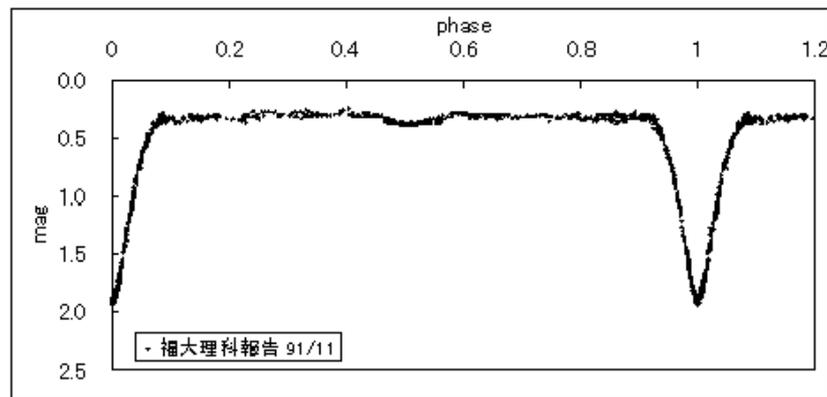
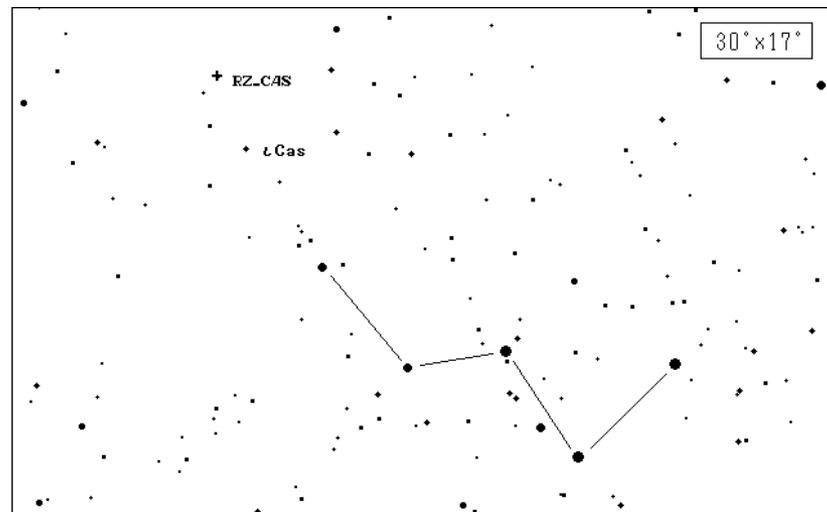
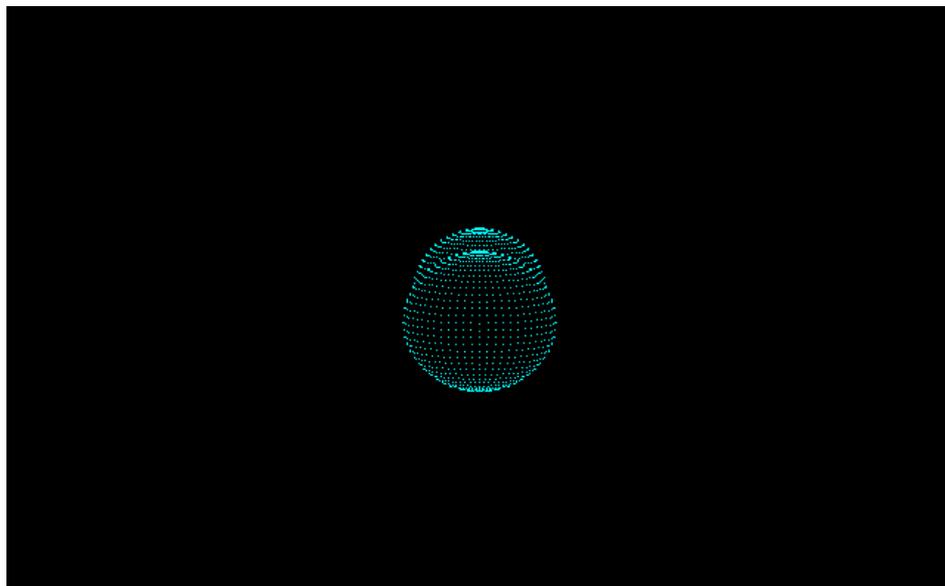


ステラショットを用いた自動分光・測光望遠鏡 (食連星の観測)

2021年10月23日
変光星観測者会議
on Zoom
永井和男

食連星とは

- 連星の公転面が視線とほぼ重なると
- 星が星を隠す、食を起こします
- 食によって暗くなります



わたしは何がしたいのか？

• 食連星の分光・測光

– 測光

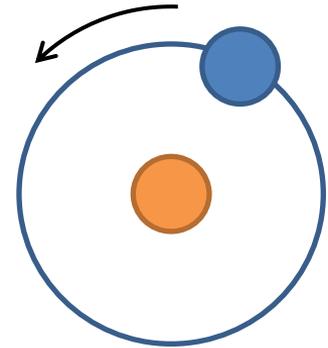
- 食連星の光度曲線の取得(全位相)
- 公転周期変化を知る
- 全位相の観測から連星モデル解析
- 光度曲線の歪み(黒点の位置とサイズ)
- 多色測光が望ましい(U, B, V, Ic..)

– 分光

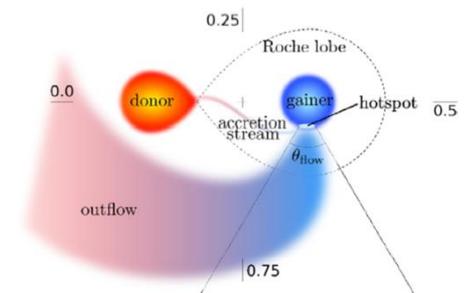
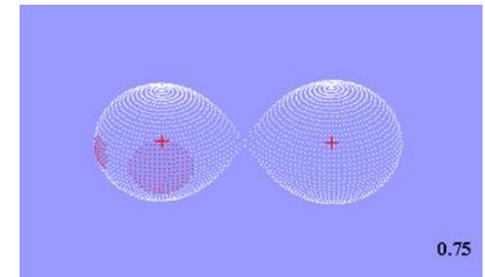
- スペクトル型の決定
 - 接触系のサブクラス決定(早期か晩期か)
- 温度の変化を検出したい
 - 半分離型の質量移動に伴うHot Spotの検出

– 分光・測光

- Late type接触連星系のフレア検出
 - 白色光やH α のフレアを分光と測光で探す
 - U, H α 測光 / 低分散分光



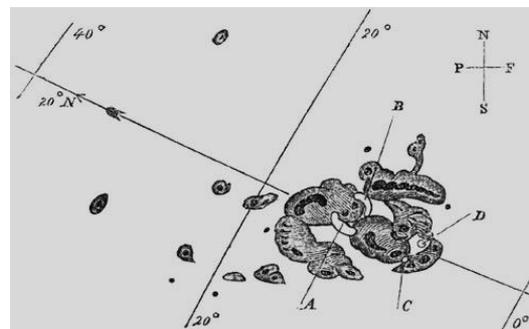
一晩で少ししか観測できない



R.Deschamps et. al. , 2015

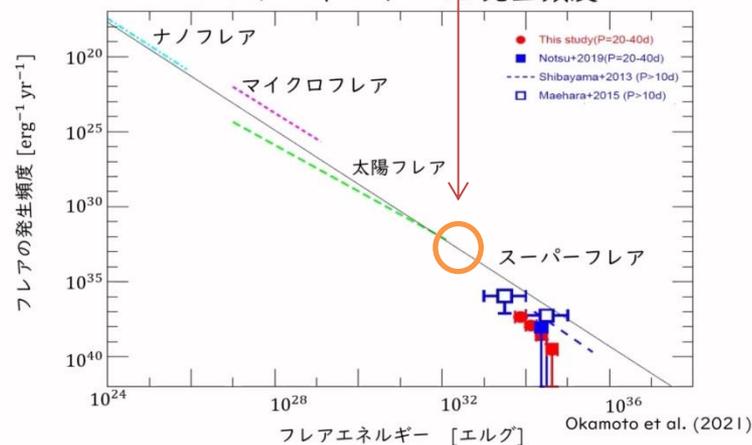
観測される恒星フレアは珍しい

- 観測史上最大のキャリントンフレアでも太陽全体の1万分の1しか明るくならない
- TESSが観測したLQ Hyaのフレアは2.7%も明るくなっている
- 恒星のスーパーフレアなら観測出来る
- 若い星・低温・高速自転(ロスビー数が小さい)



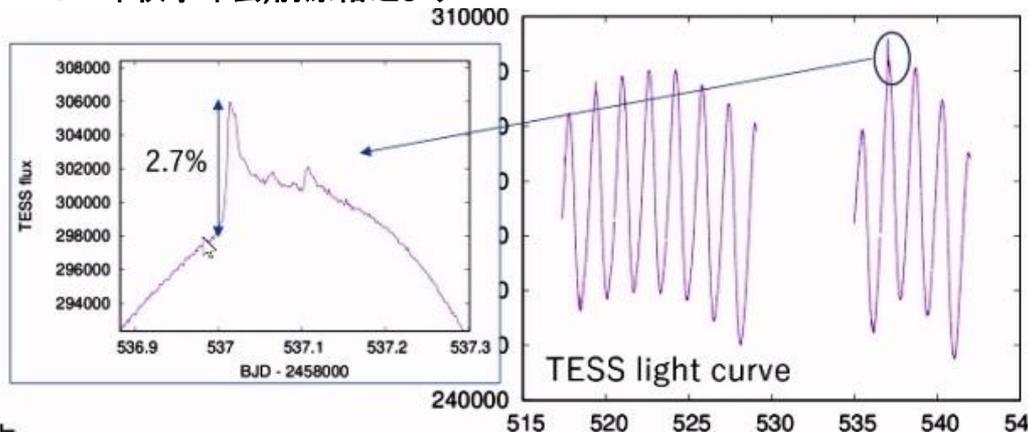
https://en.wikipedia.org/wiki/Carrington_Event

第67回公開講演会, 野上大作より
フレアエネルギー vs 発生頻度



キャリントンフレアの100倍のエネルギーのスーパーフレアは6千年に1度くらい?

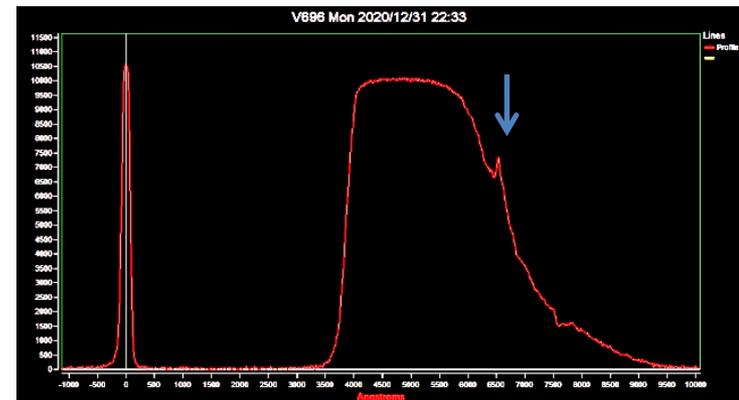
2021年秋季年会, 前原裕之より



接触連星系のフレアー

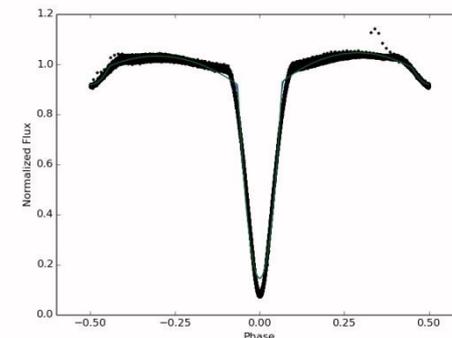
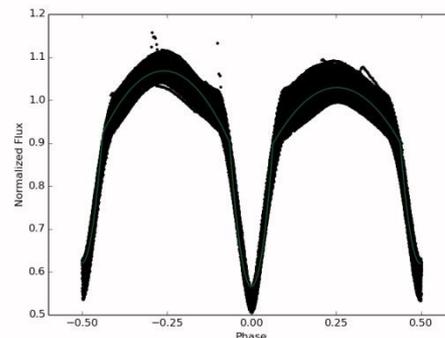
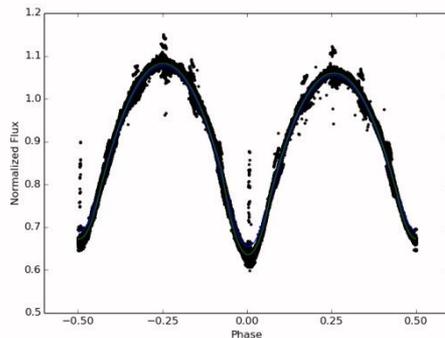
- Late typeの接触連星系は低温で自転が早く、深い対流層による活発な彩層活動

H α 輝線の観測例



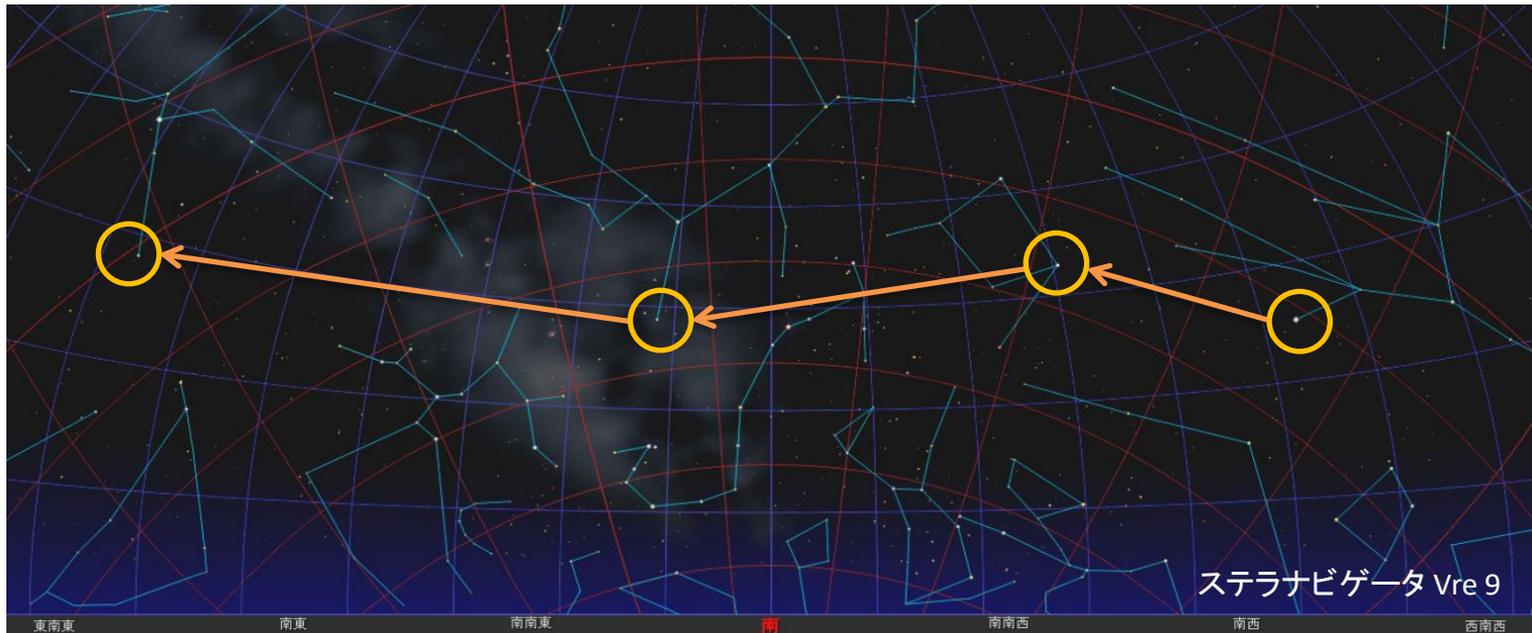
- 以下の光度曲線はケプラーが観測したO'Connell Effectのある連星の光度曲線です

<https://www.aavso.org/oconnell-effect-target-list>



どのような観測をしたいのか？

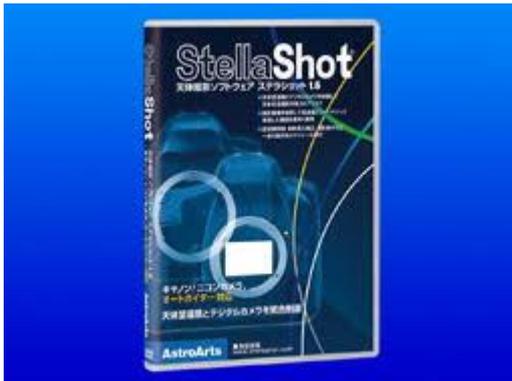
- 観測は連続撮影になります
 - 長時間、その星を何枚も撮影する
 - 測光フィルターの交換、分光器の装着
- 食連星はたくさんあります
 - 数万個発見されています
 - 観測するサンプルは多い方が良い
- 観測の手順
 - 目的星を導入して連続撮影をします
 - 測光の場合はフィルターを交換しながら撮影する
 - やがて日周運動で観測出来なくなる
 - 次の目的星を導入して観測を続ける
 - これを日の出まで繰り返す



ステラショットが便利

Pros

- スケジュール撮影
 - 導入
 - 指定枚数の撮影(デジカメのみ)
- 導入補正
 - 数度の導入ミスでも補正する
- オートガイド
 - 分光には嬉しい

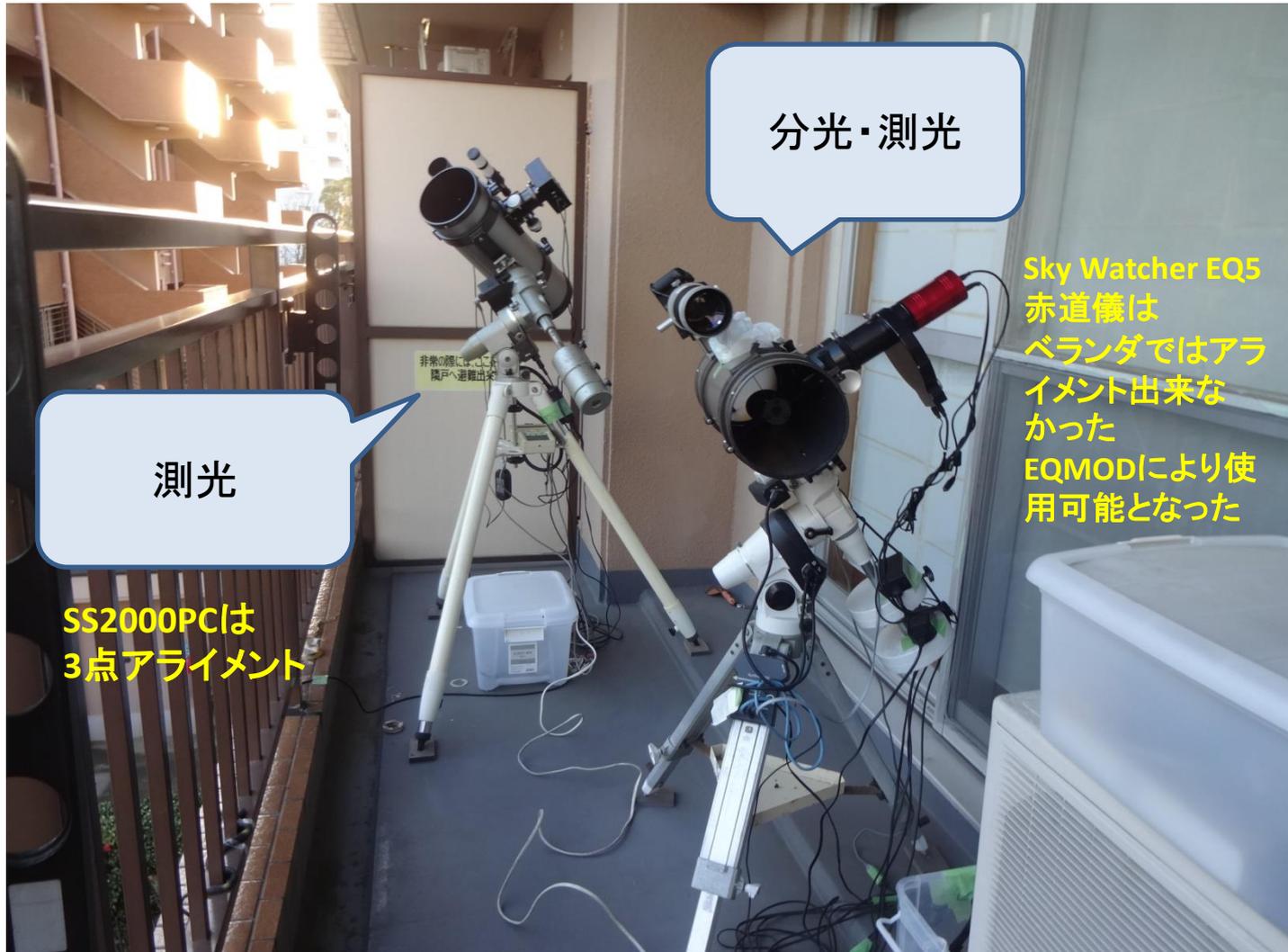


Cons

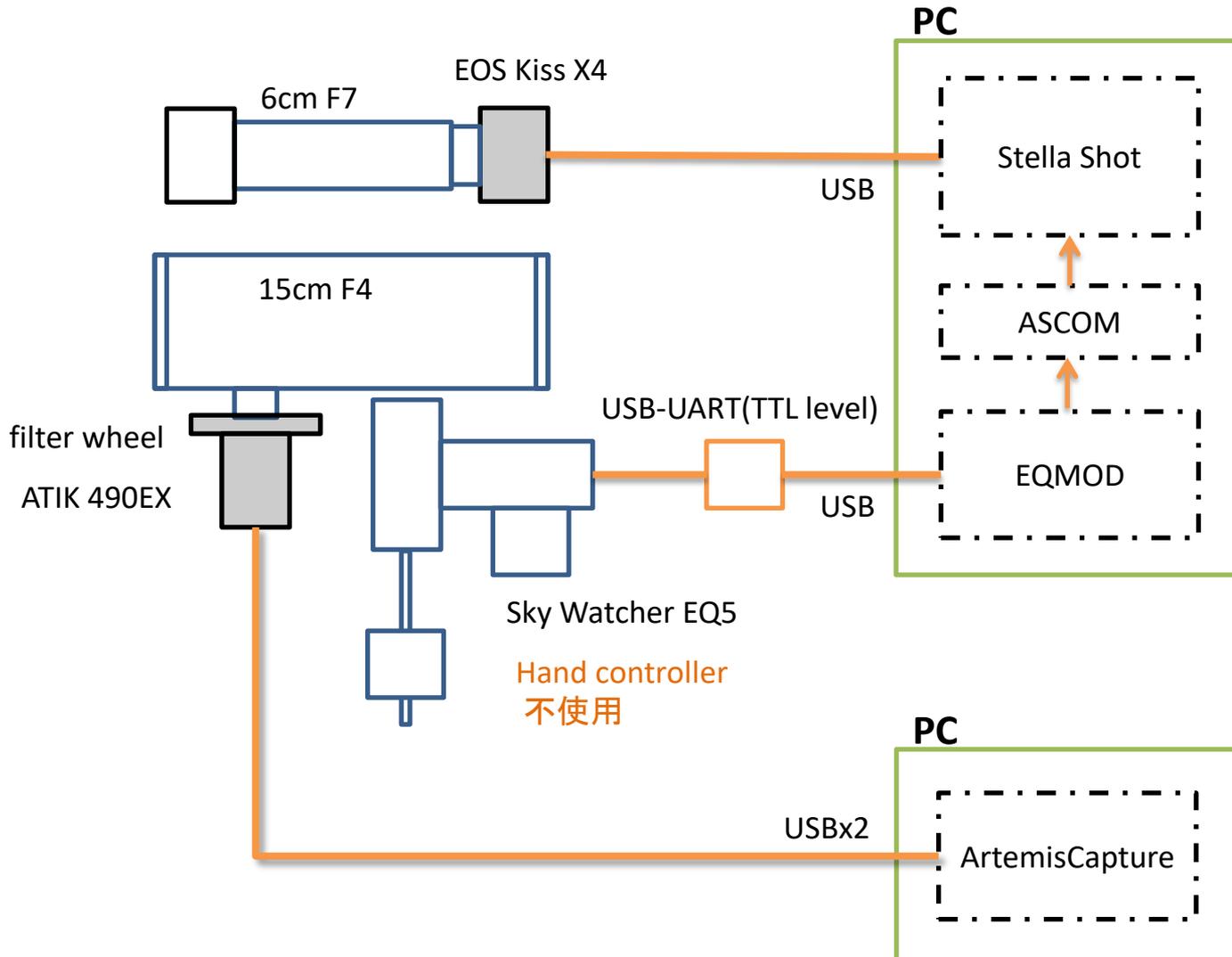
- 冷却CCDが使えない
- 星図表示はReal Timeのみ
- 夕方に明け方のスケジュール作成ができない
- 導入時だけ導入補正する
 - その時、曇っていると導入補正できない
- オートガイドが難しい
 - 設定がPHDとかなり違う
 - 失敗すると観測中にPCがシャットダウンしてしまう

私の現状は
Auto Guide が解決出来てない

ベランダの様子



観測システム



撮影スケジュール

- ・望遠鏡GOTO
- ・導入補正
- ・DSLR撮影

独立して動作
しています

CCD連続撮影

- ・U,B,V,Rc,Ha,Ic多色
- ・SA-100分光器

SA-100分光器



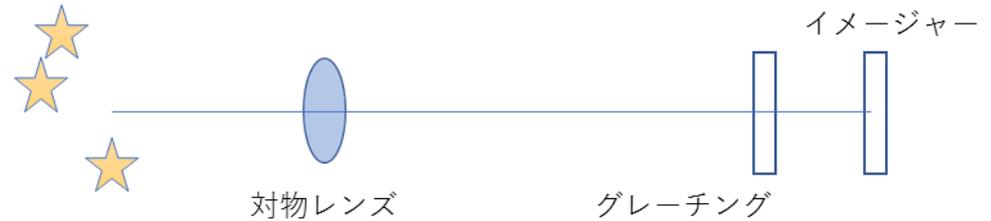
The Star Analyser SA-100, SA-200



The Star Analyser 100 grating screws onto your camera nose or filter wheel

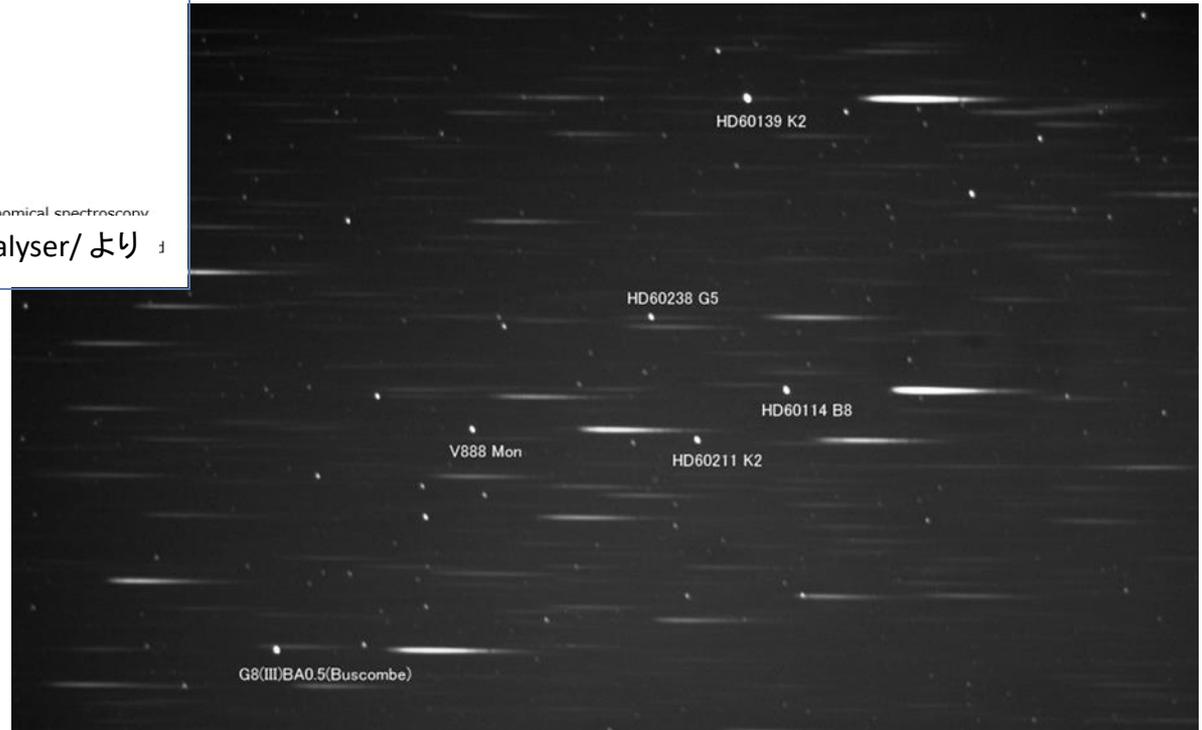
Our Star Analyser 100 (SA-100) grating is designed specifically for amateur astronomical spectroscopy

RSpec <https://www.rspec-astro.com/star-analyser/> より



100本/mmのブレードグレーティング
31.7mmフィルター枠
アイピースなどにねじ込んで使う
基本的にフォーカスは合いませんが、
目立つ吸収線は写ります

分解能はシンチレーションに左右される
(フォーカス、ガイド流れも)
スリットが無いので面天体には不利



ステラショットのスケジュール作成

- ステラショットはReal Timeで星図表示
- このあとに昇ってくる星をスケジュールできない
- スケジュールを作成するとcsvファイルが作られる
- この[csvファイルの作成ソフトを作りました](#)
- スケジュールcsvファイルの書式を知る必要がある

ステラショットで
撮影スケジュールが作れる
しかし、この時刻の星野だけ



ステラショットスケジュールファイル

```
sch_20200305_1900.csv - メモ帳
ファイル(E) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
SequenceCaption="Schedule For StellaShot", Model=""
StartJd="None", Enable="True", GotoObject="star.GCVS.ISCma", GotoRa=95.233333, GotoDec
StartJd=2458913.91700000, Enable="True", LiveViewShooting="False", ShotType="Normal",
ExposureTime=30.0000000000000000, ISO=800, Aperture=-2.0000000000000000, Quality=337
StartJd="None", Enable="True", GotoObject="star.GCVS.V0416Cma", GotoRa=103.133333, GotoDec
StartJd=2458913.92279241, Enable="True", LiveViewShooting="False", ShotType="Normal",
ExposureTime=30.0000000000000000, ISO=800, Aperture=-2.0000000000000000, Quality=337
StartJd="None", Enable="True", GotoObject="star.GCVS.V0361Pup", GotoRa=106.970833, GotoDec
StartJd=2458913.94473686, Enable="True", LiveViewShooting="False", ShotType="Normal",
ExposureTime=30.0000000000000000, ISO=800, Aperture=-2.0000000000000000, Quality=337
StartJd="None", Enable="True", GotoObject="star.GCVS.TYPup", GotoRa=113.191667, GotoDec
StartJd=2458913.95539658, Enable="True", LiveViewShooting="False", ShotType="Normal",
ExposureTime=30.0000000000000000, ISO=800, Aperture=-2.0000000000000000, Quality=337
StartJd="None", Enable="True", GotoObject="star.GCVS.SAnt", GotoRa=143.075000, GotoDec
StartJd=2458913.97267667, Enable="True", LiveViewShooting="False", ShotType="Normal",
ExposureTime=30.0000000000000000, ISO=800, Aperture=-2.0000000000000000, Quality=337
StartJd="None", Enable="True", GotoObject="star.GCVS.XXSex", GotoRa=154.008333, GotoDec
StartJd=2458914.05568593, Enable="True", LiveViewShooting="False", ShotType="Normal",
```

- CSVファイルです
- 最初にタイトル行
- 以降は3行毎に導入・撮影などのコマンド行

スケジュールファイルの書式(1行目)

★導入の行

StartId="None"

Enable="True"

GotoObject="star.GCVS.ISCMA"

GotoRa=95.233333

GotoDec=-29.666667

GotoInfo=""

GotoObjectJD=-1.000000

GotoOnly="True"

AutoMatching="ExposureTime=10.0

ISO=1600

Aperture=-2.0000000000000000

Quality=3372220416

Repeat=20

BracketExposureTimeStep=0

BracketExposureTimeRepeat=0

BurstShootingMode=~None~

BurstShootingTime=1.0

BurstShootingNum=10

SaveTo=~PC~

WaitSaveToMedia=~Wait~"

BatchCaption="Batch1"

★星名(撮影画像のファイル名になる)

★GOTOするRA

★GOTOするDec

★露出時間

★ISO

★Jpeg、撮影フォーマットRAWも可

★導入補正繰り返し回数

★この番号順に処理される

スケジュールファイルの書式(2・3行目)

★撮影開始時刻の行

StartId=2458913.91700000
Enable="True"
LiveViewShooting="False"
ShotType="Normal"
BatchCaption="Batch2"
ActualExposeSecond=-1.000000

★撮影開始時刻

★撮影の行

ExposureTime=30.0000000000000000
ISO=800
Aperture=-2.000000000000000000
Quality=3372220416
Repeat=13
BracketExposureTimeStep=0
BracketExposureTimeRepeat=0
BurstShootingMode="None"
BurstShootingTime=1.0
BurstShootingNum=10
SaveTo="PC"
WaitSaveToMedia="Wait"

★露出時間

★ISO

★Jpeg

★撮影枚数

★PCにのみ保存

スケジュール作成プログラム

Object name	撮影枚数
HYAV0645	230
CRVSX	282
SCOV1667	305
SGRV4066	223
AQROO	204
	285
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1

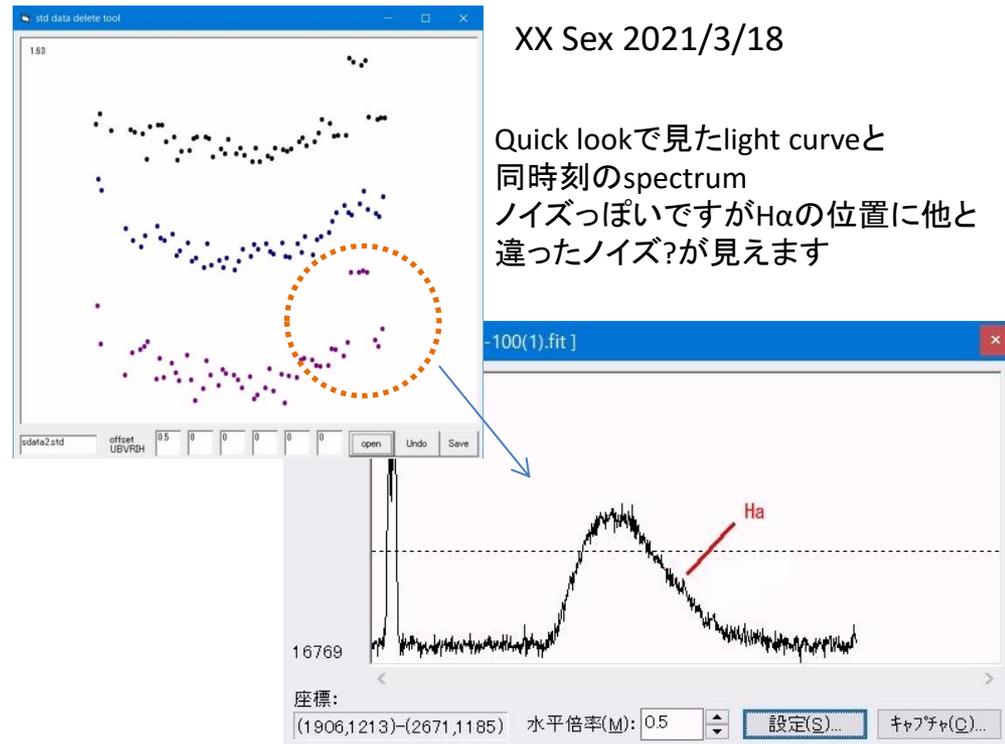
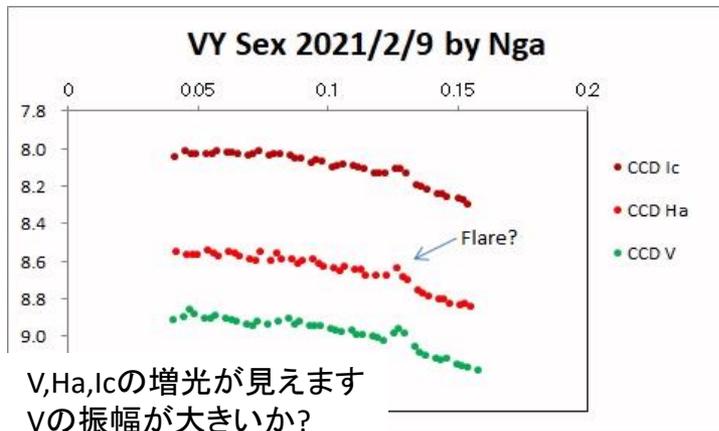
- 観測開始時刻を入力
- 観測したい順に星名を入れる
- 星名データベースから赤経・赤緯を抽出します
- 南中までしか観測出来ない
- 撮影枚数は自動で計算される
- 他の設定はiniファイルに記述
- 必要ならば30分毎に導入補正するスケジュールにします(別ソフト)

20200320-CLSex-0001.jpg	2020/03/20 19:28
20200320-CLSex-0002.jpg	2020/03/20 19:28
20200320-GRVir-0001.jpg	2020/03/20 23:13
20200320-GRVir-0002.jpg	2020/03/20 23:16
20200320-GRVir-0003.jpg	2020/03/20 23:16
20200320-GRVir-0004.jpg	2020/03/20 23:17
20200320-GRVir-0005.jpg	2020/03/20 23:17

ステラショットが撮影した画像ファイル

まとめ

- ステラショットとスケジューリング作成プログラムによって、望遠鏡の自動導入と、副望遠鏡でデジタルカメラ撮影を行って、導入補正をしています
- 主望遠鏡では冷却CCDカメラで多色測光と低分散分光をしています



- 接触連星系の分光・測光