

# 太陽望遠鏡ワークショップ 2014

## 集 録

日時：2014年3月8日(土) 13時～18時

場所：国立天文台三鷹キャンパス講義室

後援：太陽研究者連絡会

国立天文台太陽観測所

## 概要

「太陽望遠鏡ワークショップ2014」を、3月8日(土)に国立天文台三鷹を会場に無事盛況のもとに行うことができました。これは、2013年に太陽活動が極大期を迎えたのを受け、2年ぶりに太陽望遠鏡ワークショップを開催し、太陽観測者の情報交換を行う場をもうけたものです。当日参加も含めると57名の出席者となりました(このあとの懇親会も32名が参加されこちらも盛況でした)。参加者の半分以上が、一般の天文愛好家、学校教育・社会教育関係者。都内の私立高校・中学校の生徒も参加しました。したがって、最年少は中学1年生となりました。幅広いところから参加があり、東は宮城から、西は、長野、岐阜、石川、兵庫、島根、さらには熊本から参加者がありました。

基調講演として、一本潔氏(京都大学理学研究科附属天文台)に「飛騨天文台における高解像度撮像への取り組み」という題で講演していただきました。その他、10件の一般発表がありました。発表内容は「第24太陽活動期の状況」「皆既日食」「太陽の観測方法・画像処理」「ソフトウェア紹介」「教材開発・教育利用」など多岐にわたりました。現在、多くの方が太陽画像を取得していることを踏まえて、様々な太陽画像を集約化するシステムに関するディスカッションを研究会の最後に行いました。また、研究会の合間に太陽フレア望遠鏡の見学も行いました。

「東亜天文学会に報告している太陽観測者の数が減ってるのはなぜか?」「大きなフレアでは、白色光フレアは必ず見えているのか?」「今回の極大期の低緯度オーロラの状況は?」「IDLのソフトは一般のユーザーも使えるのか?」など熱心な質疑応答が飛び交ってました。

今回、PDFという形で集録を作成し、発表内容を一般にも公開することにしました。また、参加者57名とても盛況でもあったので、日本天文学会の天文月報に報告記事を投稿する予定です。今回の研究会が、天文愛好家・教育者などに太陽観測の裾野を広げる役割を果たすことを願っております。

太陽望遠鏡ワークショップ世話人

矢治健太郎(国立天文台)

花岡庸一郎(国立天文台)

野澤恵(茨城大学)

時政典孝(兵庫県佐用町生涯学習課)

塩田和生(日食情報センター)

後援：国立天文台太陽観測所

太陽研究者連絡会

「太陽望遠鏡ワークショップ 2014」

日時：2014年3月8日(土) 13時～18時

場所：国立天文台三鷹キャンパス(中央棟講義室)

世話人：矢治健太郎(国立天文台)、花岡庸一郎(国立天文台)、野澤恵(茨城大学)

時政典孝(兵庫県佐用町生涯学習課)、塩田和生(日食情報センター)

後援：国立天文台太陽観測所、太陽研究者連絡会

<プログラム>

12:30 受付開始

13:00 あいさつ(野澤恵・茨城大学理学部)

13:05 (基調講演) 飛騨天文台における高解像度撮像への取り組み

(一本 潔・京都大学理学研究科附属天文台)

14:00 黒点の高解像度撮影と画像処理の取り組み(遠山御幸・横浜モバイルプラネタリウム)

14:20 最近の太陽活動に関する話題(時政典孝・兵庫県佐用町生涯学習課)

14:35 太陽活動データベース画像を使った地球軌道離心率を求める実習教材の開発と実践  
(山村秀人・長浜北星高校)

14:50-15:20 (休憩) 太陽フレア望遠鏡見学

15:20 京大花山天文台での黒点観測について(鴨部麻衣・京都大学花山天文台)

15:35 太陽黒点観測補助ツールの紹介(松本 孝)

15:50 2013年に起きた大きな太陽フレアについて(矢治健太郎・国立天文台)

16:05 2013年11月3日のウガンダの皆既日食について(塩田和生・日食情報センター)

16:20 日食情報センターの紹介(大越治・日食情報センター)

16:30 あなたの望遠鏡が分光器付き望遠鏡に!! 小型分光器 LHIRES Lite 試用報告

(竹内彰継・国立米子工業高等専門学校)

16:45 技術者教育の中での太陽観測(當村一朗・大阪府大高専)

16:00 茨城大学の太陽観測システム(須藤謙人・茨城大学理学部)

17:15-17:50 様々な太陽画像を集約化するシステムに関するディスカッション

18:45 懇親会

居酒屋 土間土間 調布店

〒182-0024 東京都調布市布田 1-41-2 原政ビル 4F

<http://r.gnavi.co.jp/g897453/>

(会費：一般 4100 円、学生 3000 円)

# 飛騨天文台における 高解像度撮像への取り組み

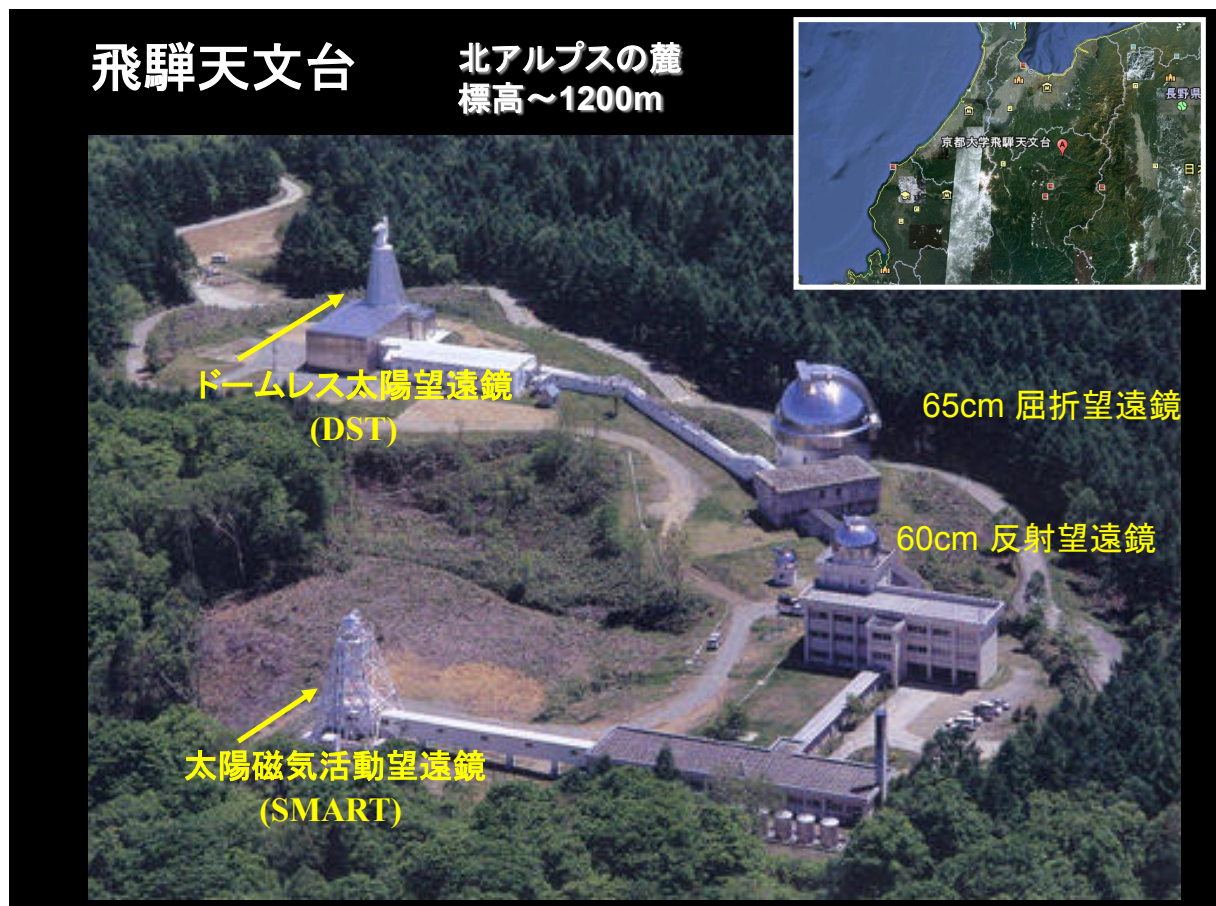
京都大学理学研究科附属天文台  
一本 潔

太陽望遠鏡ワークショップ@三鷹 2014年3月8日(土)



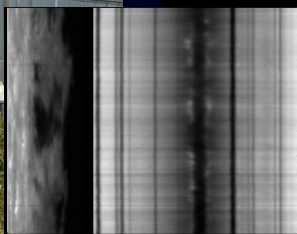
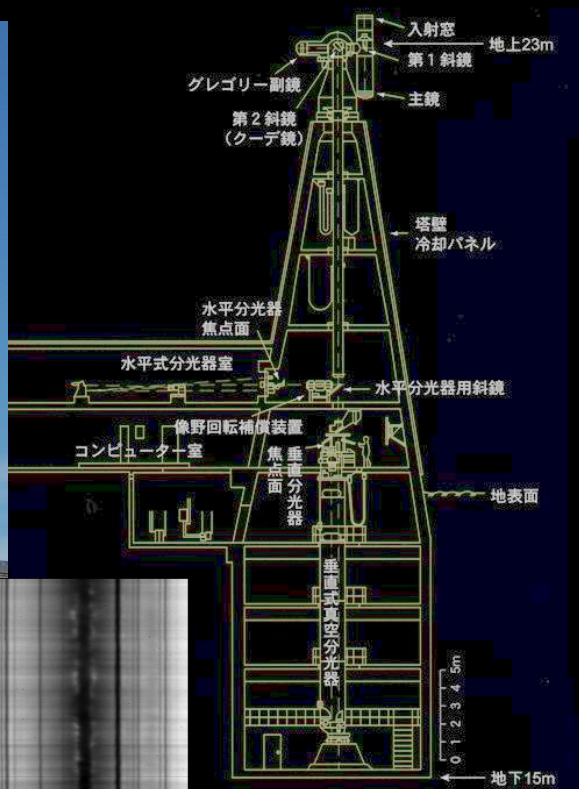
# 内容

- 飛騨天文台の太陽望遠鏡
- シーイングと高解像度を実現する手法
- スペックルマスキング像復元プログラム
- 補償光学装置



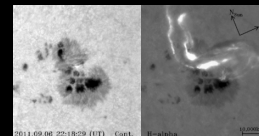
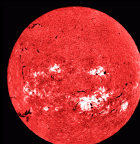
# ドームレス太陽望遠鏡 (1979~)

口径60cm、真空塔望遠鏡  
高解像、高分散分光  
→ 高度な太陽プラズマ診断



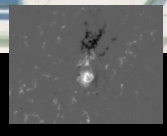
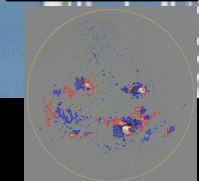
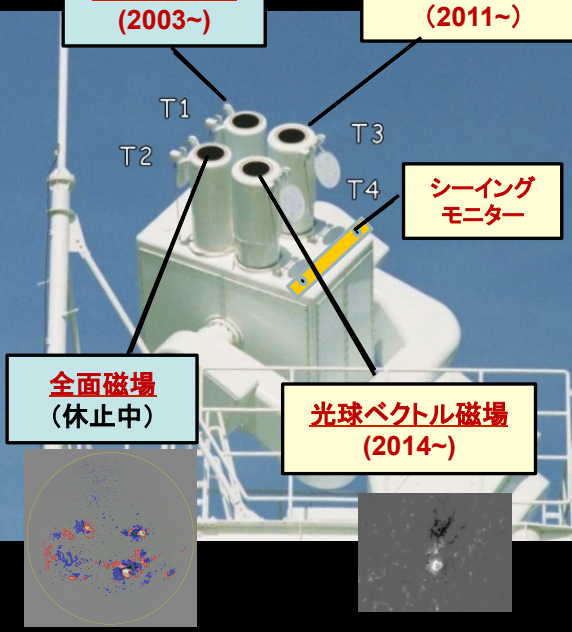
# SMART ( 2003~ )

太陽全面H $\alpha$ 観測; ドップラー 4k x 4k  
高速高解像度撮像、磁場  
→ フレア、フィラメント噴出の監視  
宇宙天気研究



H $\alpha$ 全面撮像 (2003~)

高速フレア撮像 (2011~)



# 太陽カレンダー公開 2014 Feb

< 2014 Jan

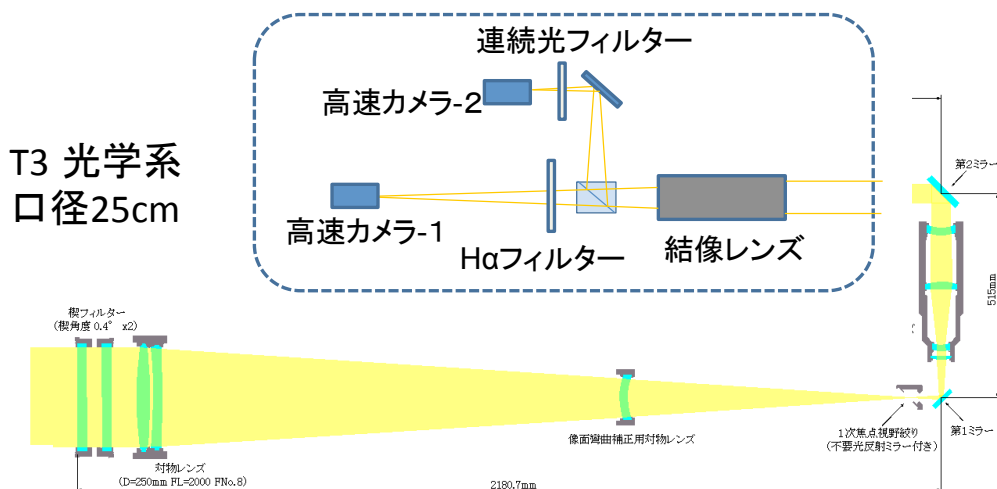
2014 Mar >>

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
						1 
2 	3 	4 	5 	6 	7 	8 
9 	10 	11 	12 	13 	14 	15 
16 	17 	18 	19 	20 	21 	22 
23 	24 	25 	26 	27 	28 	

## 連続光 + H $\alpha$ 高速フレア撮像装置

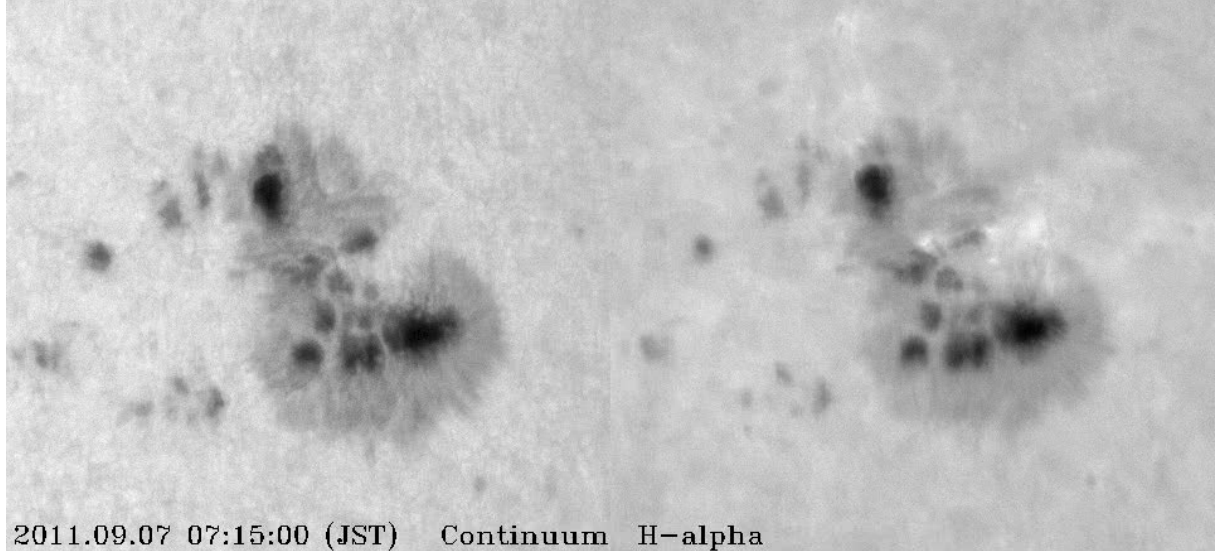
Flare Imaging System in Continuum and H $\alpha$  (FISCH), 2011.08~

名大STE研大型共同研究により実現



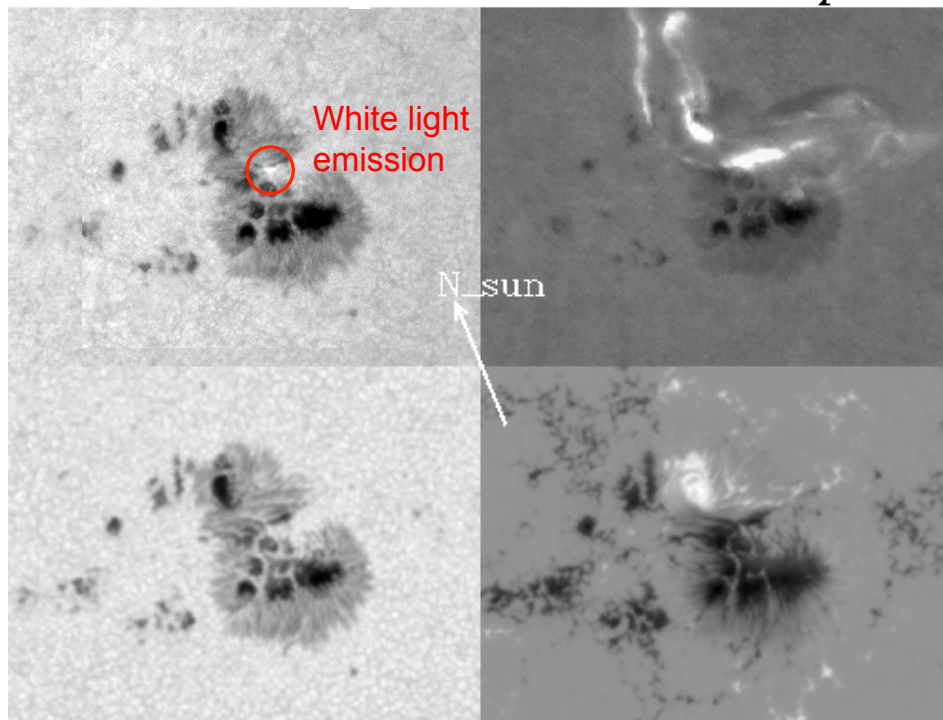
- 連続光()とH $\alpha$ 同時撮像
- 1600x1200CCD, ~0.22"/pix, 25 frame/sec
- 1日~ 8TB → フレア以外のデータはほとんど消去

# 白色光フレア 6 Sep.2011



## X2.1 flare on 2011-Sep-06

SMART T3 22:18:29 Cont. H-alpha



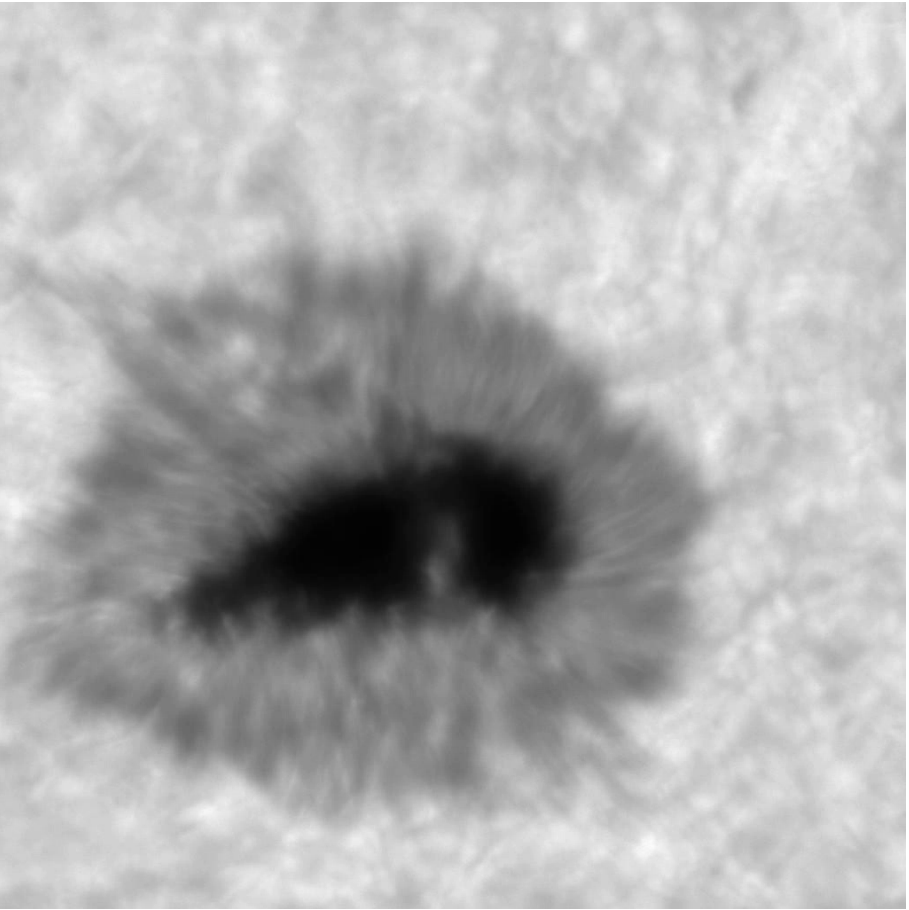
HMI 22:24:00 Intensity Magnetic field



ドームレス望遠鏡  
2013.6.25

430nm  
ORCA4  
1ms expo.x100枚

回折限界分解能  
~0.2秒角  
~120km

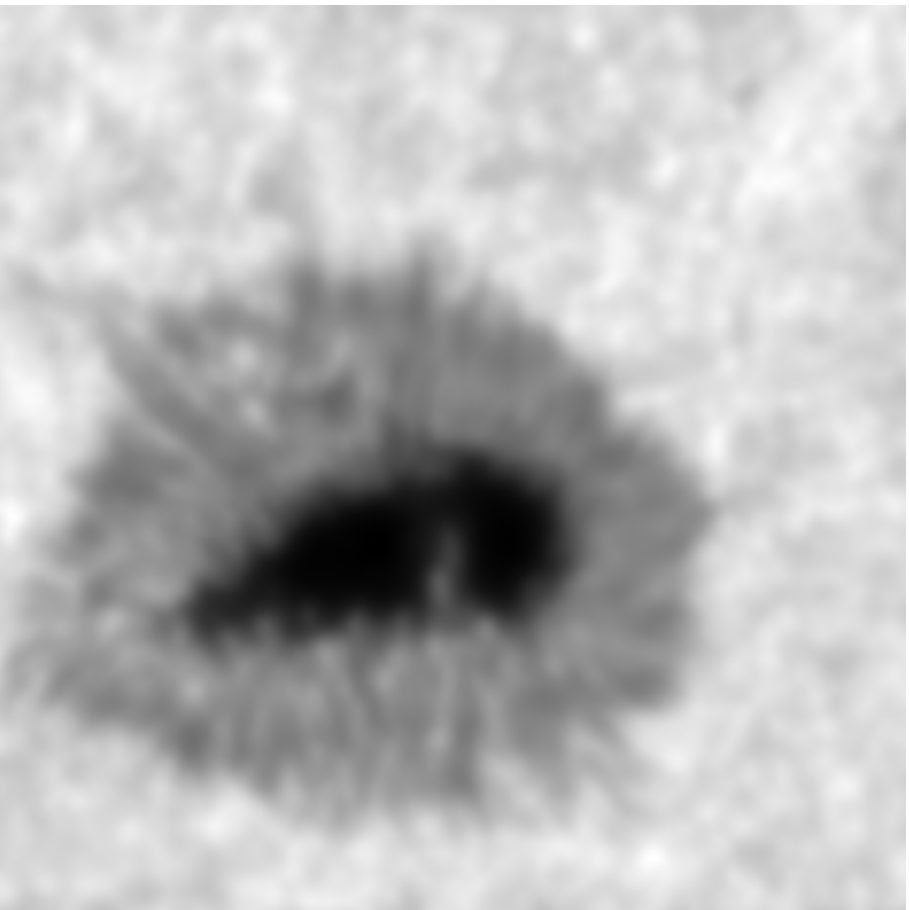


ドームレス望遠鏡  
2013.6.25

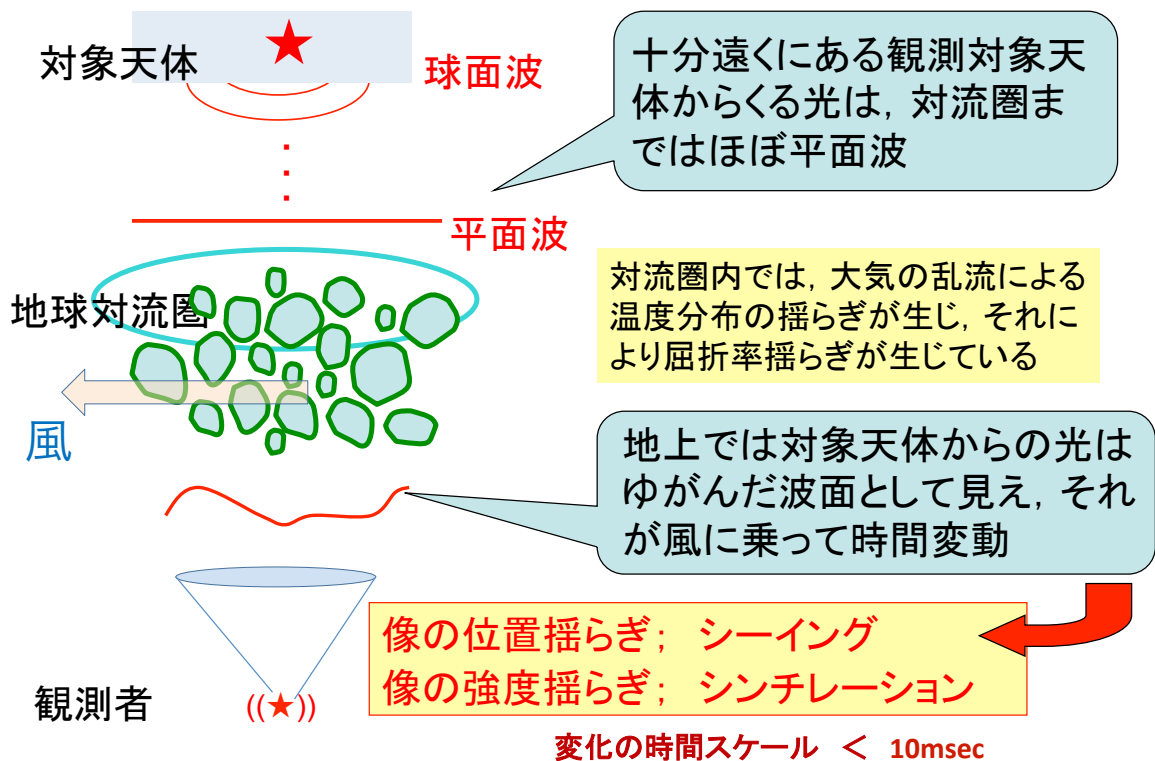
430nm  
ORCA4  
1ms expo.x100枚

回折限界分解能  
~0.2秒角  
~120km

平均画像  
1秒露出の画像

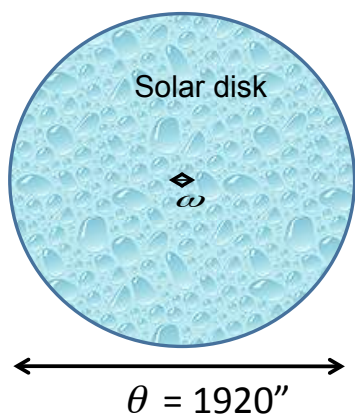


# シーイングとは、



## シーイングとシンチレーション

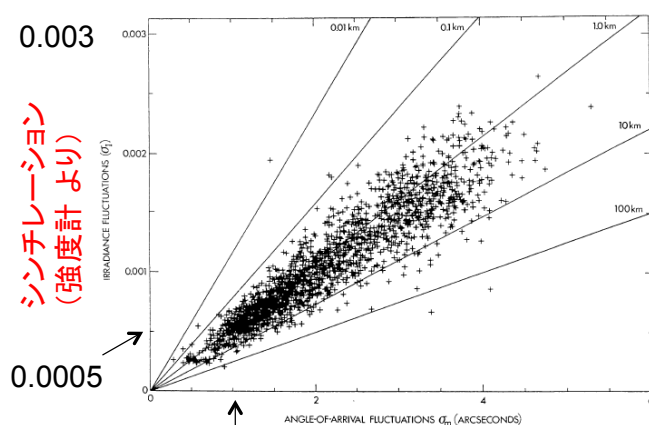
### 太陽の場合



$\omega$ : シーイングサイズ  
(星だとすると100%輝度に変化する大きさ)

$$\frac{\Delta I}{\langle I \rangle} \sim \frac{1}{\sqrt{N}}, \quad \frac{\theta^2}{\omega^2} = N \rightarrow \omega \sim \theta \frac{\Delta I}{\langle I \rangle}$$

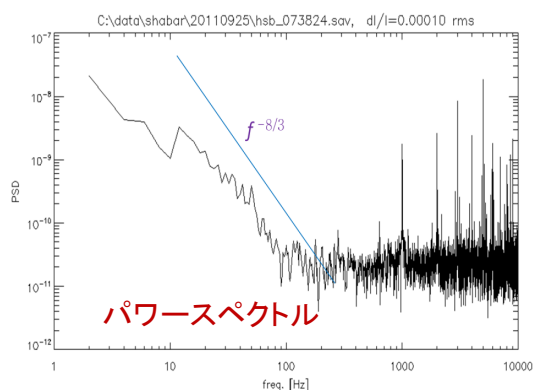
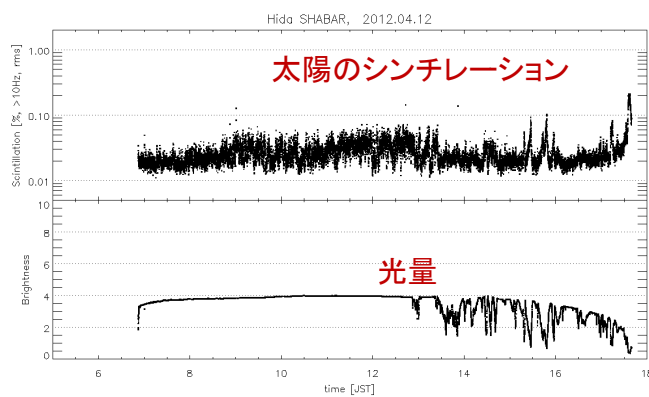
$$\omega = 1'' \rightarrow \frac{\Delta I}{\langle I \rangle} = 5.2 \times 10^{-4}$$



シーイングサイズ  
(Limb sensor より)

Backers, 1993, SolPhys., 145, 399

# シーイングモニター SHABAR



## 回折限界の分解能を実現する手法

### 画像処理による復元

- フレーム選択 多数画像から良い駒どり  
選んだ画像は歪んでいる
- シフト&加算 多数画像を位置合わせして足す  
ぼけた画像も取り込む
- スペックル 多数の瞬間画像から真実を抽出
- デコンボリューション 点像関数 (psf、ぼけ具合) 推定し補正

### ハードウェアによる実現

- Phase diversity 異なるフォーカス像からpsf推定  
2台のカメラが必要
- 補償光学 (AO) 実時間波面補正
- 望遠鏡を宇宙に上げる 最も効果的な方法

# 回折限界の分解能を実現する手法

## 画像処理による復元

Registax  
AviStack

- フレーム選択 多数画像から良い駒どり  
選んだ画像は歪んでいる
- シフト&加算 多数画像を位置合わせして足す  
ぼけた画像も取り込む
- スペックル 多数の瞬間画像から真実を抽出
- デコンボリューション 点像関数(psf、ぼけ具合)推定し補正

## ハードウェアによる実現

- Phase diversity 異なるフォーカス像からpsf推定  
2台のカメラが必要
- 補償光学(AO) 実時間波面補正
- 望遠鏡を宇宙に上げる 最も効果的な方法

# 回折限界の分解能を実現する手法

## 画像処理による復元

- フレーム選択 多数画像から良い駒どり  
選んだ画像は歪んでいる
- シフト&加算 多数画像を位置合わせして足す  
ぼけた画像も取り込む
- **スペックル** 多数の瞬間画像から**真実を抽出**
- デコンボリューション 点像関数(psf、ぼけ具合)推定し補正

## ハードウェアによる実現

- Phase diversity 異なるフォーカス像からpsf推定  
2台のカメラが必要
- **補償光学(AO)** **実時間波面補正**
- 望遠鏡を宇宙に上げる 最も効果的な方法

# スペckルマスキングによる 画像復元プログラム

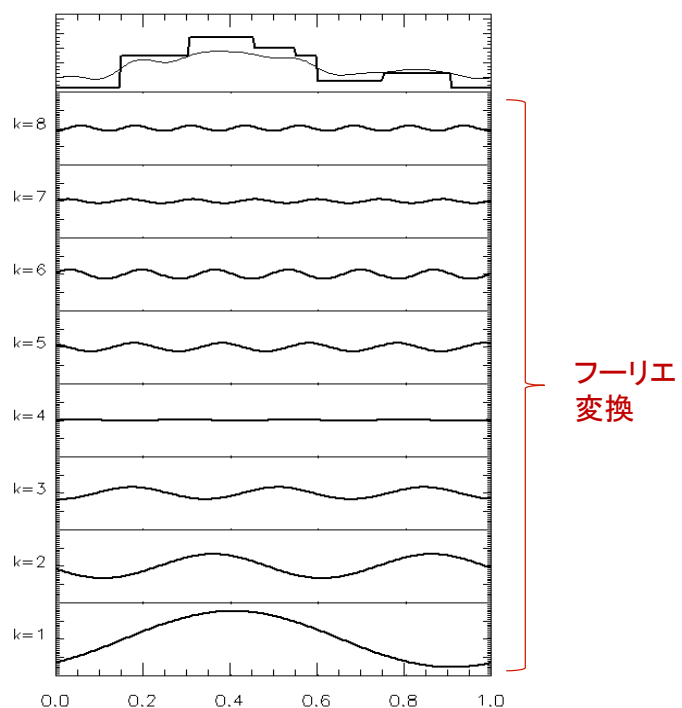
Lohmann, Weigelt, and Winitzer, 1983, App. Opt., 22, 4028  
Pehlemann and von der Luhe, 1989, AA, 216, 337

## 画像とフーリエ変換

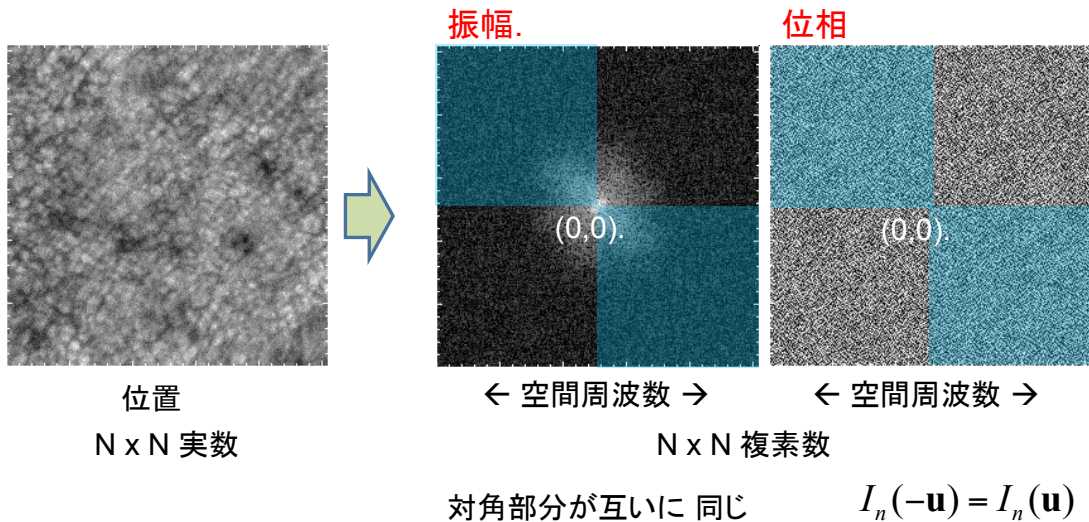
任意の関数は、→  
異なる周波数の波の和で  
表される。

画像は各周波数成分の  
**振幅 と 位相**  
に置き換えることができる。  
(フーリエ変換)

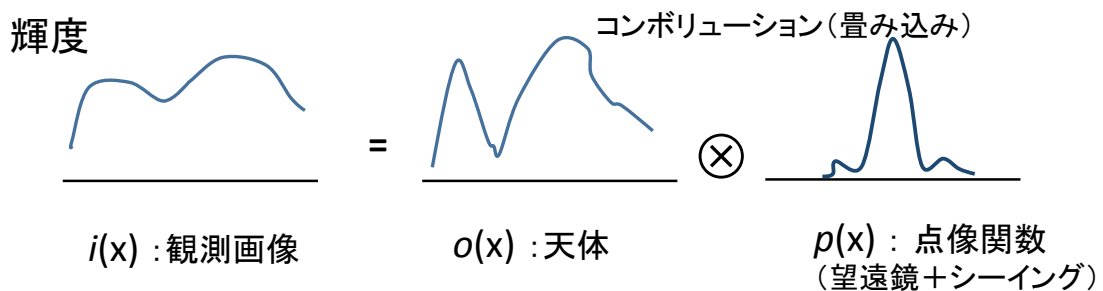
シーイングとは、  
(とくに高周波成分の)  
振幅の低下と位相の変化



# 画像とフーリエ変換



## 点像関数と & 光学伝達関数



$$i_n(\mathbf{x}) = o(\mathbf{x}) \otimes p_n(\mathbf{x}), \quad n = 1, 2, \dots, N$$

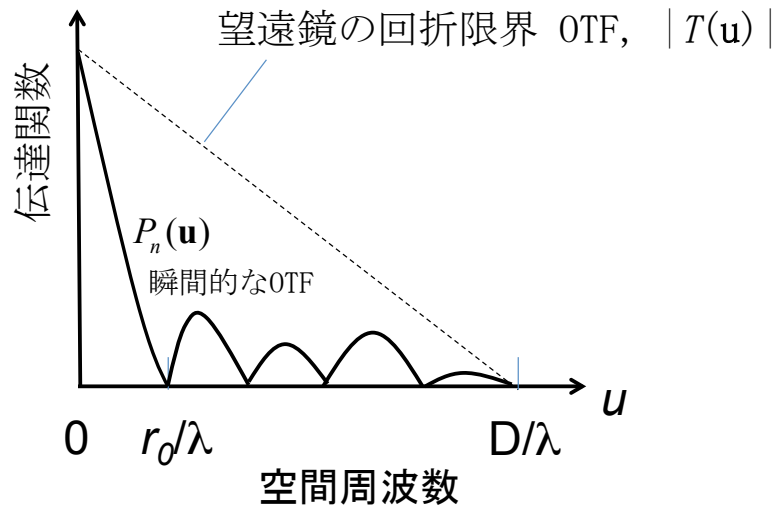
↓ フーリエ変換

$$I_n(\mathbf{u}) = O(\mathbf{u}) \cdot P_n(\mathbf{u})$$

望遠鏡(+シーイング)が対象  
のフーリエ成分をどの程度正しく  
カメラまで伝達するか

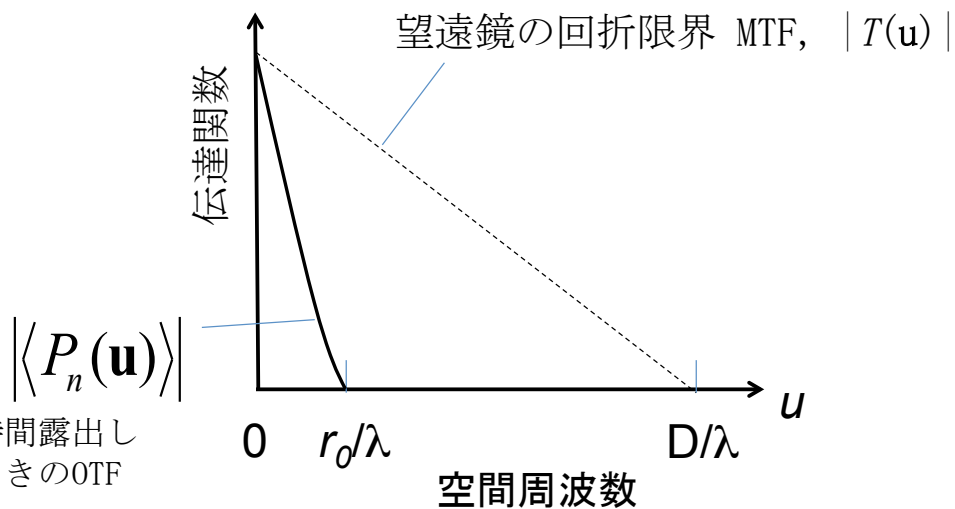
- $I_n(\mathbf{u})$  : n番目の像のフーリエ変換
- $O(\mathbf{u})$  : 天体のフーリエ変換
- $P_n(\mathbf{u})$  : 望遠鏡+シーイングによる伝達関数
- $\mathbf{u}$  : 空間周波数ベクトル

# シーイングと 光学伝達関数



$r_0$ : フリードパラメータ  
D: 望遠鏡口径

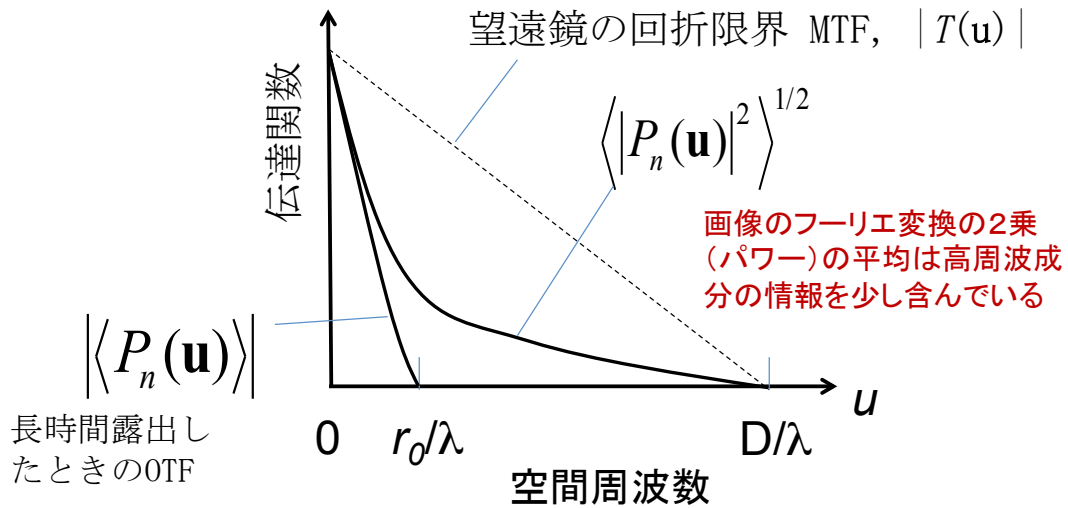
# シーイングと 光学伝達関数



画像のフーリエ変換を平均すると高周波成分(小さな構造の情報)は失われる

$r_0$ : フリードパラメータ  
D: 望遠鏡口径

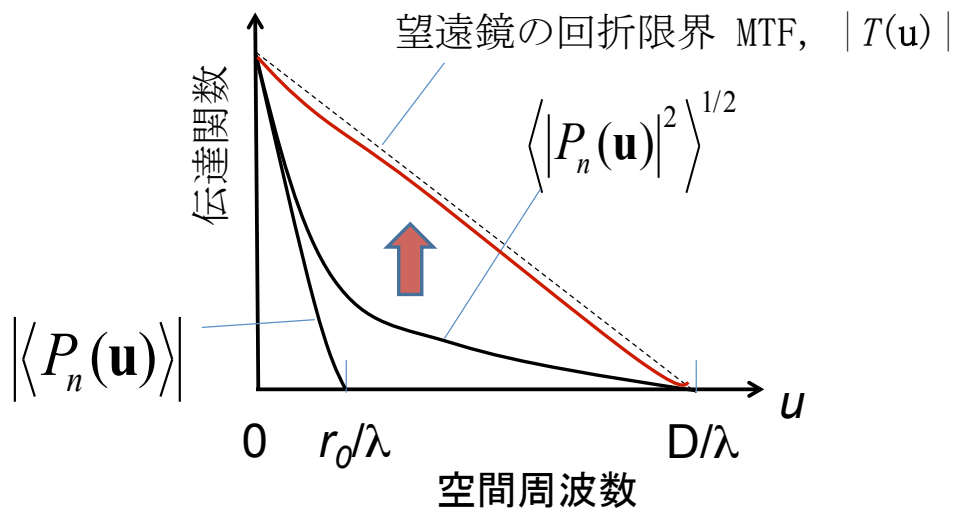
# シーイングと 光学伝達関数



画像のフーリエ変換を平均すると高周波成分(小さな構造の情報)は失われる

$r_0$ : フリードパラメータ  
D: 望遠鏡口径

## 振幅の回復

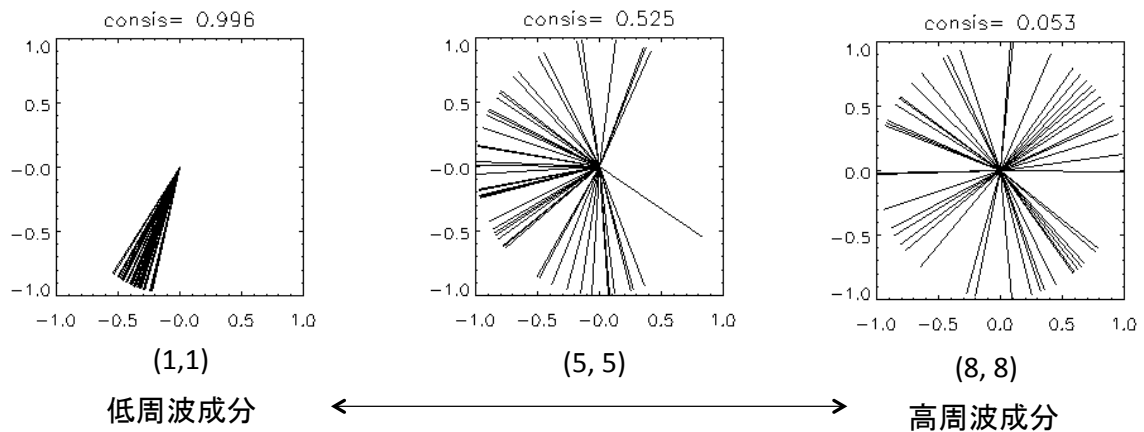


$\langle |I_n(\mathbf{u})|^2 \rangle$ と $\langle I_n(\mathbf{u}) \rangle$ の比較から伝達関数の劣化を推定して高周波成分の振幅を元に戻す



# 位相の復元

短時間に取得した50枚のスペックル画像のフーリエ成分の位相  
0-360度を方位角で示してある

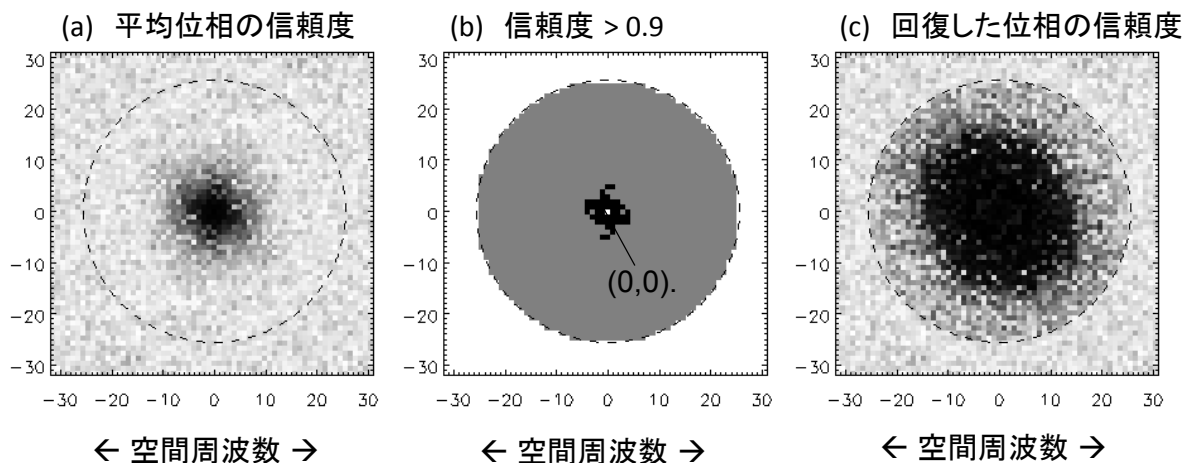


低周波成分は位相をそのまま平均すれば求まりそう  
高周波成分は？

# 位相の復元

スペックルマスクングではある漸化式を用いて低周波成分の位相から高周波成分の位相を順次推定していく

$$e^{-i\phi(i+k, j+l)} = e^{-i\phi(i, j)} e^{-i\phi(k, l)} e^{i\Phi(i, j, k, l)}$$



# spemirh.pro

## Speckle Masking Image Reconstruction at Hida

- 使い方

```
IDL> ring = spemirh(imgs, p=p)
```

imgs[ nx, ny, nn ] 画像時系列

p. 構造体変数

D: 250. ; Telescope diameter, mm

pix1: 0.215 ; arcsec/pix

wl: 647.1 ; wavelength, nm

w: 64 ; segment size, pix

:

- 処理時間

1600 x 1200 pix x 100枚 ~ 10分

参考: 一本&川手 2014, 京都大学大学院理学研究科附属天文台技報 Vol. 2 -1

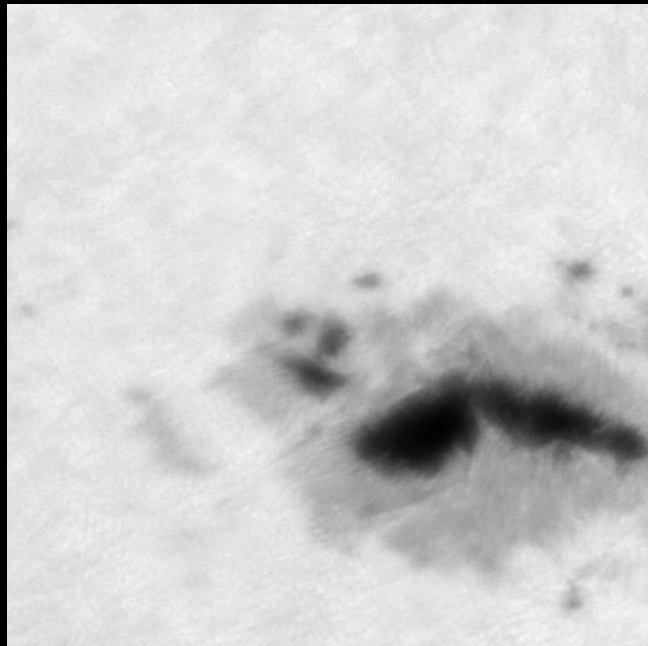
## スペックルマスキング画像復元

SMART/FISCH  
2011.9.29

647.1nm 連続光  
Expo = 0.2ms  
50 枚スペックル画像

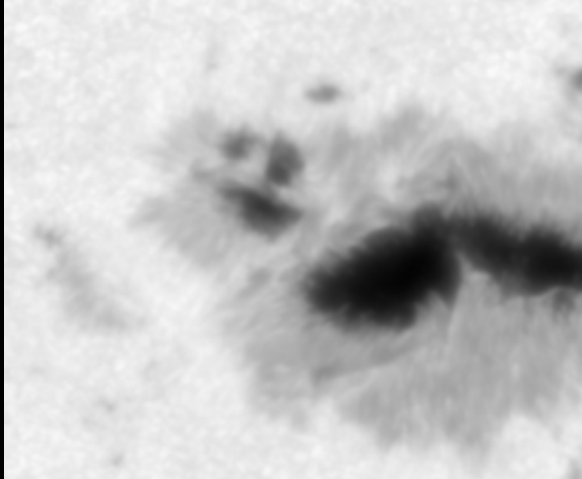
spemirh.pro

Isoplanatic 窓ごとに  
各空間フーリエ成分について  
本来の振幅と位相を推定

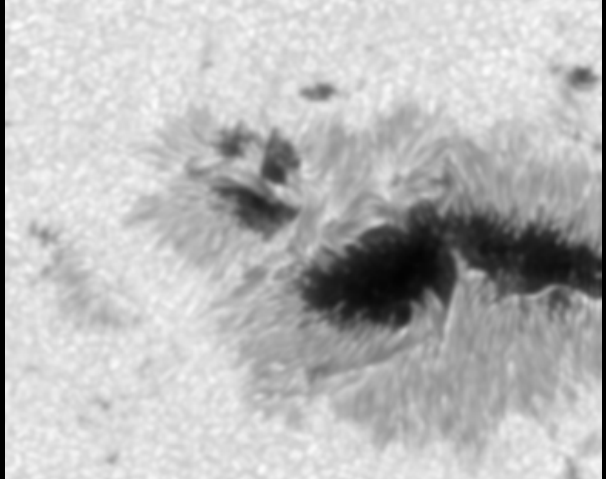


# 2011.9.29 continuum

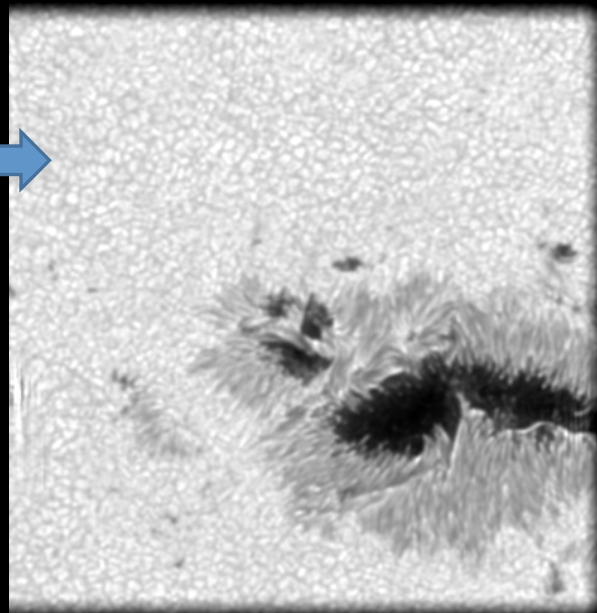
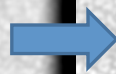
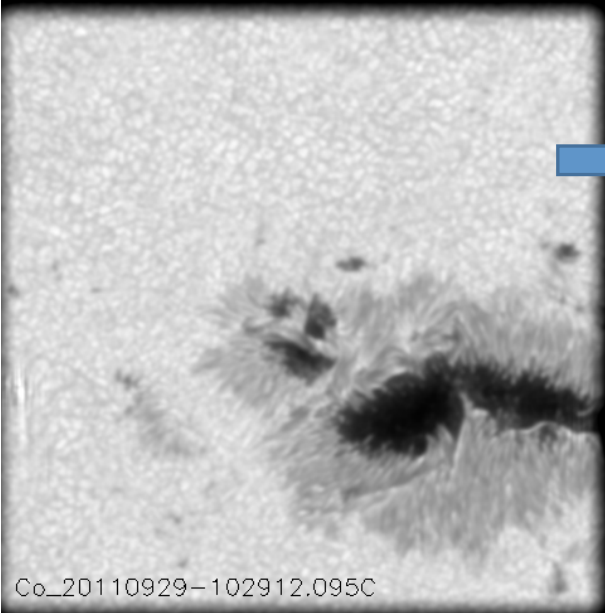
Shift and add



Speckle masking



## さらに 推定psf による deconvolution



Co\_20110929-102912.095C

SMART/FISCH,  
647nm,  
pix1=0.215",  
expo=0.2ms,  
50 frame,  
2011.9.29

a) 平均画像

b) shift&add

c) rmsベスト画像

振幅復元 0.5 →

d) 位相復元; 平均

e) 位相復元0.5

f) 位相復元1

位相復元 1 →

exam\_spemir.pro

g) 振幅復元0

h) 振幅復元1

i) フル復元+deconv

## SMART / FISCH

Ha

a) shift&add

b) speckle

c) speckle+ deconv

連続光

d) shift&add

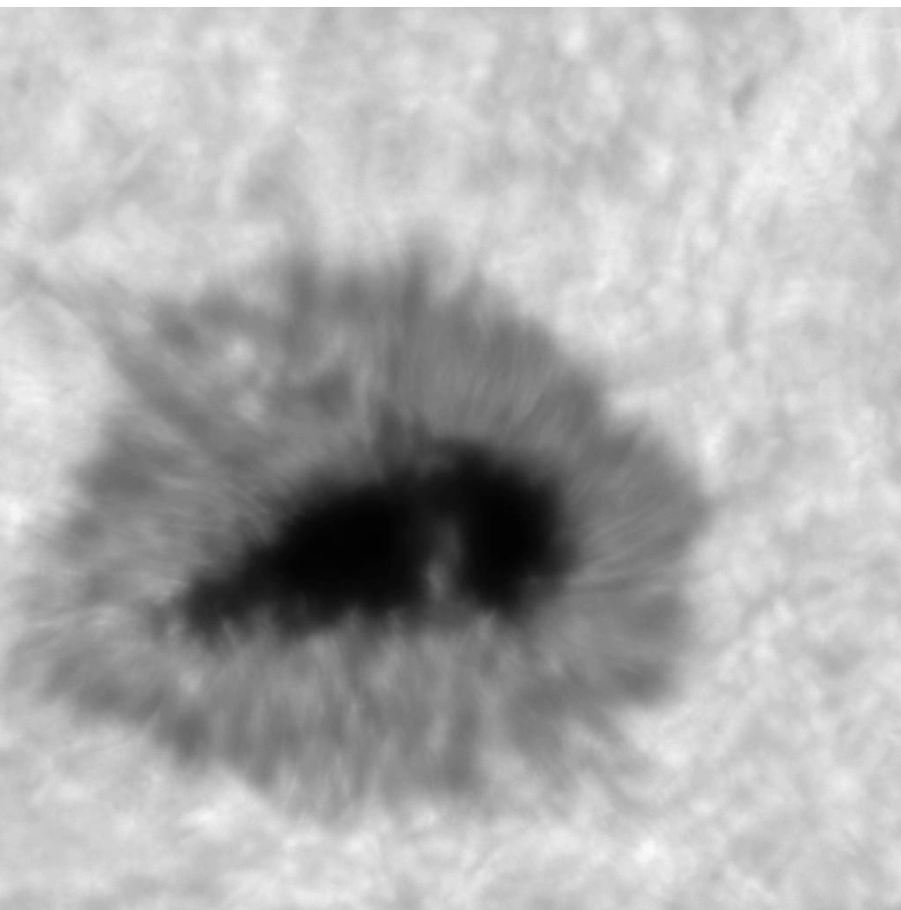
e) speckle(Ha同時)

f) speckle(独立)

ドームレス望遠鏡  
2013.6.25

430nm  
ORCA4  
1ms expo.x100枚

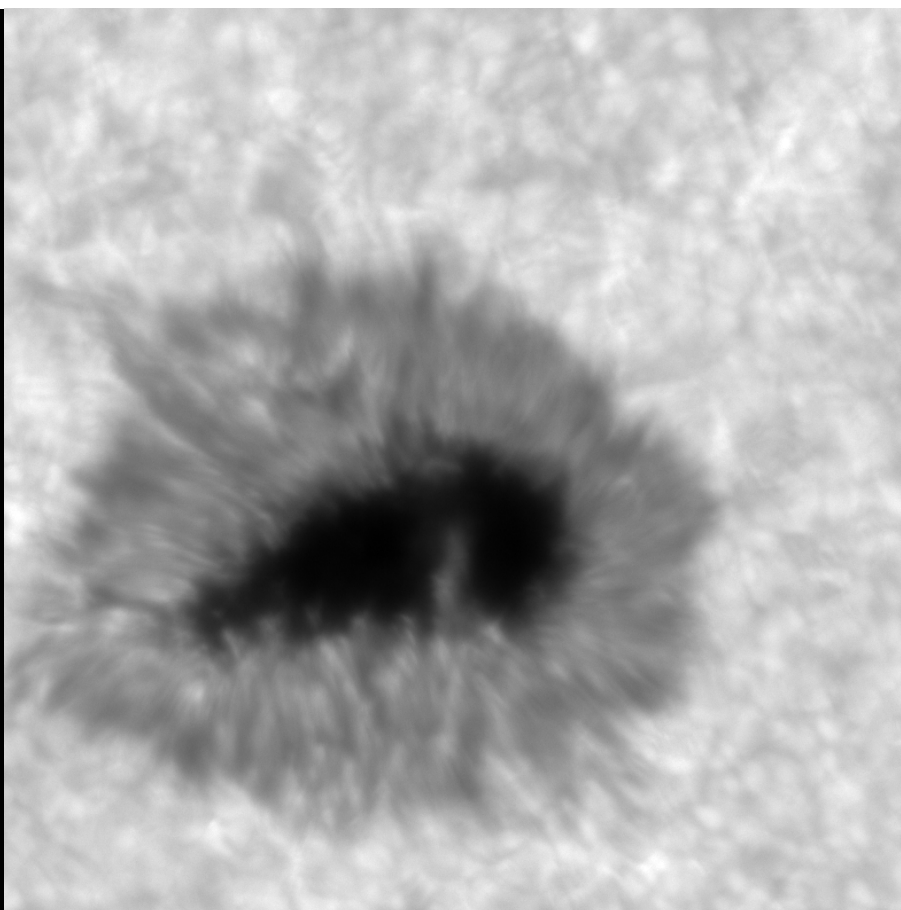
回折限界分解能  
~0.2秒角  
~120km



DST  
2013.6.25

430nm  
ORCA4  
1ms expo.x100

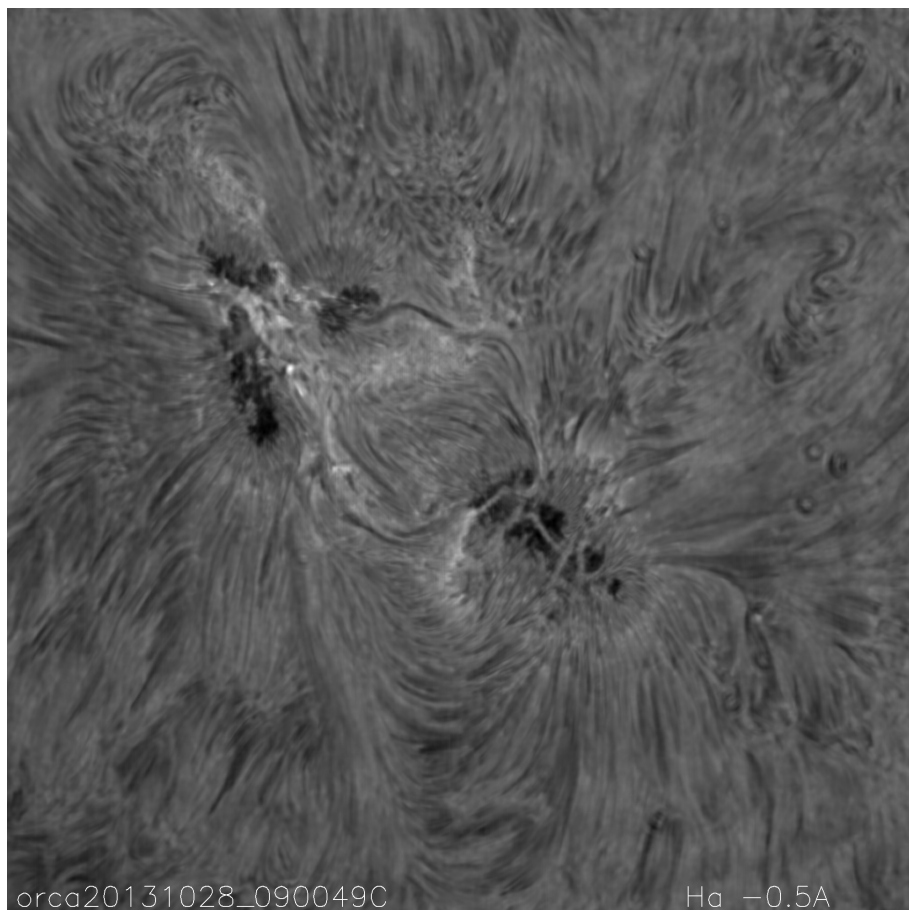
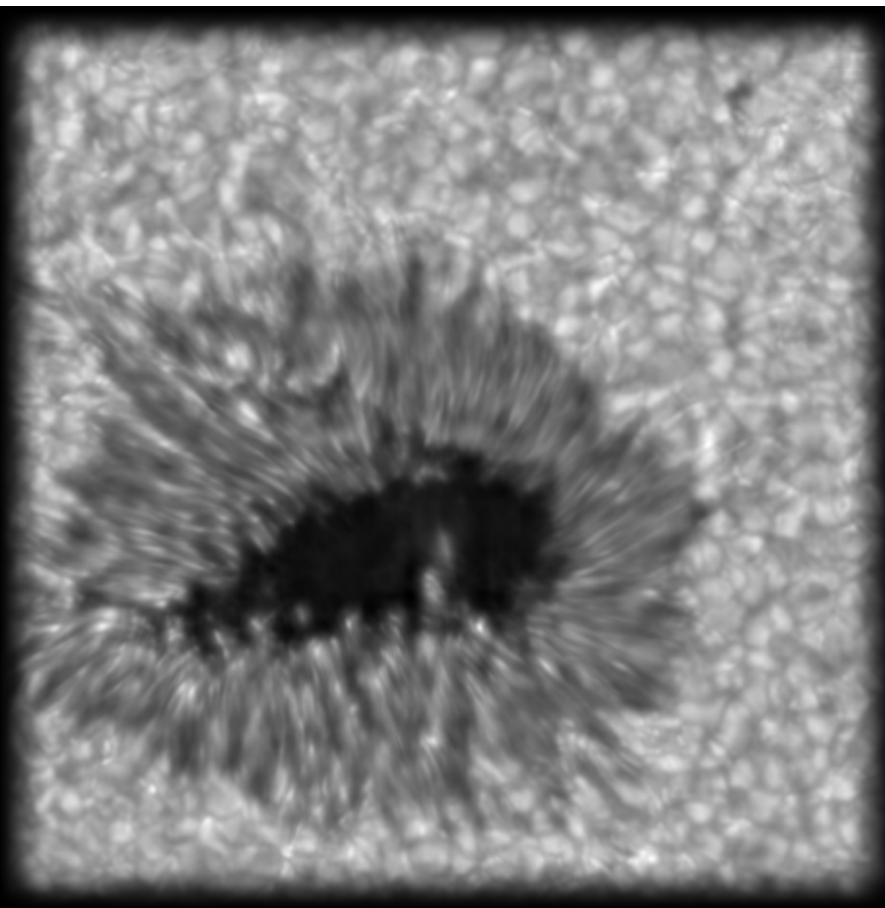
Rms best image



DST  
2013.6.25

430nm  
ORCA4  
1ms expo.x100

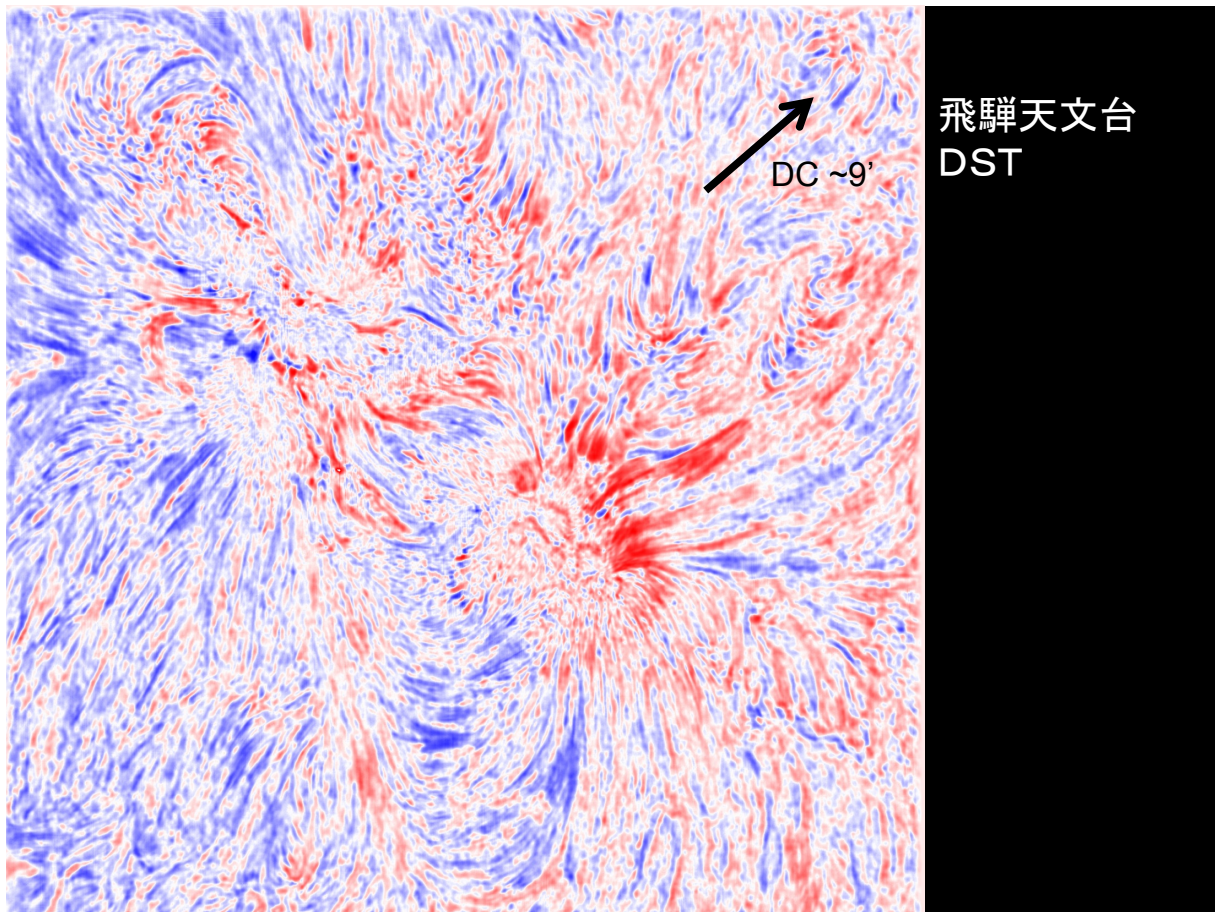
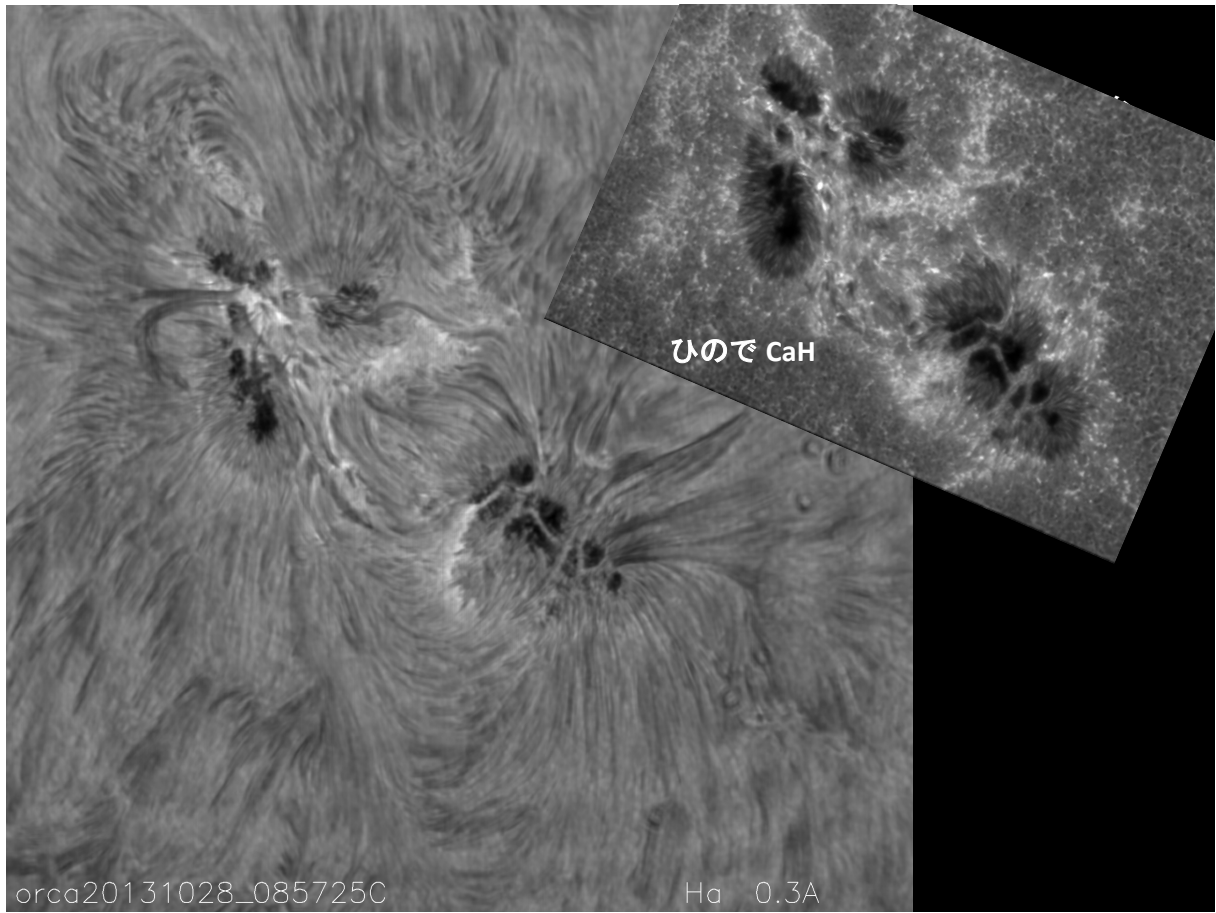
Speckle masking  
+  
Deconvolution  
(max\_likelihood)



飛驒天文台  
DST

orca20131028\_090049C

H $\alpha$  -0.5A



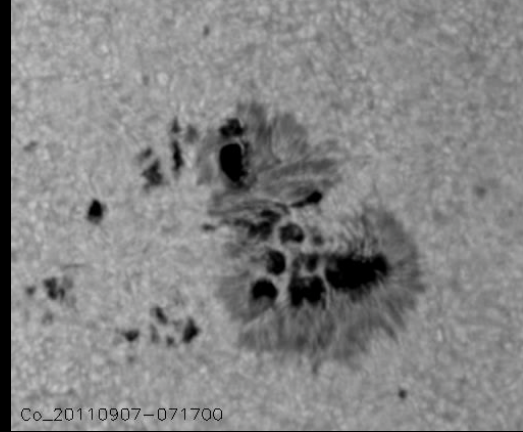
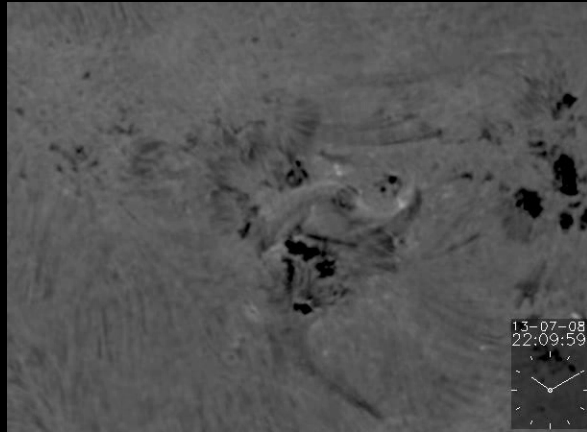
# SMART/FISCH フレア

20130708

Ha

20110906

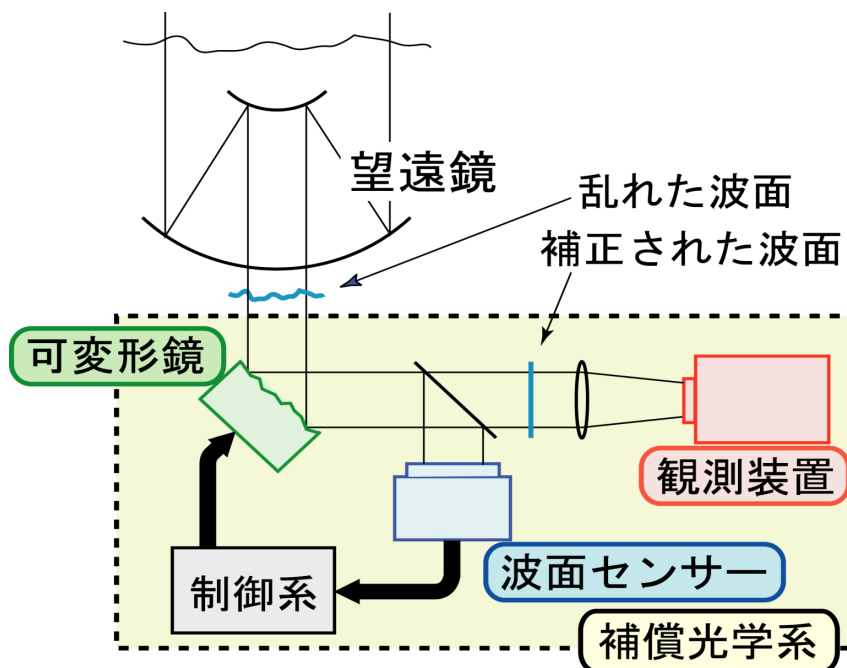
continuum



## スペックル像再合成の問題点

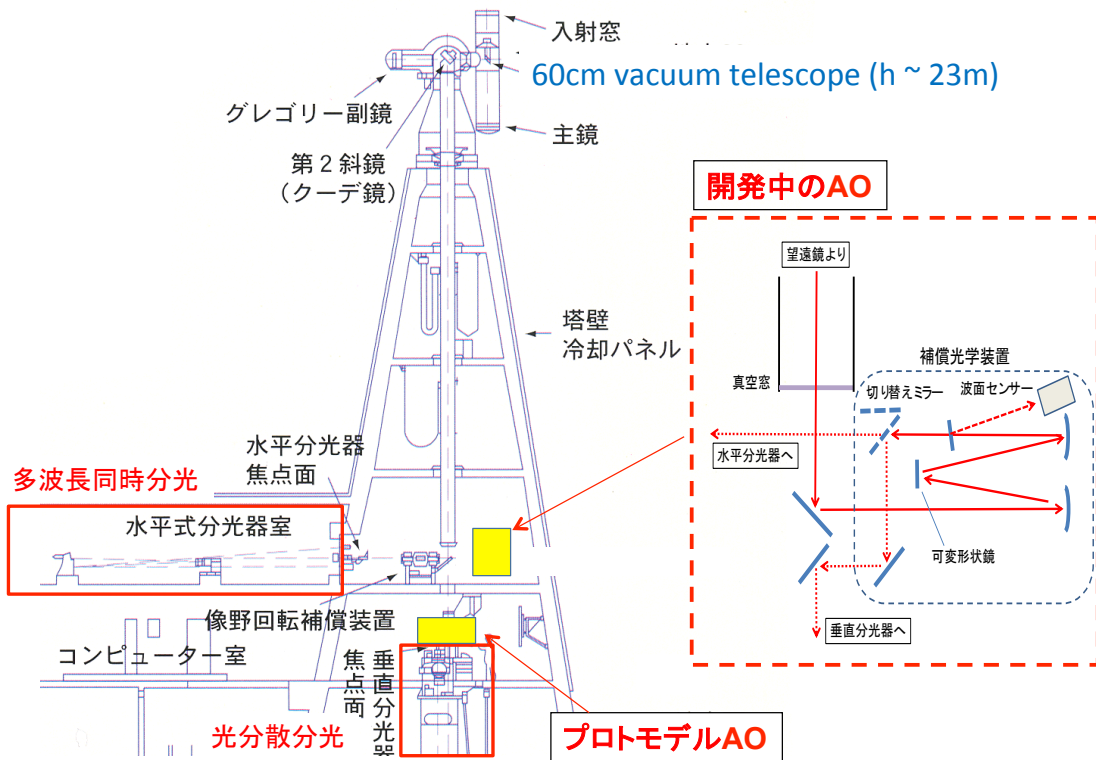
- ・多数の画像を使うので時間分解能が落ちる
- ・スリットをつかう分光観測には効力がない

## シーイングを克服する補償光学 (Adaptive Optics)



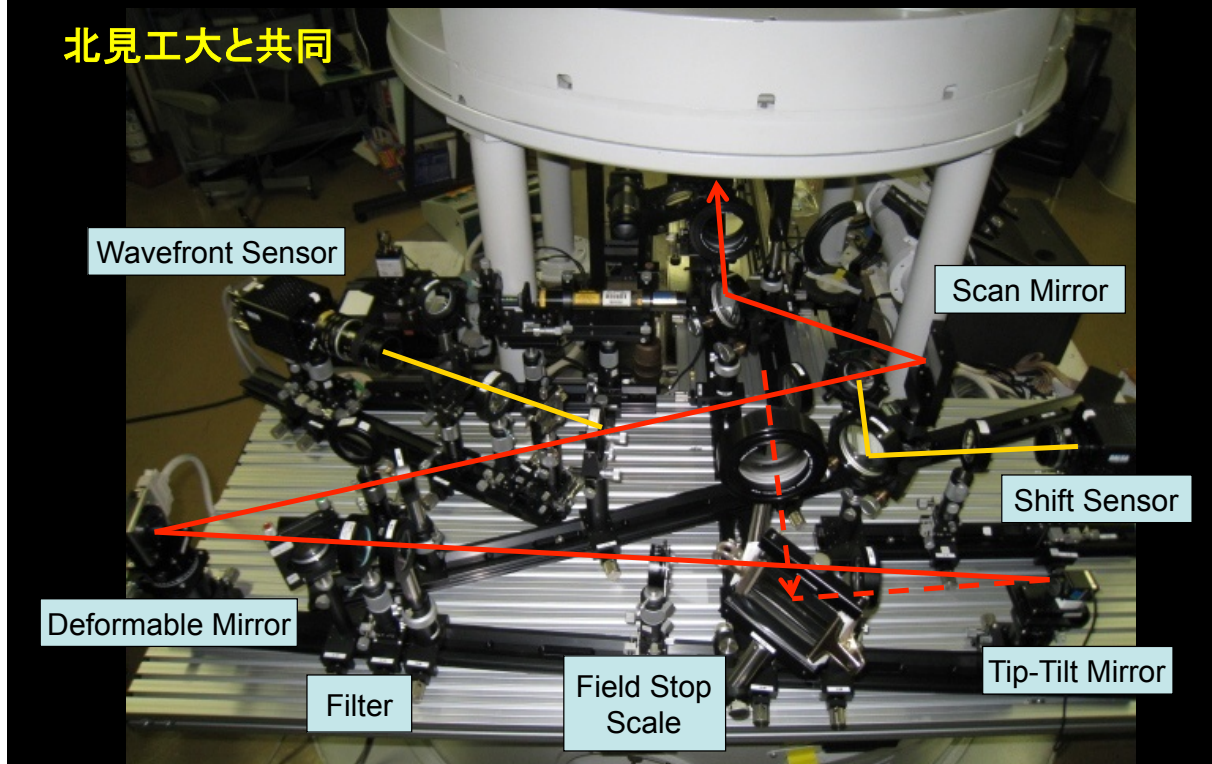


# Adaptive optics on Domeless Solar Telescope



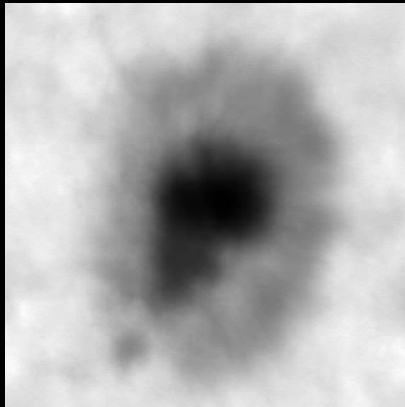
## DST補償光学装置プロトモデル 2010

北見工大と共同

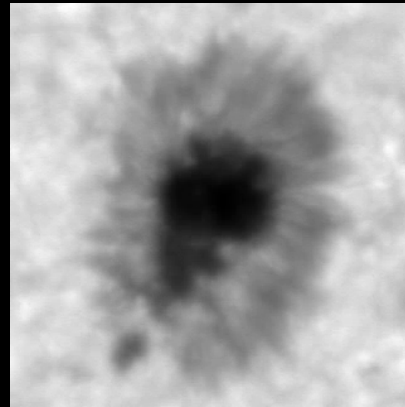


# DST補償光学装置プロトモデル実験

AO-OFF(251-300)



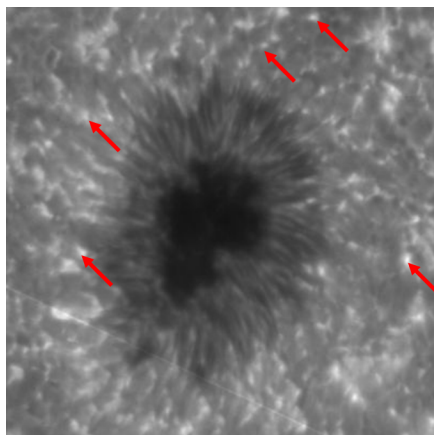
AO-ON(21-70)



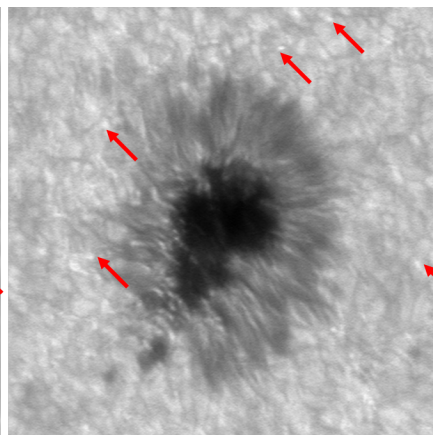
2011.11.20 by (元)北見工大 三浦&横山

## 結果(2)

- ほぼ同時刻に太陽観測衛星「ひので」から撮られたものと、地上からAOを動作させながら観測したものの比較。



Hinode SOT-FG Ca-II H  
2011.11.21 08:43:08(JST)



DST AO+IP G-band  
2011.11.21 08:42:49 (JST)

by 三浦

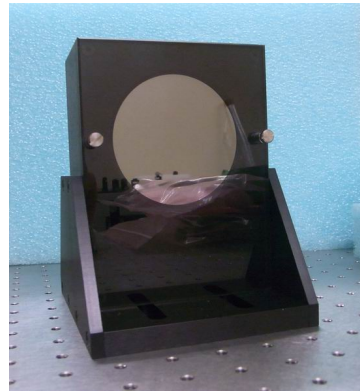
# 新AOの開発

## 現AOシステムの問題点

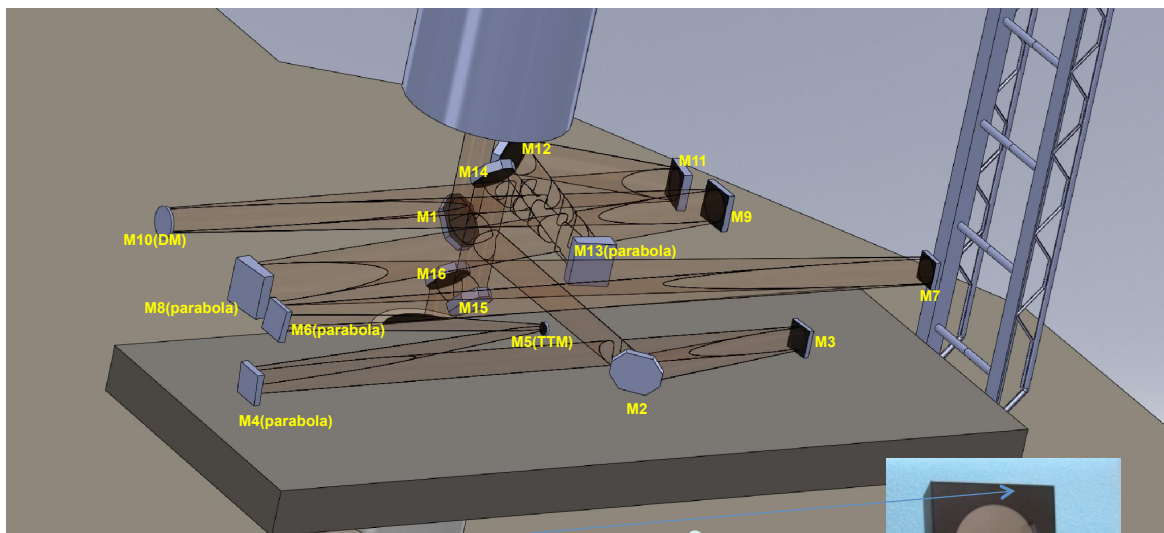
- (1) 波面補償能力が不十分
  - (2) 光量の損失が大きい
  - (3) 限られた波長(垂直分光器)でしか使えない
- これらのため、科学的な観測に適用できていない

## 新AO

- ・垂直、水平分光器両用
- ・97素子可変形鏡、高速
- ・高スループット
- ・色収差なし



## New AO system under development



Usable for both V and H spectrographs<sup>3m</sup>  
Faster (~700Hz? → 1500Hz)  
higher order (~30 → 97elem.)  
higher throughput (0.1 → 0.6)  
No chromatic aberration

97ch. Deformable mirror

# DST 新AO 光学ベンチ (2013.11)



もうすぐファーストライト！

## 最後に、、 Solar-C ミッション

### Solar-Cの科学課題；

- 星になぜ彩層とコロナがあるのか？
- フレア爆発はどのようにおこる、いつおこる、地球影響は？
- エネルギーの輸送・変換を担う宇宙磁気プラズマの基礎過程とは？
- 太陽磁場はどう作られ、太陽放射の長期変動はなぜおこる？

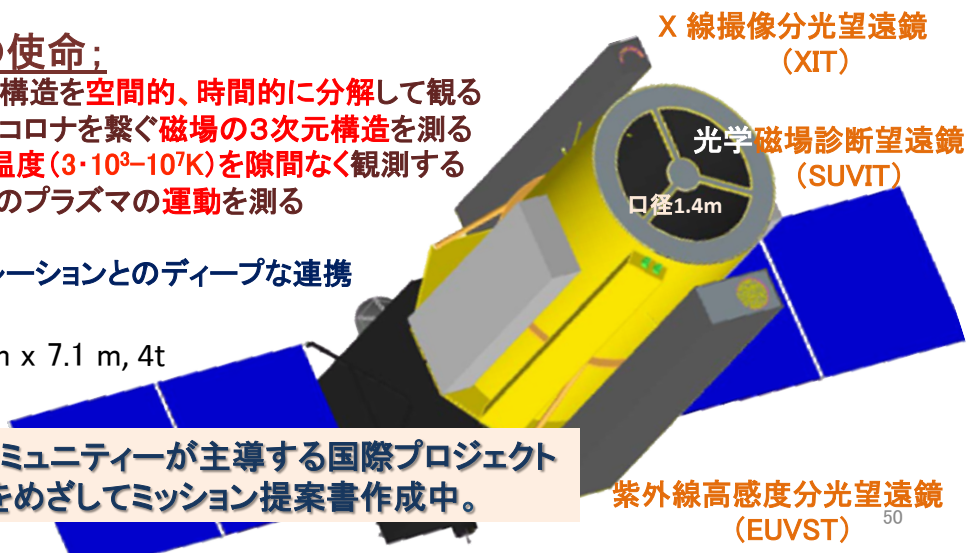
### Solar-Cの使命；

- ・太陽大気の構造を空間的、時間的に分解して観る
- ・光球-彩層-コロナを繋ぐ磁場の3次元構造を測る
- ・プラズマの温度 ( $3 \cdot 10^3 - 10^7 \text{K}$ ) を隙間なく観測する
- ・熱化する前のプラズマの運動を測る

- ・数値シミュレーションとのディープな連携

3.7 m x 3.2 m x 7.1 m, 4t  
静止軌道

日本の太陽コミュニティーが主導する国際プロジェクト  
2022打上げをめざしてミッション提案書作成中。



# 黒点の高解像度画像撮影と画像処理の取り組み

横浜モバイルプラネタリウム 遠山御幸  
m-toyama@ace.ocn.ne.jp

プラネタリウムの仕事を40年以上にわたって継続してきました。20代当時、プラネタリウムの仕事をする傍ら、20センチ屈折望遠鏡を使用し、約6年間、太陽黒点のスケッチと撮影を行いました。当時の写真撮影では、粒状斑や黒点の微細構造を抽出するのは至難の業でした。

その後、仕事の都合で、観測から離れてしまいました。独立して移動式プラネタリウムの事業を立ち上げてからは、時間の確保が比較的容易になったため、観測を再開しました。プラネタリウム解説者としてのスキルアップ、撮影した画像を解説の素材として利用するため、そして老後の暮らしにメリハリをつけることなどを目的としています。

その間のハードウェアおよびソフトウェアの進歩に後押しされ、長年の目標としていた粒状斑や黒点の微細構造の抽出が可能となりました。現在取り組みを行っている写真撮影の中で、黒点の高解像度画像撮影と画像処理のプロセス等について、紹介します。

## 1 撮影環境

自宅のベランダで撮影を行っています。太陽が昇る方向には住宅があります。またその上空には、電線が走っているため、日周運動により、太陽がこれらの障害物を通り抜ける様子を見ながら、撮影を行います。

ベランダの上は、上階の庇が張り出しているため、季節により変動はありますが、正午頃から午後1時過ぎには、太陽がさえぎられて、撮影ができなくなります。このため撮影ができる時間は、午前8時頃から午後1時頃までに限られます。季節により太陽を撮影する時間も変化します。



## 2 撮影機材

以下の4種類の望遠鏡で撮影を行っています。晴れていて出かける用事がない限り、撮影を行います。これらの機材の組み合わせは、高解像度の画像を得るための、試行錯誤の結果です。

### (1) 白色太陽全体像撮影および拡大撮影用

BORG125ED 屈折望遠鏡 (口径 125 ミリ 焦点距離 800 ミリ)

口径を最大限に活かすために、ハーシェルプリズムを使用して撮影を行います。また気流の状態を見ながら、拡大撮影にも使用します。ソーラ・コンティニューム・フィルターとNDフィルターを併用します。

### (2) 白色太陽拡大撮影用

ミューロン 210 ミリ反射望遠鏡 (口径 210 ミリ 焦点距離 2400 ミリ)

気流の状態が良い時に、拡大撮影用に使用します。口径を最大限に活かすために、鏡筒の前にソーラ・フィルターを取り付けます。ソーラ・コンティニューム・フィルターを併用します。

### (3) Ha太陽望遠鏡

LUNT LS100THa (口径 100 ミリ 焦点距離 700 ミリ)

Ha線で見えた太陽全面の撮影、および拡大撮影に使用します。右の写真です。

### (4) カルシウム K 線太陽望遠鏡

BOEG100ED (口径 100 ミリ 焦点距離 640 ミリ)

カルシウム K 線で見えた太陽全面の撮影、および拡大撮影に使用します。カルシウム K 線モジュール (LUNT LS18CaK モジュール) を併用します。

### (5) 撮影用 CCD カメラ

DMK41AU02AS (イメージング・ソース社製)

### (6) 拡大光学系

パワーメイトおよびバローレンズ (2 倍、2.5 倍、3 倍、5 倍 テレビュー社製)



## 3 画像の取り込みおよび画像処理

### (1) 画像の取り込み

IC キャプチャー AS Ver 2.2 (CCD カメラに付属するソフトです)。無圧縮の動画を得ることができます。画像の解像度は 1280×960 ピクセル、フォーマットは Y800、15fps です。

### (2) 画像処理

AviStack2 (フリーソフト) およ photoshop CS6 を使用

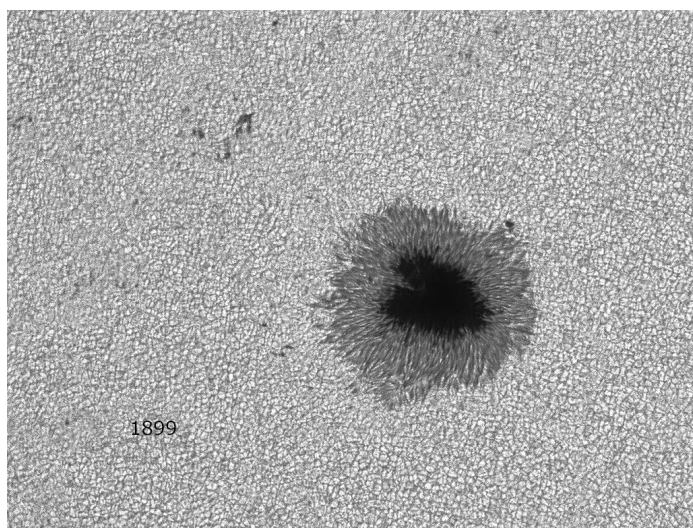
## 4 現状の問題点と今後の目標

### (1) 問題点

- ア 撮影と画像処理に時間がかかりすぎる
- イ 拡大撮影時の CCG 撮像面のゴミの問題
- ウ 取得できる画像が、気流の状態 (シーイング) に大きく依存する
- エ ハードウェアの老朽化の問題

### (2) 今後の目標

ア これまで以上にクオリティーの高い画像を得ること



- イ アニメーション化して、太陽活動のダイナミックさをアピール
- ウ ハードウェアのグレードアップについて検討する

### これまでのベストショット (左の写真)

白色太陽像 (NOAA1899 群 肉眼的大黒点)  
2013 年 11 月 18 日 10 時 18 分に撮影した動画を画像処理

ミューロン 21 センチ

2×BL BAS+SC フィルター

DMK41AU02AS 1/45sec 15fps×20sec

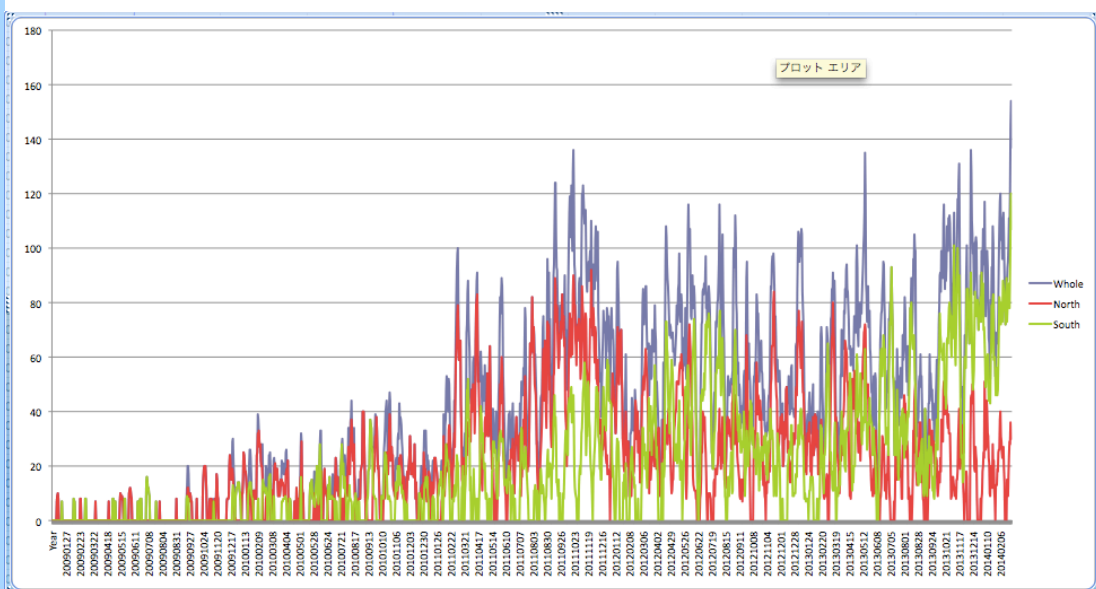
Avistack2 で画像処理。photoshop CS6 でトーンカーブ調整

# 最近の太陽活動に関する話題

時政典孝  
(兵庫県佐用町生涯学習課)

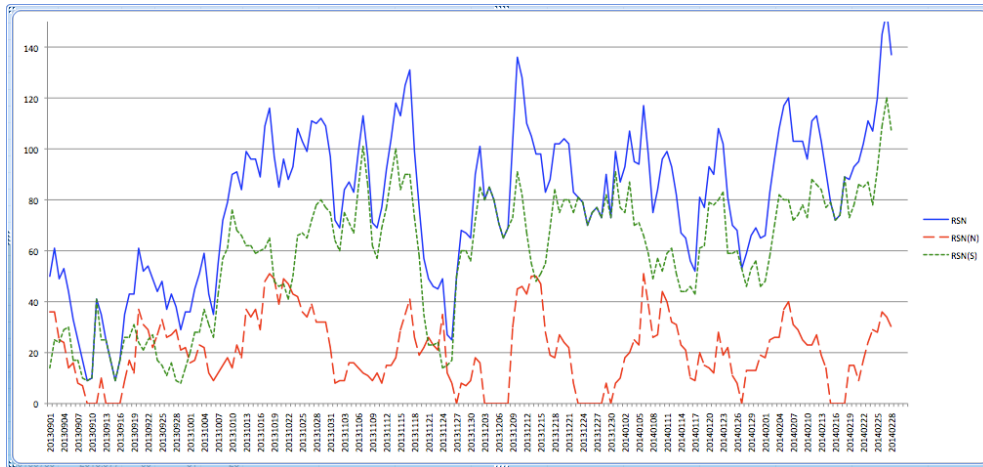
## 最近の黒点相対数

□ 第24期の太陽黒点相対数(SIDC)

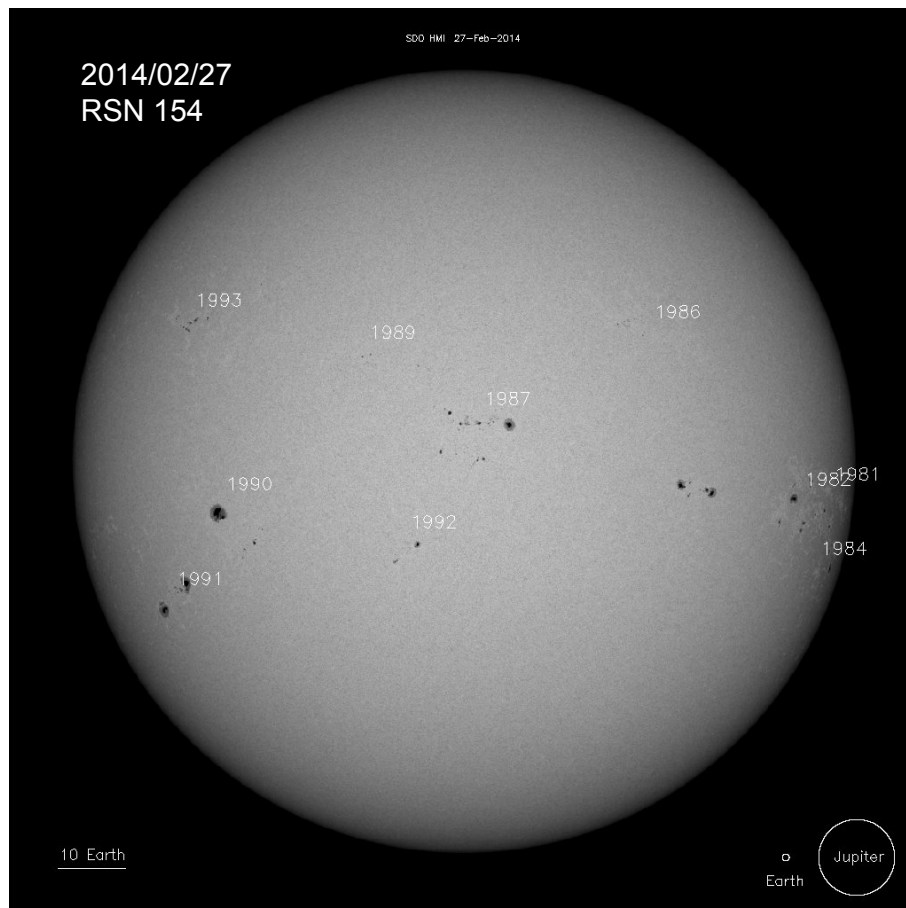


# 最近の黒点相対数

## □ 最近6ヶ月の太陽黒点相対数(SIDC)

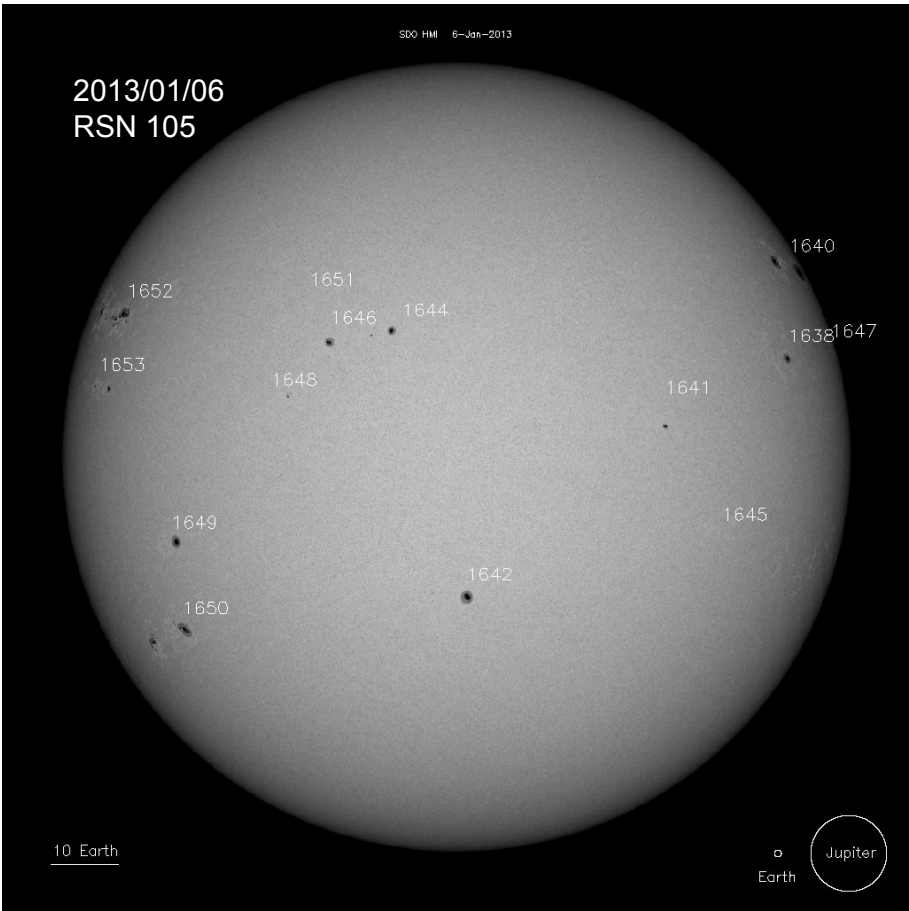


極大期における無黒点継続日数が多い。(第23期は3日が最大)



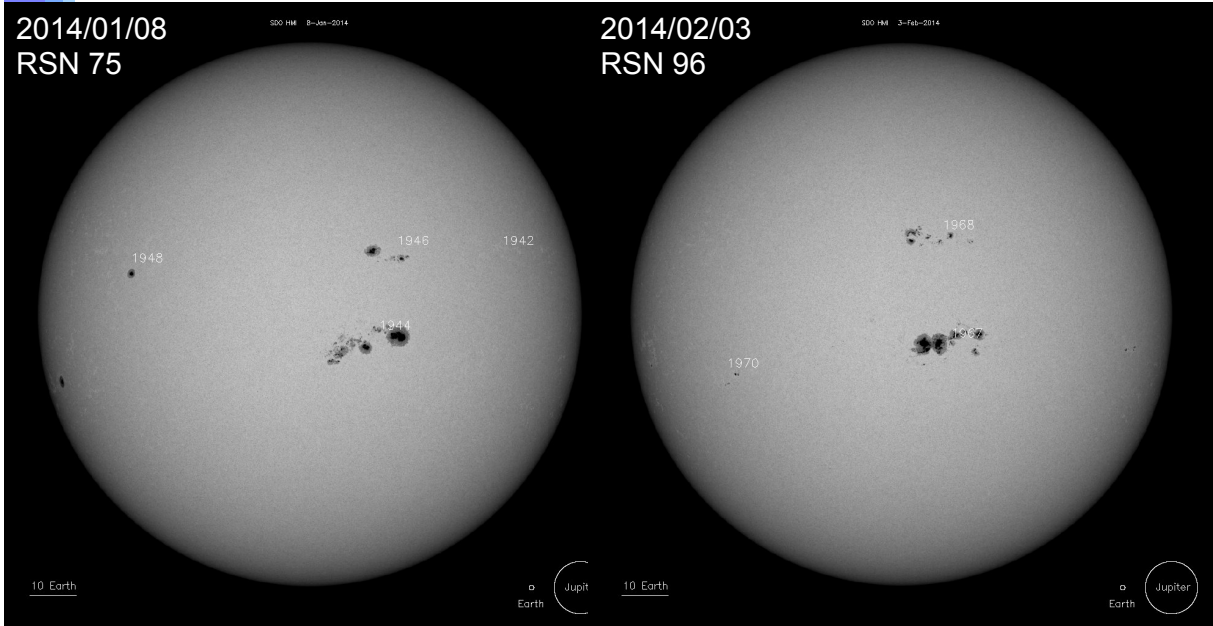


www.\*\*\*.net



# 回歸した黒点群

www



# SIDCのデータ参照

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://sidc.oma.be/silso/daytothem?year=2014&submit=OK&page_id=593`. The page title is "Daily total and hemispheric sunspot numbers | SILSO". The navigation menu includes Home, Data, FAQ, Observers, Archive, and Contact. The main content area is titled "Daily total and hemispheric sunspot numbers" and contains a "Data description" section. The description states: "Currently, the daily hemispheric values are available only by yearly files. Choose a year in the section below. NB: Hemispheric values are available only since 1992, when the WDC started producing them in addition to the main total daily index, which starts in 1818." Below this is a "MORE INFO" button and a "Back" button. The "Data files" section has a "Choose Year" dropdown menu set to "2014" and an "OK" button. Below that, a "DOWNLOAD FILE:" link is highlighted with a red box, pointing to "Daily sunspot number for 2014". A "Data policy" section at the bottom states: "SILSO images and data can be freely downloaded as public data. However, any public use, web based or paper publication of those data must include an explicit credit to the source: (SILSO data/image, Royal Observatory of Belgium, Brussels)".

www.\*\*\*.net

## 最近の黒点相対数

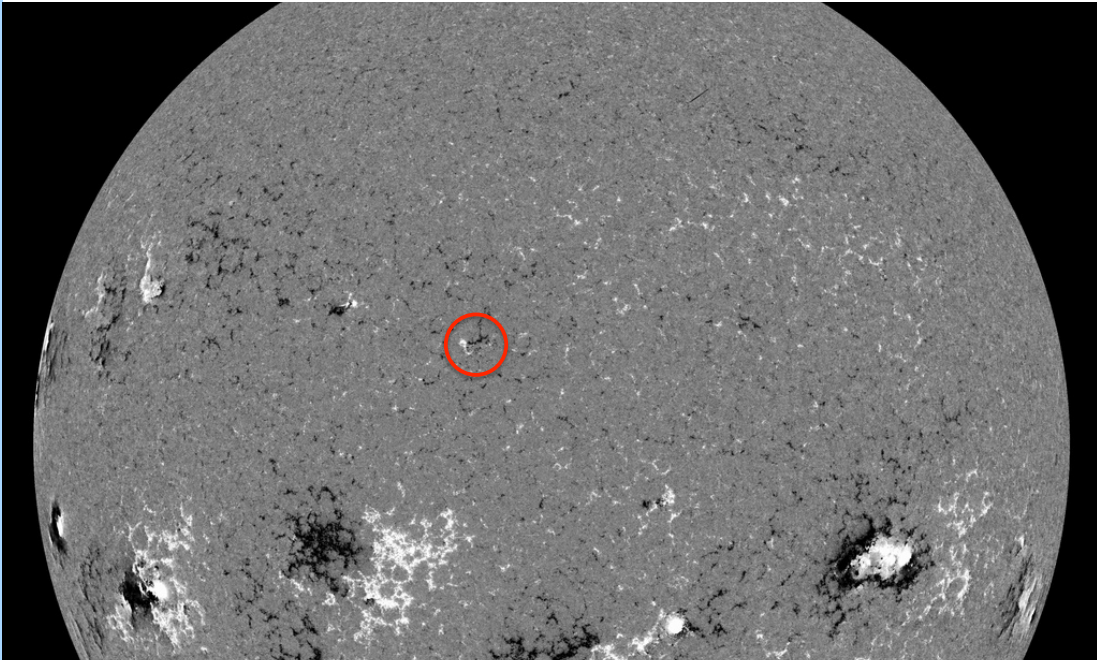
□ NOAAに登録されていない活動領域



www.\*\*\*.net

# 最近の黒点相対数

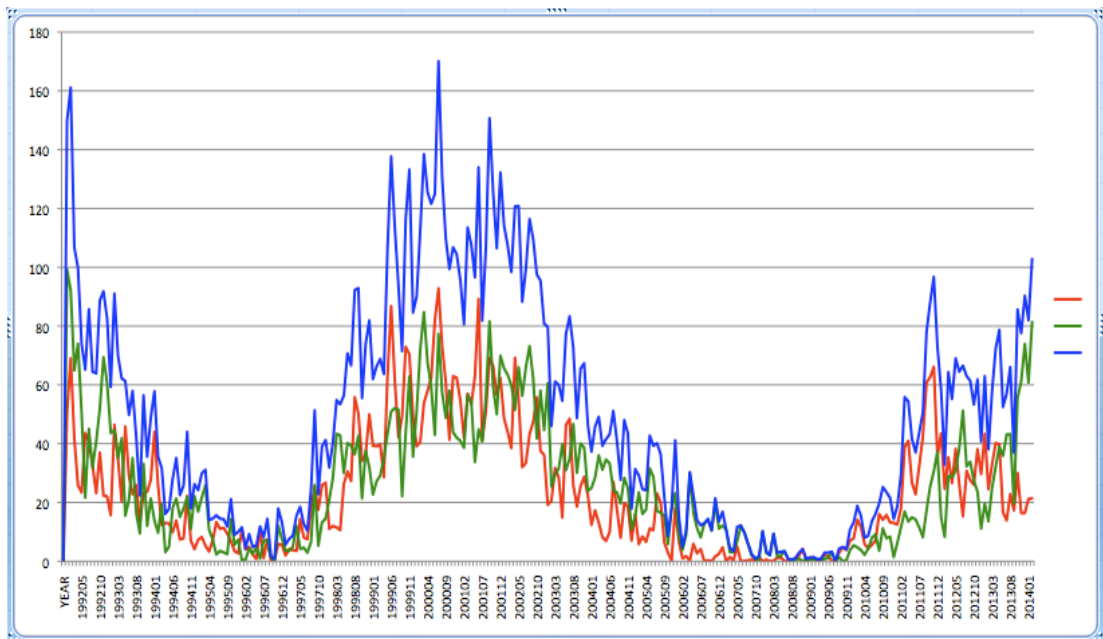
□ NOAAに登録されていない活動領域



www.\*\*\*.net

# 最近の黒点相対数

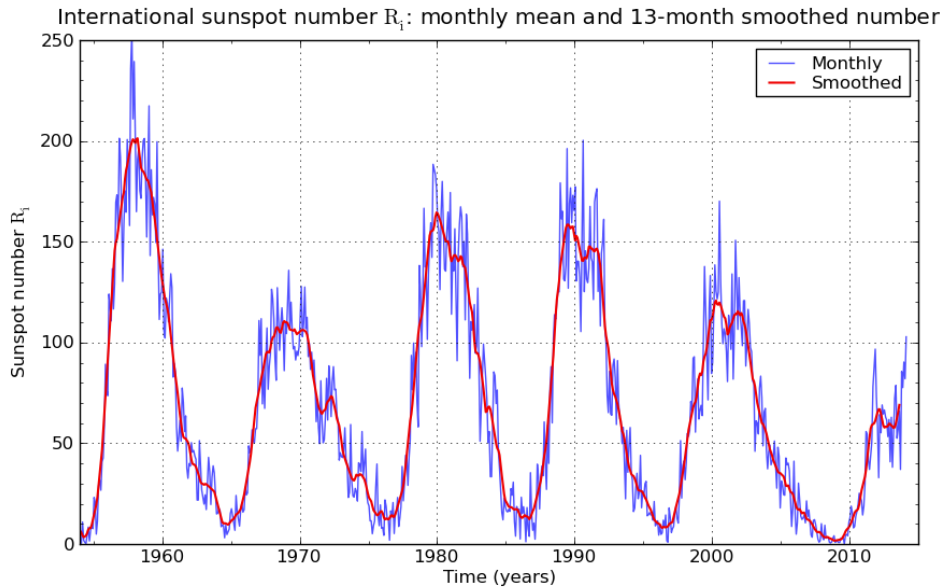
□ 今期の太陽黒点相対数



www.\*\*\*.net

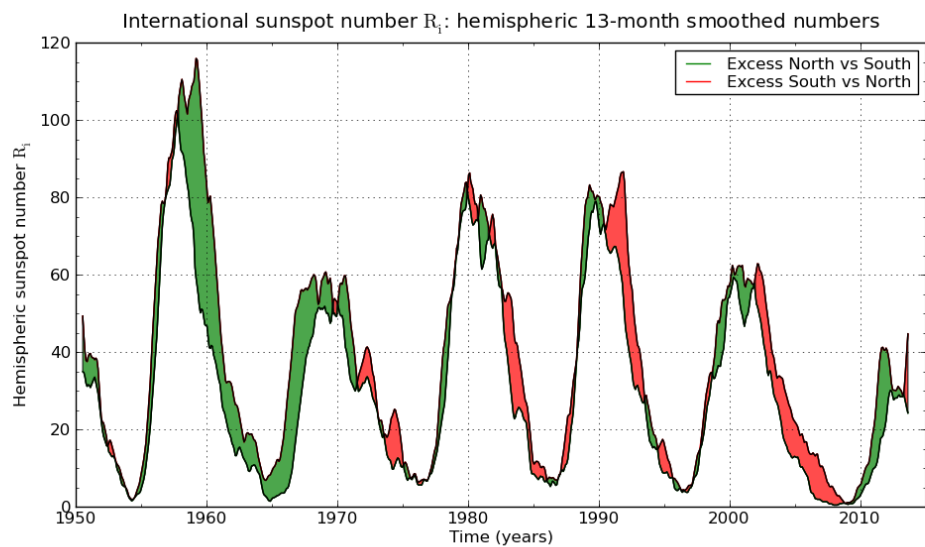
# 最近の黒点相対数

## □ 今期の太陽黒点相対数



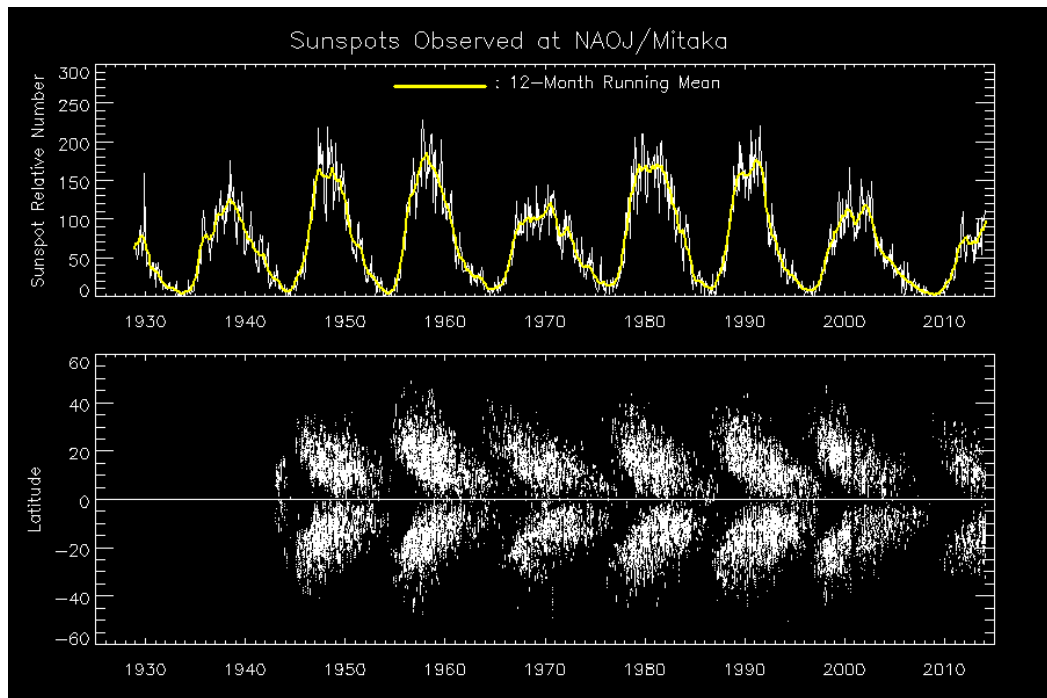
SILSO graphics (<http://sidc.be>) Royal Observatory of Belgium 01/03/2014

# 最近の黒点相対数



SILSO graphics (<http://sidc.be>) Royal Observatory of Belgium 01/03/2014

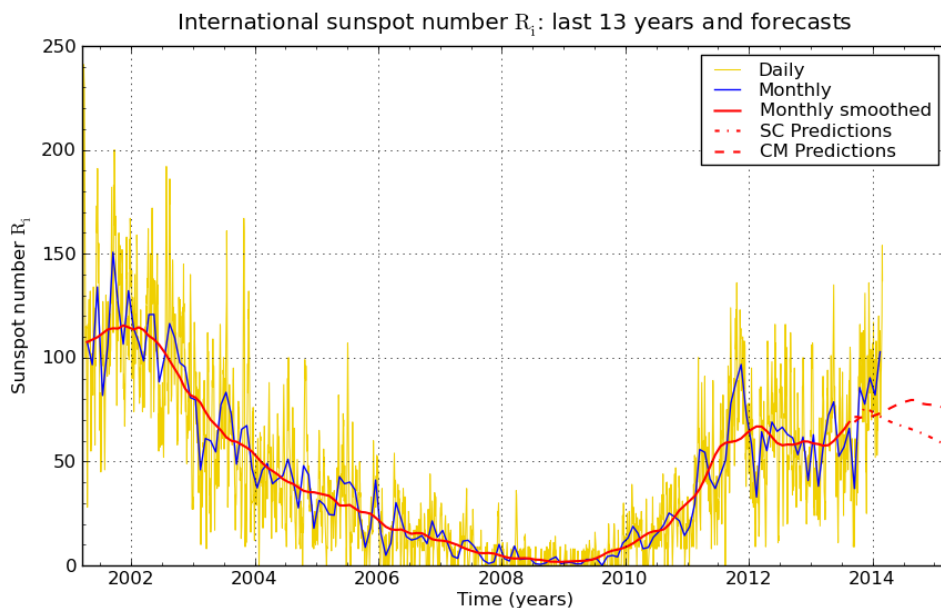
# 最近の黒点相対数



www.\*\*\*.net

# 今後の活動

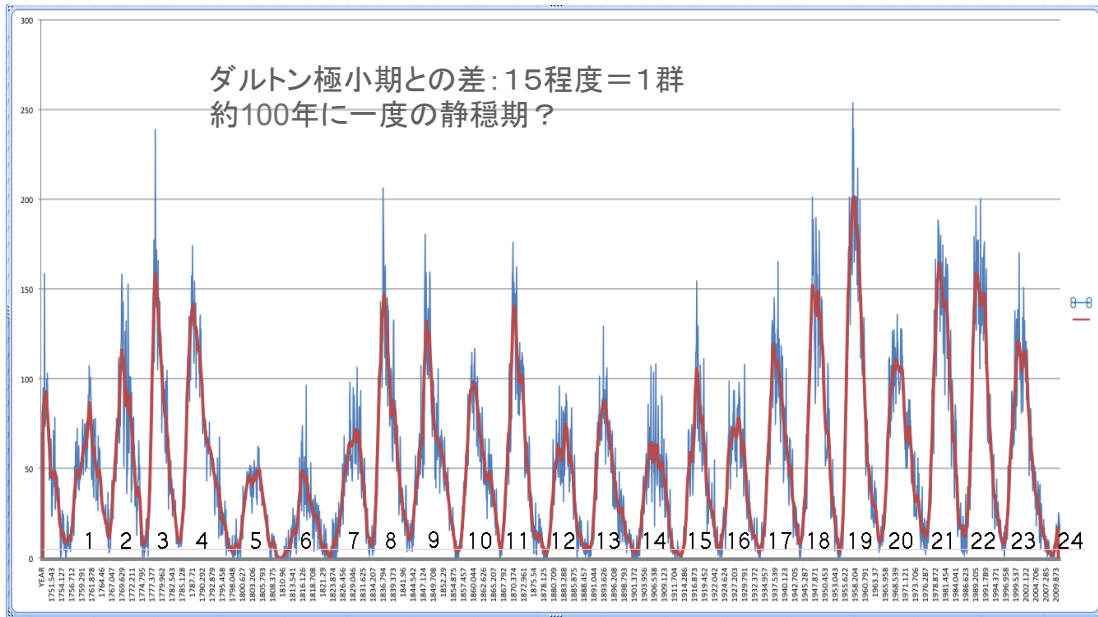
## □ 今期の太陽黒点相対数



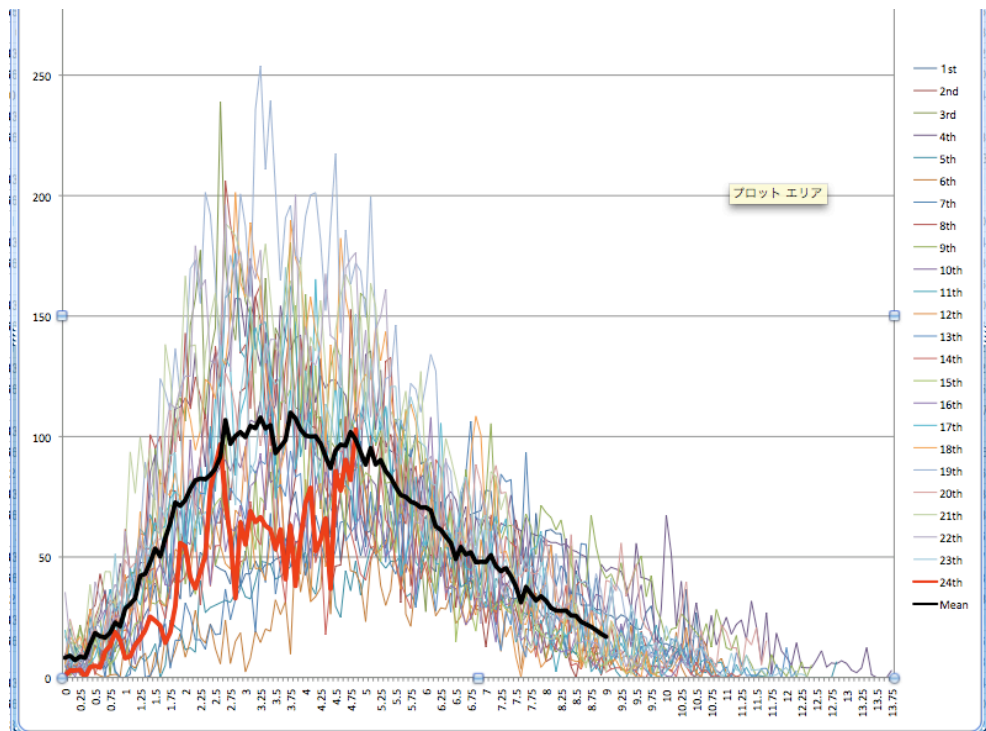
SILSO graphics (<http://sidc.be>) Royal Observatory of Belgium 01/03/2014

www.\*\*\*.net

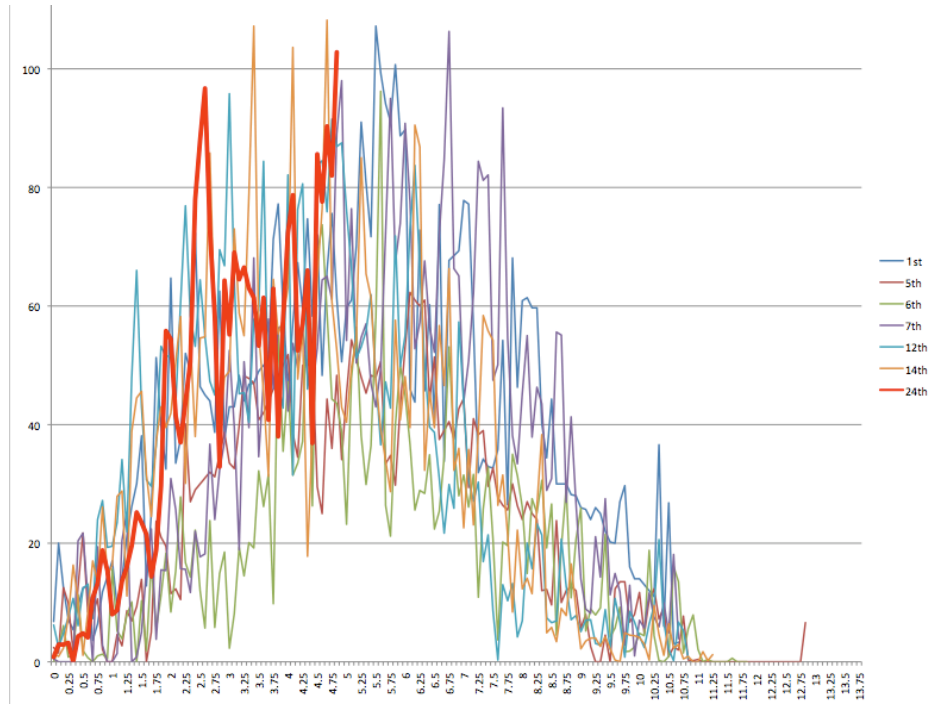
# 活動予測



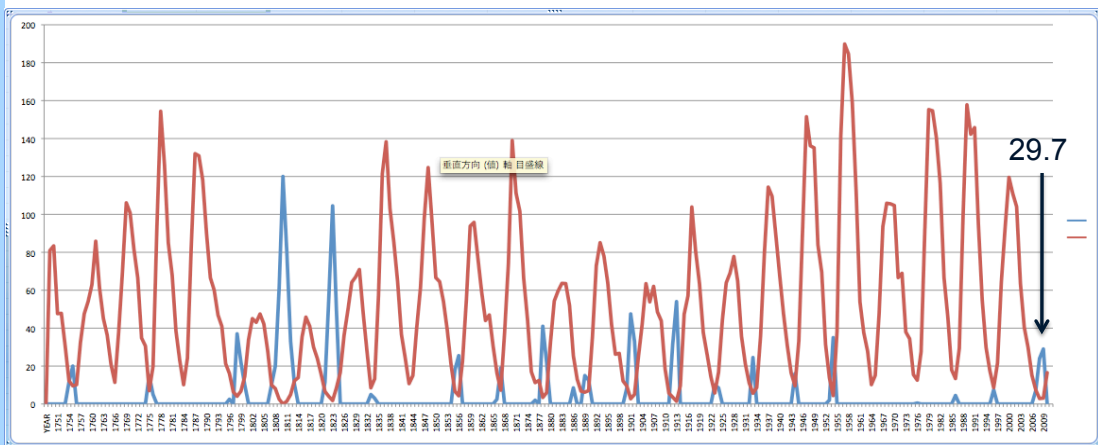
# 活動予測



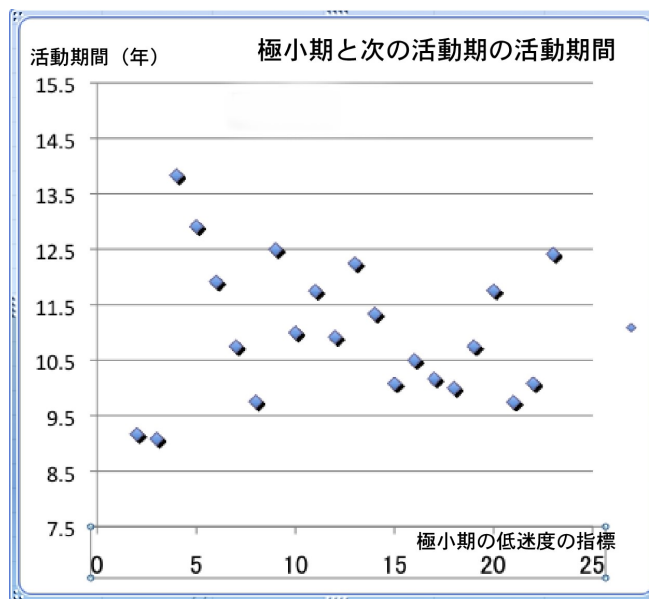
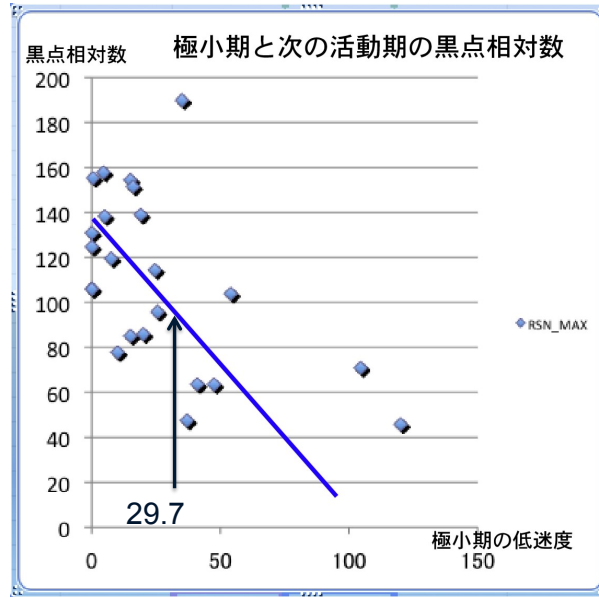
# 活動予測



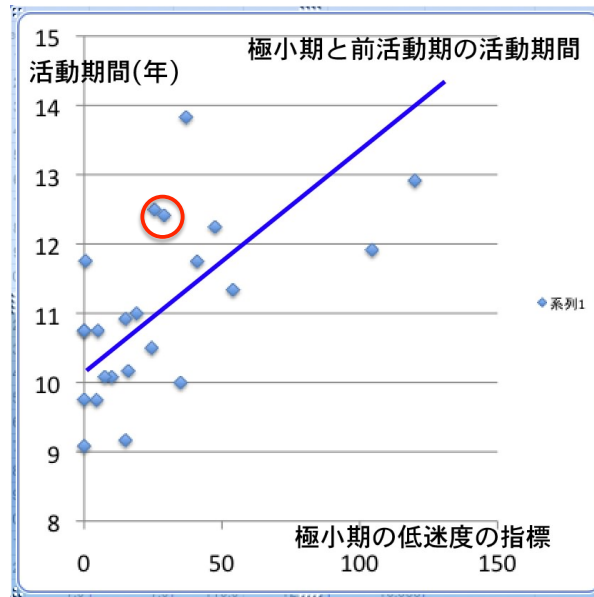
# 活動周期と極小期低迷度



青: 月平均黒点相対数( $r$ )2以下の月について  $I=(2.0-r)*5$  の年間積算  
 赤: 年間平均黒点相対数







# 太陽活動データベース画像を使った地球軌道離心率を求める実習教材の開発と実践

Paofits ワーキンググループ

滋賀県立長浜北星高等学校 山村 秀人

PaofitsWG

## 2012太陽望遠鏡WSの報告

- マカリを使ったFITS画像の実習教材化

太陽 → 一般の高校生の教材

### NAO黒点望遠鏡アーカイブ画像

- 「太陽の光球面のようすを調べよう」
- 「太陽の黒点の温度を求めよう」
- 「地球軌道の離心率を求めよう」

### ひのでのアーカイブ画像

- 「太陽プロミネンスの動きを簡単な物理法則で調べよう」

国立天文台 太陽観測所  
Solar Observatory, NAOJ

太陽フレア望遠鏡観測状況 (1992~)	各種観測装置
白色光全面観測	黒点相対数 (1929~) 黒点スケアップ (1938~1998) 磁場白班数値 (1951~1998) 日食光全面像 (1918~1998) <b>白色光全面像 (1998~)</b>
Ca K線全面観測	Ca K線全面画像 (1917~1974)
H $\alpha$ 全面観測	H $\alpha$ 線全面画像 (1949~) H $\alpha$ 線フレア観測 (1958~2002)
He 10830Å 全面観測	全面画像 (赤外マグネトグラフ 2010~) 全面画像 (乗積25cmコロナグラフ 1991~1998)
太陽全球磁場	偏光画像 (赤外マグネトグラフ 2010~) 磁場マップ (STEP 1993~)
活動領域磁場	ベクトル磁場マップ (1992~2007) ベクトル磁場マップ (岡山 1982~1995)
活動領域H $\alpha$ 線	H $\alpha$ 線部分画像 (1982~2007)
S309A コロナ緯線輝度	測定値 (乗積10cmコロナグラフ 1951~2009)
コロナグラフ撮像観測	コロナ画像 (乗積10cmコロナグラフ 1978~2009)

白色光全面像  
(Fits画像)  
1998年~のデータ

PaofitsWG

# 地球軌道離心率を求める実習教材

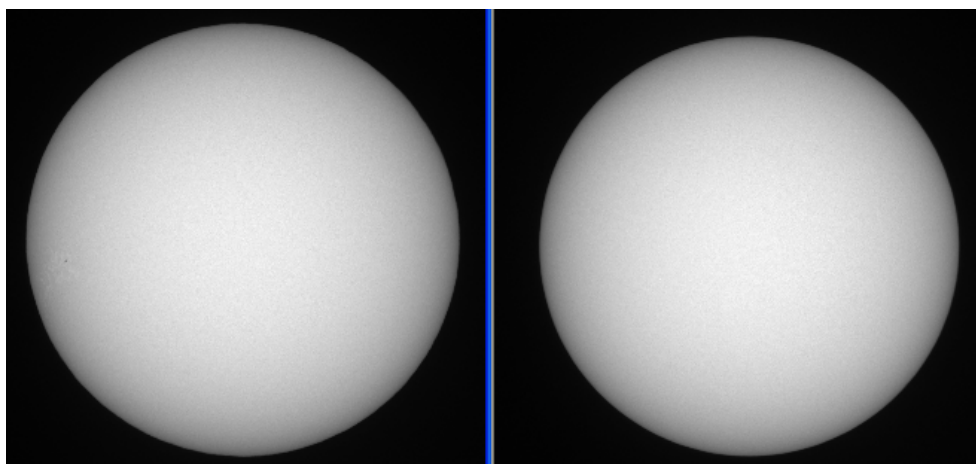
1. 実習の原理
2. 実習授業
3. 事前事後アンケート→教材評価
4. まとめ

PaofitsWG

## 1. 実習の原理

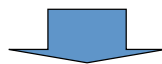
### 光球の視直径の比較

NAO10cm黒点望遠鏡による白色光太陽画像 (FITS)



2008年1月3日

2008年7月1日



1年を通して太陽の光球の大きさを調べてみよう

PaofitsWG

・近日点と遠日点から  
見た太陽の視直径

地球軌道の離  
心率を求める

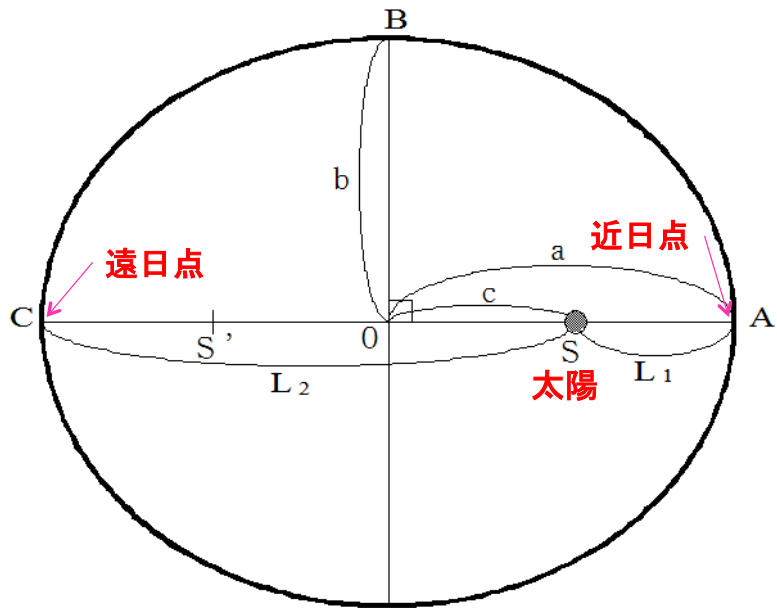
軌道離心率  
 $e=c/a$

$$a=(L_2+L_1)/2$$

$$c=(L_2-L_1)/2$$

$$e=(L_2-L_1)/(L_2+L_1)$$

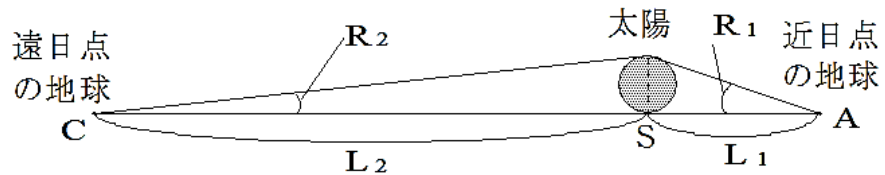
$$=[(L_2/L_1)-1]/[(L_2/L_1)+1]$$



PaofitsWG

太陽の視直径は距離に反比例

$$R_1/R_2=L_2/L_1$$



軌道離心率

$$e=(L_2-L_1)/(L_2+L_1)$$

$$=[(L_2/L_1)-1]/[(L_2/L_1)+1]$$

太陽視直径の比で書き換えると

$$e=(R_1/R_2-1)/(R_1/R_2+1)$$

R1, R2 : 角度で表す光球  
の視直径

FITS画像ではピクセル数  
で表すことができる。



遠日点と近日点からの太陽の視直径を  
画像のピクセル単位で求て、その比から  
地球軌道の離心率eを求められる

PaofitsWG

## 2. 実習授業： 3年次選択科目地球学（受講生23人） 「惑星としての地球」 ケプラーの法則を学習した後に実施

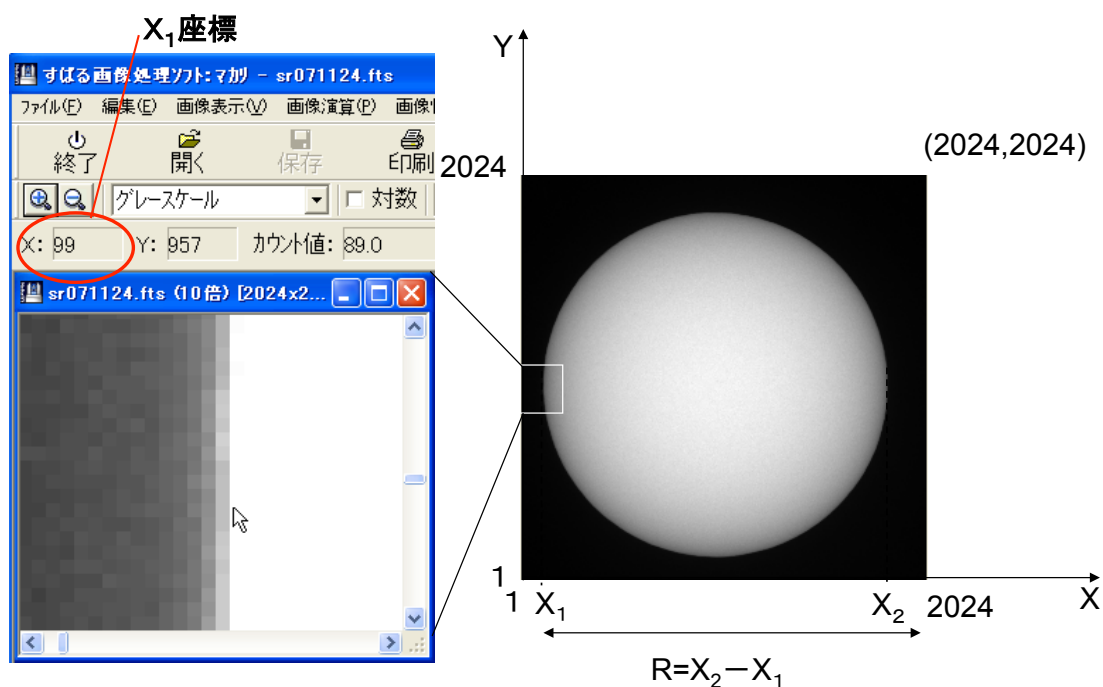
表 1. 本実習授業関連の授業構成

	内 容	形 式	場 所
他のPC実習時の 15分間	マカリの使用方法の練習	実習	PC教室
1 時間目	惑星軌道とケプラーの法則 楕円と離心率	講義	普通教室
2 時間目	実習（事前）アンケートの実施 解析ソフトを使い測定方法の習得 視直径の測定と測定データの入力	実習	PC教室
3 時間目	視直径測定データの集約とグラフ化 離心率導出と考察	実習	PC教室
4 時間目	考察の振り返りと実習のまとめ 実習（事後）アンケートの実施	実習・講義	普通教室

PaofitsWG

### 2. 実習の授業

#### マカリを使って、FITS画像の座標を利用して視直径を測る



PaofitsWG

### 視直径測定分担表

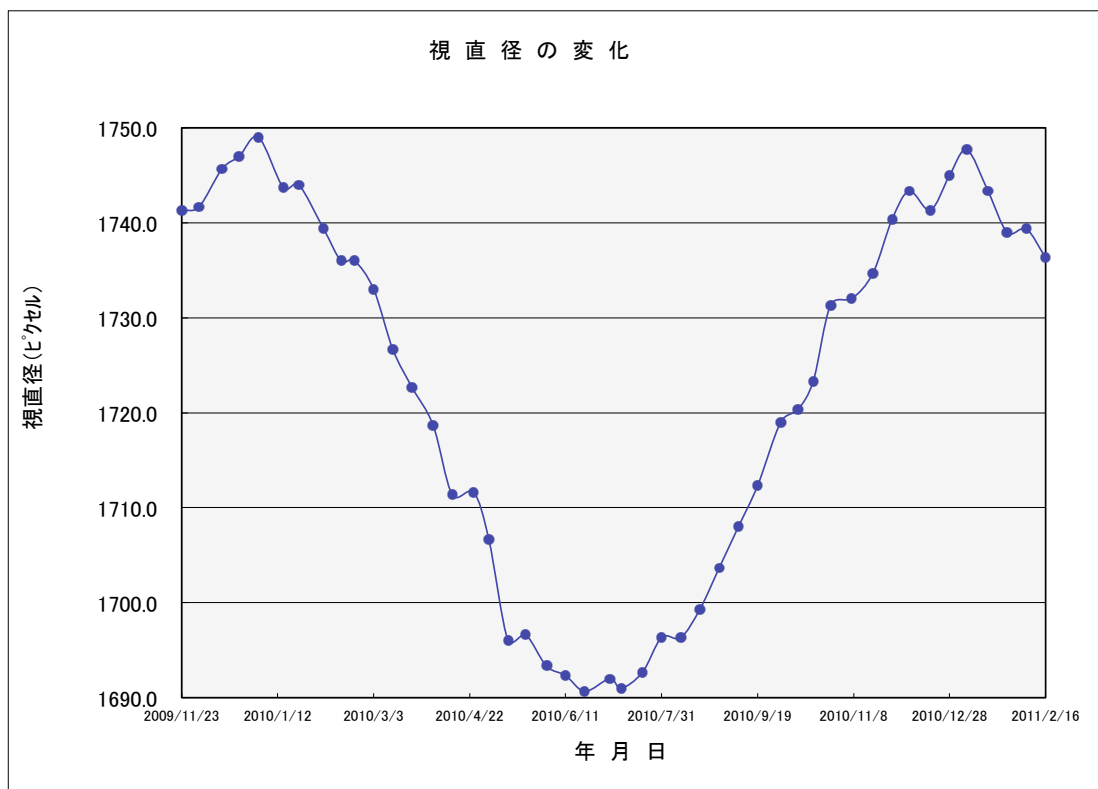
X 1の欄に、各自の名列番号が記入されている日の画像を測定する。

No	10日毎			観測日 DATE	測定者A			測定者B			測定者C			平均値 AveDp
	Y	M	D		X1	X2	Dp(X2-X1)	X1	X2	Dp(X2-X1)	X1	X2	Dp(X2-X1)	
1	2009	11	23	2009/11/23	1011			5003			2027			2680.3
2	2009	12	3	2009/12/2	1022			5016			2031			2689.7
3	2009	12	13	2009/12/14	1034			5020			2032			2695.3
4	2009	12	23	2009/12/23	1039			5023			3002			3021.3
5	2010	1	2	2010/1/2	2007			5026			3031			3354.7
6	2010	1	12	2010/1/15	2008			5034			4004			3682.0
7	2010	1	22	2010/1/23	2010			1011			4035			2352.0
8	2010	2	1	2010/2/5	2011			1022			5003			2678.7
9	2010	2	11	2010/2/14	2019			1034			5016			2689.7
10	2010	2	21	2010/2/21	2026			1039			5020			2695.0
11	2010	3	3	2010/3/3	2027			2007			5023			3019.0
12	2010	3	13	2010/3/13	2031			2008			5026			3021.7
13	2010	3	23	2010/3/23	2032			2010			5034			3025.3
14	2010	4	2	2010/4/3	3002			2011			1011			2008.0
15	2010	4	12	2010/4/13	3031			2019			1022			2024.0
16	2010	4	22	2010/4/24	4004			2026			1034			2354.7

- ・1年3ヶ月分の10日毎の46枚の画像を使用,
- ・1画像につき別の生徒3人が独立に測定して, その平均値を取ってグラフにする.
- ・46枚×3回測定/23人→1人あたり6-7枚の画像測定

PaofitsWG

### 実習で求めた光球視直径の変化(2009.11~2011.2)



# 離心率計算表

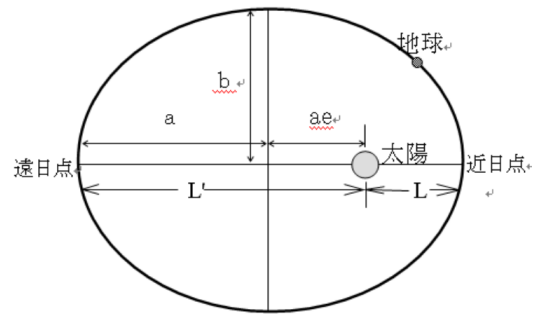
視直径の違い (ピクセル単位)				
最大値		最小値	差	%
1749		1691	58	3.32
				地球軌道の離心率 : e
$R_1/R_2$	$R_1/R_2-1$	$R_1/R_2+1$	$(R_1/R_2-1)/(R_1/R_2+1)$	
1.034	0.034	2.034	0.0169	

地球の軌道離心率は  $e = 0.0167$  (理科年表より)

## 離心率の計算と考察

(2) 太陽地球間の距離を10mにすると  
地球軌道の長半径と短半径の差は？

(3) 実際の地球軌道でこの差は？



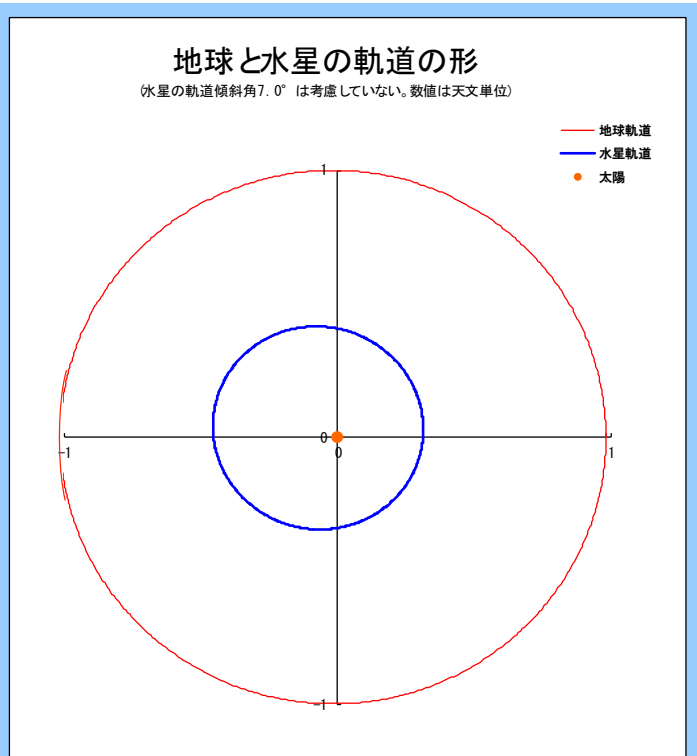
	離心率 : e	太陽地球間の平均距離 : a	長半径 : a	短半径 : b	aとbの差	
	求めた値	(2) 10m (3) $1.4960 \times 10^8 \text{km}$ (実際の距離)	a	$b = a\sqrt{1-e^2}$	a-b	
考察(2)	0.0169	m	m	m	m	mm
		10	10	9.99857	0.00143	1.430
考察(3)	0.0169	km	km	km	km	地球直径の何倍
		$1.496\text{E}+08$	$1.496\text{E}+08$	$1.496\text{E}+08$	$2.137\text{E}+04$	1.67

地球の半径 =  $1.28 \times 10^4 \text{km}$

地球	離心率
e=	0.0169

水星	離心率
e=	0.2056

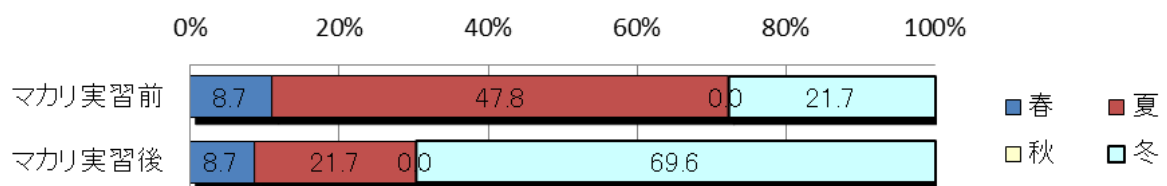
水星 e= 0. 2056



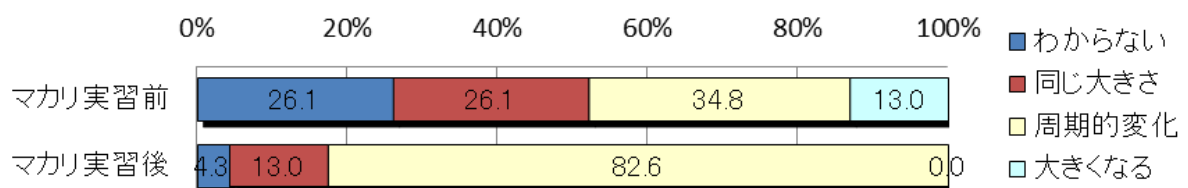
### 3. 教材評価

## 実習前後での認識の変化

### I-2. 太陽と地球が一番近い季節は？



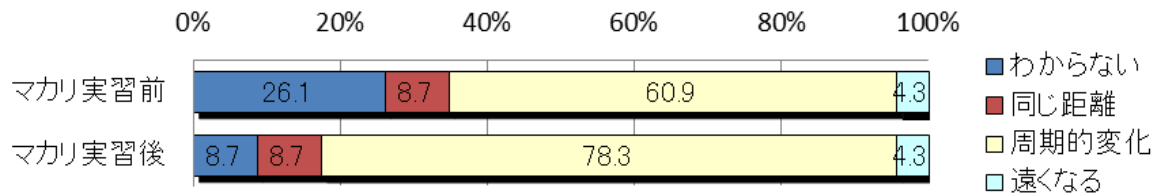
### I-4. 地球から見た太陽の大きさは？



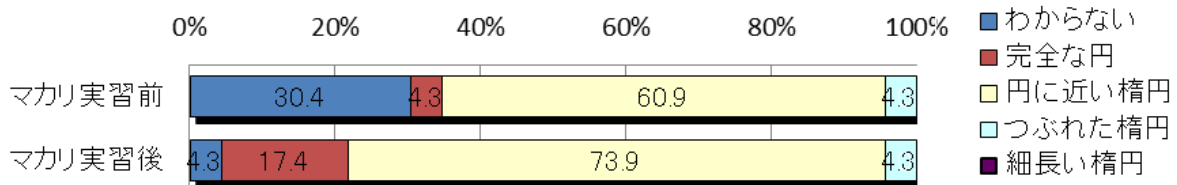


# 実習前後での認識の変化

## I-5.太陽地球間の距離は？



## I-7.地球の公転軌道の形は？



PaofitsWG

## レポートの感想から

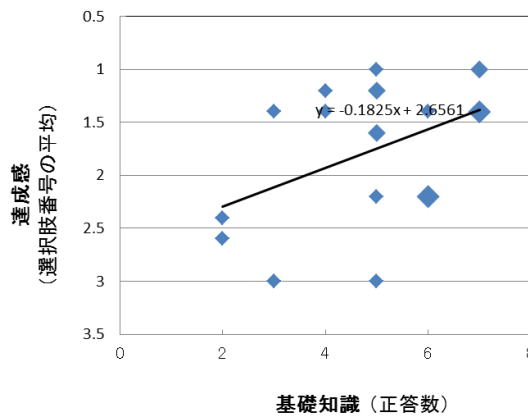
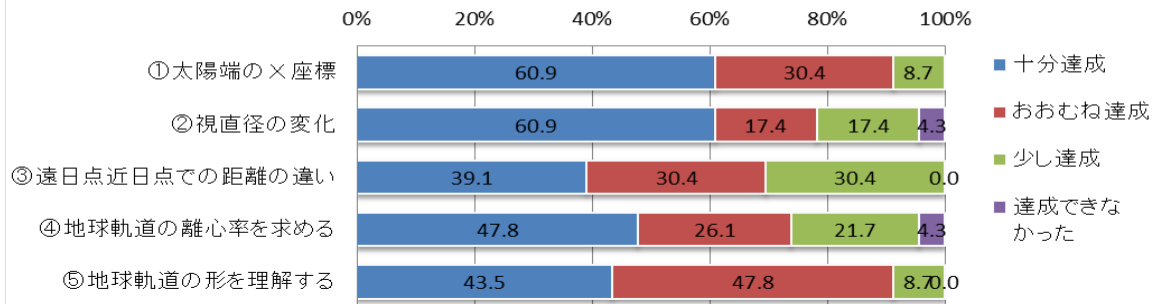
この実習は難しかったけど、すごくおもしろかった。夏が暑いから、夏が一番太陽が近いのかなって思っていたけれど、逆で冬の方が太陽が近いことがわかりました。また、水星よりもちゃんと太陽を中心に軌道を描いて、地球軌道がきれいな円だとわかりました。

視直径の変化のグラフを見たとき、とてもきれいな凹凸ができていて驚きました。また、太陽と地球の距離が変わることにも驚きでした。授業の初めにアンケートをして、太陽の大きさについて、適当に変わるのかなと思ったただけだったけど、ちゃんと理由があって、それが分かりすっきりしました。

PaofitsWG

# 達成感と基礎知識の関係

## II -1 達成感



PaofitsWG

## まとめ

- 太陽活動データベースの画像から、FITS画像の座標を使って簡便な方法で太陽視直径の変化を求めることができ、これを用いて精度良く地球軌道の離心率を求めることができた。
- 生徒は、一人ひとりの測定値を元に全員で一つの視直径変化のグラフを完成させ、離心率を求めることができた。
- 生徒は計算を要する項目については難しいと感じているものの、その他の内容については簡単と感じ、実習後の達成感や満足度も高く、達成感が高い者ほど理解が進んでいた。

実習用ワークシート(改変可能)、教師用ガイド は Paofits WGのHPからダウンロードできます。

詳細は「地学教育Vol.66, No.5」に教育実践論文として掲載

ご静聴ありがとうございました。

PaofitsWG

# 京大花山天文台での 黒点観測について

○鴨部麻衣、枝村聡子  
花山天文台観測当番、  
柴田一成、萩野正興(京都大)  
鈴木美好

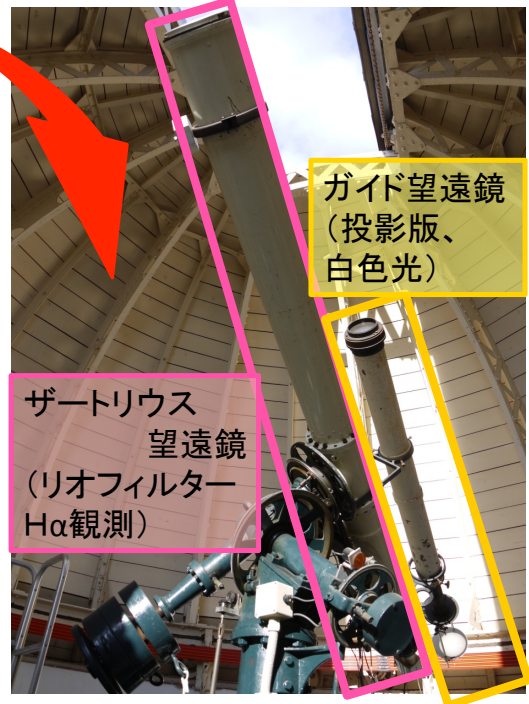
## 目次

1. 1 花山天文台での観測(H $\alpha$ 、白色光)
1. 2 花山天文台での黒点スケッチと観測結果
1. 3 データ公開について
2. 花山天文台での観測実習
3. 観測地点を増やしましょう！

## 1.1 花山天文台での観測



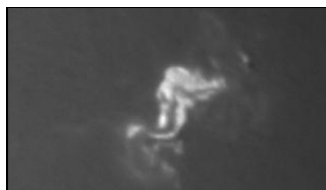
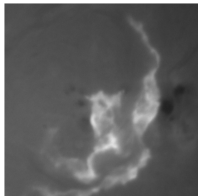
1929年(昭和4年)  
花山天文台設立  
2013年(平成25年)1月  
京都市の「市民が残したいと思う“京都を彩る建物や庭園”」に選定される。



## 1.1 花山天文台での観測

- ゼートリウス望遠鏡
- 口径:178mm  
望遠鏡焦点距離:3000mm
- 1910年ハレー彗星接近の年に購入  
現役で定常観測に使われているものでは国内最高齢。
- 1997年太陽観測用として整備。
- 学生が複数論文発表。

(Asai et al. 2002, Nishizuka et al. 2009 etc...)



## 1.1 花山天文台での観測

- **ガイド望遠鏡(木辺鏡)** ←by 柴田台長
- 口径:115mm  
焦点距離:1875mm  
分解能:1.01"
- アイピース Nikon HM25mm
- 投影板上の太陽直径:  
15cm
- 観測方法:スケッチ
- 観測期間と観測者:  
2004年8月から  
枝村スケッチ開始  
現在まで  
鴨部他、のべ12人で継続



## 1.1 花山天文台での観測



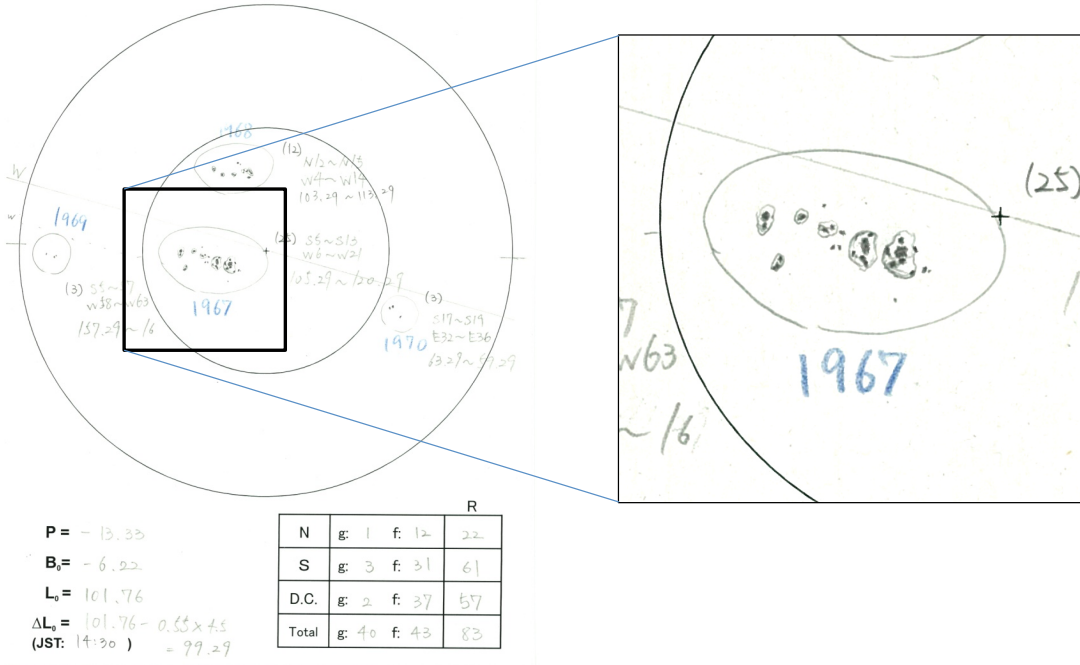
# 1.2 花山天文台での黒点スケッチ

2014年2月4日(火) 14時25分 ~ 14時37分(JST)

天気: 晴 シーイング: | (Good: 5 Bad: 1) 観測者: 橋本

スケッチの一例

2014年2月4日(火)のスケッチ



## 1.2 黒点相対数とは？

黒点相対数とは？

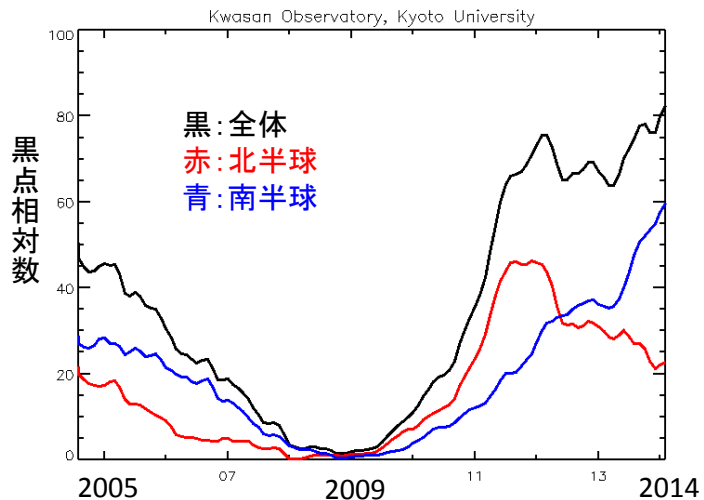
$$R = k(10g + f)$$

R: 黒点相対数

k: 補正係数

g: 黒点群の数

f: 黒点の総数



**SIDC** (Solar Influences Data Analysis

Center) では世界から寄せられる黒点相対数のデータを集計している。

(太陽環境影響解析センター) <http://www.idc.oma.be/>  
 ベルギー王立天文台の太陽物理学研究部門

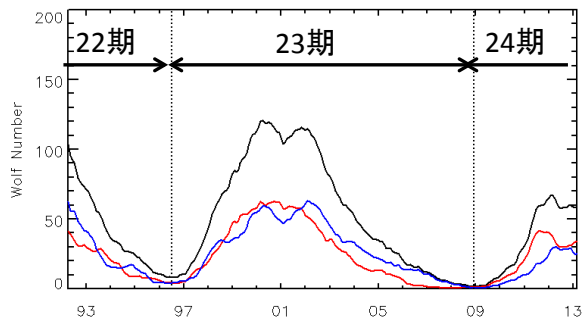
花山天文台黒点数  $R = k(10g + f)$  のグラフ  
 (12か月移動平均,  $k=1$ )

2004年8月 ~ 2014年2月

# 1.2 観測結果

## 黒点相対数(12か月移動平均)のグラフ比較

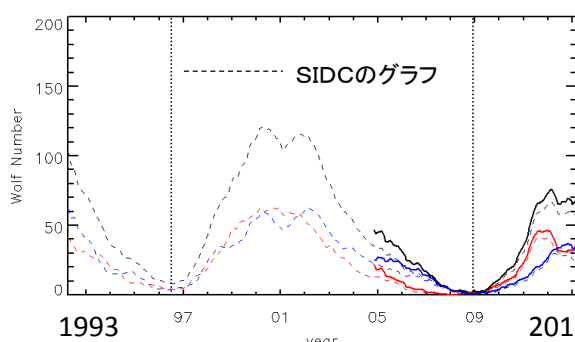
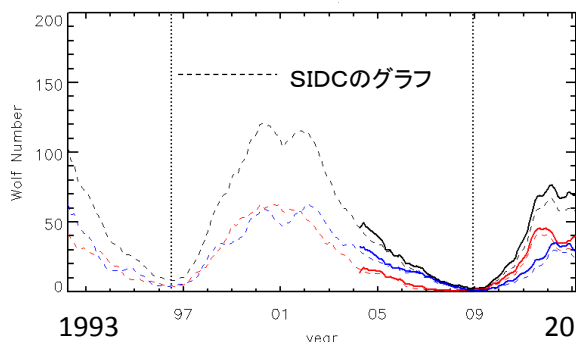
SIDC



黒: 全体  
赤: 北半球  
青: 南半球

国立天文台

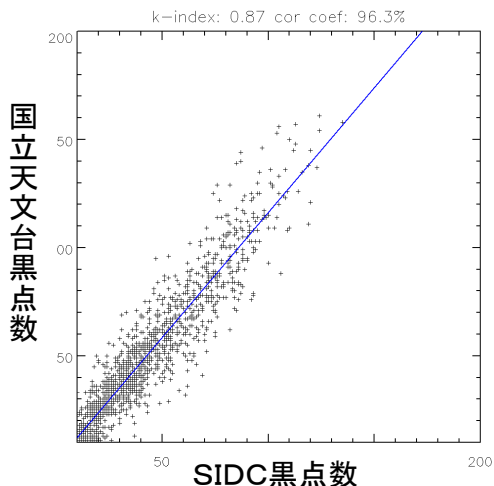
花山天文台



日本天文学会2013年秋季年会(東北大学) M26a 萩野正興

# 1.2 観測結果

## (10g+f)のSIDCとの比較



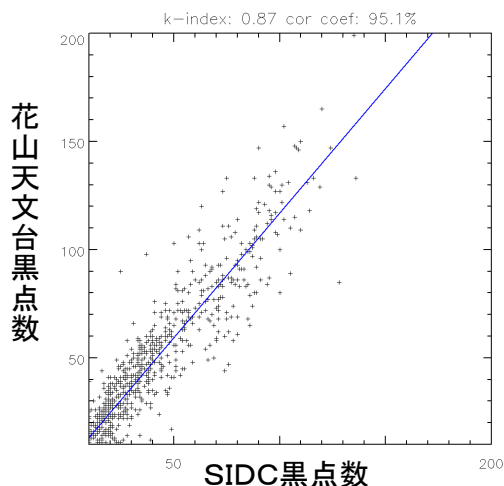
SIDC vs. 国立天文台

k: 0.87

相関係数: 96.3%

データ点: 2208

(2004.01-2013.07)



SIDC vs. 花山天文台

k: 0.87

相関係数: 95.1%

データ点: 1160

(2004.08-2013.06)

日本天文学会2013年秋季年会(東北大学) M26a 萩野正興

## 1.3 データ公開

京都大学 大学院理学研究科附属天文台  
Kwasan and Hida Observatories, Graduate School of Science, Kyoto University

ホーム >> 観測 >> データアーカイブ >> 黒点観測

トピックス  
天文現象速報  
過去のお知らせ  
研究トピックス  
天文台紹介  
運営方針  
歴史  
施設  
構成員  
アクセスマップ  
施設と風景写真  
DST太陽画像  
パンフレット  
飛騨天文台ライブカメラ

研究  
テーマ  
成果  
年次報告  
研究会  
プロジェクト

観測  
データアーカイブ  
共同観測  
観測公募  
OHAINプロジェクト(英語)  
データポリシー

教育・社会活動  
一般公開

黒点観測

花山天文台では2004年8月から太陽黒点スケッチ観測を行なっています。

得られたデータは東亜天文学会に毎月報告しています。また、一般公開や中高生の見学の際にはスケッチ実習を行なっています。

ここでは、毎月の黒点観測報告書とスケッチ画像を公開しています。

観測方法	投影
	2004年8月8日～2005年1月24日 ニコン10cm屈折望遠鏡 (d=100mm, f=1200mm, F=12)
使用機材	2005年1月28日～現在 11.5cm屈折望遠鏡 (d=115mm, f=1875mm, F=15) ビクゼ/150mm投影板、アイピース HM-25mm

黒点相対数グラフ(2004年8月～現在)

赤:北半球  
青:南半球  
黒:太陽全体  
(各黒点相対数は12カ月移動平均の値)

黒点観測報告 [アーカイブへ] [数値解説]

年 月

2014 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

- ・黒点観測レポートとスケッチは既に公開済み
- ・黒点相対数のグラフを2014年2月よりウェブで公開開始

花山天文台ホームページ

<http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/>



観測 データアーカイブ

## 2. 花山天文台での観測実習

### 外部向け 太陽観測実習

- ・ 京都府立洛東高等学校
- ・ 兵庫県立祥雲館高校天文部  
2013年10月13日 花山天文台で実習  
その後も継続して指導を行っている
- ・ 岐阜大学教育学部
- ・ 京都府立大学地学実習

### 内部向け 観測講習会

- ・ 京大花山天文台、京大宇宙物理学教室の関係者が対象  
(学生、PD、教職員、星空ネットワーク関係者)  
赤道儀の使い方、黒点スケッチの方法、  
データ処理の方法を天文台観測スタッフが伝授





### 3. 観測地点を増やしましょう！

黒点の観測は観測点が多い方が集計の精度も上がり、天候などのデータ欠損を補える。

119 太陽観測 2013年11月の太陽黒点観測報告

観測者	観測場所	観測日	黒点群	黒点数	注
富田一	長野	25.4	20.9	20	
望月俊隆	埼玉	19.2	35.5	22	
黒田隆雄	北海道	17.8	45.2	13	しまべつ天文台
黒田隆雄	静岡	11.7	31.6	23	月光天文台
黒田隆雄	静岡	10.6	28.5	21	月光天文台
北原誠司	北海道	9.5	21.0	13	経川理科学院
小島英二	埼玉	8.7	18.2	25	
富田一	東京	8.2	27.8	13	
小島英二	新潟	13.6	27.5	11	8
宇久保誠	岐阜	8.8	25.0	16	16
佐野謙男	三重	11.1	25.3	27	27
大塚和一	埼玉	11.6	28.6	21	21
村上誠己	埼玉	14.0	36.1	10	22
横山雅	埼玉	8.5	17.0	65.4	23
横山雅	神奈川	14.0	36.1	107.9	22
横山雅	神奈川	9.5	23.6	71.8	21
渡辺肇	茨城	12.5	32.5	52.0	23
横山雅	京都	10.4	25.0	78.4	25
岸野安紀	三重	10.7	26.5	80.3	19
広瀬一貴	徳島	4.2	13.9	64.6	15
山口 誠	山口	7.5	32.1	27.4	7
山本雅博	徳島	12.6	32.1	27.4	7

2013年11月時点で国内21か所

経木実好	三重	181.3	37.9	112.9	41	観測者
UCLLE天文台	ベルギー	85.2	20.8	74.4	10	観測者
P.S.S.O.S.	ポランド	104.9			30	観測者
A.A.V.S.O.	アメリカ	73.9			30	観測者
B.A.A.	イギリス	89.3			30	観測者
SONNE	ドイツ	80.4	17.6	61.1	30	観測者
V.V.S.S.S.	ベルギー	93.8	23.0	72.6	30	観測者
CV-Halos Network	ノルウェー	103.7			30	観測者

P.S.S.O.S. Polish Section of Solar Observers Society  
B.A.A. The British Astronomical Association  
V.V.S.S.S. V.V.S.S.S. Belgium Solar Section  
A.A.V.S.O. The American Association of Variable Star Observers-S.D.  
SONNE ドイツの太陽研究グループ  
CV-Halos Network ノルウェーの太陽研究グループ

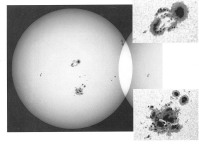
急な状況も見られました。今月も高さが20万km以上の規模の大きなものはありませんでしたが、東田から約5800km離れた上空で4日、13日、26日に高さが19万kmの噴出型プロミネンス、3日に高さが17万kmの放射型プロミネンス、その他、2、3、9、12、15、20日には高さが10から13

万kmのプロミネンスの出現がありました。BAからは6日に高さが13万kmのローブ状プロミネンス、14日には高さが18.6万kmのフレアに伴うプロミネンスの発生が報告されています。  
観測報告先：〒513-0807 三重県鈴鹿市三日月一丁目1-17 鈴木実好

「すでに太陽観測をされていて報告をされていない観測者の皆さん、これから観測を始められる観測者の皆さんは、是非、自分の観測が無駄になることのないよう、また自分の観測を生かして頂くためにも、必ず報告していただきますことをお勧めします。」  
by 鈴木美好さん  
(東亜天文学会太陽課)



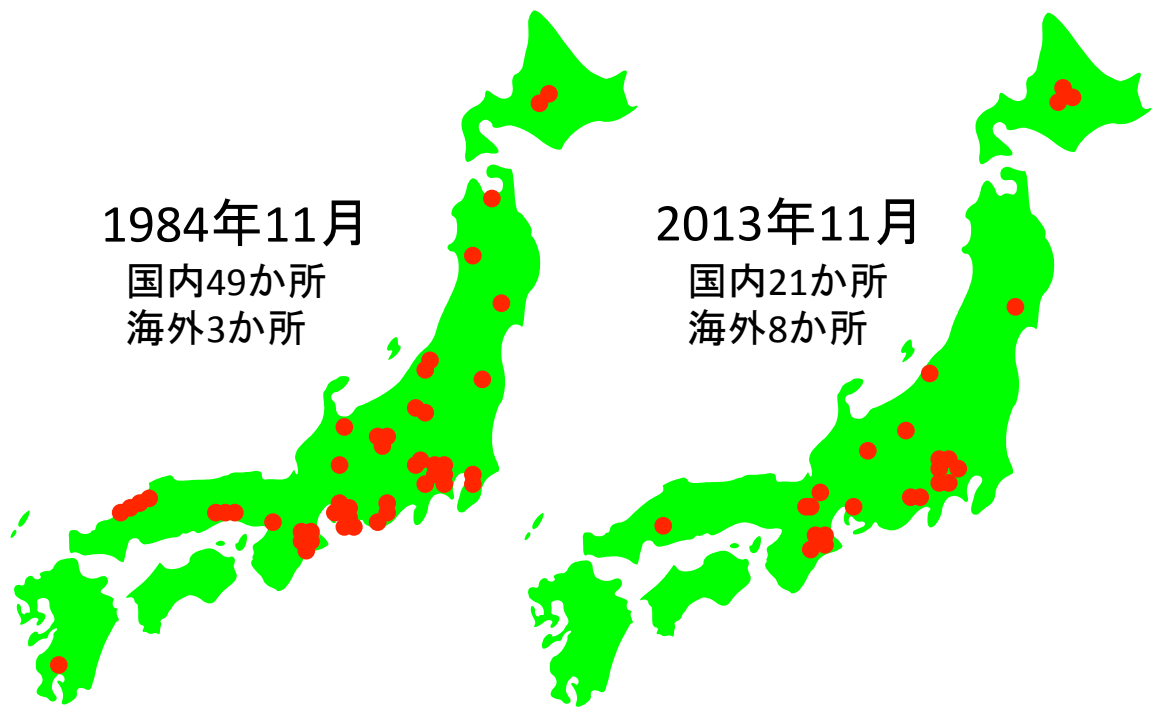
太陽黒点の観測  
久保田諄、鈴木美好、時政典孝著



「太陽黒点の観測」(久保田諄、鈴木美好、時政典孝著)

### 3. 観測地点を増やしましょう！

「天界」に報告されている観測箇所



# まとめ

- 花山天文台のザートリウス望遠鏡のガイド望遠鏡での10年分のスケッチデータは国立天文台太陽観測所やSIDCの傾向とよく一致している。シンプルな観測でも意味ある結果が出せている。  
→ようやく1周期を記録したに過ぎない。太陽地上観測の歴史は400年程。人類代表として黒点観測を継承し続けていきたい！
- 観測者や観測地点を増やし、黒点観測コミュニティのすそのを広げましょう！  
中学・高校・大学、天文部、科学館ボランティア、天文ボランティア  
などなど総動員。  
→活動期の間を始めましょう！
- せっかくの観測が無駄にならないように、データを集計できる体制づくりが必要。

国立天文台は？

ツイート



国立天文台 太陽観測所 @naoj\_taiyo · 9時間

【本日の太陽】3月7日の黒点数。北半球 g:2 f:11 R:31, 南半球 g:7 f:20 R:90, 全面 g:9 f:31 R:121 (以上、暫定値)。glは黒点群、flは黒点数、Rlは黒点相対数を表します。黒点数の暫定値はその日の黒点画像をもとに決定しています。

開く

返信 リツイート お気に入り登録 その他



国立天文台 太陽観測所 @naoj\_taiyo · 9時間

【本日の太陽】3月7日の太陽黒点画像です。solarwww.mtk.nao.ac.jp/mitaka\_solar1/...

開く

返信 リツイート お気に入り登録 その他



国立天文台 太陽観測所 @naoj\_taiyo · 10時間

【本日の太陽】3月7日の太陽のH $\alpha$ の全面画像です。solarwww.mtk.nao.ac.jp/mitaka\_solar1/... 右下の緑のプロミネンスに注目。プロミネンスの一部が浮いたようになっています。



# 太陽黒点観測補助ツールの紹介

松本 孝

## ■ デジタルカメラによる太陽黒点画像の取得

⇒ 口径 6 cm程度の小望遠鏡で太陽黒点観測に利用できる太陽像を取得する

## ■ 太陽黒点観測補助ツールの開発

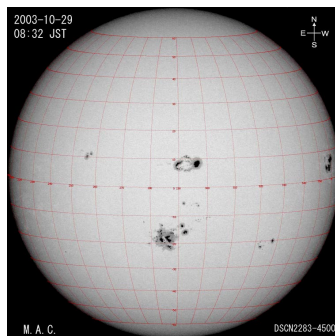
⇒ デジタル画像から黒点数の計測や、黒点群の位置が測定できるプログラムの開発

1



# 太陽黒点観測補助ツール

- 太陽像 (JPG) を取込み、撮影日時からP, B, Lを自動算出
- 太陽像に経緯度図のマスクを重ねる
- 黒点群の範囲を指定すると緯度・経度を自動算出
- 黒点群の範囲や黒点の群番号をスタンプ可能
- マスクを重ねた太陽像データと、黒点群データを出力



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	撮影日時	2009	5	3	12	42				
2	P-23.8296	B0-3.9921	L0.132	0.061	0.77					
3	入力画像	JPG\2009-05-03-1242.jpg								
4	名前	緯度始点	緯度終点	経度始点	経度終点	黒点数	半暗部数	型		
5	N001	17	15	207	200	4	1	?		
6	N002	15	14	162	161	1	1	J		
7	N003	1	1	164	164	1	1	A		
8	N004	8	6	83	80	1	1	J		
9	S001	-15	-18	169	166	3	1	H		
10	S002	-17	-9	149	162	35	4	E		
11	S003	-36	-34	146	151	4	0	B		
12										

2

## ファイル名を“YYYY-MM-DD-HHMM.Jpg”とする

次のデータを入力してください

入力ファイル名  参照

撮影日/時刻 2000 年 01 月 01 日 09 時 00 分

B0  L0  P

太陽黒点観測補助ツール

モード切替(M) マスクの表示(O) 選択範囲の解除(D) 保存(S) 設定(C)

新規入力 状態の復元

日時: 2003/05/03 12:42 JST  
2003-05-03 12:42 JST

B0: -3.99, L0: 132.06, P: -23

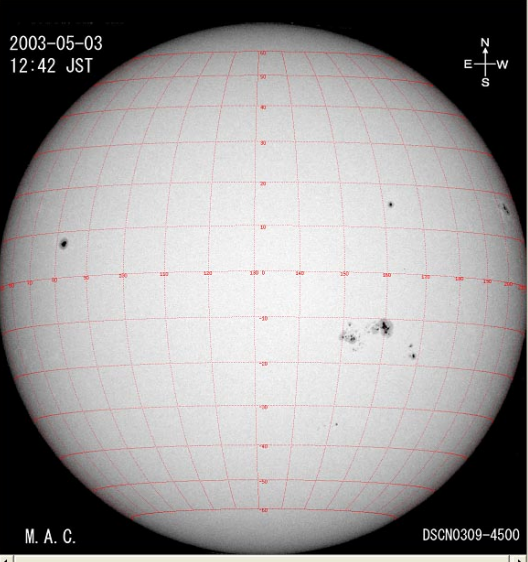
緯度  経度

現在のモード 表示倍率  
スクロール Ctrl+S 0.5倍

範囲指定 Ctrl+A

マスクの表示  
 表示する Ctrl+C  
 表示しない Ctrl+X

黒点データを出力する



3

太陽黒点観測補助ツール

モード切替(M) マスクの表示(O) 選択範囲の解除(D) 保存(S) 設定(C)

新規入力 状態の復元

日時: 2003/05/03 12:42 JST

B0: -3.99, L0: 132.06, P: -23

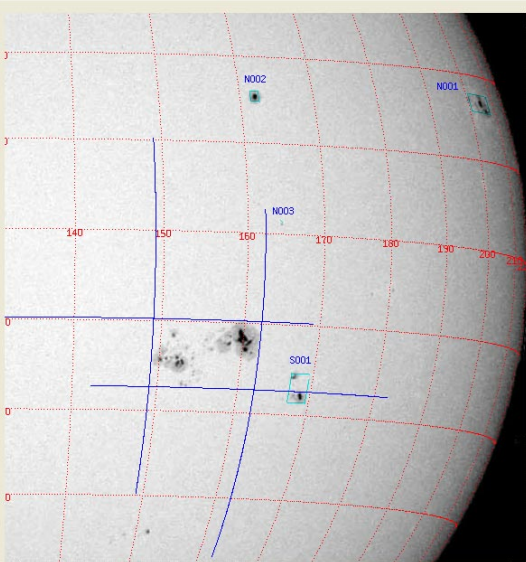
緯度  経度

現在のモード 表示倍率  
スクロール Ctrl+S 1倍

範囲指定 Ctrl+A

マスクの表示  
 表示する Ctrl+C  
 表示しない Ctrl+X

黒点データを出力する



黒点データ入力

画像の保存(S)

名前

緯度  から


経度  から

黒点数

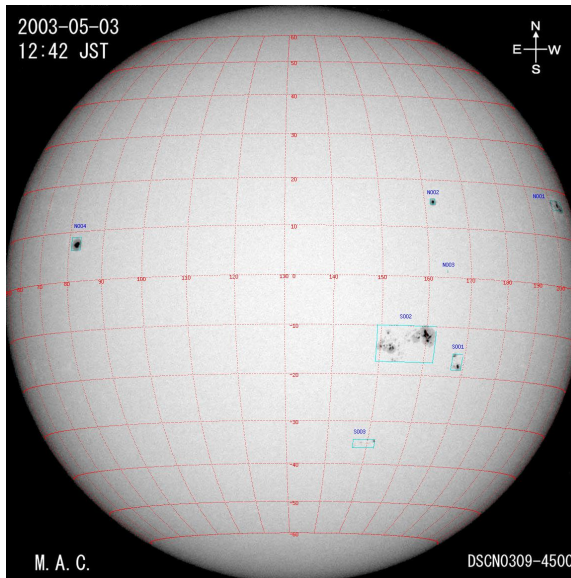
半暗部数

型

表示倍率



4



Microsoft Excel - SunSpot Date20030503

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	撮影日時	2003	5	3	12	42					
2	P-23.8296	B0-3.9921	L01.32.061077								
3	入力画像	JPGV2003-05-03-1242.jpg									
4	名前	緯度始点	緯度終点	経度始点	経度終点	黒点数	半暗部数	型			
5	NO01	17	15	207	200	4	1	?			
6	NO02	15	14	162	161	1	1	J			
7	NO03	1	1	164	164	1	1	A			
8	NO04	8	6	83	80	1	1	J			
9	SO01	-15	-18	169	166	3	1	H			
10	SO02	-17	-9	149	162	35	4	E			
11	SO03	-36	-34	146	151	4		O			

5



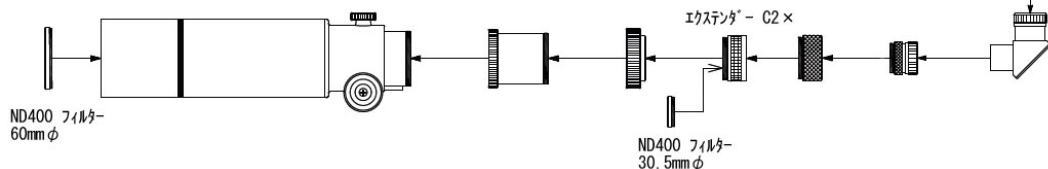
## デジタルカメラによる太陽黒点の撮影

- 自動露出・モノクロモードによる撮影
- 日周運動で移動した像を重ねて東西方向を取得
- 多数のコマ数から良像を選ぶ(通常100~200コマ撮影)
- カメラの高性能化(2000pix × 2000pix)の画像を取得
- 撮影機材のモバイル化(自宅や観測所以外でも撮影可能)

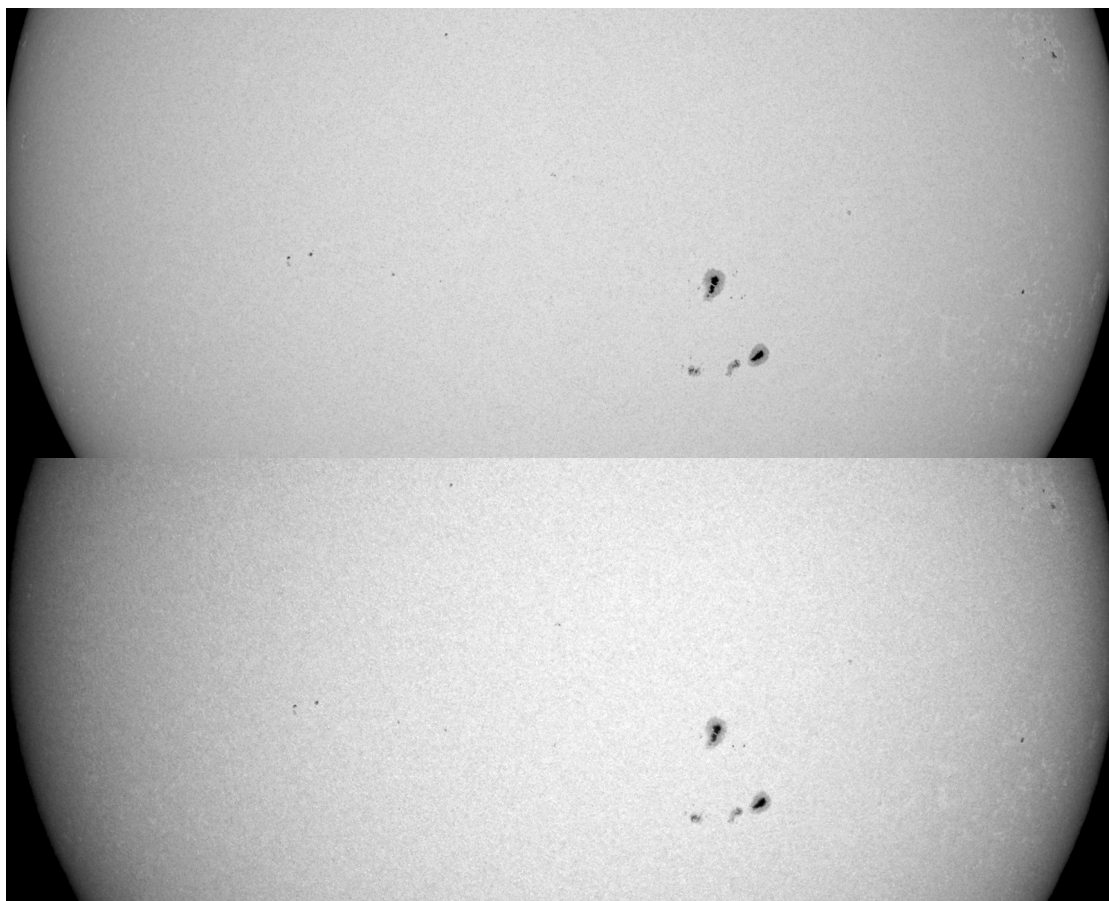
### 撮影システム

高橋製作所 FS-60C の例  
D=60mm 合成 f=710mm

Nikon COOLPIX 4500



6



## まとめ

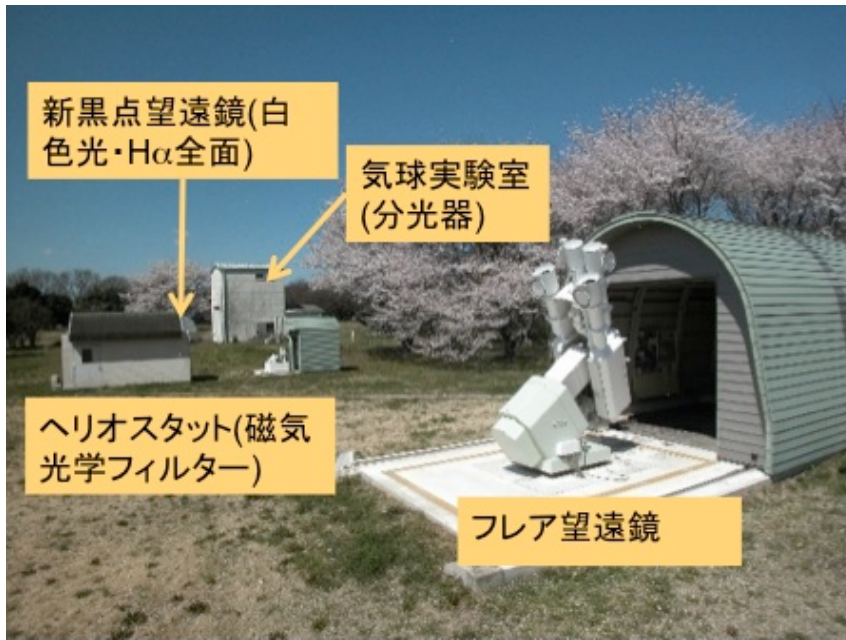
- 太陽黒点観測補助ツールは、太陽像から経緯度マスクを重ねた像を作成するプログラムです。
- 太陽黒点写真のほかに $H\alpha$ の写真などにも利用できます。
- 希望者に提供していますので、ご利用ください。
- 6Cm程度の小型望遠鏡で黒点観測に必要な画像が取得できる。しかも、年間300日の観測が可能。



## 本日の内容

1. 国立天文台太陽観測所の紹介
2. 太陽フレアとは
3. 2013年・2014年の太陽フレアリスト
4. 三鷹で観測されたフレア画像の紹介
5. まとめ

# 1. 国立天文台太陽観測所について



現在の三鷹キャンパスによる観測装置



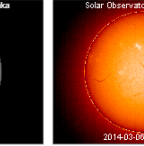
国立天文台 太陽観測所  
Solar Observatory, NAOJ

English / Japanese

最新情報：2014年01月の太陽活動を公開しました (2014.02.23)



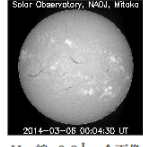
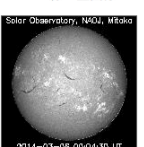
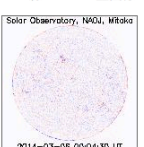
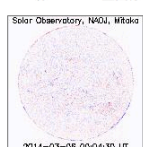
最新画像 <http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/solarobs.html>

黒点望遠鏡 & その他の望遠鏡 全面観測

 2014-03-06 00:22:49 UT 白色光 全面像	 2014-03-06 01:39:40 UT Na D線 全面像	 2014-03-06 00:30:01 UT Hα線 全面像
--	--	--

今月の太陽：白色光 Hα線

太陽フレア望遠鏡 Hα線観測

 2014-03-06 00:09:54 UT Hα線 全面像	 2014-03-06 00:04:30 UT Hα線±0.5Å 全面像	 2014-03-06 00:04:30 UT Hα線±0.8Å 全面像
 2014-03-06 00:04:30 UT Hα線±3.5Å 全面像	 2014-03-06 00:04:30 UT Hα線±0.5Å 速度場像	 2014-03-06 00:04:30 UT Hα線±0.8Å 速度場像

Hα線 リアルタイム画像

Twitter アカウント @naoj\_taiyo

863 ツイート 9 フォロワー 4,172 フォロワー

国立天文台 太陽観測所 @naoj\_taiyo  
【本日の太陽】3月6日の太陽のHαの全面画像です。  
solarwww.mtk.nao.ac.jp/mitaka\_solar/... 太陽面に薄い筋状のフラグメントがいくつか見えています。フラグメントはプロミネンスと同じものが太陽面で見えています。  
Echofon で

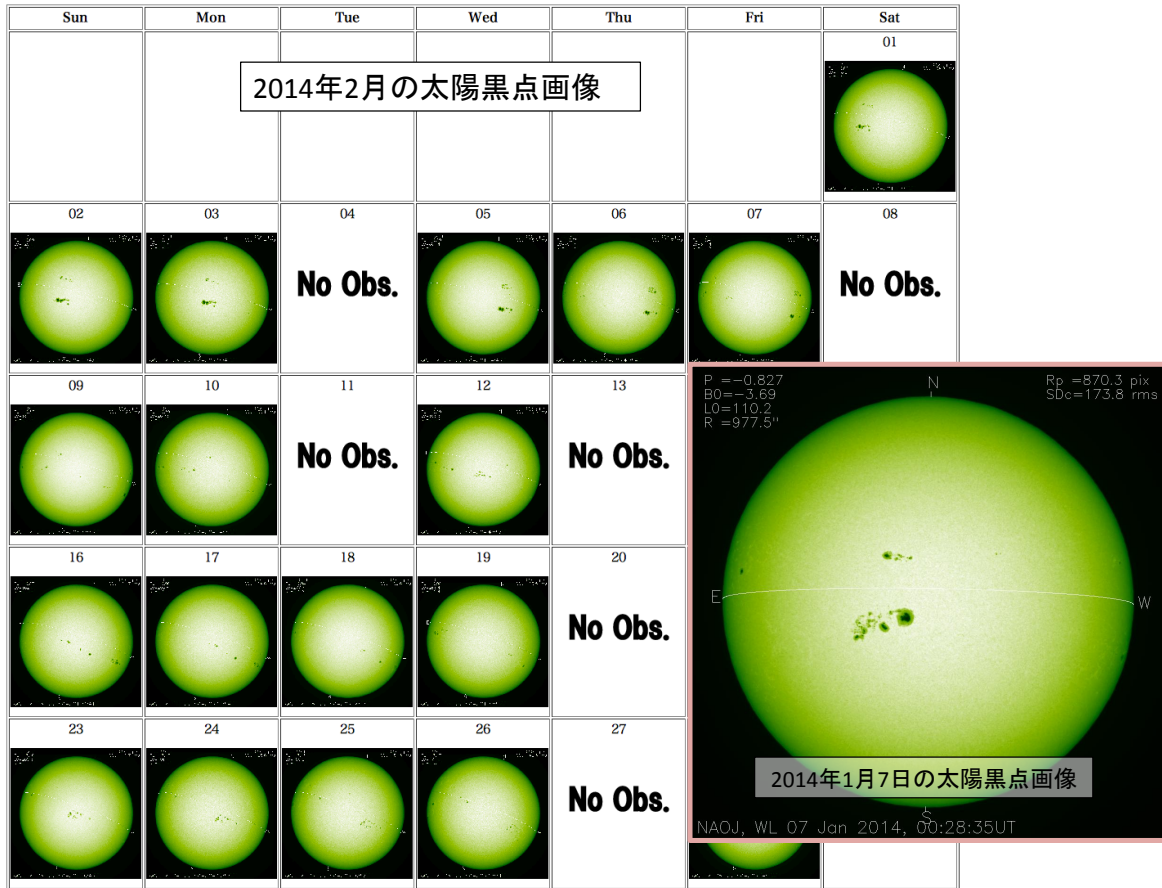
国立天文台 太陽観測所 @naoj\_taiyo  
【本日の太陽】3月6日の太陽の黒点数。北半球 g: 3 f 7 R: 37, 南半球 g: 6 f 28 R: 88, 全面 g: 9 f 35 R: 125 (以上、暫定値)。gは黒点群、fは黒点数、Rは黒点相対数を表します。黒点数の暫定値はその日の黒点画像をもとに決定しています。  
Echofon で

国立天文台 太陽観測所 @naoj\_taiyo  
【本日の太陽】3月6日の太陽黒点画像です。  
solarwww.mtk.nao.ac.jp/mitaka\_solar/... 真(太陽画像左)から新しい黒点群が出現しています。  
Echofon で

国立天文台 太陽観測所 @naoj\_taiyo  
【本日の太陽】3月4日の黒点数。北半球 g: 3 f 12 R: 42, 南半球 g: 5 f 31 R: 81, 全面 g: 8 f 43 R: 123 (以上、暫定値)。gは黒点群、fは黒点数、Rは黒点相対数を表します。黒点数の暫定値はその日の黒点画像をもとに決定しています。  
Echofon で

国立天文台 太陽観測所 @naoj\_taiyo  
【本日の太陽】3月4日の太陽黒点画像です。  
solarwww.mtk.nao.ac.jp/mitaka\_solar/... 昨日よりは減っていますが、それでも中央付近には大きな黒点群が見えています。  
Echofon で

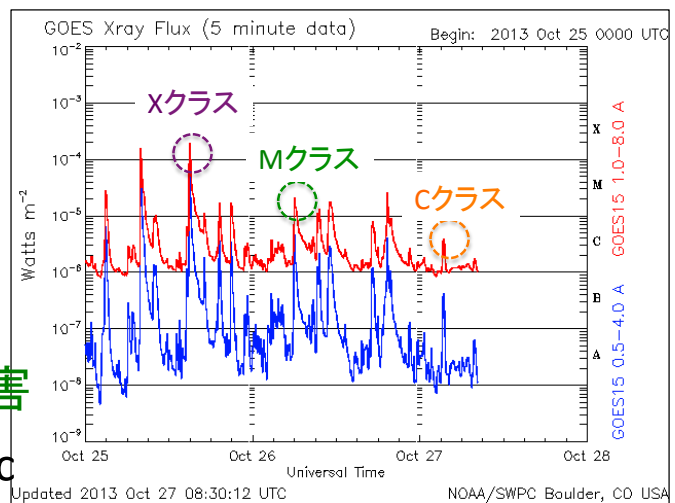




## 2. 太陽フレアとは

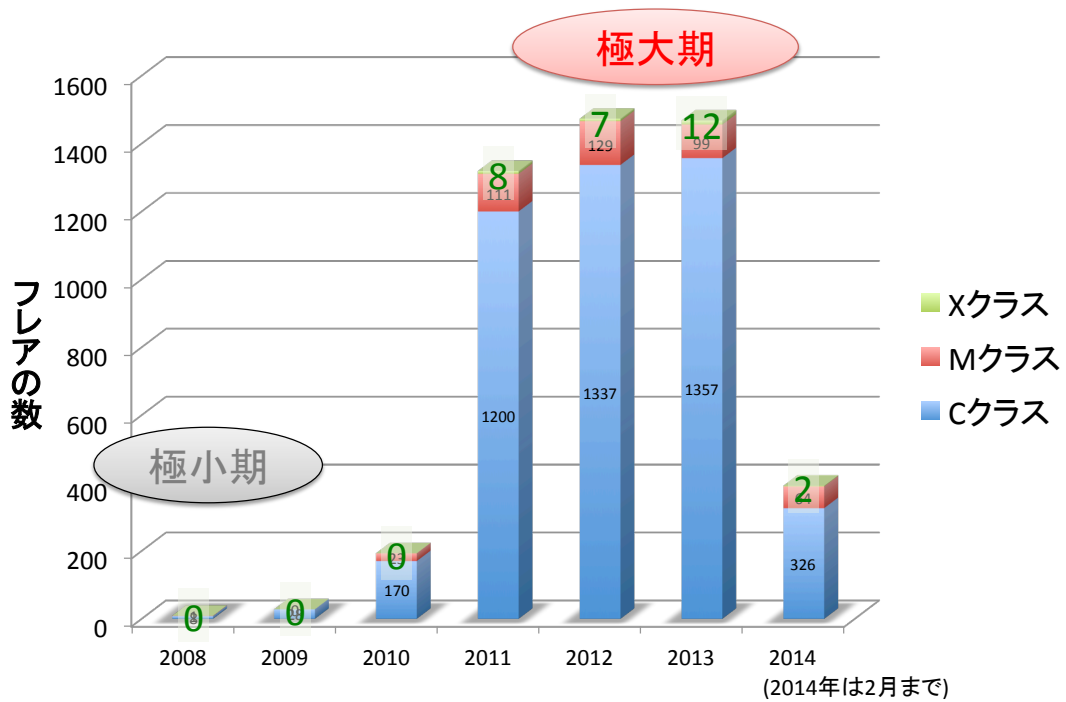
- 太陽コロナ中の磁気エネルギーの解放現象(爆発現象)
- $H\alpha$ で明るくなる
- 強いX線・電波
- 地球上・周辺では
  - オーロラ、衛星障害
  - 通信障害、停電etc

GOESクラスについて  
(フレアの大きさの目安)

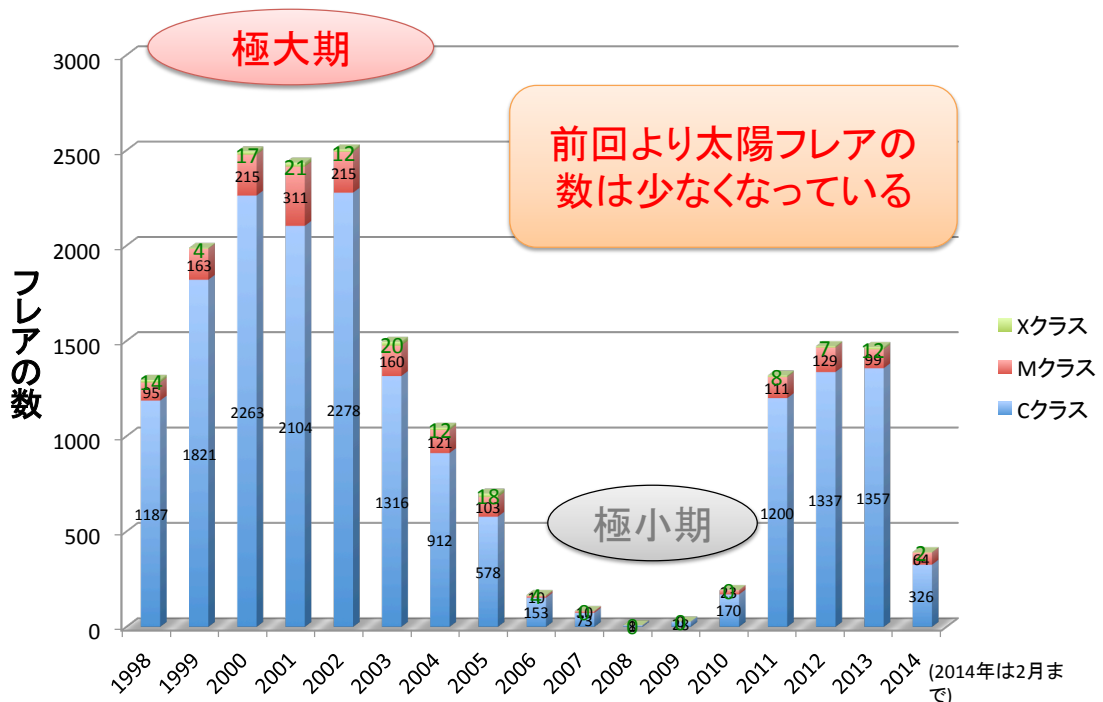


**Xクラスフレアが「大きなフレア」**

# 第24活動期の太陽フレアの数



# 前の極大期はというと...

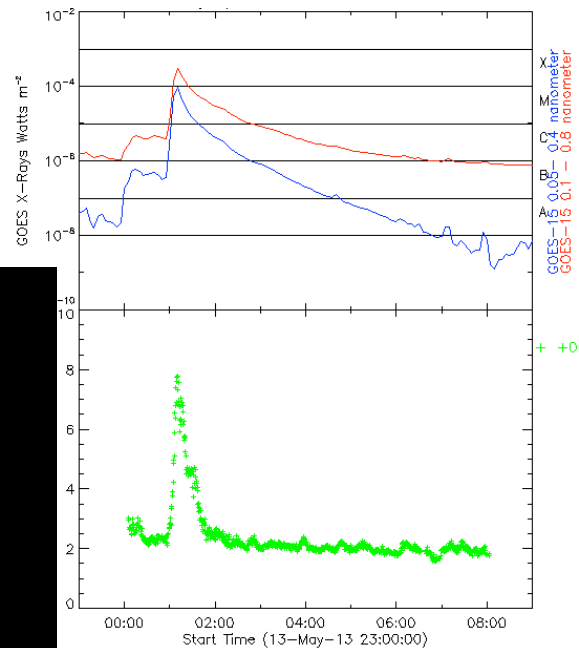
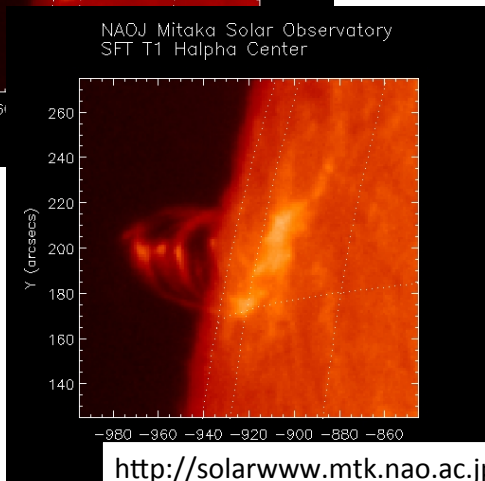
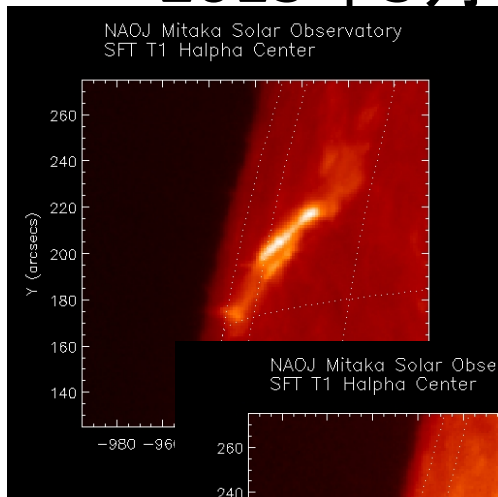


### 3.2013/2014年に起きた大きな太陽フレア

Date	Begin	Max	End	GOES	Imp	Loc	NOAA	三鷹
13-May-13	1:53	2:17	2:32	X1.7		N11E89	1748	
13-May-13	15:48	16:05	16:16	X2.8	1N	N11E85	1748	
14-May-13	0:00	1:11	1:20	X3.2		N08E77	1748	OK
15-May-13	1:25	1:48	1:58	X1.2	2N	N12E64	1748	OK
25-Oct-13	7:53	8:01	8:09	X1.7		S08E63	1882	
25-Oct-13	14:51	15:03	15:12	X2.1		S06E69	1882	
28-Oct-13	1:41	2:03	2:12	X1.0	2N	N04W66	1875	OK
29-Oct-13	21:42	21:54	22:01	X2.3		N05W89	1875	
05-Nov-13	22:07	22:12	22:15	X3.3	1B	S12E46	1890	
08-Nov-13	4:20	4:26	4:29	X1.1	1B	S14E15	1890	OK
10-Nov-13	5:08	5:14	5:18	X1.1	2B	S14W13	1890	
19-Nov-13	10:14	10:26	10:34	X1.0		S13W79	1893	
07-Jan-14	18:04	18:32	18:58	X1.2		S13W79	1844	
25-Feb-14	0:39	0:49	1:03	X4.9	2B	S12E82	1990	OK

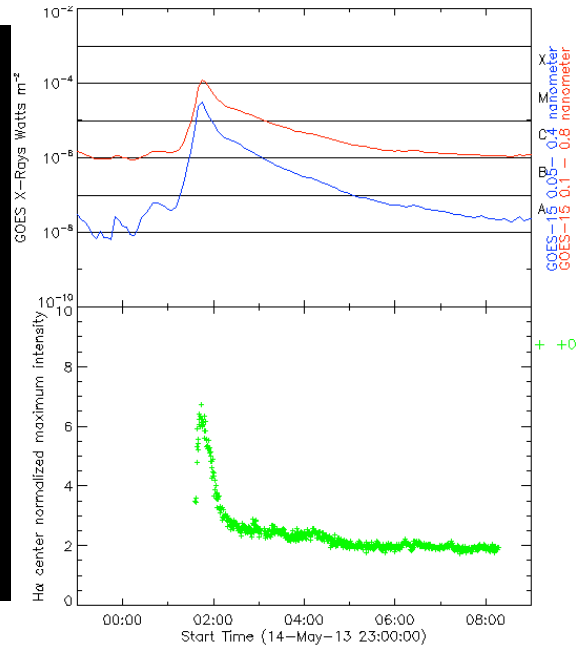
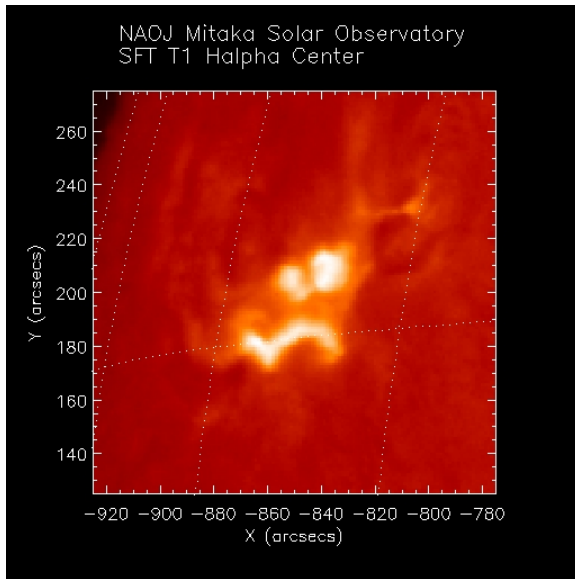
三鷹太陽フレア望遠鏡で観測された太陽フレア

### 2013年5月14日午前9時 X3.2



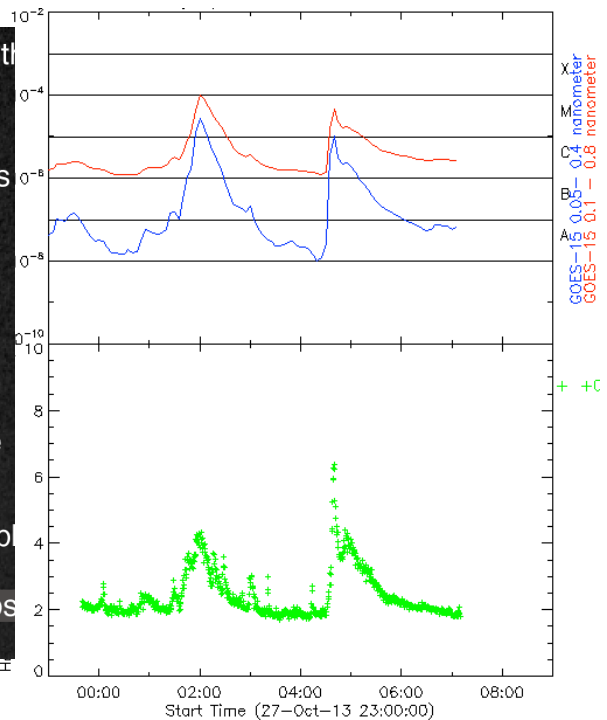
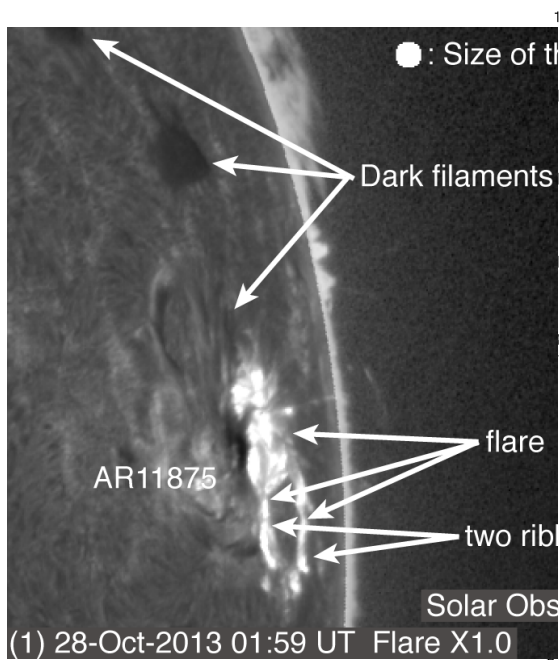
[http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/activity/2013/activity\\_2013.html](http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/activity/2013/activity_2013.html)

# 2013年5月15日午前10時 X1.2



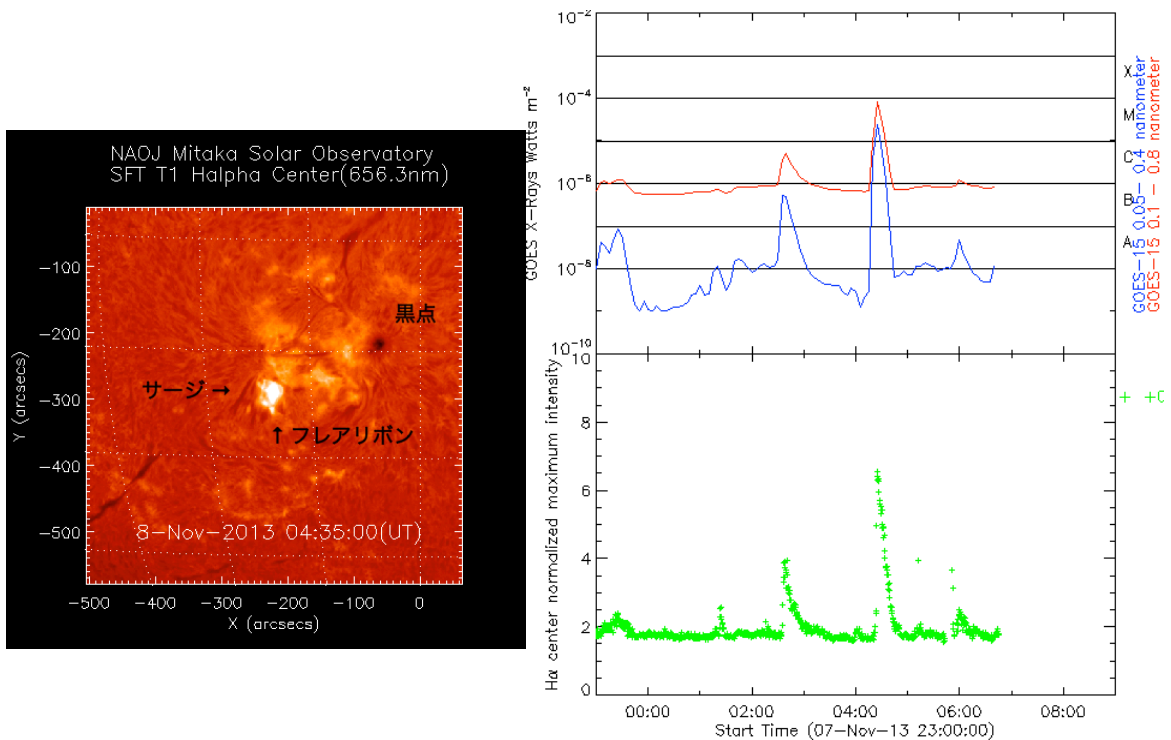
[http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/activity/2013/activity\\_2013.html](http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/activity/2013/activity_2013.html)

# 2013年10月28日午前10時41分 X1.0



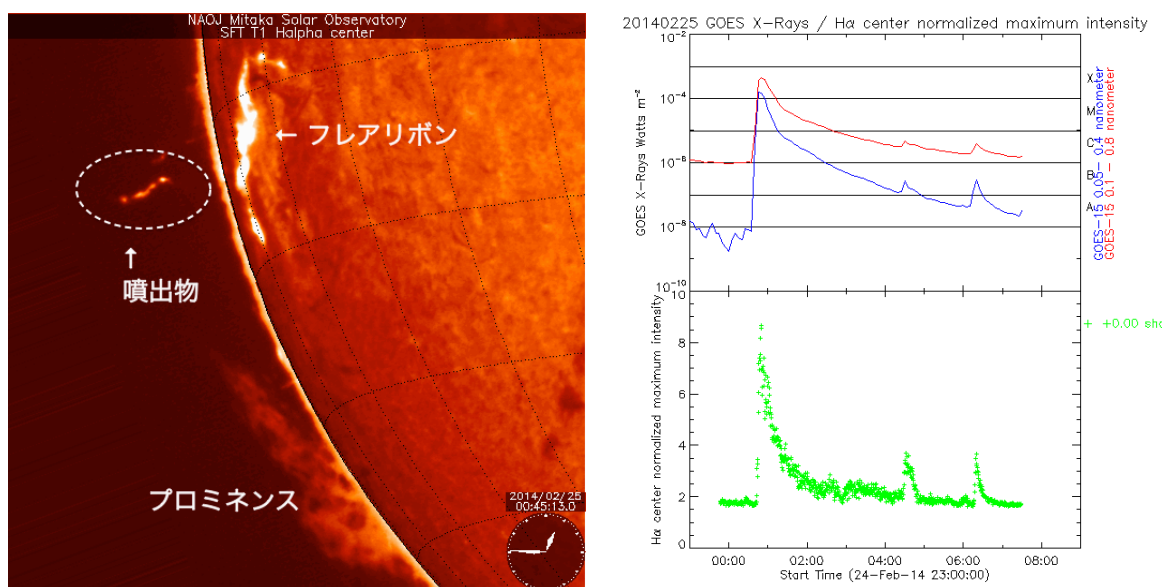
[http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/activity/2013/activity\\_2013.html](http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/activity/2013/activity_2013.html)

# 2013年11月8日午後1時20分 X1.1



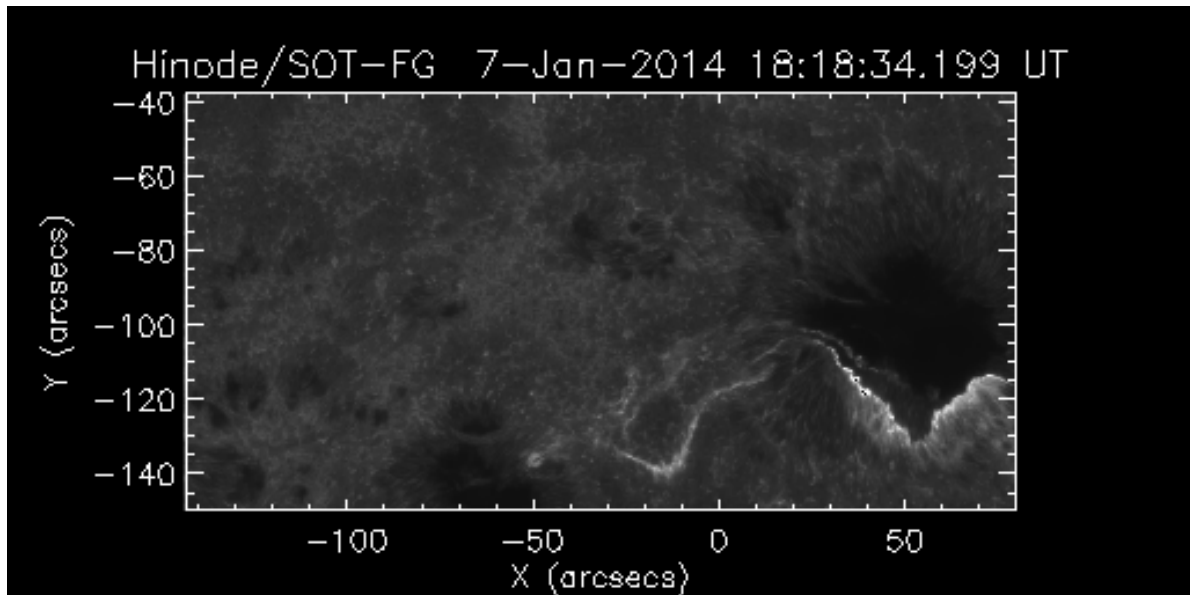
[http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/activity/2013/activity\\_2013.html](http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/activity/2013/activity_2013.html)

# 2014年2月25日 X4.9



[http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/activity/activity\\_backnumber.html](http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/activity/activity_backnumber.html)

# 2014年1月7日 X1.2 18時UT



ひので/可視光磁場望遠鏡/CaH線で観測

## 今月の太陽活動(太陽観測所のホームページ)

2月の太陽活動は、黒点相対数、太陽フレアの活動ともに活発でした。2月の平均黒点相対数は111.3と1月の98.32より増加しました。一番多かったのは2月26日の201で、これは今活動周期最大の黒点相対数です(これまでは2013年11月17日の174)。

黒点相対数が増加した理由として、大きく発達した黒点群がいくつも出現したことがあげられます。その一つがNOAA11967です。この黒点群は元々1月前半にNOAA11944として出現したものが、1月末に東の縁から再出現しました。その後大きく発達し、2月5日に面積が最大となり(図1左、全面像)、西の縁に消える2月10日まで見えていました。そして、2月25日に東の縁からNOAA11990(図1右、全面像)として再度出現しました。2ヶ月近く長寿命な黒点群となっています。

NOAA11990として出現した2月25日には、X4.9フレアが発生しました(ムービー)。これは今年2回目のXフレアです。このフレアをH $\alpha$ 線で観測すると、太陽面上に筋状の明るいフレアリボンが見えています。また、上空では激しい噴出現象も起こっており(図2)、フレアのあとにはCME(コロナ質量放出現象)も観測されています。フレアのX線の強度変化とH $\alpha$ 線の明るさの変化を示します(図3)。ムービーではフレアの光っている下側のプロミネンスが大きく振動しているのが見えます。これはCMEによる急激な磁場構造の変化がコロナ

こされたと思われます。  
太陽フレアの数ではC  
回 Xクラスが1回と1日を上回っており、フレア活動の面

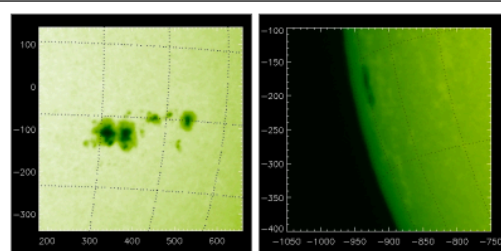


図1：活動領域NOAA11967(左)とその帰帰群NOAA11990(右)

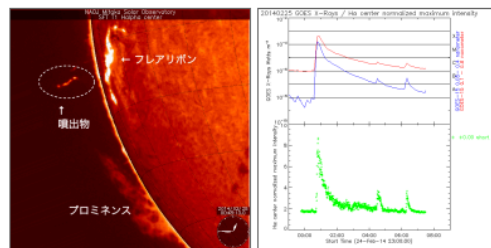


図2(左)：25日のX4.9フレア

図3(右)：25日のフレアによるX線強度変化(上段)とH $\alpha$ 線

矢治が原稿を担当した月は3回、Xクラスフレアが起きている。  
したがって、次回は **2014年5月**に起きる？

## 5. まとめ

- 第24極大期では、28個のXクラスフレア(大きなフレア)が起きている。
- 2013年に12個、今年に入って2個
- 国立天文台太陽観測所では、2013年に4つ、2014年に1つ、Xクラスフレアが観測されている。
- H $\alpha$ や白色光の観測データ(JPG,FITS, 動画)は公開されています。研究・教育普及での利用・活用を歓迎します。

# 2013年11月3日の ウガンダ皆既日食について

2014年 3月 8日

日食情報センター  
塩田 和生

## 2013年11月3日の金環皆既日食



金環で始まり、  
すぐ皆既になって、  
皆既のまま終わった

バミューダ沖で  
金環と皆既の接点

アフリカでは  
短い皆既日食  
1分～数秒

日本からの遠征先

ガボン = 約1分

**ウガンダ = 10数秒**

エチオピア = 数秒



# 私の遠征先



# 今回参加した日食ツアー

「月刊天文ガイド」協賛

## 2013年11月3日

# ウガンダ 皆既日食観測ツアー

## 9日間 2013年 10月31日(木)～11月8日(金)

# 578,000円

(東京・大阪発) エコノミークラス利用  
一人部屋追加料金 70,000円 (11月～11月6日)

※空運送料別。現地空港税、機内付食料は別途請求させていただきます。  
●往復航空券：成田～ケニア(東京) 航空機約 1,150円 (11月現在)

①事前に、天文ガイドスタッフが現地調査のうえ、観測地を決定いたします。  
マナーンゴ国立公園の北、ネビ湖宮での観測を予定しております。

②天文ガイドスタッフが、ツアーに同行いたします。

③日食観測地、マナーンゴ国立公園でのサファリ(動物観察)観光付。




日次	日程	内容	備考
1	10/31	2013年 東京・大阪→ケニア行 前11日朝～ 朝、日本発。飛行機でケニアへ。 <機内泊>	機内泊
2	11/1	→ナイロビ(成田行 前5.5時間)→エンボバ→カンパ ラ。到着。バリエ、朝晩の観光。午 後、エンボバ。空路にて動物手配士スタッフが迎えます。 マナーンゴ国立公園へ。約1時間のドライブ。到着後ホテルへ。 <お昼15時迄>	機内泊 車内泊 飛行機
3	11/2	カンパラ→ネビ 湖。日食観測地へ。約6～7時間のドライブです。 到着後、日食観測ポイントの準備と見守り。 ホテルに宿泊。 <お昼迄>	車内泊 飛行機
4	11/3	ネビ(日食観測ポイント)での 観測。日食観測ポイントへ。 到着後、ホテルに宿泊。 <お昼迄>	車内泊
5	11/4	ネビ→マナーンゴ国立公園 到着後、マナーンゴ国立公園へ。約1時間の、ウガンダで最も 美しい湖です。午後、エンボバ。到着後ホテルに宿泊して います。到着後、午後はサファリを見学し下ります。	車内泊
6	11/5	マナーンゴ国立公園 到着後、国立公園で1～2時間のドライブ。午後は、ボート で湖の周りをめぐります。マナーンゴ国立公園へ。 <マナーンゴ国立公園泊>	車内泊
7	11/6	マナーンゴ国立公園→カンパ ラ。到着後、カンパラへ帰る。約6時間のドライブです。到着 後、ホテルに宿泊。 <お昼15時迄>	車内泊 飛行機
8	11/7	カンパラ→エンボバ(成田行 前5時間)→バ リエ。到着後、エンボバ。空路にて動物手配士スタッフが迎えます。 マナーンゴ国立公園へ。約1時間のドライブ。到着後ホテルへ。 <お昼15時迄>	車内泊 飛行機
9	11/8	ナイロビ(成田行 前10時間)→東京・大阪 行。到着。飛行機を乗り換え。夕、日本へ。 帰国。 <機内泊>	機内泊

※資料請求は下記までご連絡ください。

TEL:03-3455-6111  
FAX:03-3455-2442 E-mail:info@doshin.com  
ホームページ: http://www.doshin.com

●営業時間 月曜日～土曜日 9:30～18:30(日・祝日は休日)  
●お問い合わせ先 企画部 企画課 03-3455-6111 担当:佐藤・福田

## 観測地の様子(1)



見晴らしの良い観測地、準備を始めた頃(お昼過ぎ)は、ほぼ快晴

5

## 観測地の様子(2)



アカンヨ小学校の校庭 (生徒たちが、我々30名の様子を眺めていた)

6

### 観測地の様子(3)



日食が始まる頃になると、雲が増えてきた (第2接触14~2分前に降雨)

7

### 皆既中の天気



皆既中は、太陽の方向には雲が無く、なんとか17秒間のコロナが見られた

8

## 私の観測機材



9

## 皆既中の観測の様子

皆既中、カメラに手を触れなくて済むよう、撮影の自動化を徹底した  
その結果、皆既の17秒間は双眼鏡でコロナを眺めることが出来た

GoPro HERO2 で撮影した動画の中の1シーン



10

## 24mm広角レンズで捉えた本影錐

T2-20s



T3



T2-10s



T3+10s



T2



T3+20s



11

## 全周彩層になったか



12

## コロナの拡大撮影結果(1)

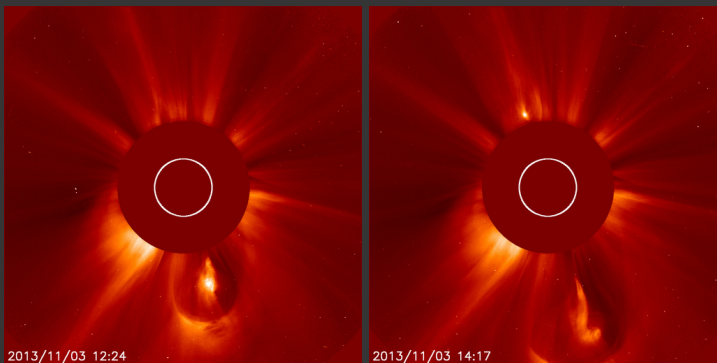


1/1000sから1sまで、6段階の露出で撮った画像を使ってR-USM処理  
コロナの絶対測光に使える撮影を目指したが、薄雲があったためダメだった  
また、直前の雨で手順が狂い、構図がずれた

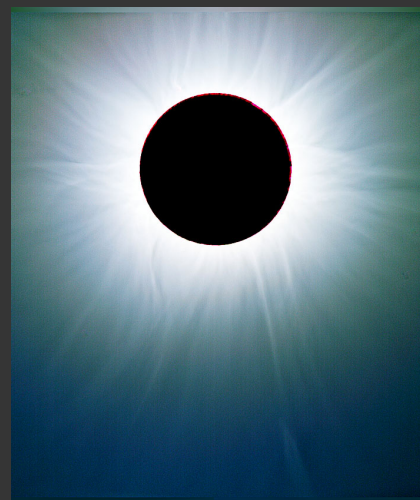
13

## コロナの拡大撮影結果(2)

日食当日、SOHOのLASCO C2が捉えたCME



撮影したコロナ画像を  
強調してみると、



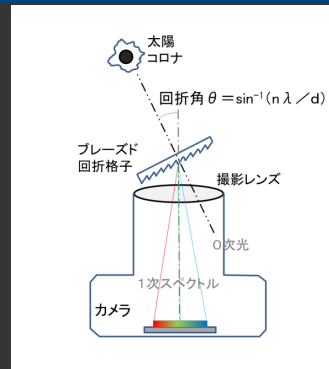
構図がずれたおかげで  
CMEの一部が写った

14:22UT

14

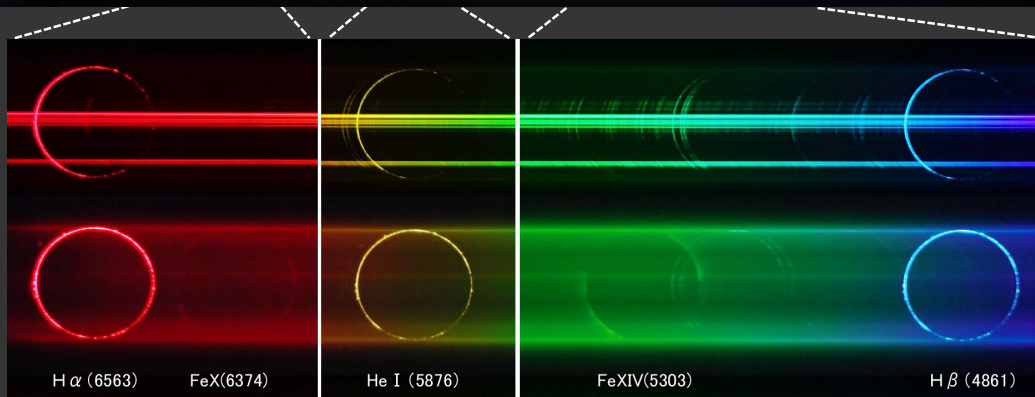
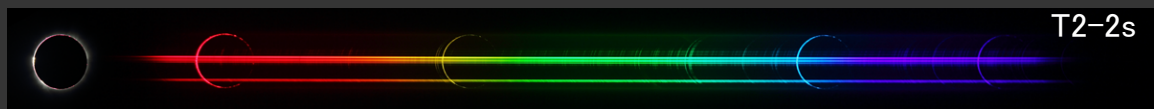
## フラッシュスペクトル(撮影装置)

全周彩層の様子と5303Åのコロナ輝線像を捉えたくて、600本/mmの回折格子を使用  
135mm望遠レンズの前に取り付けて撮影



15

## フラッシュスペクトル(撮影結果)



16

## 日食記念碑の見学

帰路、ムセベニ大統領が観測した場所に建てられた記念碑を見学



17

## 次の皆既日食は・・・

2015.3.20 スピッツベルゲン、北極点

2016.3.09 スマトラ、ボルネオ、スラヴェシ、北太平洋

2017.8.21 米国横断(オレゴン～サウスカロライナ)

・ ・ ・

2035.9.01 中国、北朝鮮、日本(能登半島～水戸)

18



## 2015.3.20の皆既日食



皆既帯は、  
北大西洋～北極海

最大食の地点では、  
太陽高度 18度  
継続時間 2分47秒

遠征候補地：  
スピッツベルゲン島

機上観測も候補か

19

## 2016.3.9の皆既日食



皆既帯は、  
インド洋～北太平洋

最大食の地点では、  
太陽高度 75度  
継続時間 4分9秒

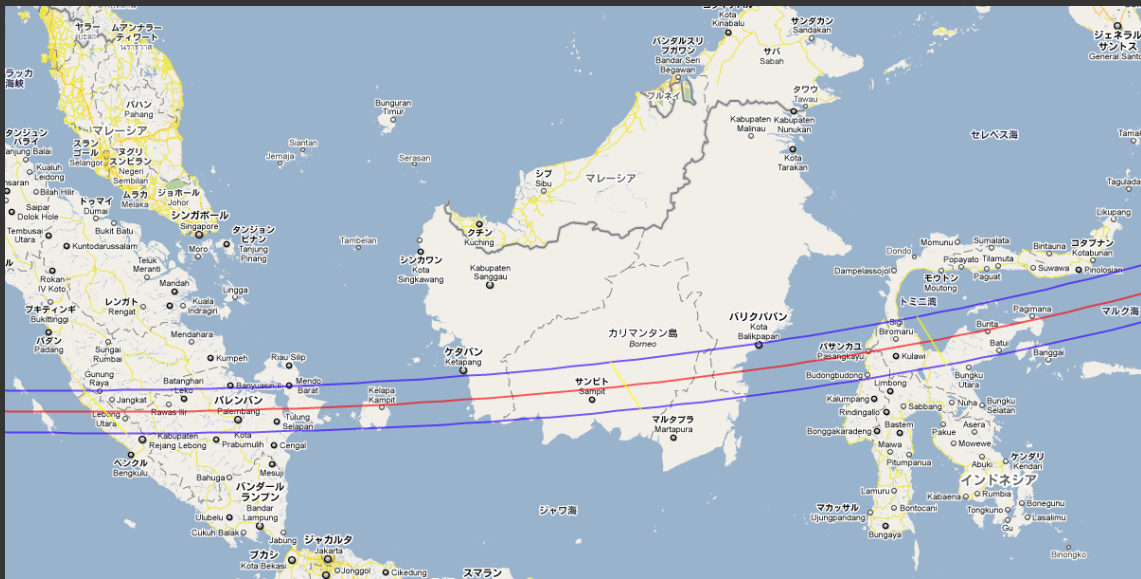
遠征候補地：  
スマトラ・ボルネオ・  
スラヴェシ

船上観測も候補か

20

## 2016.3.9の皆既日食（その2）

### スマトラ・ボルネオ・スラヴェシ付近の皆既帯



21

## 2017.8.21の皆既日食



皆既帯は、  
北太平洋～北大西洋

最大食の地点では、  
太陽高度 64度  
継続時間 2分40秒

遠征候補地：

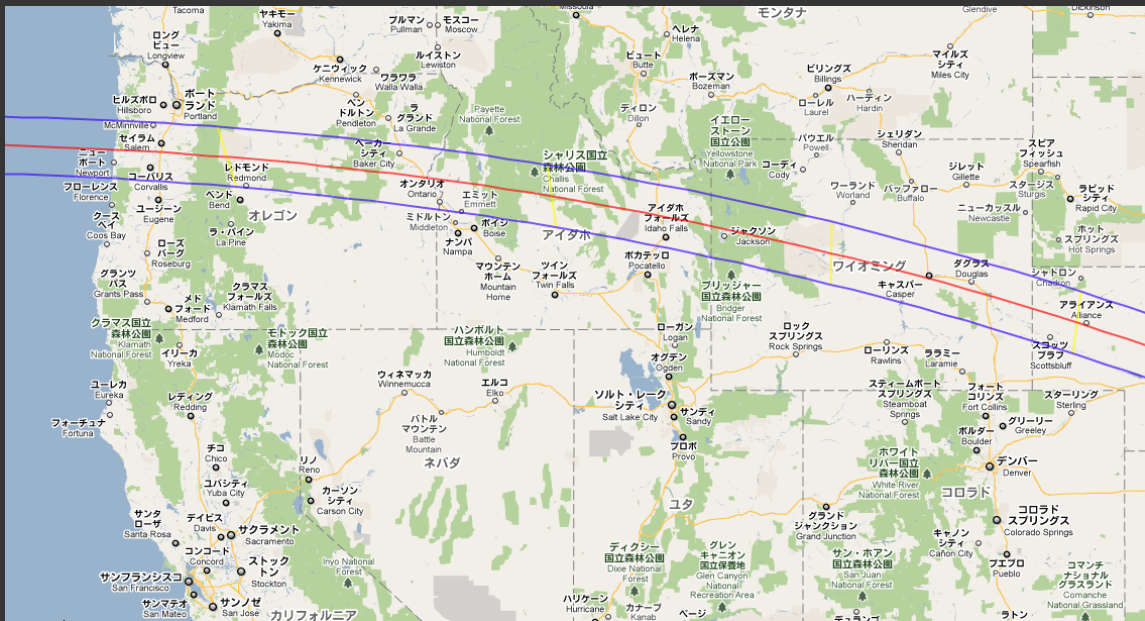
米国西部

多くの人が行きそう

22

# 2017.8.21の皆既日食（その2）

## 米国西部の皆既帯



# 終わり

# 「日食情報センター」

(これまでとこれから)

日食情報センター

大越 治

太陽望遠鏡ワークショップ2014 2014年3月8日 国立天文台

©OHGOE Osamu.

「日食情報センター」って何? という方のために

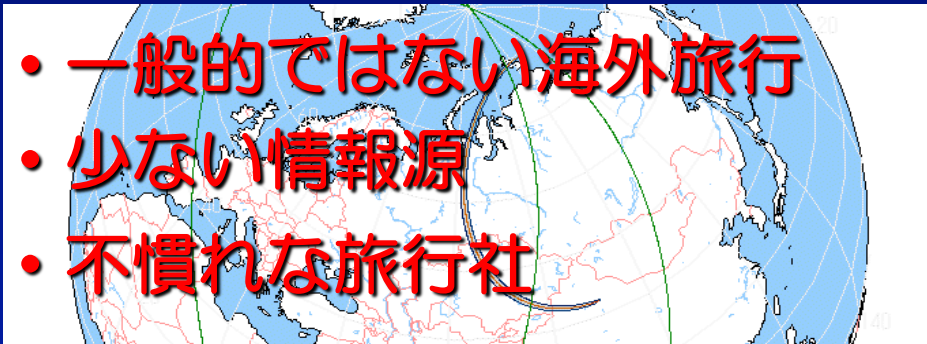
## 日食情報センターとは・・・?

1977年末に設立された、  
日食に特化した  
天文ボランティア団体である

©OHGOE Osamu.

## 日食情報センターと 「日食情報」誌のあゆみ

- アマチュアの日食海外遠征  
1968年のソ連日食から始まる

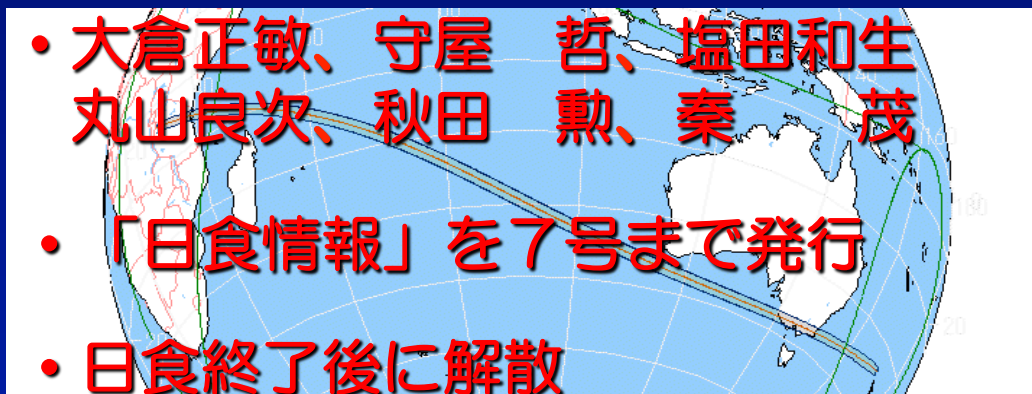


その後も1970年、1972年、1973年、1974年と遠征は続くが

©OHGOE Osamu.

## 1976年皆既日食観測準備委員会

- 1976年10月の  
オーストラリア日食に向けて



©OHGOE Osamu.

## 1977年10月のハワイ沖日食

- 陸での観測は難しいため、旅客機をチャーターしてハワイから飛ぶ計画



- 人数が集まらず（1人当たりの単価が高くなり）不成立に
- 海外遠征のための適切な情報提供はまだ全く不足している

- 1977年10月23日、数名の有志が東京天文台の秦茂氏の官舎で新たな活動に向けて話し合いを持つ

山口正博、秦 茂、中村幸夫  
足立潔史、土屋義雄、塩田和生  
榊原幸雄、大越 治

- 1977年12月4日、日食情報センターが発足  
1978年から活動開始

## 日食情報センターの目標

- 日食海外遠征に必要な情報提供
- 日食観測そのものに関する  
(観測法・撮影法・計算法などの) 情報発信
- 日食観測に関する情報交換の  
場を設定する

©OHGOE Osamu.

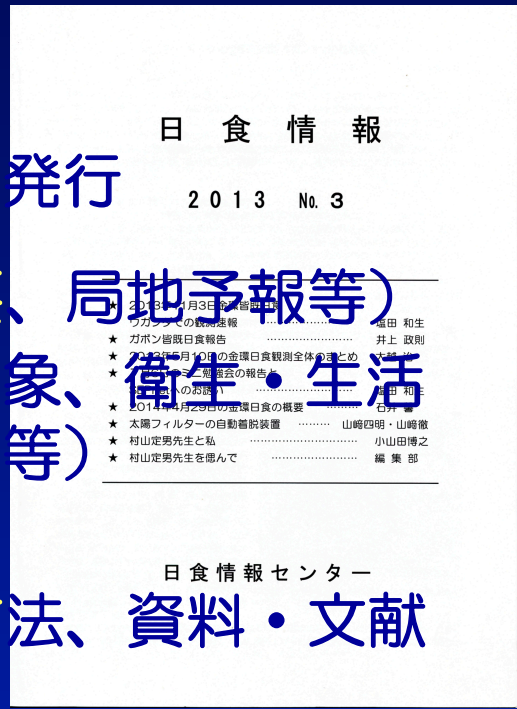
## 日食情報センターの活動方針

- 日食の情報提供に特化した活動
- 「日食情報」誌の発行
- 中心になってツアーを組むことを  
しない(特定の旅行社と提携しない)
- 金の切れ目が縁の切れ目  
原稿料なし  
スタッフも購読料を支払う

©OHGOE Osamu.

# 「日食情報」誌

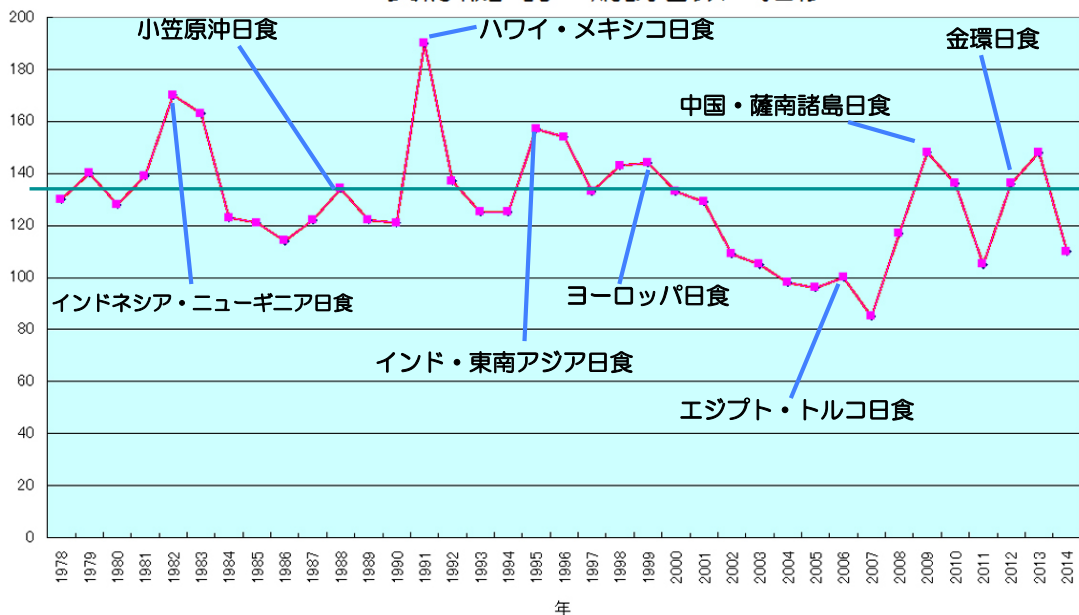
- 年間、3~4回の発行
- 日食の情報（概要、**局地予報等**）
- 観測地の情報（**気象、衛生・生活**、治安、アクセス等）
- ツアーの情報
- 観測方法、**撮影方法、資料・文献**
- 観測報告



©OHGOE Osamu.

購読者数

「日食情報」誌 購読者数の推移



36年間で、通巻118号まで発行 (明日119号発行)

©OHGOE Osamu.



## 日食勉強会・報告会の開催

- 1980年に始めて以来
- 多くの人々が遠征する日食の前  
観測地の情報紹介  
観測方法紹介  
共同観測の呼びかけ 等

©OHGOE Osamu.

## 日食勉強会・報告会の開催

- 多くの人々が遠征した日食の後  
各観測地のようす  
新しい観測方法による結果 等



毎回コンスタントに100~200名の参加

©OHGOE Osamu.

## 日食情報センターの組織？

- 組織というものはないに等しい
- 情報の発信作業をするスタッフと情報の受け手である購読者  
(購読者が原稿の書き手にもなる)

## 「スタッフ」とは？

- 「日食情報」誌の編集、発行、発送、集会の運営を手伝ってくれるひとは皆スタッフ

©OHGOE Osamu.

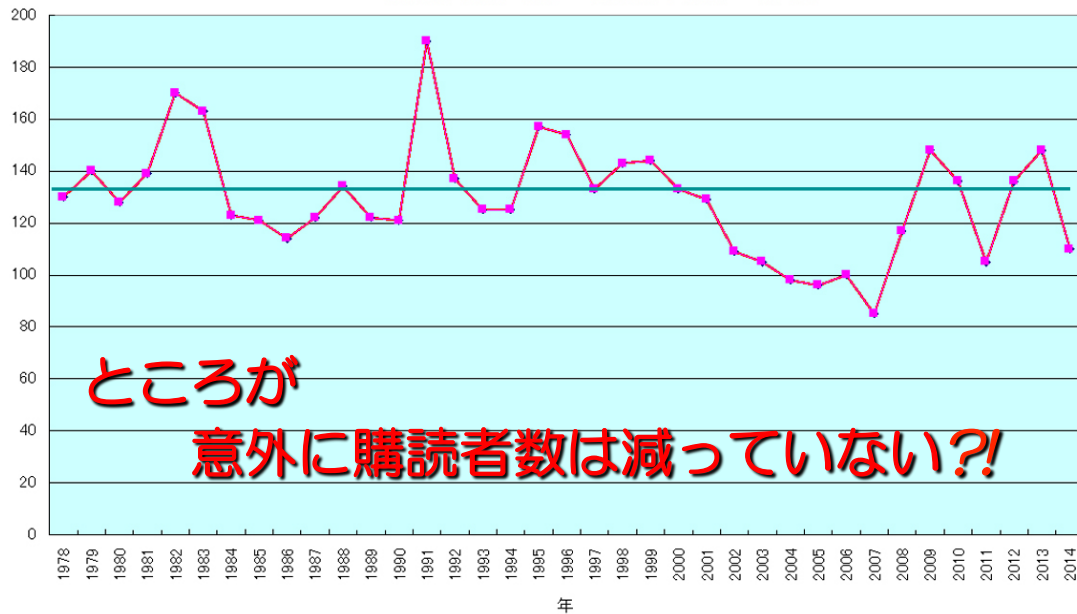
## ところが現在、

- インターネットの発達  
→ 誰でも好きな時に好きな情報が取れる
- 手慣れた旅行社が多くツアーを企画するようになった
- もう「日食情報」誌と日食情報センターの初期の使命は終わった？

©OHGOE Osamu.

購読者数

「日食情報」誌 購読者数の推移



ところが

意外に購読者数は減っていない?!

©OHGOE Osamu.

なぜ??


個人的な考えですが・・・

- 日食に特化していることへの需要
- 手っ取り早く日本語で情報が得られる
- 情報交換の場を欲する人の存在
- 観測の向上を目指す人の存在  
(今以上に意味のあることをしたい)

©OHGOE Osamu.

# 観測の向上を目指したい人に向けて

## ・2009年から、国立天文台の 花岡先生による呼びかけ



### アマチュアによる コロナの科学的観測

アマチュアの皆さんが撮影する皆既日食のコロナ画像は大気質が高く、撮影時に少しの注意をするだけで科学的にも役に立つデータになります。今回の日食では、天文学の研究にも貢献できるデータを皆さんの手で集めてみませんか？

---

### アマチュアによるネットワーク観測

なぜ今の時代に日食でコロナを観測するのか？

現在太陽コロナの観測は人工衛星が主になっていますが、衛星による観測で用いられている検出機は100万度～500万度以上の極端な温度を持つコロナの中で特定の温度の部分がしか見えません。一方、皆既日食で見えるコロナ(白色光コロナ)は、温度によるコロナ物質全体の分布を示すものです。特に内部コロナの白色光観測はコロナグラフでは不可能で、皆既日食でのみ可能な観測です。皆既日食はコロナのいろいろな科学的観測の機会ですが、白色光コロナ観測は其中でも重要な意味があります。

白色光コロナの高S/N観測に必要なものはデジタル一眼レフ+小望遠鏡(普通の装備)

デジタル一眼レフからの画像は、ちゃんとした測光に使えるだけの質があります。これに「望遠鏡または望遠レンズ」を使うことで得られるデータは、多数の画像のコラボにより「白色光コロナの高S/N観測」を実現し、コロナの物理構造を定量的に明らかにできるものです。ただ、後で定量的な測光に使うためには撮影時にそれだけの注意が必要なので、これは下で述べます。

アマチュアによる観測が重要な理由: ネットワーク観測

今回の日食ではアマチュアの観測者は中国から太平洋に至る広い範囲に分散するので、多数のアマチュアの方が参加するネットワークを組むことができます。今回多くのプロの研究者の観測結果も発表されますが、太平洋側の観測がない。アマチュアによる観測のネットワーク観測は専門員にもできず、データ蓄積も可能にするものです。コロナの研究では振動現象など短時間の変化が注目されるので、ネットワーク観測であれば時間的余裕がとれるかもしれません。今回は船で日食に行かれる方も多くありますが、最も重要なターゲットである内部コロナは定量的なデータ、船では取れないので、ネットワーク観測が重要です。

きれいなコロナの写真撮るだけでなく、次の手順を付けて以下の注意をよ、データを取って頂き、科学的データを取る観測しませんか？ 協力していただける方は後で、一番下にある連絡先メールをください。共同研究を企画したいと考えていますので、どのようにデータを取り取りするのか、など連絡します。

### 科学観測データを取るための撮影の際の注意

©OHGOE Osamu.

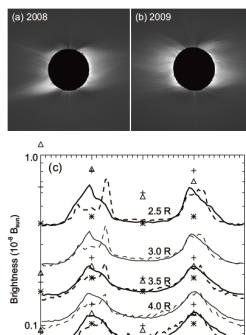
# 日食情報誌・日食勉強会での呼びかけ

## Accurate Measurements of the Brightness of the White-Light Corona at the Total Solar Eclipses on 1 August 2008 and 22 July 2009

HANAOKA, Yoichiro (NAOJ) KIKUTA, Yoshihiro (Yamanashi Prefectural Science Center) NAKAZAWA, Jun (Yamanashi Cement Company) OHNISHI, Kouji (Nagano National College of Technology) SHIOTA, Kazuo (Solar Eclipse Information Center)

The total eclipses are good chances to observe the white-light corona from just above the solar limb to as far as several solar radii. We measured the brightness of the white light corona at the total solar eclipses on 1 August 2008 and 22 July 2009 during the deep solar minimum, when solar activity was at its lowest in one hundred years [1]. After careful calibration, the total brightness of the corona in both eclipses was evaluated to be approximately  $0.4 \times 10^{-6}$  of the total brightness of the Sun. The measured value is lower than those measured in the former minima [2]. The total brightness of the white-light corona corresponds to the total amount of the coronal material. Therefore, the low brightness of the corona shows that the amount of the coronal material was particularly small when the magnetic activity on the solar surface became quite low.

Furthermore, we compared the total brightness of the K + F-corona beyond  $3R_{\odot}$  in both eclipses to the formerly measured brightness of the F-corona only (Figure 1). The measured results of the F-corona show some scatter, because it is generally difficult to isolate the F-corona from the K + F-corona. Our results show that the K + F-corona brightness values at the two eclipses are lower than some of the F-corona only brightness values previously measured. Due to the low solar activity, the K-corona brightness beyond  $3R_{\odot}$  is quite low at the two



アマチュアの観測でも  
研究に役立ててもらえる

うれしい!

きちんとした手法さえ取れば

Solar Physics  
DOI: 10.1007/\*\*\*\*\*

## Coronal Mass Ejections Observed at the Total Solar Eclipse on 13 November 2012

Yoichiro Hanaoka<sup>1</sup> · Jun Nakazawa<sup>2</sup> · Osamu Ohgoe<sup>3</sup> · Yoshiaki Sakai<sup>1</sup> · Kazuo Shiota<sup>3</sup>

© Springer

**Abstract** We carried out white-light observations of the total solar eclipse on 13 November 2012 at two sites, where the totality occurred 35 min apart. We caught an ongoing coronal mass ejection (CME) and a pre-CME loop structure just before the eruption in the height range between  $1-2R_{\odot}$ . It was revealed that in this height range there was the source region of CMEs, where the material and the magnetic field of CMEs were located before the eruption. This height range includes the gap between the extreme ultraviolet observations of the low corona and the spaceborne white-light observations of the high corona, but the eclipse observation shows that this height range is essentially important to study the CME initiation. The eclipse observation is basically just a snapshot of CMEs, but it indicates that future continuous observations of CMEs within this height range are promising.

**Keywords** Corona, Coronal Mass Ejections, Eclipse Observations

### 1. Introduction

©OHGOE Osamu.

# 「何か学問的な観測をしたい」 と書いていても

## 一般的なアマチュアは

- 今、どんな観測が求められているか分からない
- 何をどのようにすれば良いか分からない
- 自分が得た画像の価値が分からない
- 自分の画像を価値あるものにする方法が  
分からない

等々・・・

©OHGOE Osamu.

## アマチュアにとって

専門家との交流（教えを受けることができる）  
の場は、とてもありがたい

専門家はアマチュアを利用して欲しい  
裾野が広がることは天文界全体にプラス

そういう意味では、  
普及しだした太陽望遠鏡を持つアマ  
チュアも、同じような思いを持つ  
（人も）いるのではないかな？

©OHGOE Osamu.

## 今後の方向性として・・・

- 観測の向上を目指すための活動

太陽に関する研究成果の吸収      観測手法の共有  
画像処理の研究 など

- 従来からの活動

- Web サイトの充実

- 日食に関する情報の集積

アーカイブ機能

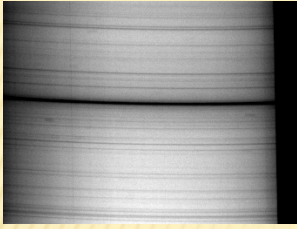
やっつけられるのか？  
課題山積

©OHGOE Osamu.

# おしまい

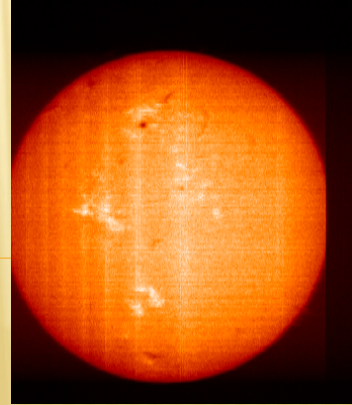
ご静聴ありがとうございました

©OHGOE Osamu.



## あなたの望遠鏡が分光器付き望遠鏡に!! 小型分光器LHIRES LITE試用報告

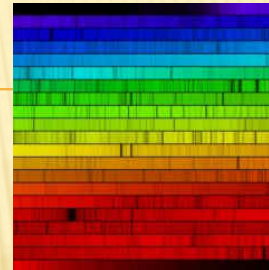
国立米子工業高等専門学校  
竹内彰継、山脇貴士、林原真史



### 1.はじめに

#### × LHIRES Liteとは？

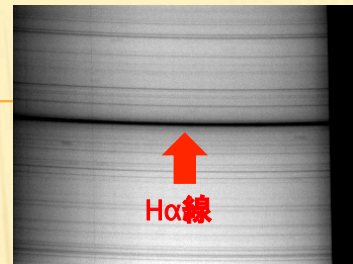
フランスShelyak社のリトロー型分光器  
(Littrow type HI RESolution Spectrographの略)



**単に太陽のスペクトルを眺めるだけの分光器**

## 1.はじめに

### × LHIRES Liteの構造は？



入射口



波長選択



## 1.はじめに

### × LHIRES Liteのスペックは？

格子定数2400(本/mm)

分散はNaD線で15.5 Å/mm

ビットラン社のCCDカメラBJ40Lを使用すると

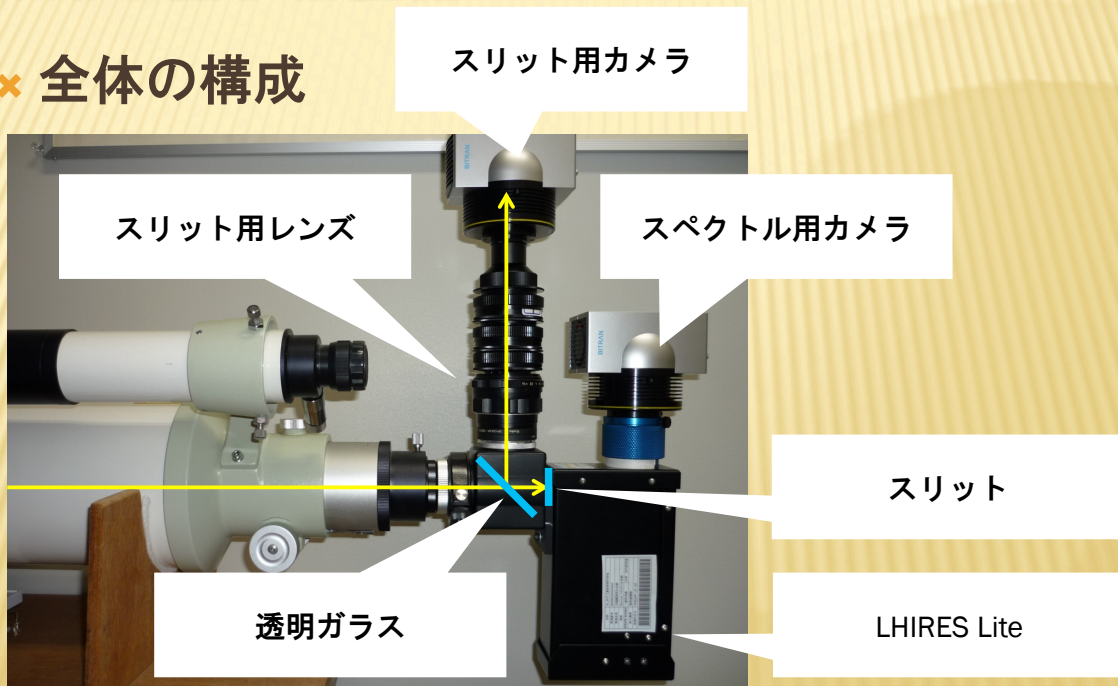
0.129 Å/pixel(速度分解能に換算して6.6km/s!!)

**これを天文学の研究に使わない手はない!!**



## 2.望遠鏡への接続

### × 全体の構成



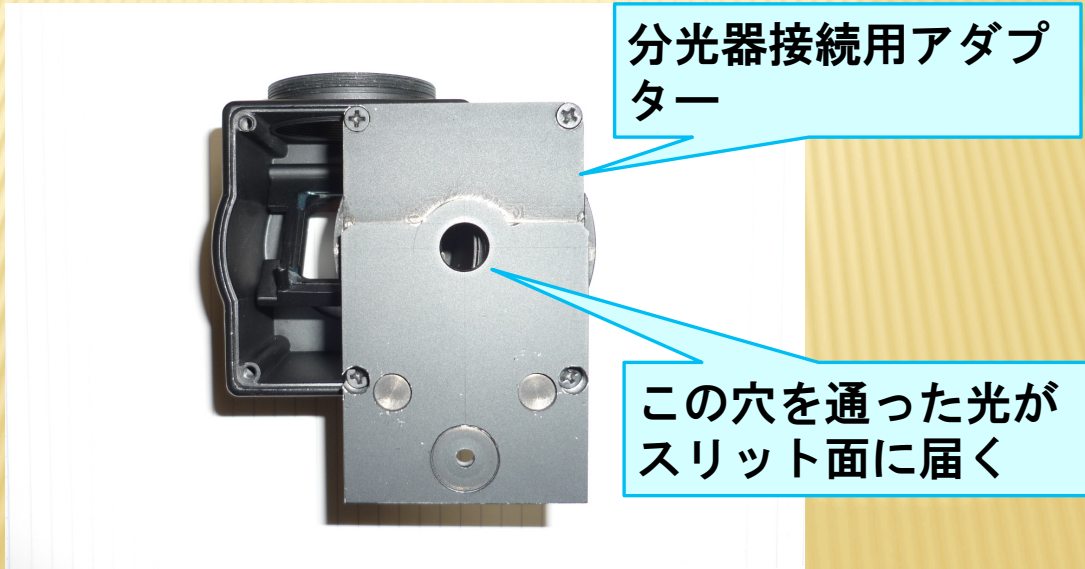
## 2.望遠鏡への接続

### × ビクセンフリップミラーの改造



## 2.望遠鏡への接続

### × フリップミラーと分光器の接続



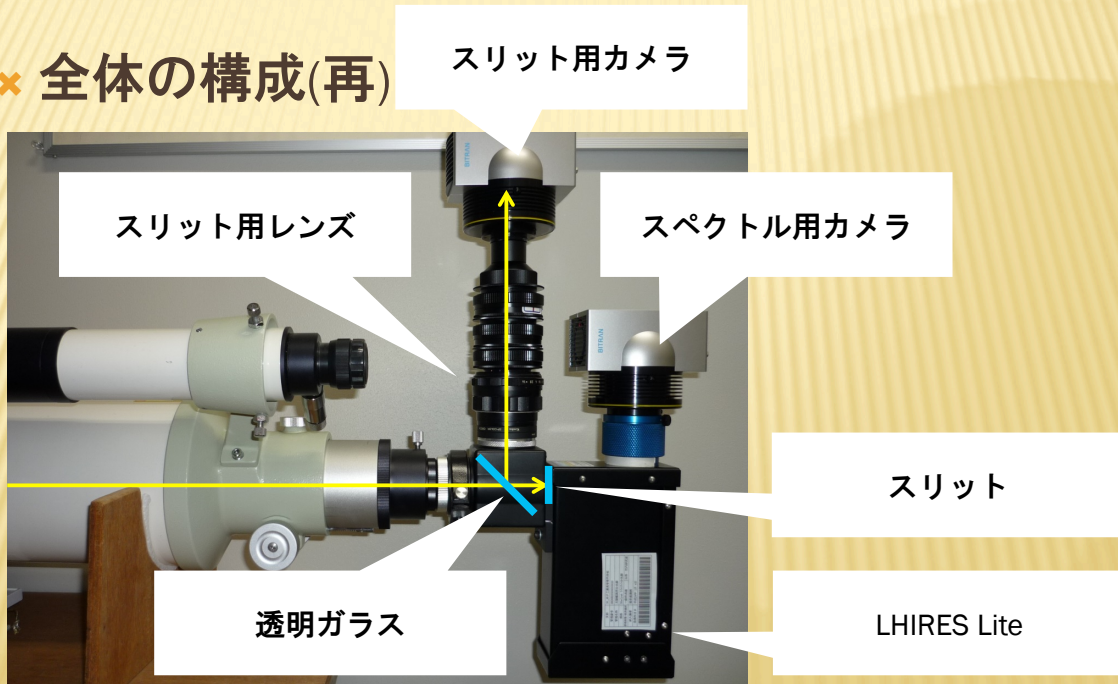
## 2.望遠鏡への接続

### × フリップミラーと分光器の接続



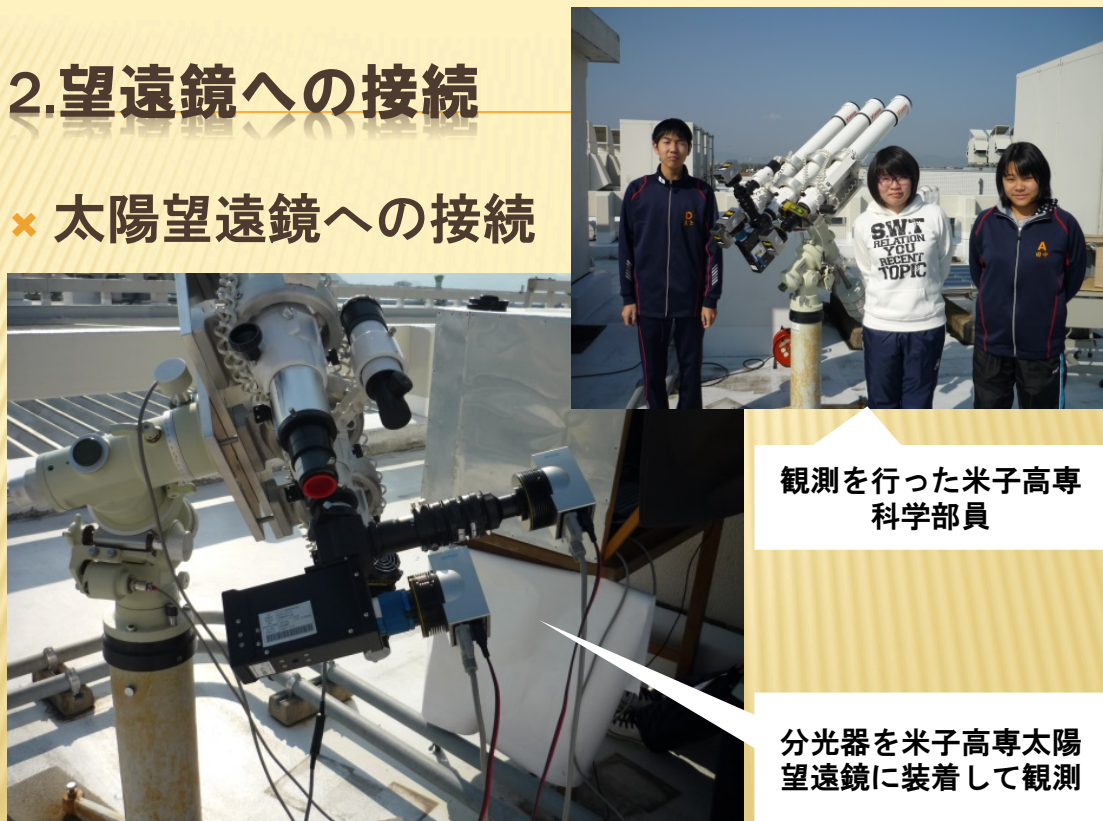
## 2.望遠鏡への接続

### × 全体の構成(再)



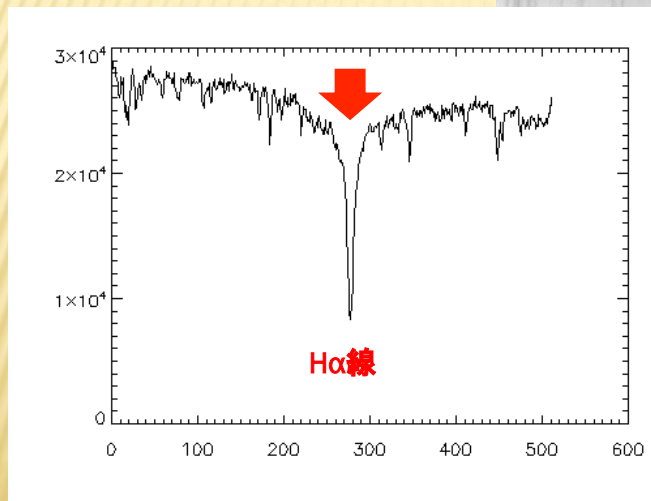
## 2.望遠鏡への接続

### × 太陽望遠鏡への接続



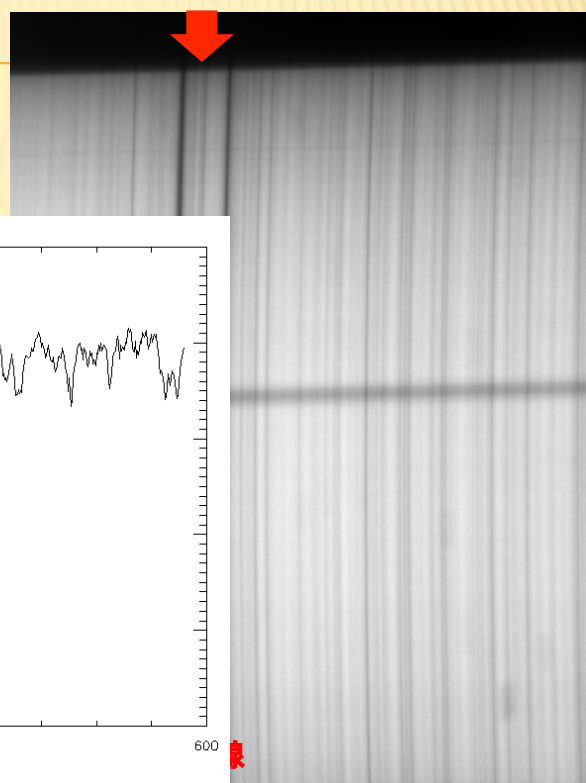
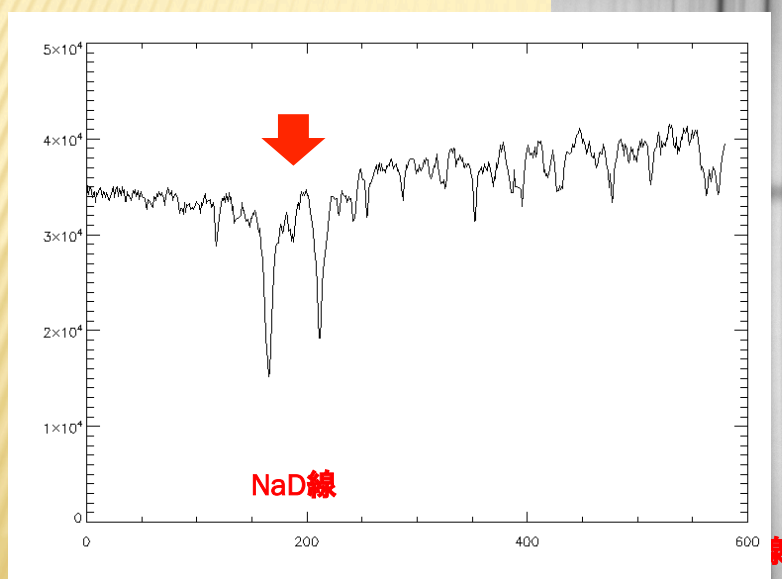
### 3.テスト観測

× H $\alpha$ 線のスペクトル



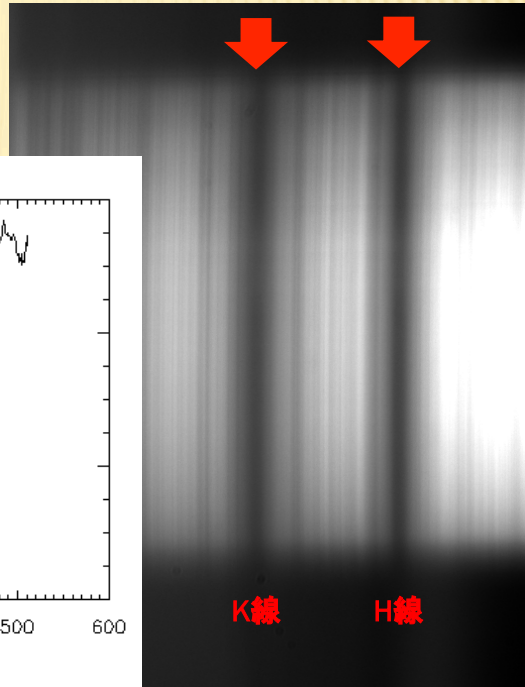
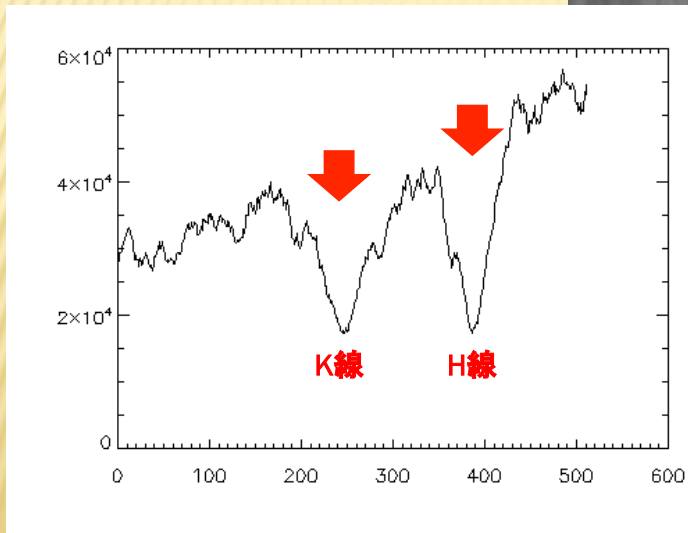
### 3.テスト観測

× NaD線のスペクトル



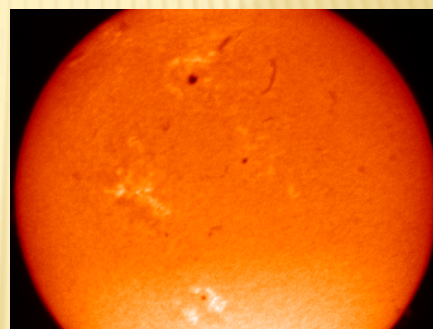
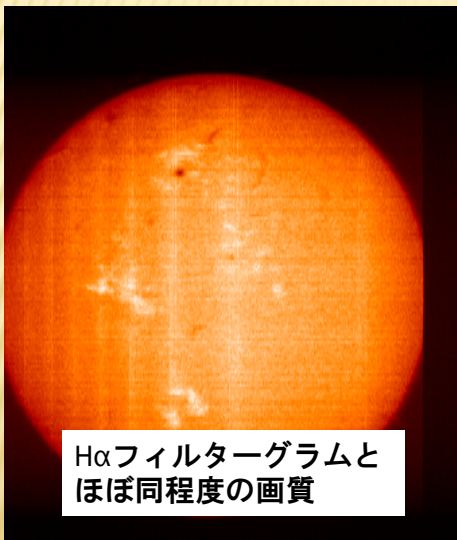
### 3.テスト観測

#### × CaH,K線のスペクトル



### 3. テスト観測

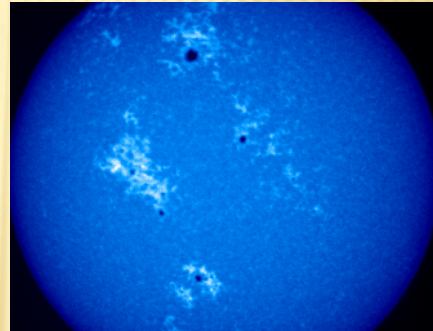
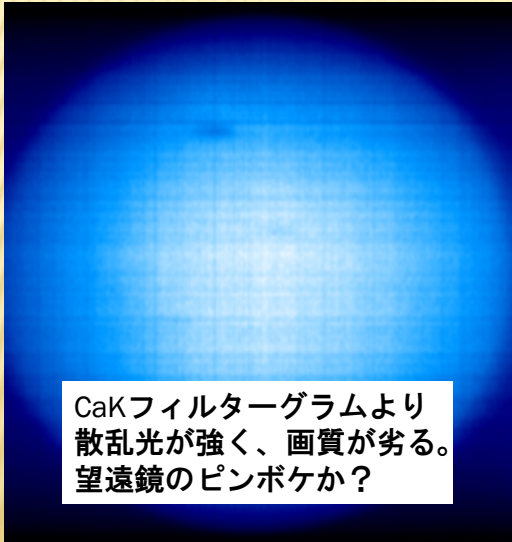
#### × スペクトロヘリオグラム(H $\alpha$ 線)



H $\alpha$ フィルター  
ソーラーспекトラム社  
半値幅0.3Å

### 3. テスト観測

#### × スペクトロヘリオグラム(CaK線)



### 4. まとめ

- × Shelyak社の小型分光器LHIRES Liteを望遠鏡に取付けるアダプターを製作した。
- × LHIRES Liteの性能は？
  - 分散はNaD線で $15.5 \text{ \AA}/\text{mm}$ 、ビットラン社のCCDカメラBJ40Lを使用すると $0.129 \text{ \AA}/\text{pixel}$
- × テストでスペクトロヘリオグラムを制作した。
  - H $\alpha$ 線ではフィルターグラムと同等の画像が得られたが、CaK線では散乱光が多かった。→望遠鏡のピンボケか？
- × 今後はドップラーグラムも作成したい。

## 5.参考文献

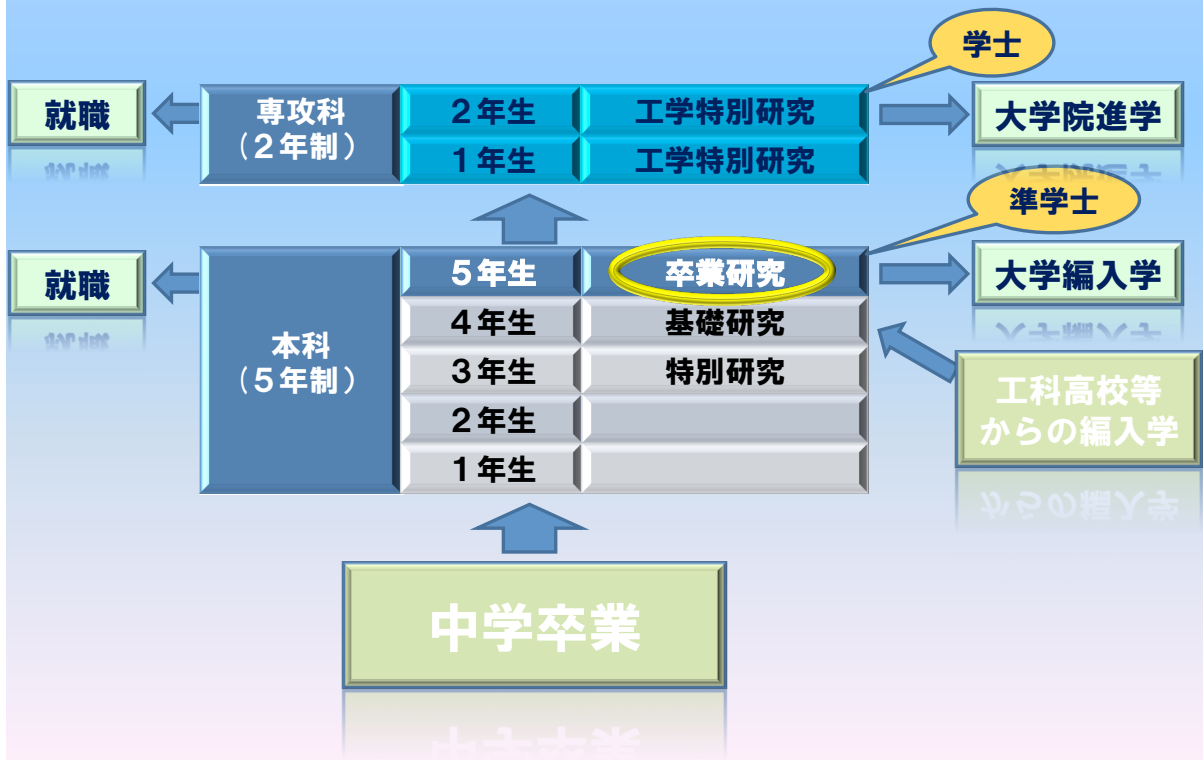
- ✘ LHIRES Lite Spectrometer User Guide  
November 2009 Shelyak Instruments
- ✘ [http://www.shelyak.com/produit.php?  
ref=PF0002&id\\_rubrique=5](http://www.shelyak.com/produit.php?ref=PF0002&id_rubrique=5)
- ✘ [http://www.kkohki.com/products/lhires-  
lite.html](http://www.kkohki.com/products/lhires-lite.html)

# 技術者教育の中での太陽観測

## ～「ものづくりの学校」における天文学～

大阪府立大学工業高等専門学校  
機械システムコース  
當村 一郎（+歴代卒研究生）

(府大高専の教育システム)





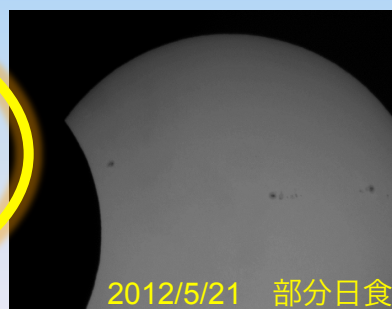
## (卒業研究ガイダンスでの自己紹介)

- 今年度の担当科目：応用物理I, II, III, IV, 卒研, 量子力学(専攻科)
- 専門分野：天文学 (太陽物理学)

[こんな分野と関連しています]

量子力学  
電磁気学  
流体力学  
・・・

機械  
制御  
情報処理  
・・・



**理学としての面白さ+工学としての実用性**

**学生の興味と、こちらが提供可能なリソースをできるだけうまく噛み合わせてテーマを設定**

「高速度カメラを用いたシーイングの補正実験について(III)」

(2014)日本天文学会春季年会 <予定>

「高速度カメラを用いたシーイングの補正実験について(II)」

(2013)日本天文学会春季年会

「高速度カメラを用いたシーイングの補正実験について」

(2008)日本天文学会春季年会

「工業高専における太陽観測の事例：BSアンテナによる12 GHz電波と小口径光学望遠鏡によるH $\alpha$ 全面像の同時観測」

(2006)日本天文学会春季年会

**上記以外のテーマも含めた総合的な事例紹介**

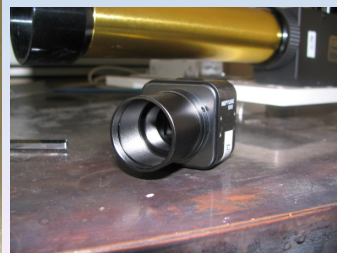
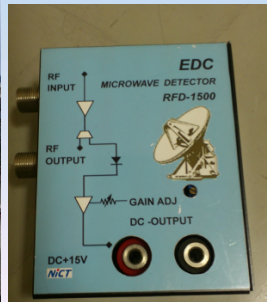
# <太陽観測>

## ■小口径望遠鏡とBSアンテナによる

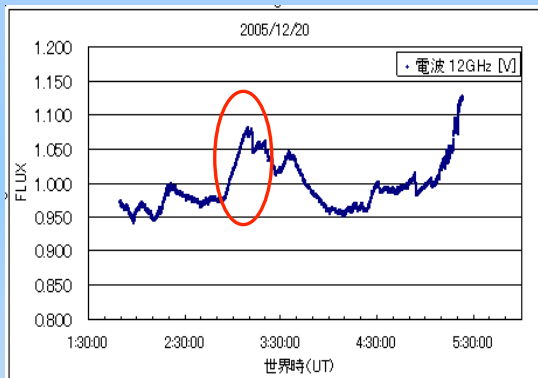
### 可視 & 電波の同時観測 (2005)

コロナドP.S.T. (H $\alpha$ , 半値幅<1.0Å) + WATECモノクロCCD  
BSアンテナ (12GHz) + EDC受信機 + DMM + PC取り込み

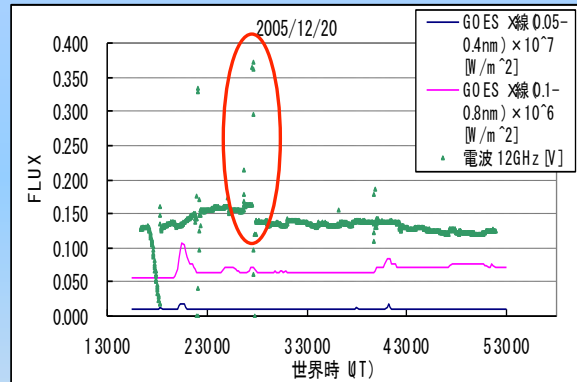
西はりま天文台, 野辺山太陽偏波計, GOES X-rayと比較



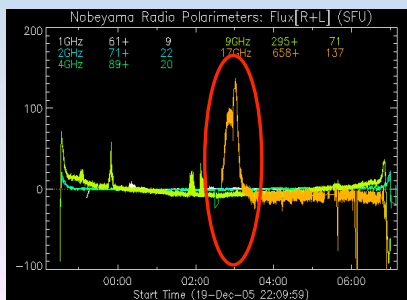
## 観測例 ~ 2005年12月20日 ~



西はりま12GHz電波



高専12GHz電波とX線(GOES)



野辺山



H $\alpha$ (高専)

## 現状と課題

- ・ 有意なイベントは未検出
- ・ 2014現在はCall Kの観測も可能
- ・ 将来的には電波干渉計の試みも？
- ・ 望遠鏡の常置に適した場所がない
- ・ 周囲の物体の熱放射を拾ってしまう

## <太陽観測>

### ■高速度カメラを用いたシーイング補正実験 (2007～)

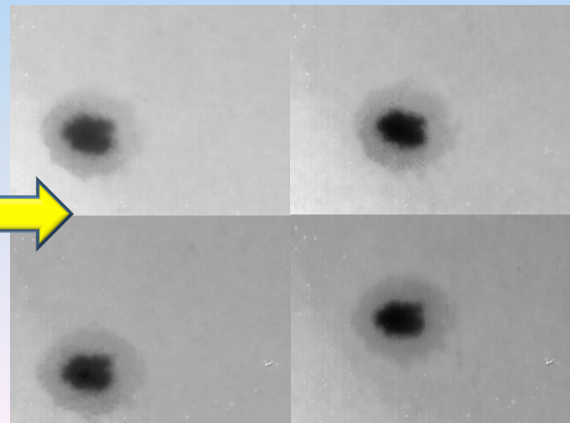
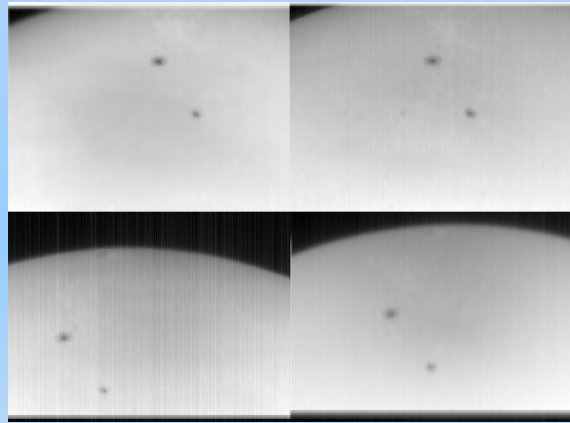
タカハシ10cmF8屈折+EDMUND 反射型NDフィルタ (D3.0)  
+REDLAKE高速度カメラ→IDLで解析 (SHIFT-AND-ADD法)

月の直焦点像→月の拡大像→太陽の拡大像→拡大率アップ

1,000-2,000 fps (0.4"/pixel)  
1/1,000-1/2,000 sec exp.



メーカー	REDLAKE
名称	Motion Proモデル2000 (モノクロ)
最高撮影速度	2000[コマ/秒] 1024×256[pixel]
寸法	105.4×91.4×42.2[mm <sup>3</sup> ]
質量	0.7kg



## 現状と課題

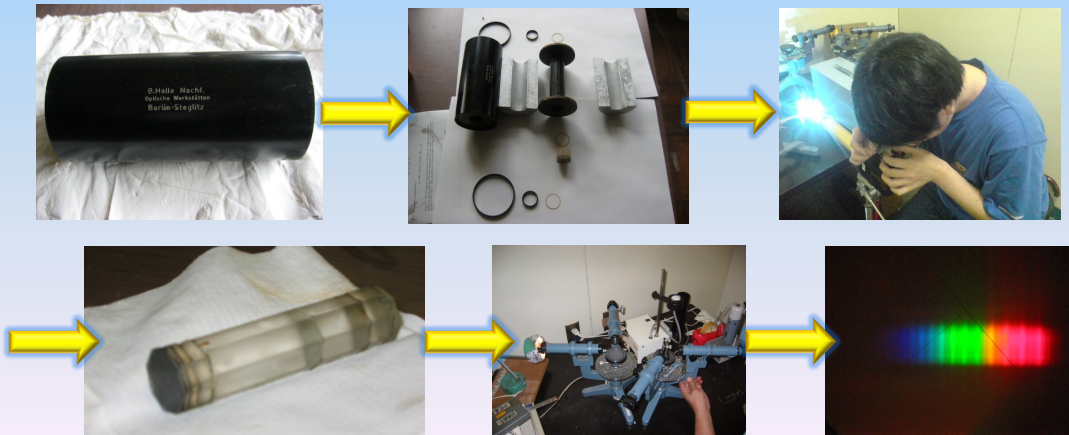
- 一応の画質改善はできた
- 単純なSHIFT-AND-ADD法は限界
- Correlation Tracking?
- 2次元フーリエ解析?
- 時間方向の周期解析

# <観測機器>

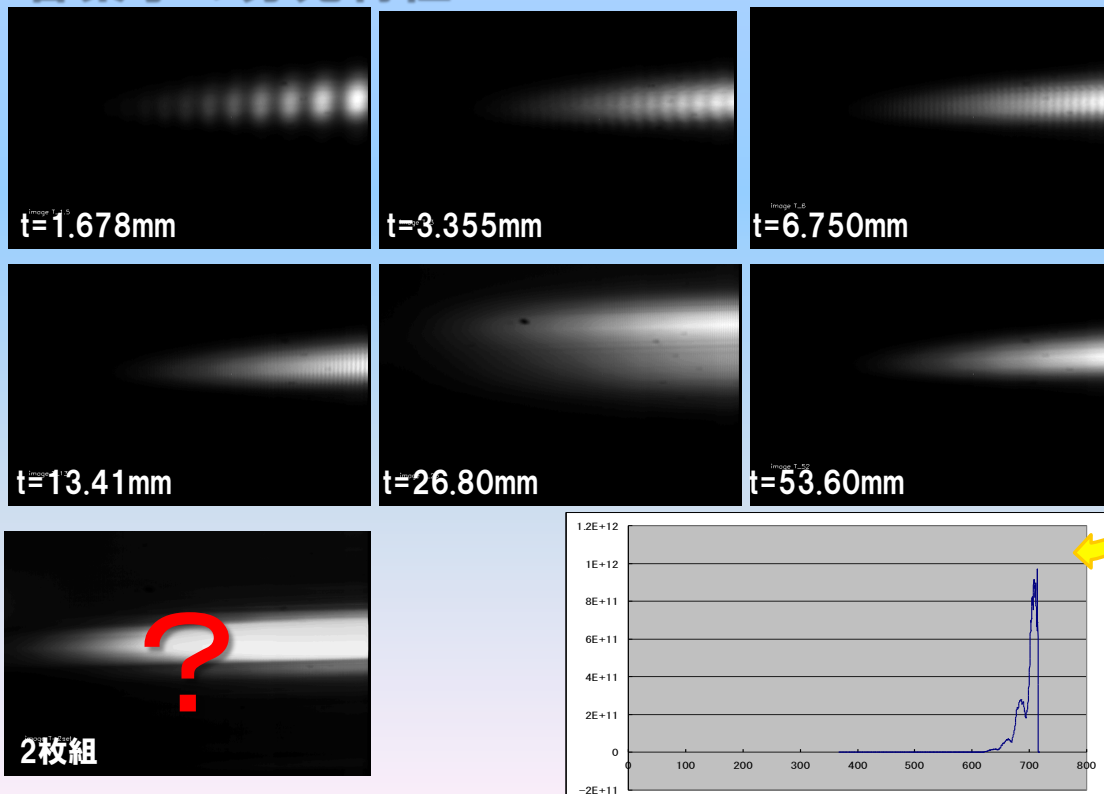
## ■リオフィルタの再構築と性能評価

(2006-2007)

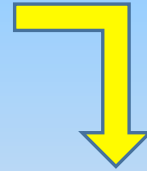
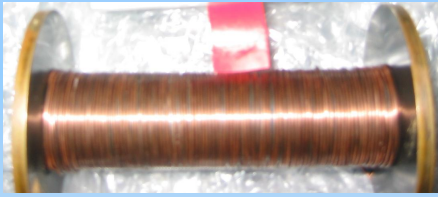
リオフィルタの不動作品を借り受けて修復を試みた。  
分解→清掃→偏光軸の確認→再組立て→分光特性の測定



## 各素子の分光特性



## 温度制御実験 (40.0±0.1℃以内)



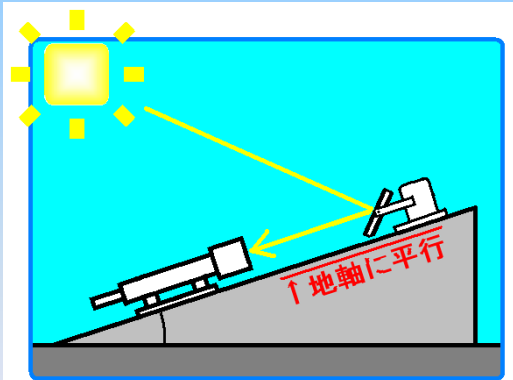
## 現状と課題

- ・ 最終段階で頓挫中
- ・ 途中までは成功 (?)
- ・ 温度制御には一応成功

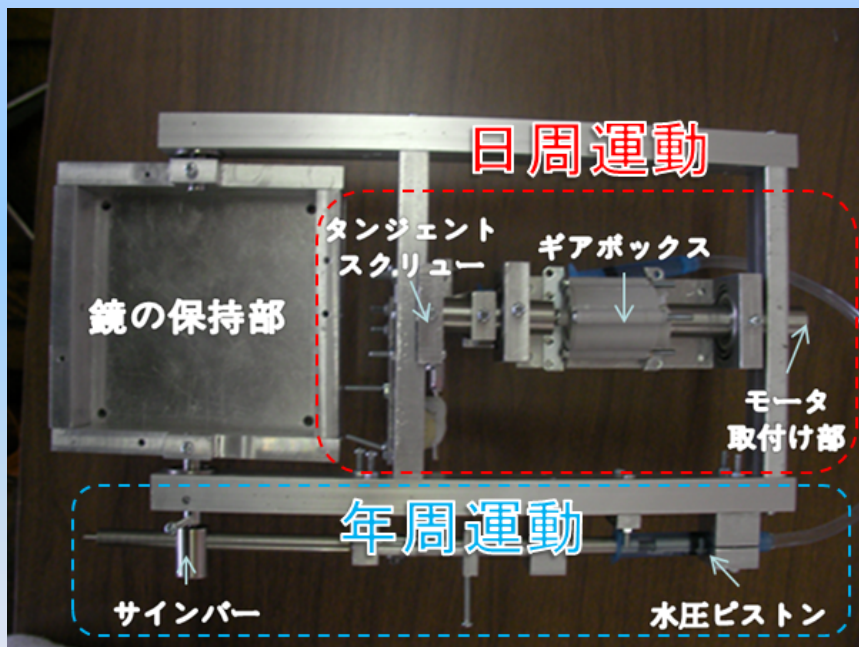
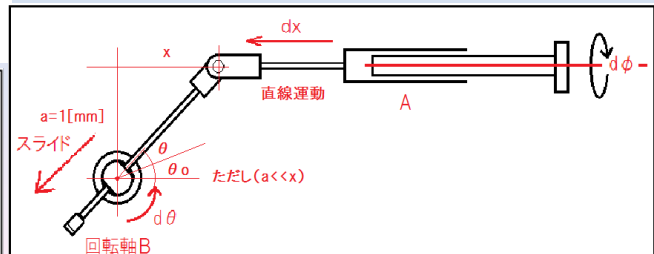
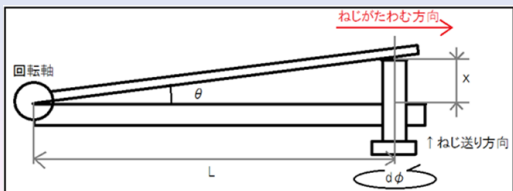
# <観測機器>

## ■小型ヘリオスタットの製作(2011)

10cm平面鏡が搭載可能なヘリオスタットを製作しようとした



- 日周運動
  - ステッピングモータ
  - ギアボックス
  - タンジェントスクリュー
- 年周運動
  - サインバー



外形寸法 [mm]	325×190×135
重量 [kg]	1.74

## 現状と課題

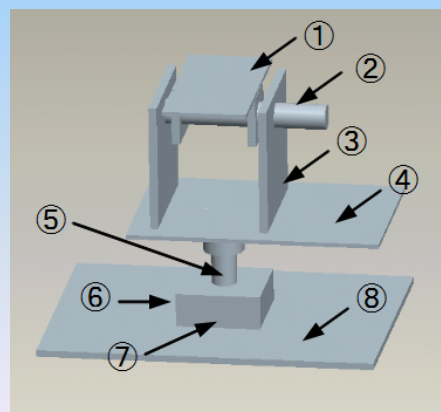
- ・ 機構部の製作はほぼ完了
- ・ ステッピングモータによる駆動  
微小角度調節機構の評価実験  
水圧ピストン装置の修正

## < 観測機器 >

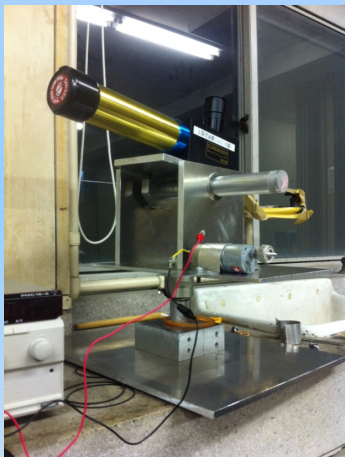
### ■ 小型赤道儀式架台の製作 (2012~)

コロナドPST (H $\alpha$ およびCaK) を搭載するための  
フォーク式赤道儀を製作

PSTの寸法・重量	H $\alpha$	CaK
口径	40mm	40mm
焦点距離	400mm	400mm
口径比	F10	F10
全長	約390mm	約360mm
重量	約1.3kg	約1.3kg
半値幅	<1.0A	<2.2A

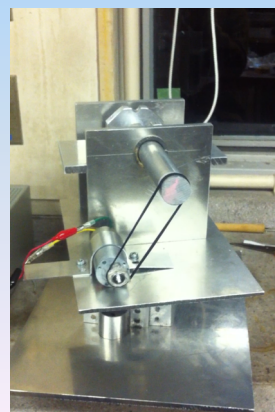
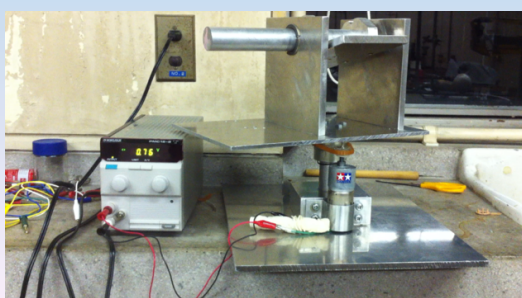




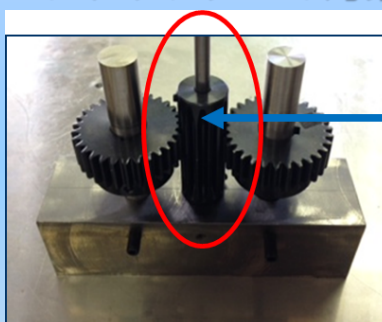


インシュレータ、ブッシュ、DCモータ

## 動作試験

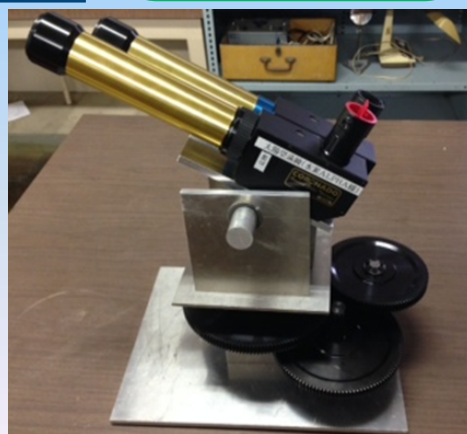
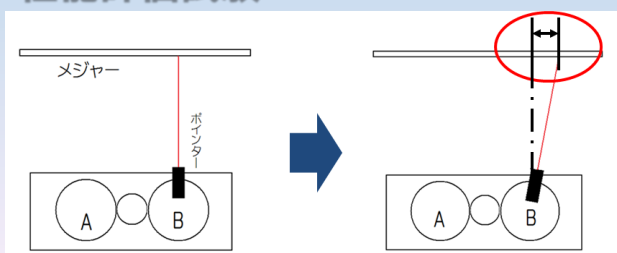


## バックラッシュの対策・・・回転移動式



- ギヤ系を用いたことにより
- ・滑りの解消
  - ・望遠鏡を搭載した状態で駆動可能に
  - ・位置固定が可能に
  - ・大幅な重量増加

## レーザーポインターを用いた性能評価試験



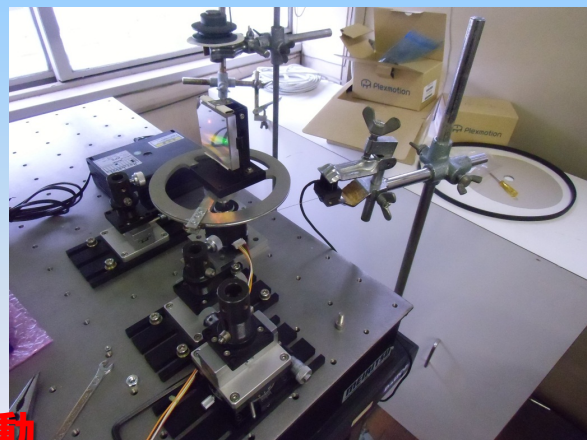
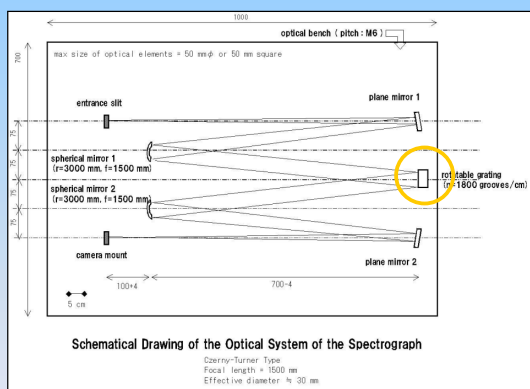
## 現状と課題

- ・ 赤経軸の部分は完成
- ・ モータを用いた駆動系と制御系の開発へ

## < 観測機器 >

### ■ 回折格子の精密回転装置の製作 (2007~)

#### ツェルニー=ターナー型分光器の回折格子の回転装置



stepping motorで駆動  
リニアエンコーダとレーザを用いて性能評価  
→ 回転精度 $\sim 0.016^\circ$  ( $\sim 58''$ )

## 現状と課題

- $1/100^\circ$  の精度で回転制御できた
- 回転方向切換時に誤差が出る  
(モータの特性の問題)
- 回転角の絶対値が保持できない  
(エンコーダの特性の問題)

## まとめ

- 理学としての興味と技術者教育の一環としての実践を（できる限り）結びつけるよう努力。  
→学生のモチベーションを上げて、質の高い卒研（＝総合的な技術者教育）を目指す。
- 予算の制限内でどれだけ良いものを作るか？  
→知識と技術が磨かれる（ことを目指す）。
- ほとんどのテーマは1年間では完成できない。  
→多年度にわたる継続性の確保が課題。

## 参加者からの感想・コメント

1. 今回のワークショップについて、どのようなことを期待して参加され、満足できる内容でしたか？

- ・ 交流と情報 概ね満足しました。
- ・ アマチュアの黒点観測について観測環境と必要度、情報の集約の現状を把握したく参加しました。十分に情報収集ができました。
- ・ アマチュアの皆さんと研究者の交流を期待して参加しました。比較的満足できる内容でした。
- ・ 各観測サイトの情報および活動についての情報収集を期待し、ほぼ満足出来る内容だった。
- ・ 大変勉強になりました。
- ・ 研究者やアマチュアの最新の情報が得られることを期待しました。参加して、様々な分野での太陽観測の取り組みを知ることができました。
- ・ 観測結果や実践例について情報交換できればと思い参加しました。太陽観測に真摯に取り組んでおられる方々にお会いできたので、参加してよかったです。
- ・ 太陽観測者がどのような先進的観測をしているかに興味があったがいろいろな事をしている観測者の手法を知ることができて良かった
- ・ 地上でノンプロの太陽観測にどのような手段や機材があるのか期待して参加しました。
- ・ 発表が（ポジションとしてはノンプロだが）プロの訓練を受けた方達と、アマチュアとして長年経験を積んでこられた方達に二分されていて、どちらがメインのプログラムだったのか、聞いていて多少迷いましたが、いずれも興味深い内容でした。
- ・ 地上観測の現在と、今後の展望を知りたかったため。

2. どの発表が印象に残りましたか？

- ・ 講演と簡易分光装置の実用開発
- ・ 一本さんの画像改善の発表が印象に残りました。
- ・ (基調講演) シンチレーションとシーイングの意味の違いと、そうした現象の解析と対策は興味深い内容でした。
- ・ 各種画像処理について
- ・ 高解像度撮影・撮像について
- ・ 「あなたの望遠鏡が分光器つき望遠鏡に!!」
- ・ 小型分光器による単色画像の取得は、アマチュアでも可能な方法であることを知りました。
- ・ スケッチによる黒点観測や最近の太陽活動などに関連したテーマやはり身近なものになりました。
- ・ 日食情報センターの紹介がありましたが、アマチュアでも組織を作り長期にわたって活動を行っていることで、十分プロの方々と連携できるのではと感じました。特に内部コロナの物質密度の測定など地上観測ならではの面白いテーマだと感じました。
- ・ 茨城大学の太陽観測システム

3. 次回またこのような太陽観測をテーマにした研究会を行うとしたら、  
どのような内容を期待しますか？

(例：講演、発表、見学、画像処理、実習、観測機器の紹介など)

- ・ 今回の講演のようなプロの研究事例およびアマチュアでも可能な研究事例：撮像で終わらないもの
- ・ スケッチによる黒点観測や最近の太陽活動などに関連したテーマにした講演や発表
- ・ 最近、アマチュアの皆さんが撮像する画像の質に驚かされることがよくあります。しかし、太陽で生じている物理現象の知識については不足しているのではないかなという印象を受けます。そこで、アマチュアの皆さんにはどのような観測を行うとどのような物理現象が検出
- ・ 研究者による講演を是非お願いします。
- ・ 研究できるかという紹介講演を、研究者の方々にはアマチュアの皆さんの画像改善の知恵を紹介する講演を開催してはいかがでしょうか？
- ・ 新規の観測サイトおよび活動についての情報、観測機器の紹介など
- ・ スペクトルについても機会があれば議論したいです。
- ・ 日食は太陽の現象ですが日常的に観測できるテーマではなく、他の発表機会もあることから、このワークショップでは他のテーマの方が良いと思います。
- ・ 太陽像を集約化するシステムについては、これからも検討を続けて欲しいと思います。
- ・ 太陽望遠鏡がある施設、学校（中学、高校、大学）などで行われている活用方法や実践の報告など。「綺麗な写真がとれました」という報告会で終わらせないこと。
- ・ 太陽活動のトピック
- ・ 難しいですが、個人的には観測機器の紹介がいちばんありがたいです。
- ・ 地上観測は衰退する一方に感じることから、存在をアピールできる研究会になればと思います。特に学生に対して、華やかな太陽観測衛星についても、確実に動作する装置を打ち上げないといけないので、10年遅れの技術であること、地上での先進的な観測装置の開発は不可欠であることを中心に地上観測の魅力を発信できればと思います。
- ・ 国立天文台には国内の観測のとりまとめのような役割を担って頂けると、地上観測のベクトルも揃うのではないかと感じます。

4. その他、気がついたことをご自由にお書き下さい。

- ・ 参加者のカテゴリ分け（研究者、施設職員、個人とか）とその全国分布図などがあると良いかなと感じました。
- ・ 地方のアマチュアでも大変参考になりましたありがとうございました。最新の観測や研究に関する情報に接することができました。難しく理解できないところもありましたが知識を広めることにつながられました。
- ・ このような会に参加させていただき、ありがとうございました。懇親会も楽しめました。
- ・ このようなワークショップはプロ、アマが交流できる貴重な機会だと思います。お互いの観測データを活用するためにも、情報を集約するシステムが長期間安定して機能していく必要があると思いました。
- ・ 発表者も多いので、研究会を2日間にしたほうが良いかもしれません。
- ・ 出来れば広い会場の確保をお願いします
- ・ 隔年で開催してもらえると楽しみ
- ・ 本当にお世話になりました。たいへん勉強になりました。