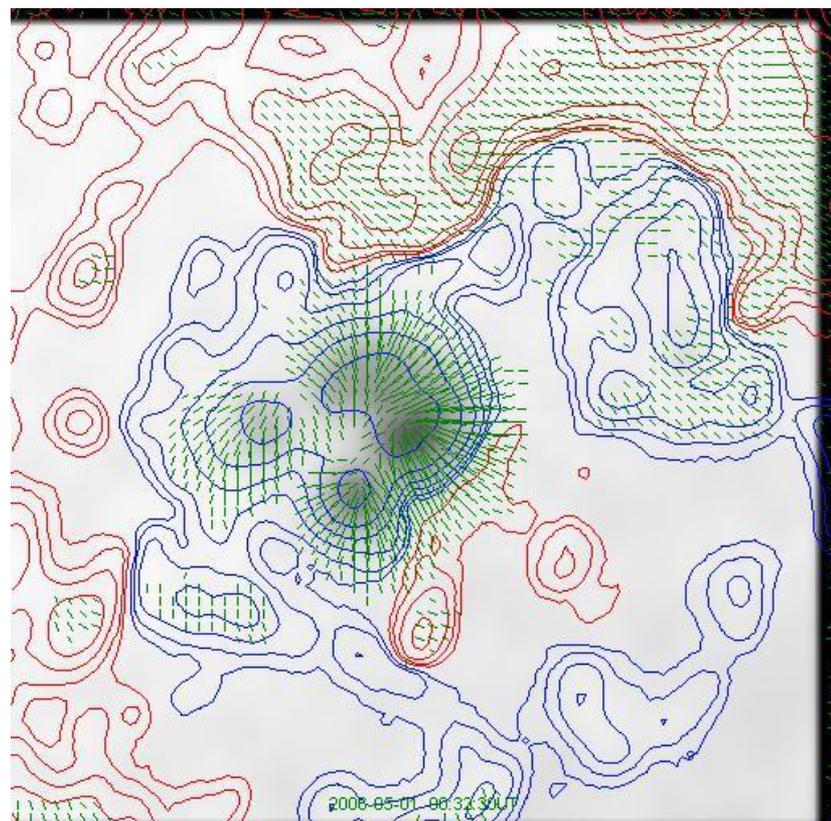
# フレア望遠鏡： 光球ベクトル磁場測定高精度化

KDP+ビデオCCD → 高速偏光変調素子と高速デジタルカメラ

Solar Flare Telescope (MTK) : vector magnetic field  
92/08/14 23:09:00-23:10:06 UT E10°13' N 0°17'



2006年2月まで



2006年4月以降

# フレア望遠鏡： 今後

実施済み

KDP+ビデオCCD → 高速偏光変調素子と高速デジタルカメラ

今後：

ファブリペローフィルターへの切り替え

多点波長観測による磁場精度の向上、速度場導出

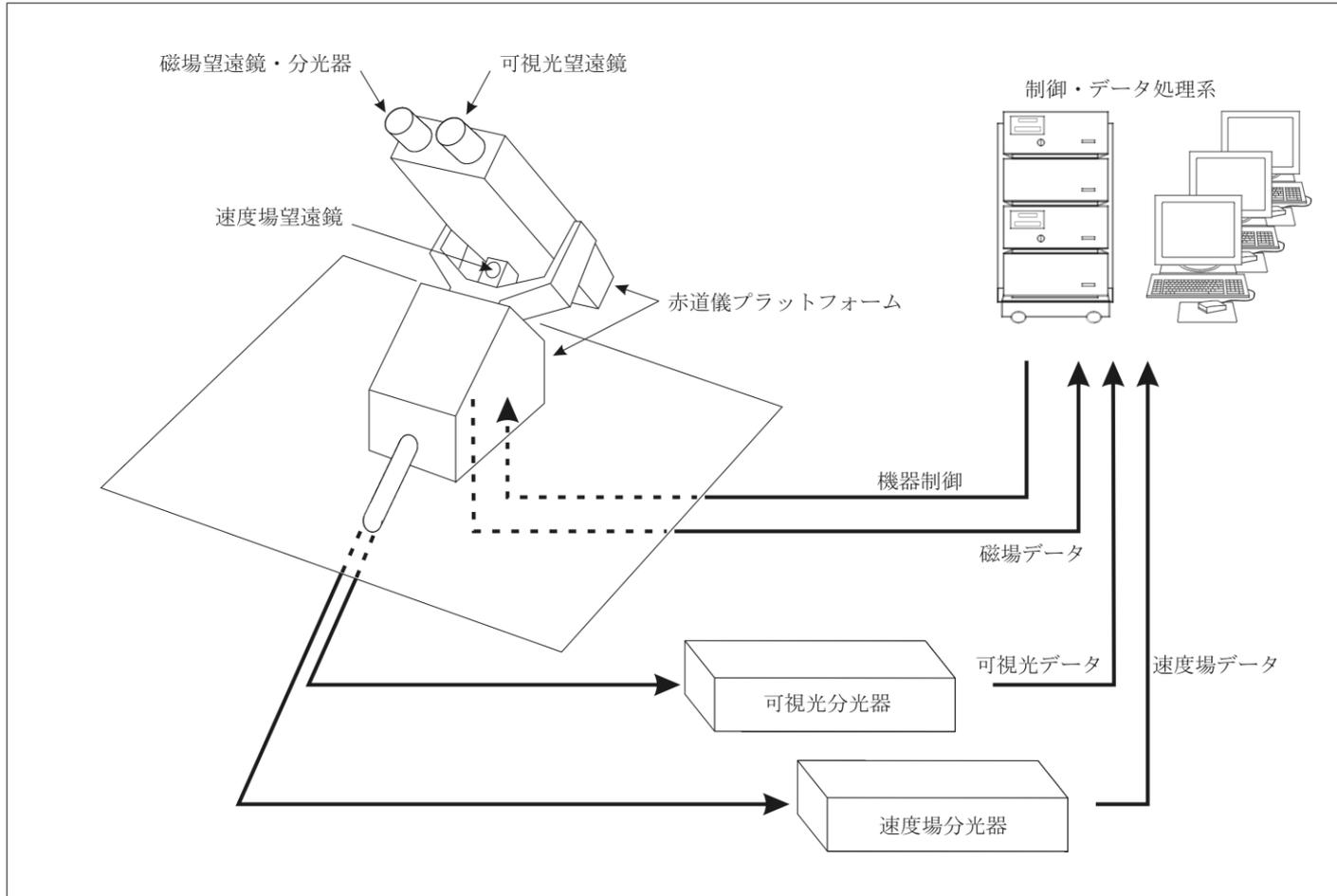
多波長観測による、高さ方向の磁場導出

(液晶偏光素子の波長広帯域化必要)

三鷹観測所では、今後も磁場測定の高精度化を目指し、装置開発を行うと同時に、磁場データの共同利用を進める。

# 太陽周期活動望遠鏡(概算要求中)

太陽周期活動望遠鏡 システム概念図

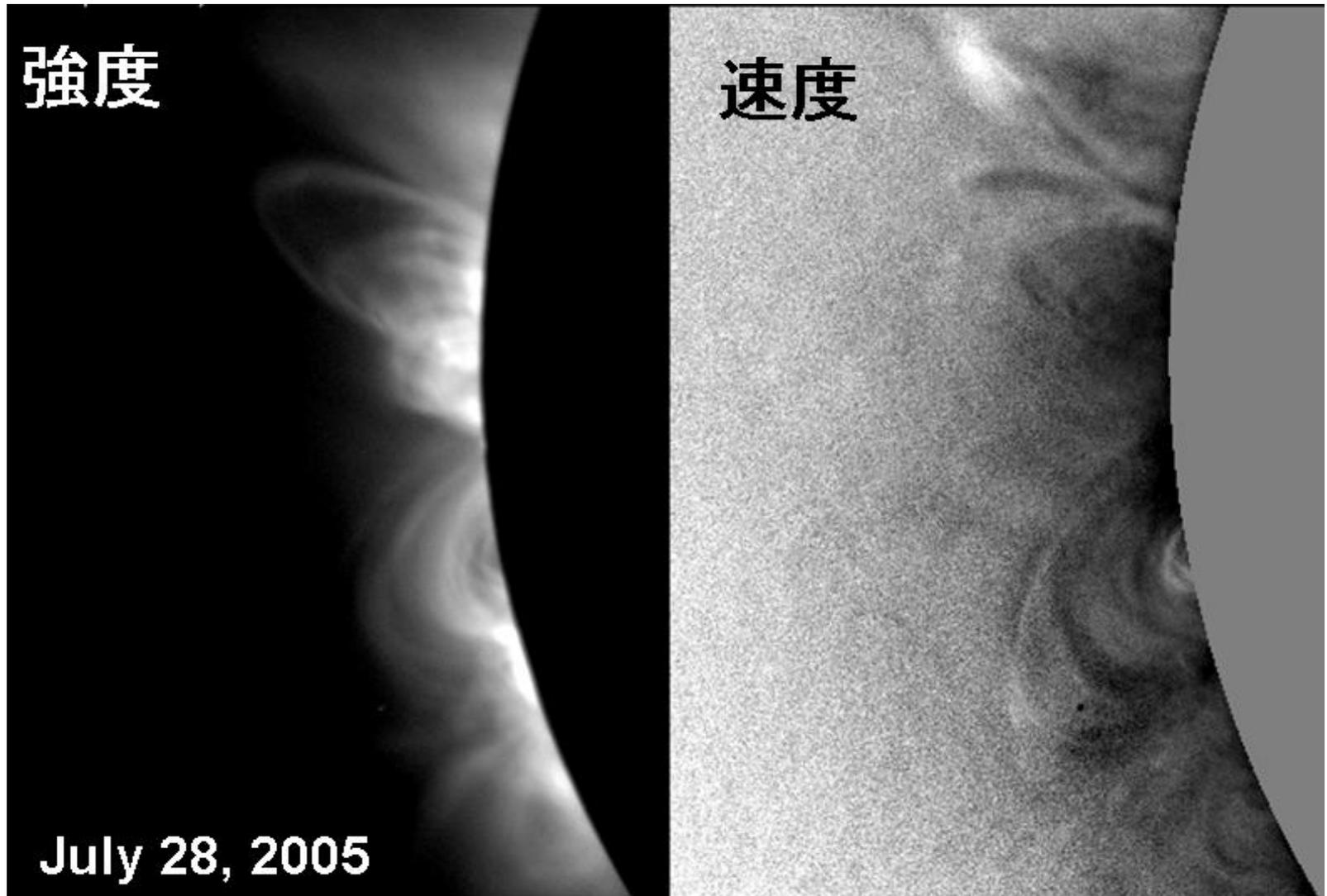


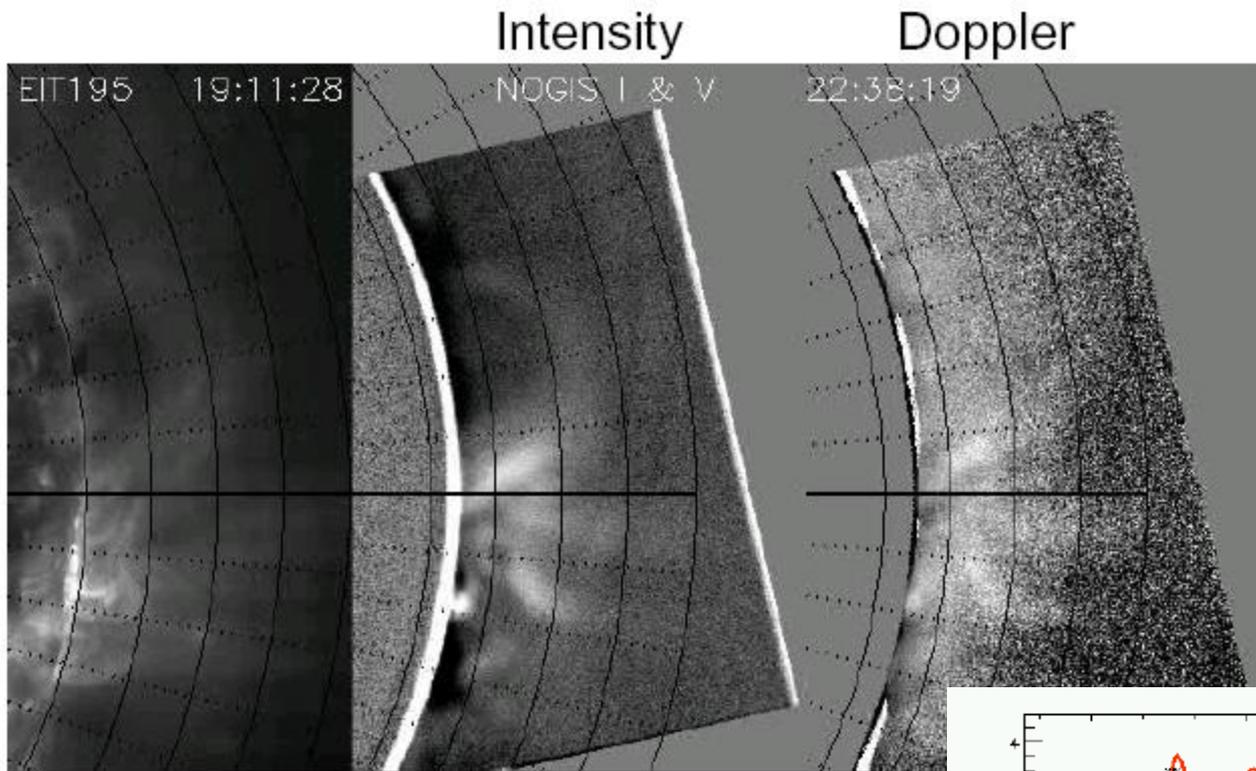
# 太陽周期活動望遠鏡(概算要求中)

区 分	太陽周期活動望遠鏡 (今回要求設備)	太陽フレア望遠鏡 (現有設備)
観測に使う電磁波の種類(注1)	赤外線	可視光線
解像力(注1)	1秒角(太陽直径の1/2000の大きさを見分ける)	同左
視野(注2)	太陽全体	黒点周辺の限られた領域
磁場精密観測性能 (注3)	太陽表面の磁場の強さと向きを高感度・高精度に観測 〔感度：2ガウスまで観測可能。 誤差：1%以下〕	感度・精度が不十分 〔感度：10ガウスまで観測可能。 誤差：20%程度〕
ガスの流速(ドップラー速度)の観測性能(注4)	秒速3mまで観測可能	秒速30mまで観測可能
太陽エネルギーの流量に関する情報	可能	不可能
構造・大きさ(注5)	口径30cm及び10cm望遠鏡を搭載	口径20cm及び15cm望遠鏡を搭載
主な観測対象(注6)	太陽全体にわたる磁場の性質を観測し、磁場を生成するメカニズムを解明する。	黒点周辺の限られた領域において、フレア爆発のもととなる磁場の歪みの蓄積等を観測。

今後の太陽大型装置の計画進展によっては、今後の概算要求は取りやめる可能性がある。

# 10cmコロナグラフ: NOGIS

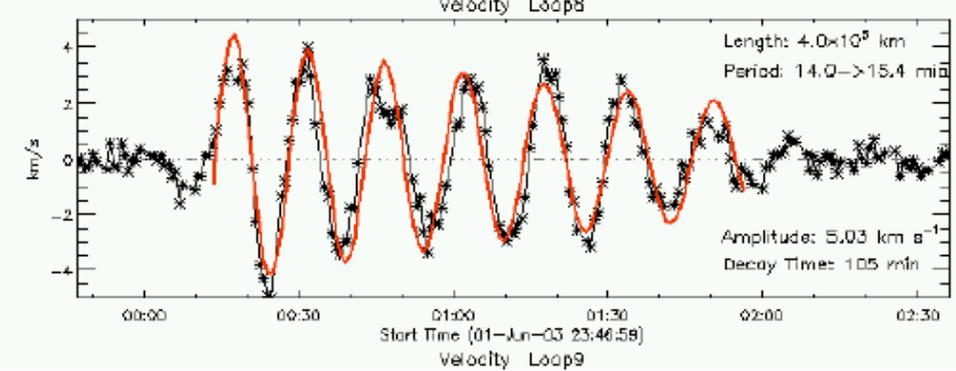
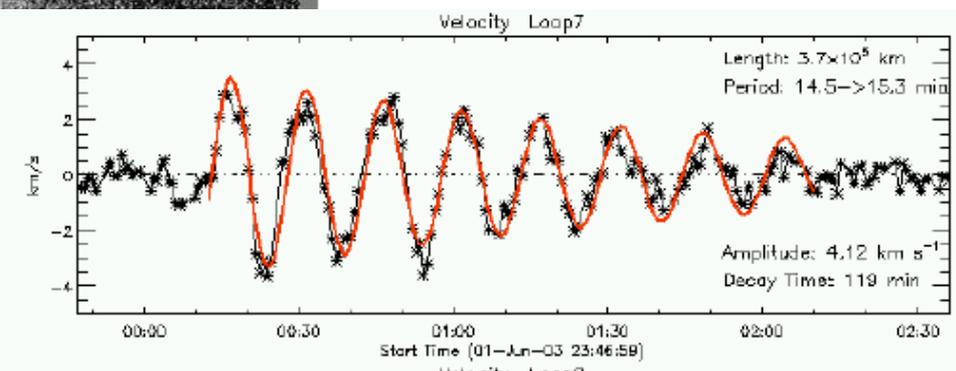




period ~ 10-15 min, amplitude ~ 5km/s

# NoGISによるフレアで励起されたコロナループの振動検出(堀、他)

振動のダンピングから磁気波動モードの研究



# 乗鞍コロナ観測所25cm共同利用

主な観測内容： He10830による彩層磁場観測

コロナ輝線の多波長分光観測

H18年度

25cmコロナグラフ（ほぼ例年通りの応募）

1. 鈴木、日江井（担当：佐野）7月30日↑～8月5日↓

He10830 Åのスペクトロヘリオグラフによる活動現象の観測的研究

2. 川上、當村、一本、篠田（担当：篠田）8月27日↑～9月2日↓

液晶ポーラリメータによる光球—彩層磁場・速度場の観測

3. 山本、萩野、一本、篠田（担当：篠田）9月27日↑～10月3日↓

活動領域上の彩層ベクトル磁場の観測

4. 萩野、山本、一本、篠田、北井（担当：篠田）10月3日↑～10月10日↓

乗鞍偏光解析装置テスト観測

5. 原、西野（担当：西野）適宜

FeX6374 Å輝線による低温コロナの観測

6. Singh, J.（担当：一本）9-10月(TBD)

コロナ輝線の分光観測

望遠鏡以外

1. 綿田、西田（担当：木挽）7月21日↑～10月13日↓

# 乗鞍コロナ観測所の将来(案)

**施設の老朽化:** 維持費に見合うだけのだけの成果出すのが難しい状況

**冬季は閉所、観測期間は夏期が主:** 新しい観測装置は観測条件の良い場所に展開するのが妥当

- 2006年 Solar-B打ち上げ
  - 自治体への移管協議開始(予定7月~)(松本市、高山市、環境省(国立公園自然環境管理)、中部森林管理局(地主))
  - Solar-Bとの共同観測準備
- 2007年 Solar-Bとの共同観測1年目
- 2008年 Solar-Bとの共同観測2年目
- 2009年 Solar-Bとの共同観測3年目  
創立60周年、式典と国際シンポジウムなどを企画
- 2010~11年
  - NOGISなど利用可能機材の移設(海外の観測適地などへ)
  - 必要な建物工事の後、地方自治体へ移管
  - 乗鞍の建物と25cmコロナグラフは、使える状態を保持できるよう自治体と交渉する

# 今後の地上観測の見通し

## 計画中の地上大型太陽望遠鏡

	SST (Sweden)	GREGOR (KIS, Ger)	NST (NJIT, U.H.)	ATST (NSO, US)	YOST (Yunnan Obs. China)
設置場所	La Palma (H2400m)	Teide (H2400m)	Big Bear (H2067m)	Haleakala (H3084m)	Fuxian Lake • • • • (H1720m)
口径	1 m singlet, Vacuum window,	1.5m parabola Light-weight Cesic (SiC), air- cooling, ZEISS	1.6m off-axis parabola, Zerodur, KODAK	4 m (F/2) off- axis parabola, thin mirror, active control	1 m?
望遠鏡	turret	Classical Gregor (3 mirrors)	Off-axis Gregorian, active alignment control	Off-axis Gregorian Active mirror figure control	
ドーム	Vacuum tower	Open structure, retractable dome	Open structure, retractable dome	Open structure, Ventilated Enclosure	
前歴	48cm singlet	45cm gregorian	65cm gregorian	New site	

## 目指すサイエンス(案)

磁場構造の分解: 高空間分解能必須

特に彩層 (SOLAR-Bは少し弱い)

高精度磁場、速度場観測

彩層構造の変化早い(数10km/sec)

高光子、早い時間分解能、→ 大口径、人為偏光小(較正可)

光球と彩層の磁場・速度場との同時観測により、彩層加熱、彩層ダイナミクスの起源解明、これらはコロナの問題とも関連

早い偏光モデュレーション(赤外が有利)

2次元同時分光

} 必須

プラズマ $\beta \sim 1$ は彩層底部、 $\beta > 1$ から $\beta < 1$ に変わる領域での波動

彩層磁場( $\beta < 1$ )はコロナ磁場の外挿(NLFF)する場合の境界条件として重要。

他の装置との差別化可能か? 観測装置に特色を

コロナの観測はどうする? 1つの特色であるが(スペース? 紫外偏光

による磁場観測?)

3

## 未知の赤外へ

### 有用な光球・彩層スペクトル線(赤外)

波長(nm)	元素	$\chi$ (eV)	$\log(gf)$	$g$ eff	remarks
676.78	Ni I	1.83	-1.89	1.5	
709.04	Fe I	4.23	-1.21	0	
722.45	Fe II	3.89	-3.39	0	
1006.319	FeH			0	umbra
1006.27	FeH			1	umbra
1062.76	Si I	5.86	-0.29	1.75	
1083	He I			1.44	chromosphere
1089.63	Fe I	3.07	-2.85	1.5	
1142.23	Fe I	2.2	-2.89	1.98	
1221.33	Fe I	4.64	-1.93	2.5	
1281.8	H I(P $\beta$ )			1	chromosphere
1558.83	Fe I	6.37	0.25	1.5	
1564.85	Fe I	5.43	-0.67	3	
1630	cont.				opacity min
2208.367	Na I			1.3	no pai-comp
2227.358	Ti I			2.5	umbra
2324	CO				
4051.2	H I				chromosphere
4665	CO				
10879	He I				chromosphre
11065	OH				chromosphere oscillation
11306	H I				chromosphere
12320	Mg I			1	high photosphere

ミラーコロナグラフでは、散乱の小さい赤外が有利、  
コロナ磁場の観測にも

# 地上太陽(日本)の問題は観測候補地がないこと

## 設置サイト候補調査

晴天率

シーイング(AOが働く)

透明度(赤外、コロナ観測)

設置環境(道路、電気、サポートスタッフ、etc)

日本、いくつか調査を行っているが、適地があるか？

中国、Fuxian Lake (H1720 m, Yunnan Obs.)、チベット？

台湾、3000mの山の上？

インドネシア、パリの西の島(H>3000m)を調査したことがある

ハワイ、ATSTと同じ場所？

早急にサイト調査を開始する必要あり！

年度	乗鞍コロナ観測所	三鷹観測所	高度環境試験棟	次期大型太陽装置	ATST
2006年	NOGIS（またはその発展型）の移設先打診開始 観測所の移管先打診開始	赤外ポラリメータ開発、磁場観測装置改良	SOLAR-B 打上げ後、ヘリオスタット関係を太陽観測、大型装置開発用に整備	夏季：ワークショップ	サイエンスワーキンググループメンバーとして参加（末松） （観測装置製作科研費応募）
2007年	SOLAR-Bとの共同観測1年目	SOLAR-B との共同観測 赤外ポラリメータ定常運用	太陽実験観測、大型装置開発	提案書作成 予算申請	
2008年	SOLAR-Bとの共同観測2年目	SOLAR-B との共同観測 赤外ポラリメータの大型化・高機能化 （大型科研費応募による）	太陽実験観測、大型装置開発	（観測装置開発開始）	早くて2008年建設開始
2009年	SOLAR-Bとの共同観測3年目 創立60周年、式典と国際シンポジウムなどを企画	SOLAR-B との共同観測 赤外ポラリメータの大型化・高機能化	太陽実験観測、大型装置開発	（望遠鏡建設開始）	
2010年   2011年	NOGIS など利用可能機材の移設・運営開始、必要な建物の後、地方自治体へ移管 （観測は縮小、なし）	SOLAR-B との共同観測 赤外ポラリメータの定常運用			
				（極大期は間に合うよう First light)	
2014年					First light 予定