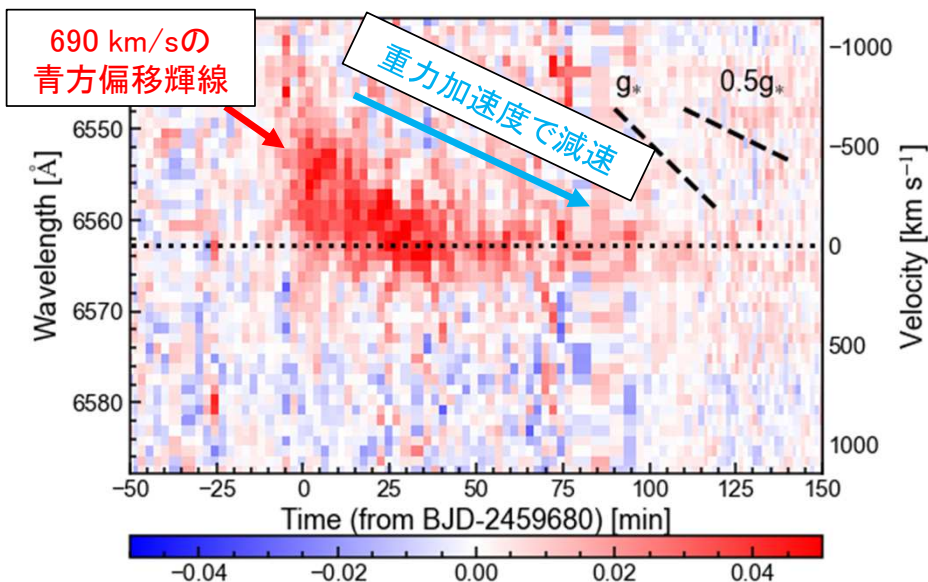
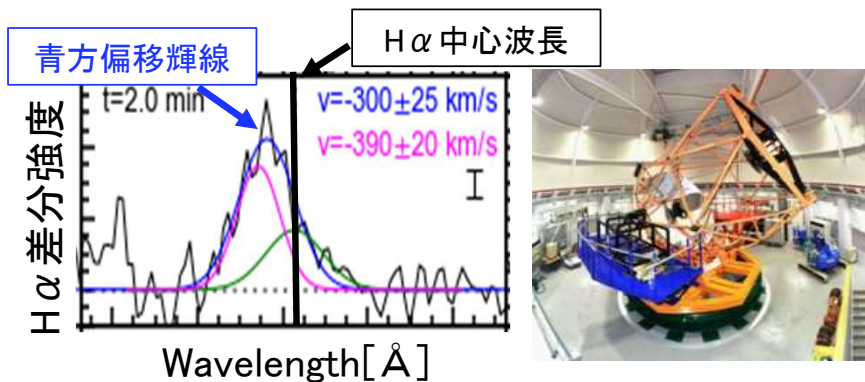


H α + Ca II HK専用中分散 分光器MIDSSARについて

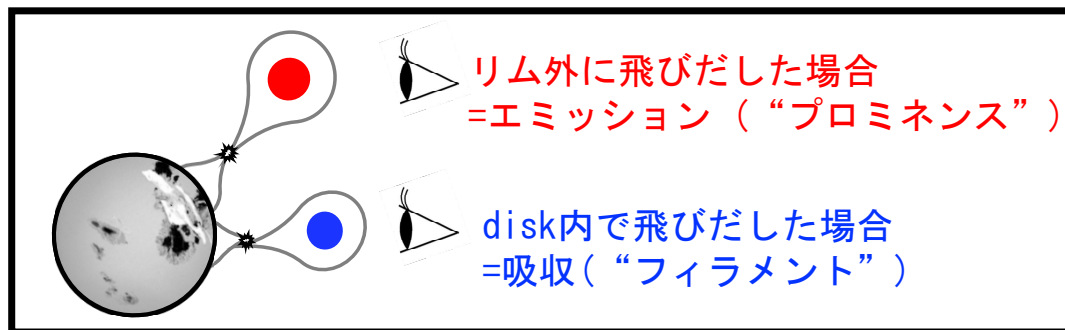
野上大作(京都大学)

このところ我々のグループでは、せいめい望遠鏡 + KOOLS-IFU/TriCCSを使い、潤沢な観測時間 + 低分散高時間分解能分光観測 (+X線観測)を武器にして、恒星スーパーフレアの**フレア時**に何が起こるのかを明らかにしてきた。

Result & Discussion 1: 噴出現象の多様性・頻度



- 2022年4月10日の 1.5×10^{33} ergフレア(EK Dra)
 \Rightarrow ~ 400 km/sで青方偏移する輝線成分を確認！
 (これまでのケースは吸収成分)
 \Rightarrow リム外に飛び出した「プロミネンス」噴出の証拠



- 太陽型星(&太陽)では、輝線・吸収線で、飛び出す場所を特定することが可能
- 11件中青方偏移は4件(2件で吸収、2件で輝線)
 \Rightarrow 頻度: そこまでレアな現象ではない
 (ただし、多様性は大きそう)

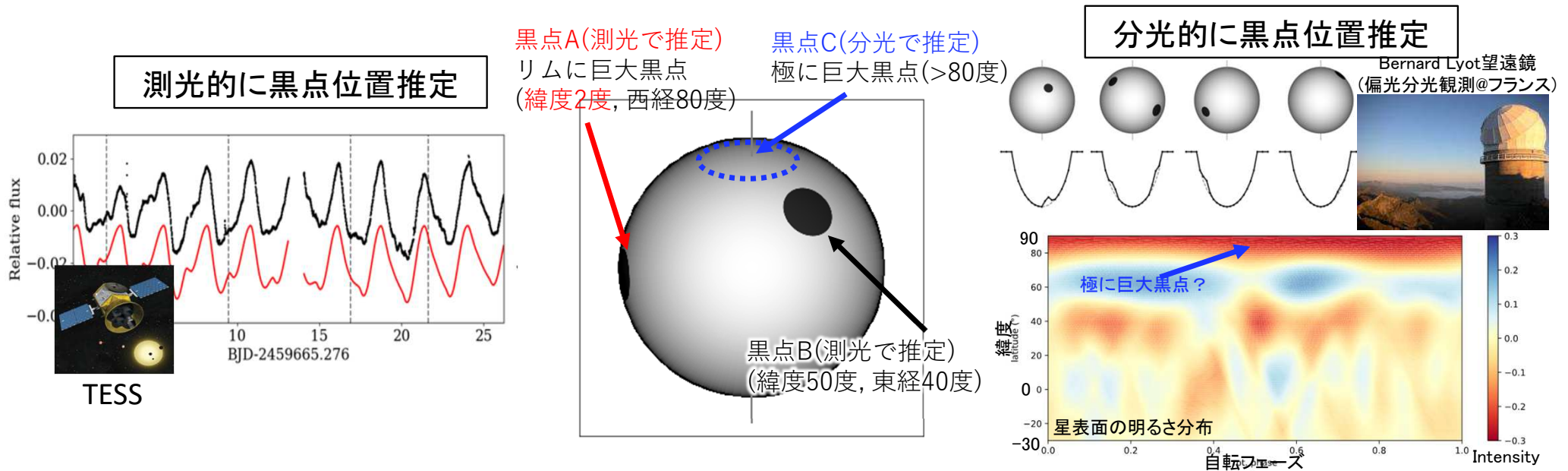
(Namekata K. et al. 2023b, submitted to ApJ & 2023d in prep.)

©行方さん
 せいめいUM2023

Result & Discussion 3: 噴出現象の起源

- 黒点の位置・大きさの推定
 - TESSの測光観測に現れる自転変動をモデル化(Ikuta et al. 2021)
 - Bernard Lyot望遠鏡の分光観測から、ドップラーイメージング
- プロミネンス噴出と矛盾ないのは？
 - ⇒ リムにある巨大黒点(黒点A=緯度~2度) or 極にある巨大黒点(黒点C)が起源？
 - ⇒ 惑星への影響、モデルとの比較において重要だが、区別できない

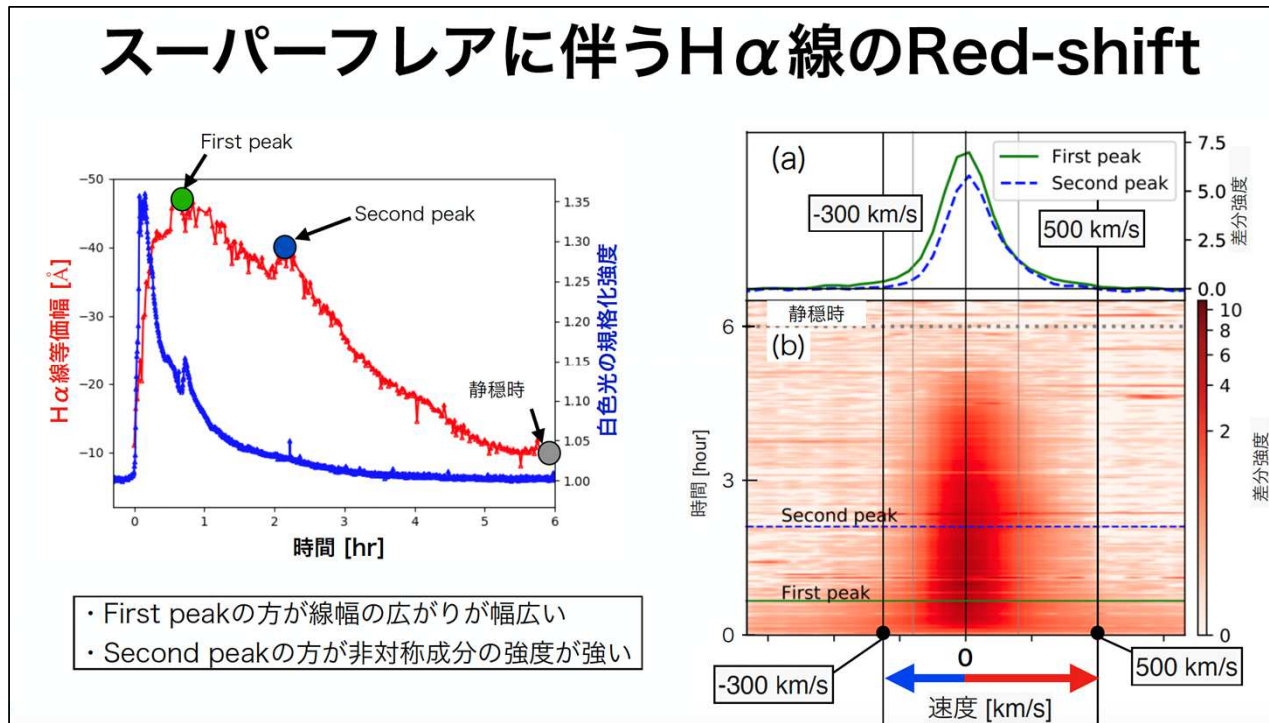
©行方さん
せいめいUM
2023



(Namekata K. et al. 2023c, in prep., Ikuta K. et al., 2023, in prep.)

Future Directions with Seimei. II

- (彩層線含む) **高分散分光器** ($R > \sim 20,000$) が (相変わらず) 欲しい \Rightarrow 恒星表面の理解



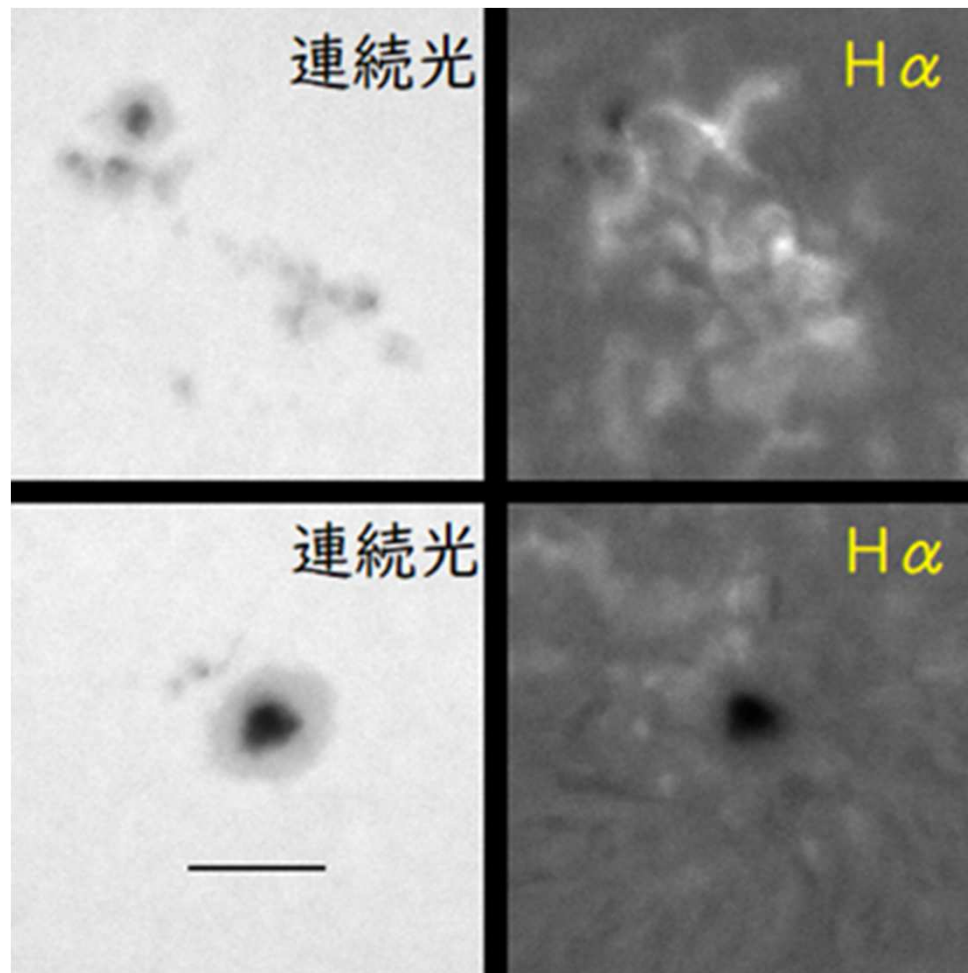
浪崎圭一, 修士論文発表資料より

Namizaki K, Namekata K, et al. (2023), ApJ

- 太陽フレア：彩層の運動が、数10 km/sで赤方偏移するH α 線で観測
- M型星スーパーフレア：H α 線の赤方偏移(数100km/s)がKOOLSでも見えた (Namizaki et al. 2023)
- しかし、**太陽型星ではフレア放射の赤方偏移はまだ可視で見つかっていない**
- おそらく、KOOLSでは分解能不足

©行方さん
せいめいUM2023

太陽での黒点の複雑さとフレア



2023年5月24日の太陽の2つの黒点の連続光画像(左)と同場所のH α 画像(右)(京都大学飛騨天文台SMART望遠鏡で撮影)。

上の黒点(群)は複雑な構造をしていて、周辺がH α で光り、大きなフレアが頻発した。一方、下の黒点は大きい(黒線は太陽面上の50,000km)が、フレアを起こさなかった。

Ca II H&K線でも同様の傾向。

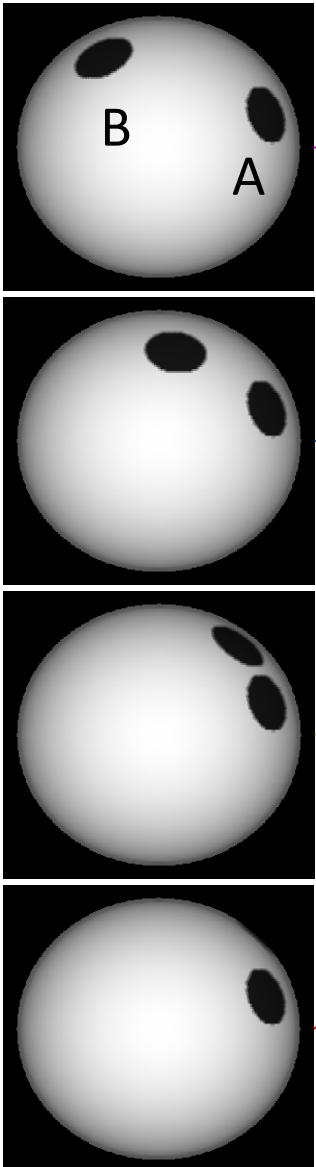
次の展開として

- フレア中のプロファイルの変化を正確に捉え、状況把握の精密化(加減速・どこで何が起きているか)
- フレアのもとになる黒点そのものやその生成消滅の様子を明らかにしよう！

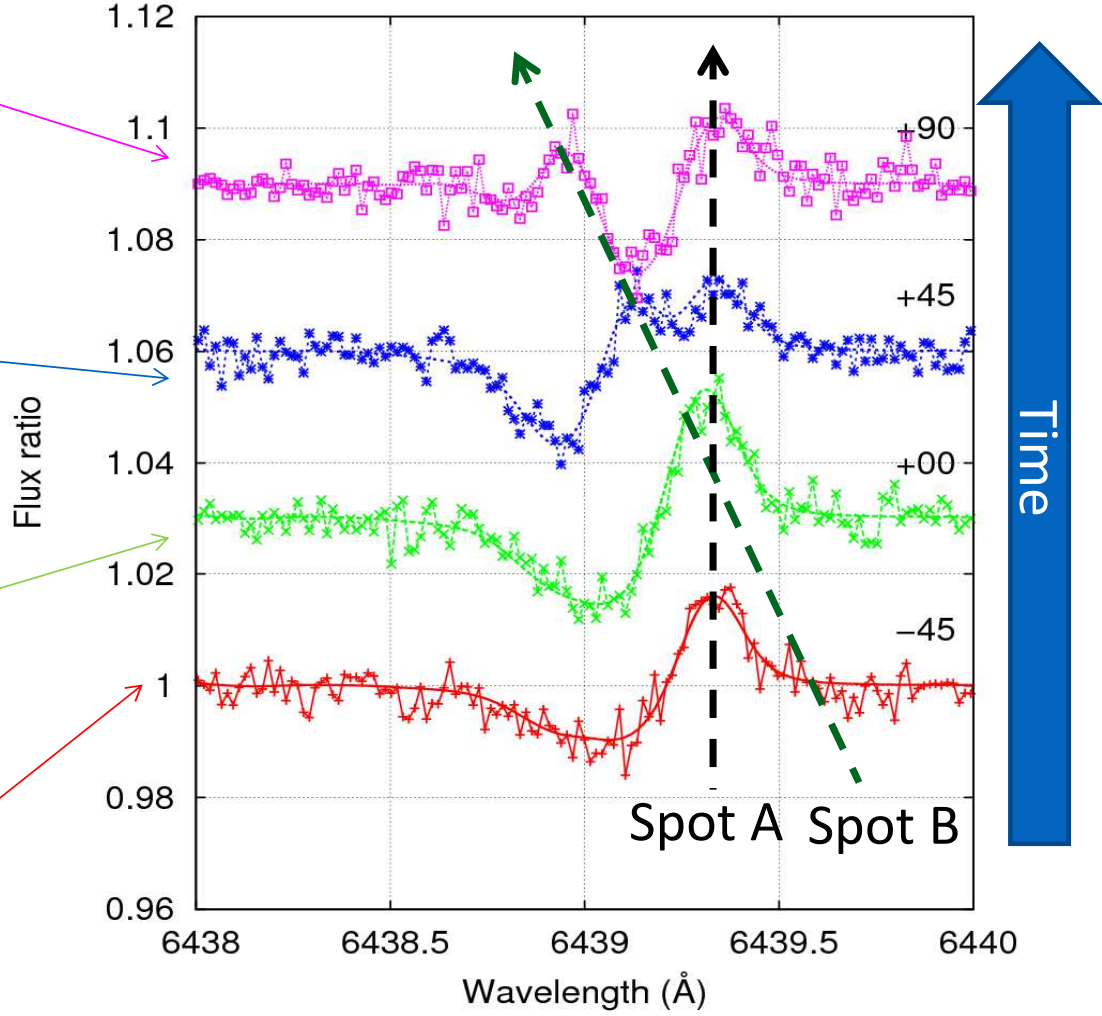
→

- 多数の光球吸収線のプロファイルの変化を精密に捉える←Doppler tomography, Zeeman効果
- 黒点の複雑さを調べたり、白斑を捉えることができないか。H α 、Ca II H&K。→H α と多数の光球吸収線を含む可視高分散分光+Ca II HK線中分散分光
- これを継続することにより、巨大黒点の生成・消滅を捉え、理論シミュレーションとの比較でそのメカニズムに迫る。
- 太陽のSun-as-a-star観測データとの直接比較

黒点がない時の線輪郭との差分



$V_{\text{rot}}=15\text{km/s}; R=100,000; S/N=200$



スペック概要

可視高分散分光器

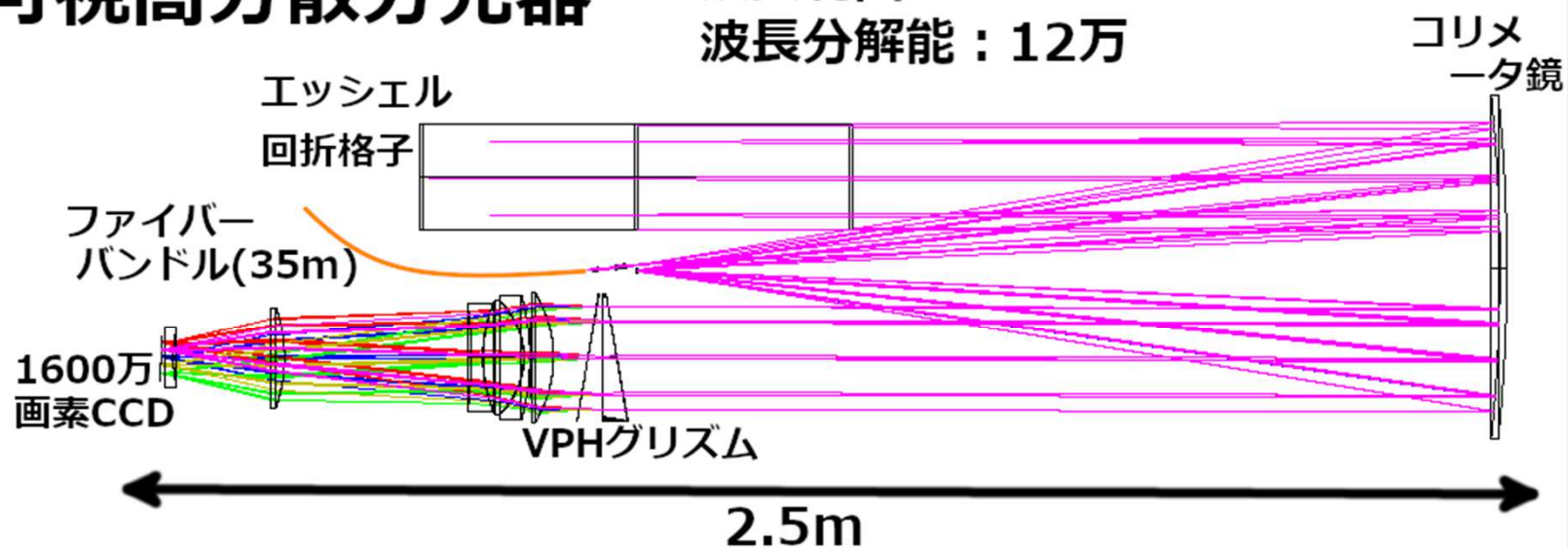
波長分解能	120,000
観測波長	410-710 nm
温度安定性	0.1 °C
限界等級（1時間積分）	13等(@r, S/N=50)
ファイバー数と直径	0” .45x19本

Ca HK中分散分光器

波長分解能	17,000
観測波長	385-405 nm
限界等級（1時間積分）	?

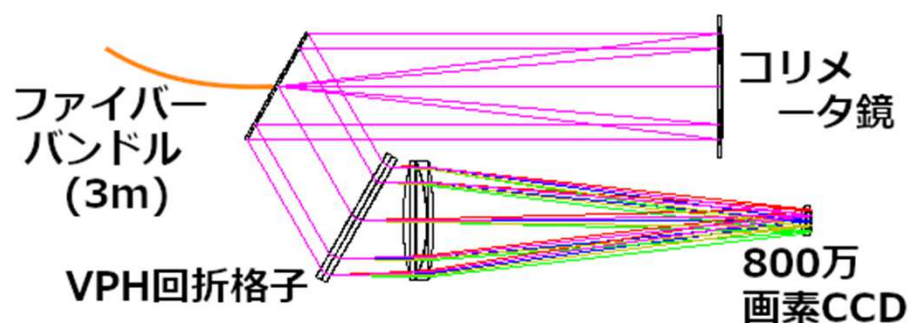
可視高分散分光器

波長範囲：4100~7100 Å
波長分解能：12万

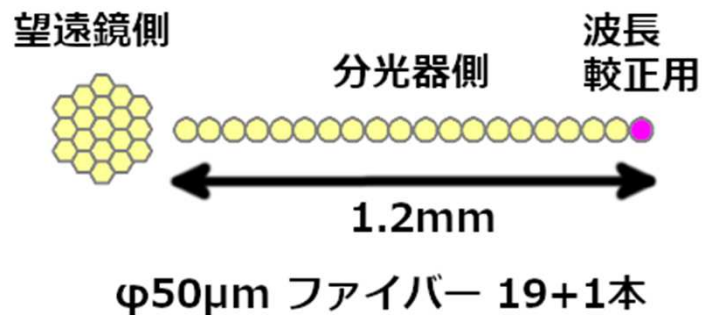


小型UV分光器

波長範囲：3850~4050 Å
波長分解能：1.7万



ファイバーバンドル 端面形状



2台の分光器について

- 黒点の情報を精密に取り出せるように天文コムを入れる？
(精密視線速度測定もできる)
- 可視高分散分光器は1階の分光器室に。Ca HK中分散分光器はナスミス台の下に取り付ける(ファイバーを短くできる)。
- 同時分光観測が可能。露出時間などの設定はそれぞれで。

稼働開始時期の見通し

昨年度申請した科研費申請が通れば、

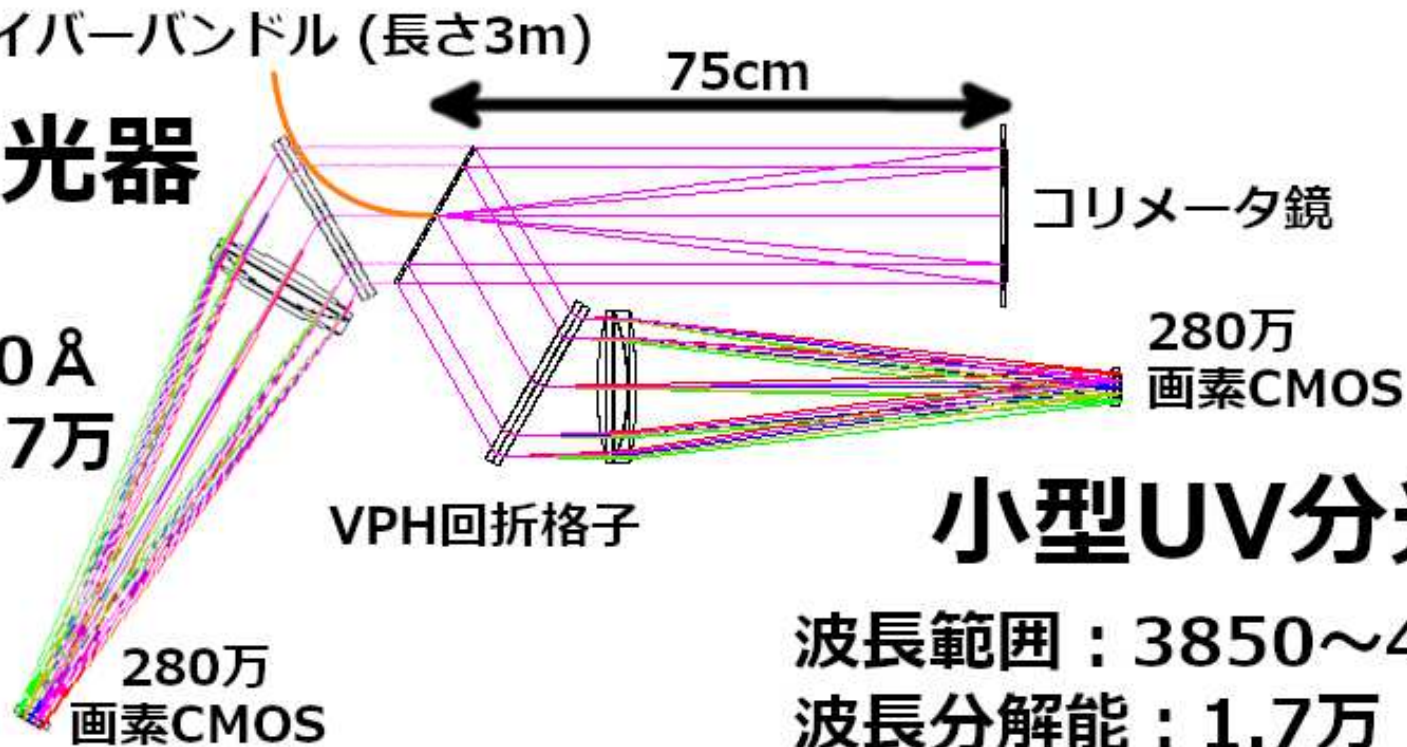
- 2024－2025年度で開発
- 2026年度中でエンジニアリング・試験観測
- 2027年度前半から京大時間で公開
- 2027年度後半から共同利用で公開
- (天文コム以外は)技術的な開発要素はほとんどなく、実現性は高いはず。

ということで大型科研費(特別推進or基盤(S)) を申請してきたが、

- 結果として、昨年度の申請もヒアリングにいけませんでした。。。
- しかし、 $H\alpha$ とCa II HKの中～高分散分光器は早く欲しい！
- 光球の黒点マッピングは自転速度が速い星($\geq 15\text{km/s}$)ならGAOES-RVでできそう。
- そうだ！ $H\alpha$ とCa HKの中分散分光器を作ってGAOES-RVと組み合わせ使おう！これなら基盤(A)で作れそう(PI:野上)。さらにバックアップとして $H\alpha$ だけの分光器、Ca HKだけの分光器の申請もそれぞれ基盤(B)(PI:前原さん、柴田さん)で出そう！

小型H α 分光器

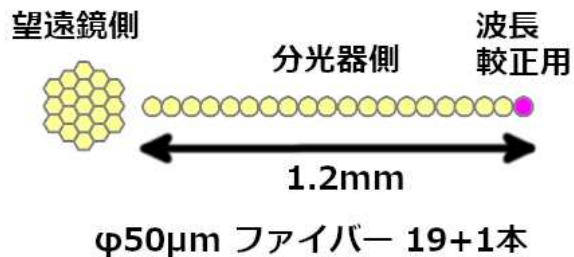
波長範囲：
6400~6730 Å
波長分解能：1.7万



小型UV分光器

波長範囲：3850~4050 Å
波長分解能：1.7万

ファイバーバンドル 端面形状



- 科研費の申請書中の概念設計図
- 入射部：ダイクロイックフィルターでGAOES-RVに行く光と本分光器に行く光を分けて同時観測
- 赤ナスミス台の下に取り付け
- 実際の設計については次の岩室さんの講演参照

現状と今後の見通し

- 今年度、基盤(A)(代表：野上)、基盤(B) 2つ(代表：前原さん、代表：柴田さん)が全部通った！
- 命名：MId Dispersion Spectrograph for Stellar Activity Research (MIDSSAR；ミザール) #mid → medium では？？？
- 現在開発中(次の岩室さんの講演参照)
- 2025Bでエンジニアリング・試験観測予定
- 開発が順調に進めば2026Aから京大時間で、2027Bから共同利用で公開？

まとめ

- 恒星の磁気活動性の研究を目的に、GAOES-RVと組み合わせて使う、 $H\alpha$ (6400-6730 Å)+Ca HK(3850-4050 Å)、波長分解能1.6,1.3万の分光器MIDSSARを開発中。
- 2026年度から京大時間で使ってもらえる予定。順調に動きそうなら共同利用にも供する予定です。
- この成果をもとに、当初の可視全域(+近赤外)をカバーする高分散分光器開発にチャレンジする予定です！できれば偏光分光観測ができるように。。。