



西はりま天文台でのフレア星 連続分光観測

本田敏志

(兵庫県立大学 西はりま天文台)

Co-I

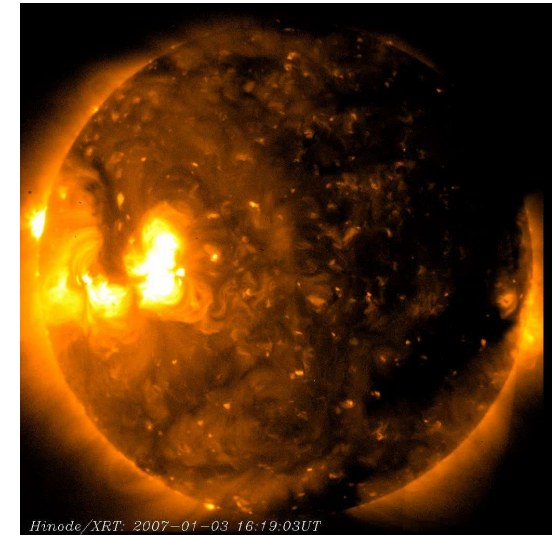
野津湧太¹, 野津翔太¹, 前原裕之², 行方宏介¹,
幾田 佳¹, 野上大作¹, 柴田一成¹

(1.京都大学、2.国立天文台)

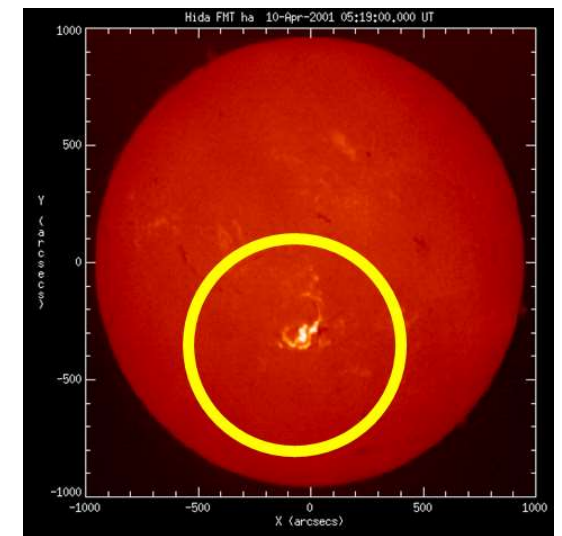
太陽フレア

- 太陽表面で起こる巨大な爆発現象
- 黒点周辺の磁場エネルギーの開放によって起こると考えられている (c.f., Shibata & Magara 2011).
- H α 線, X線, 電波など様々な放射
- 数分から数時間にも及ぶものがある。
- Total energy $\sim 10^{29} - 10^{32}$ erg
- 巨大なフレアが起こると地球にも影響を与える。

フレアの発生メカニズムなど詳しいことは不明



Hinode / ISAS Soft X-ray (1keV)



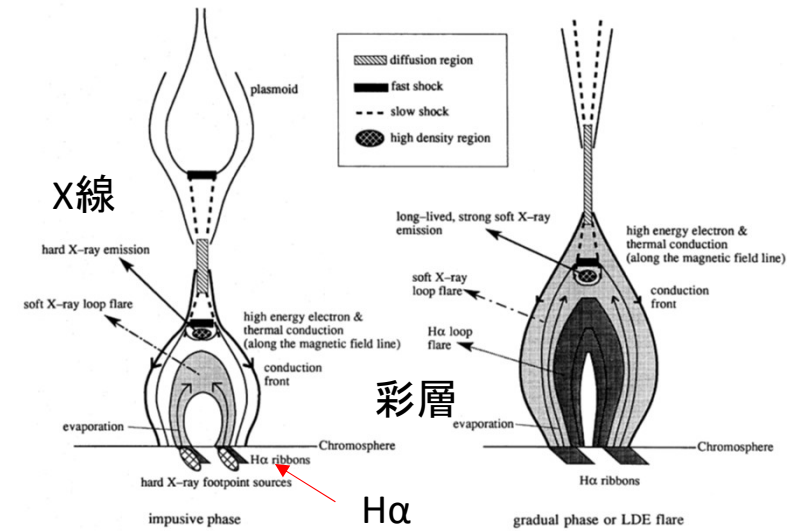
H α 10,000K Hida Obs./Kyoto Univ.

恒星フレア

- フレアは太陽型星を含む様々なタイプの星でも起こることが知られている。
 - 主に急激な増光(X線、可視、電波など)として観測される。典型的には数分から数時間の現象。
 - 基本的には太陽フレアと同じモデルで説明できると考えられている。
- 自転の速いM型星などではスーパーフレアが観測されている。
 - dMe星、Tタウリ型星, 近接連星系の星, など
- 太陽のような単独星で自転速度の遅い星でも、スーパーフレアが観測された。

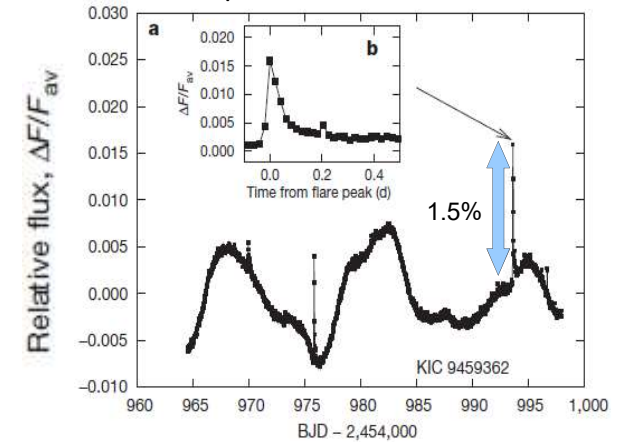
恒星フレアそのものについて、
詳細な観測が求められている。

磁気リコネクションモデル



Magara et al. 1996

↓ Keplerによる可視光の観測

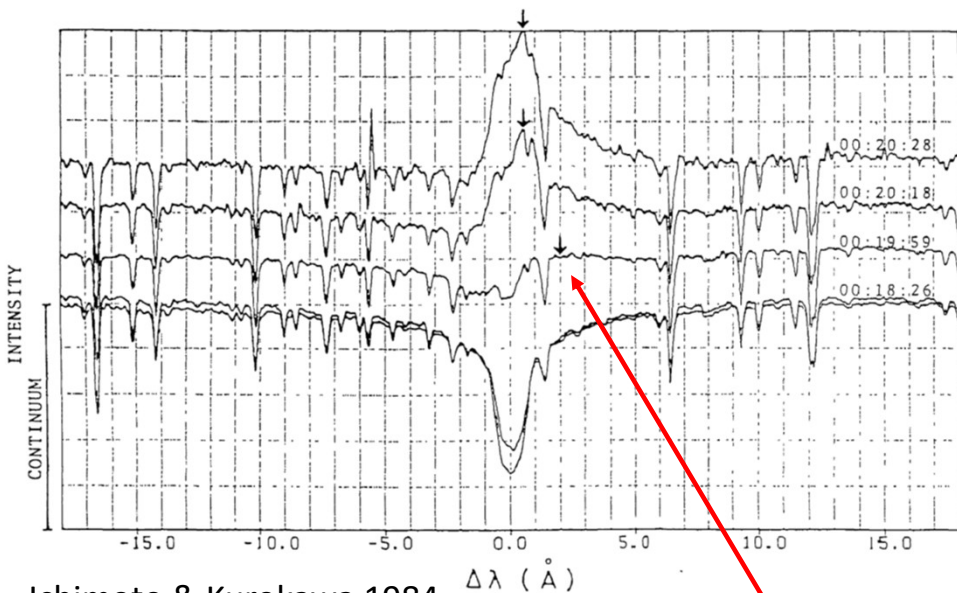


Maehara et al. (2012)

フレア中の連続分光観測

太陽フレアの分光観測ではH α 線の赤い波長側で非対称性が見られる。

20 June 1982



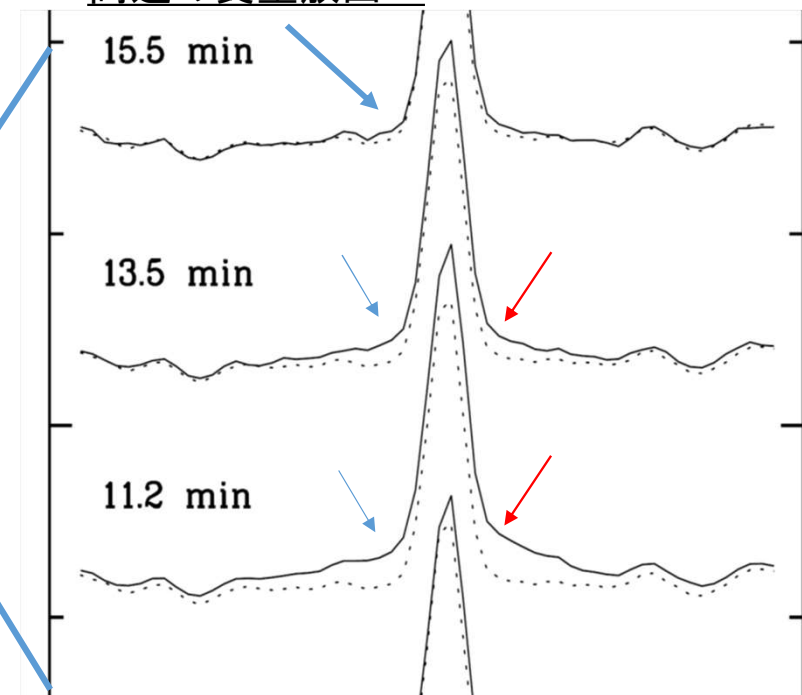
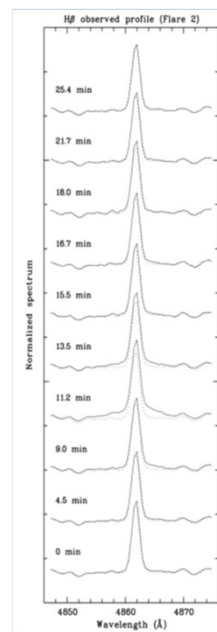
Ichimoto & Kurokawa 1984

彩層中での下向きの流れ？

フレア中の詳細なスペクトルはあまりない。

フレア星 (AD Leo) の H β の観測

高速の質量放出？

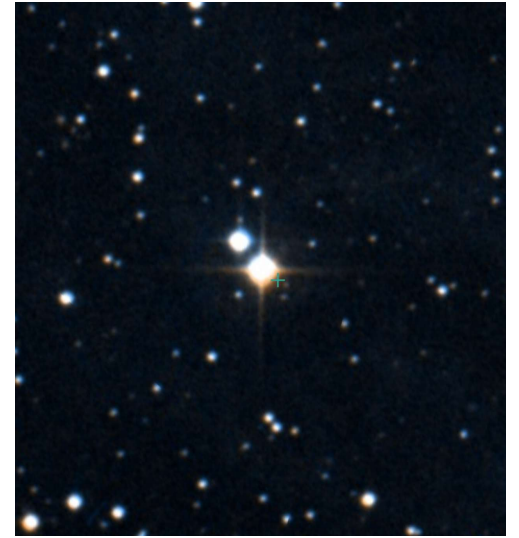


I. Crespo-Chac3n et al. 2006

EV Lac (GJ 873)

- M4.5e V, 単独フレア星
- $R_{\odot}=0.41$, $M_{\odot}=0.34$ (Sciortino et al. 1999)
- $B \sim 11.5$, $V \sim 10$, 距離 : 5pc, 周期 : 4.4日
- 3-4 kG (Shulyak et al. 1997)

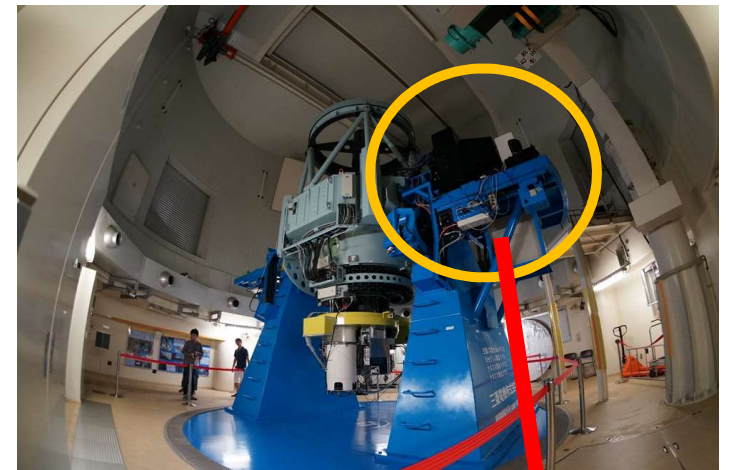
- X線やガンマ線でスーパーフレアが観測されている
 - Favata et al. 2000 A&A ASCA
 - Osten et al. 2008 ATel#1499 Swift
- フレアの頻度 : 0.094[events/hours] (~2回/1日)
 - Schmidt et al. (2012) ApJ



なゆた/MALLSによる EV Lac の中分散分光

- なゆた望遠鏡：西はりま天文台の2m望遠鏡
- MALLS：低中分散ロングスリット分光器
- 波長分解能 (R) $\sim 10,000$ @6500Å
- 観測波長域：6350 – 6800Å
- 観測期間：2015.7.31 – 12.25 (22夜)
- 露出時間：3-5 分 (x 5-10)
- S/N ≥ 50 /frame
- 連続分光観測 (4 – 8 時間)
 - 8/15, 8/26, 10/2, 10/3, 10/15, 10/16, 10/23
- 合計 ~ 850 frames

こんな贅沢な観測をできるのが、自前の望遠鏡を持つ強み！

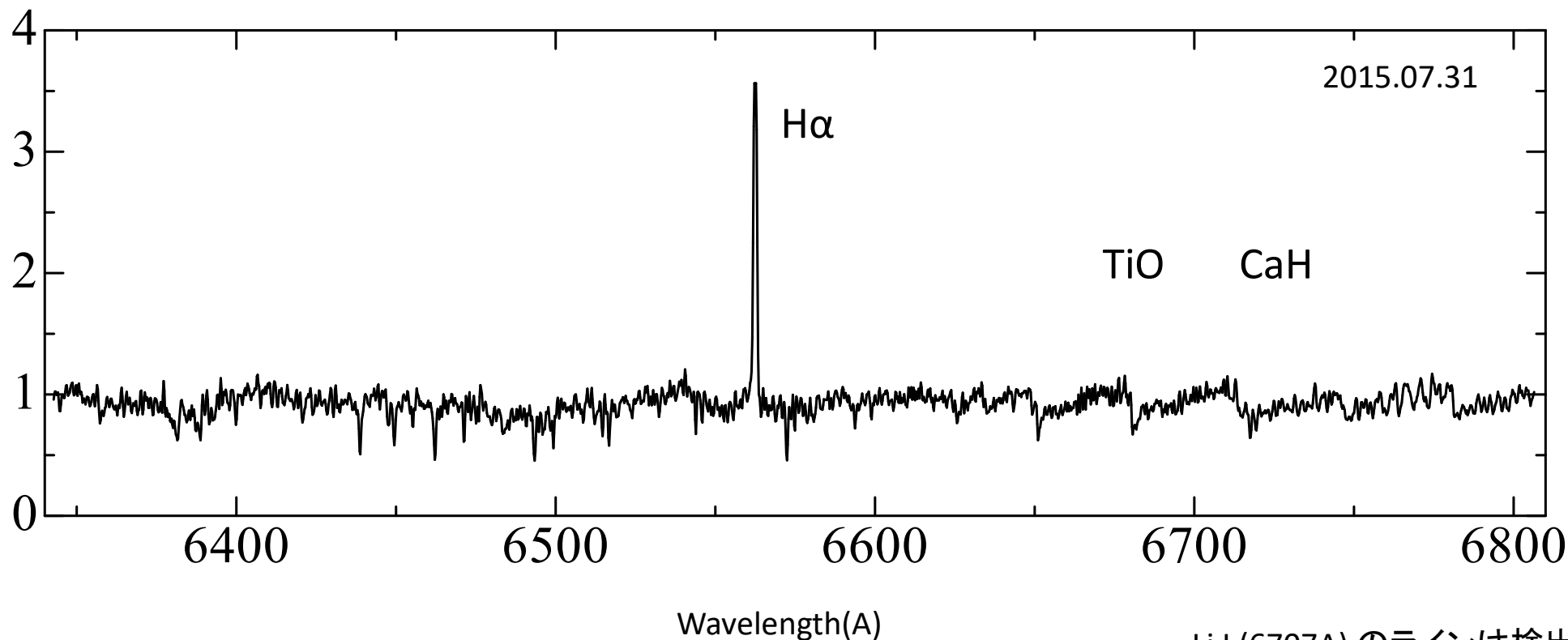


2mなゆた望遠鏡



ナスミス台から降ろしたMALLS

Spectrum of EV Lac (H α 6563A region)

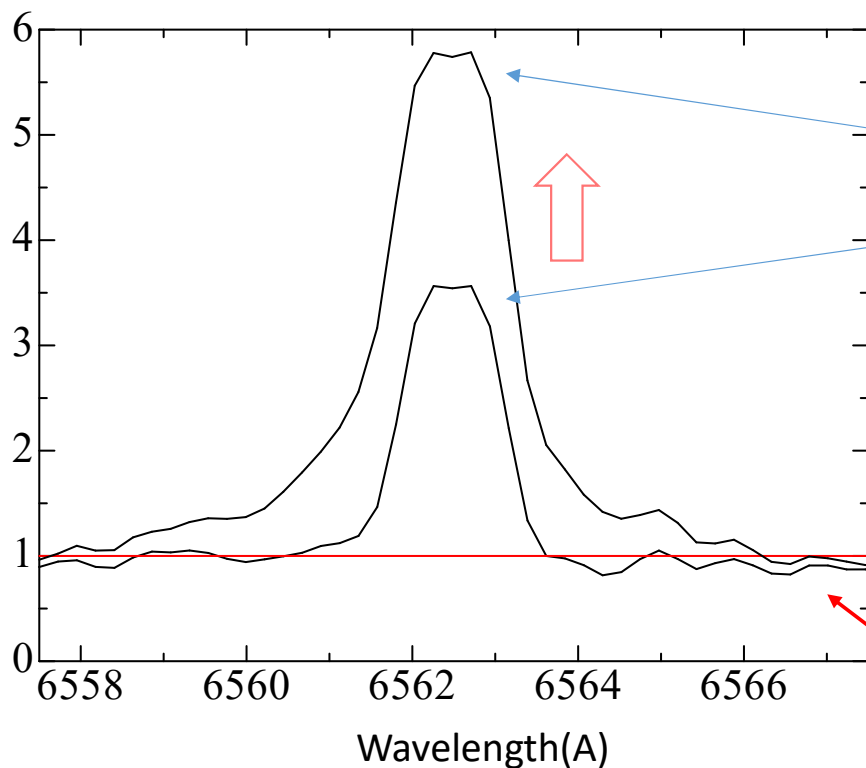


H α 線は常時輝線になっている。

Li I (6707A) のラインは検出できず

H α 輝線の変化

7月31日と8月15日のスペクトルで大きく変化した様子が見られた。



2015.08.15. EW $\sim 10 \text{ \AA}$

2015.07.31. EW $\sim 3 \text{ \AA}$

EV LacのH α 等価幅

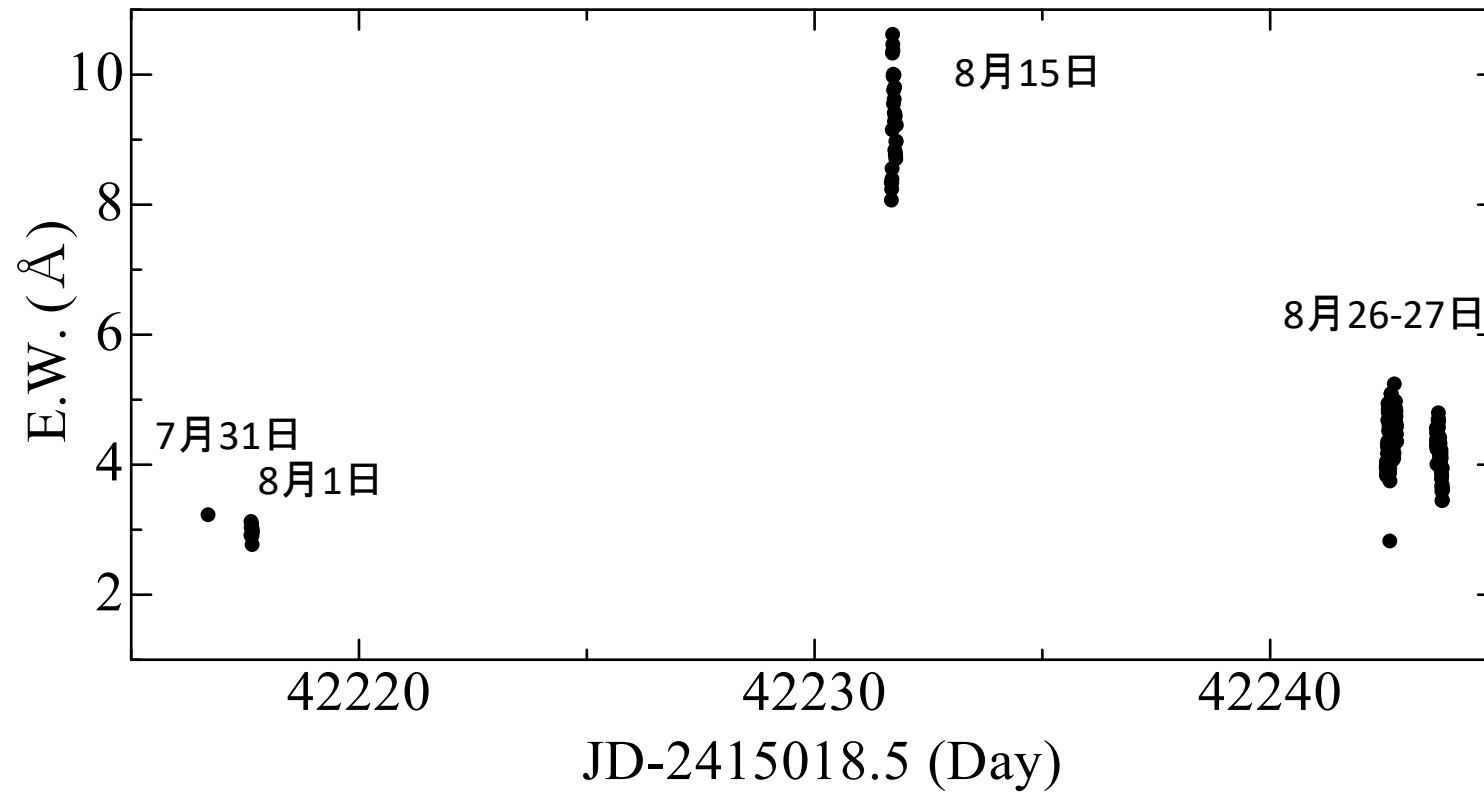
- Quiescent state : 3.5 – 5.3 \AA

- Active state : 4.7 – 10.6 \AA

(Baranovski et al. 2001)

この範囲の等価幅を測定

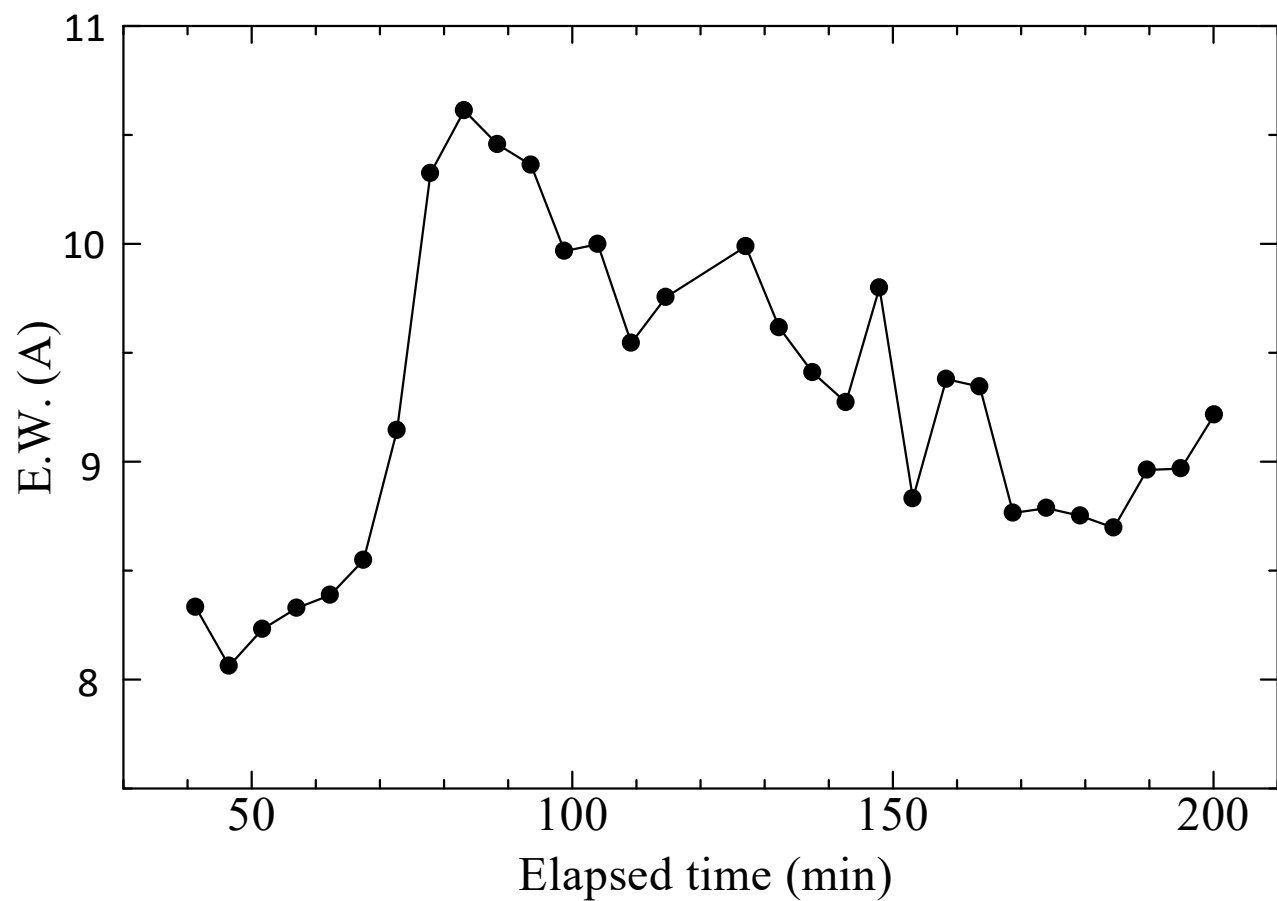
H α 線等価幅の変化(1ヶ月間)



8月15日に強度が強くなり
その後再び弱くなった。

8月15日は1夜の間
大きな変化があった。

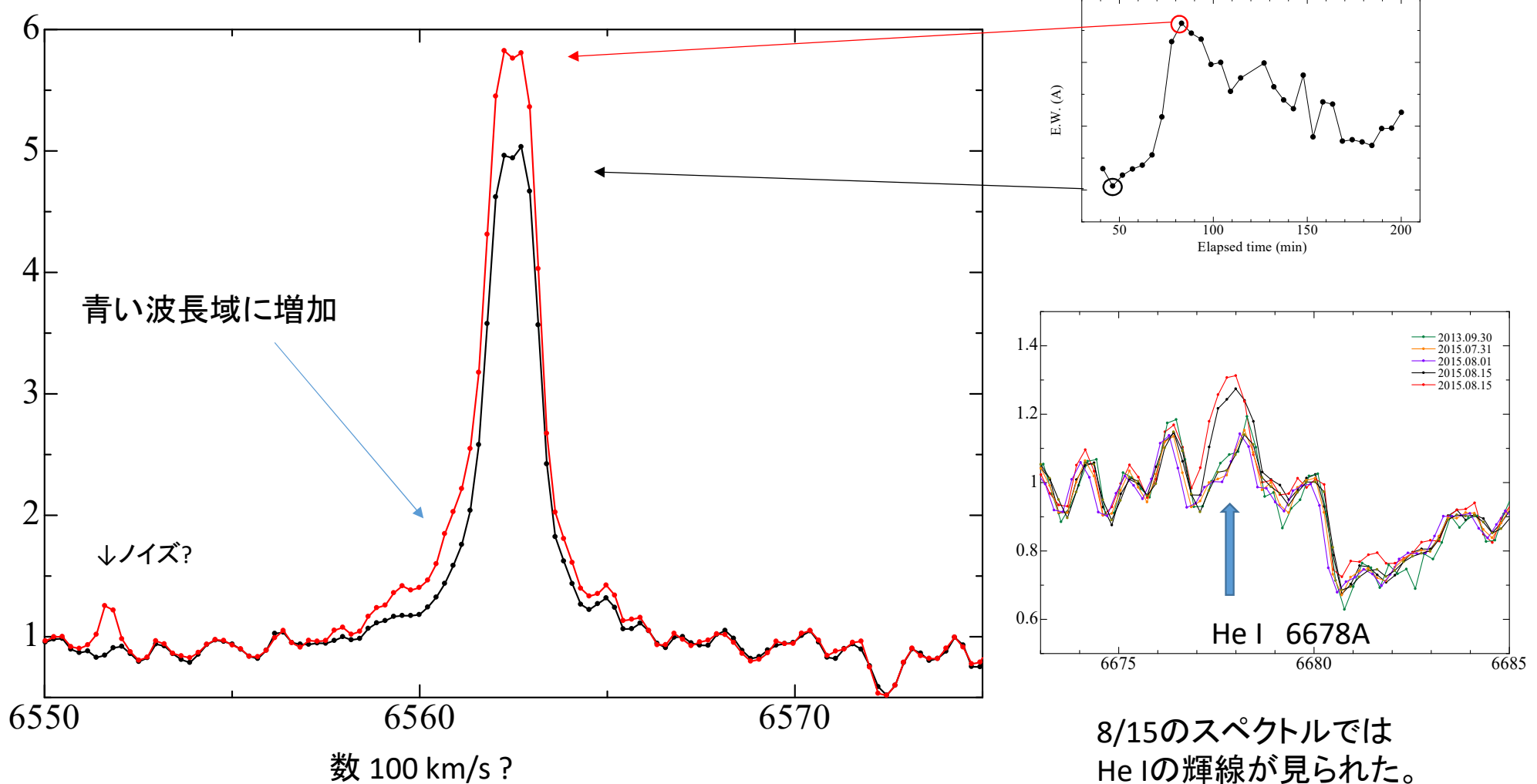
2015.08.15のH α 線等価幅の変化

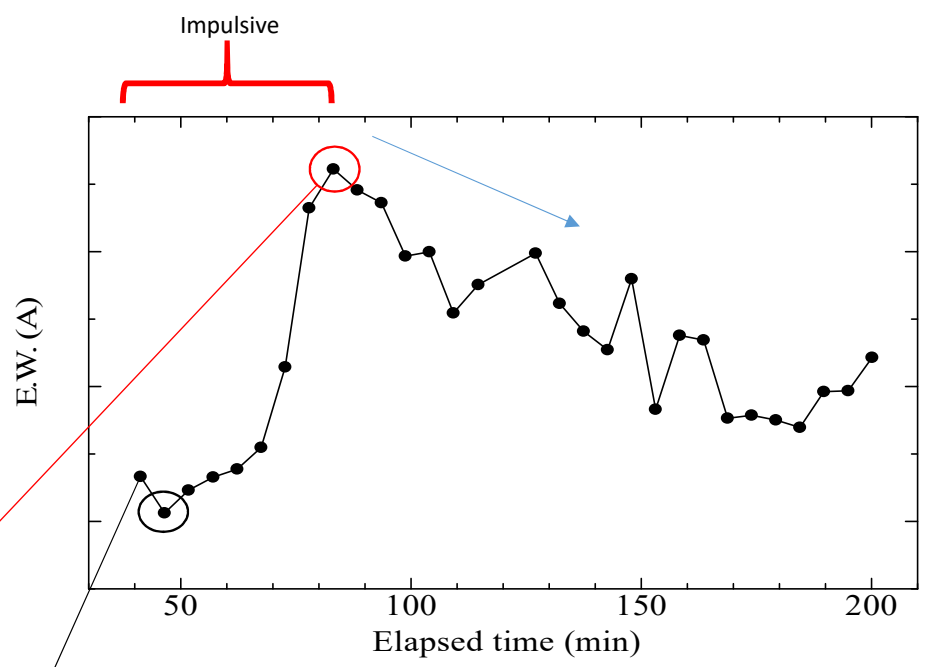
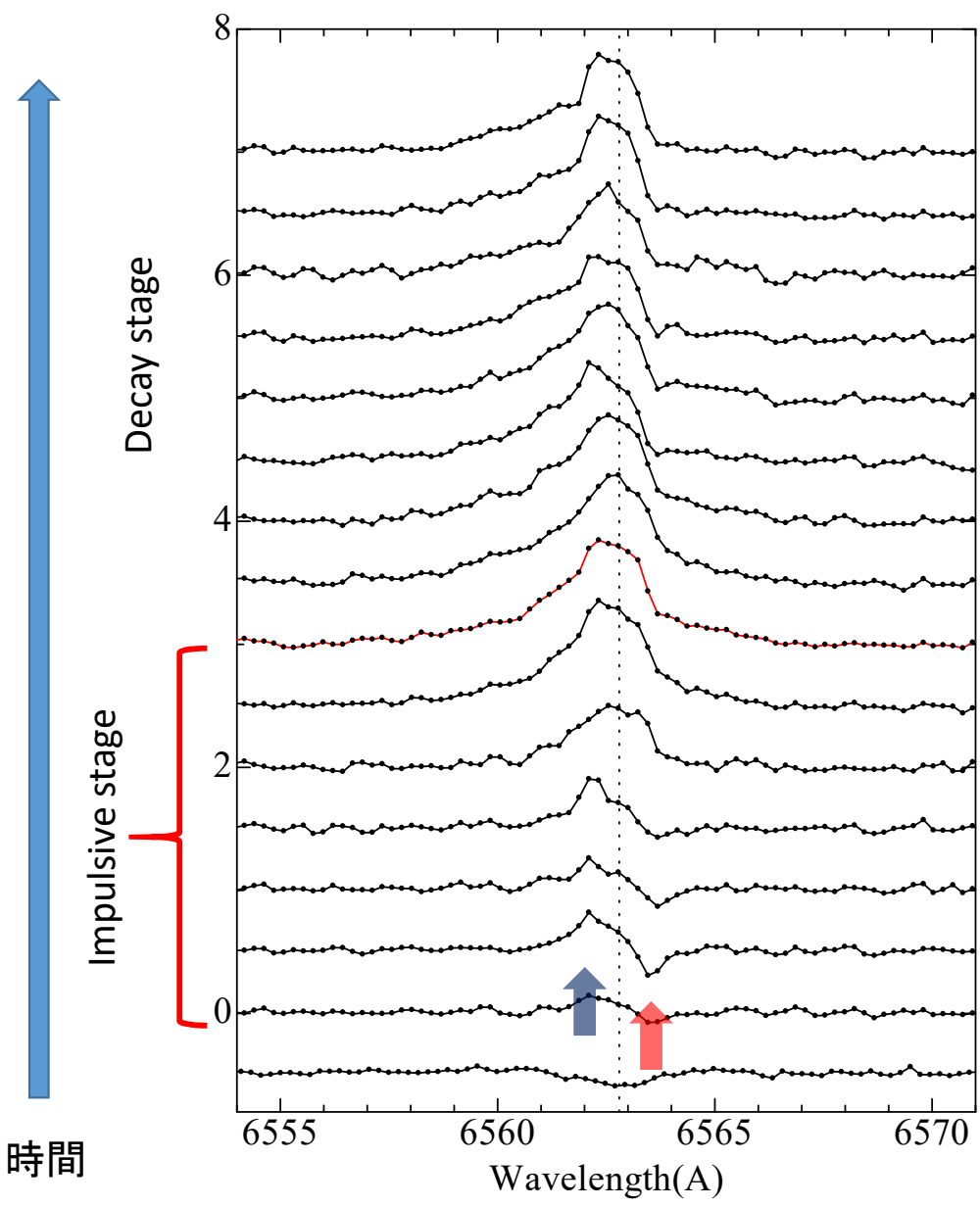


フレアによると
思われるH α 線の
増加が見られた。

約20分間の間に
2 Å 等価幅が増加

H α emission line profiles in 2015.08.15



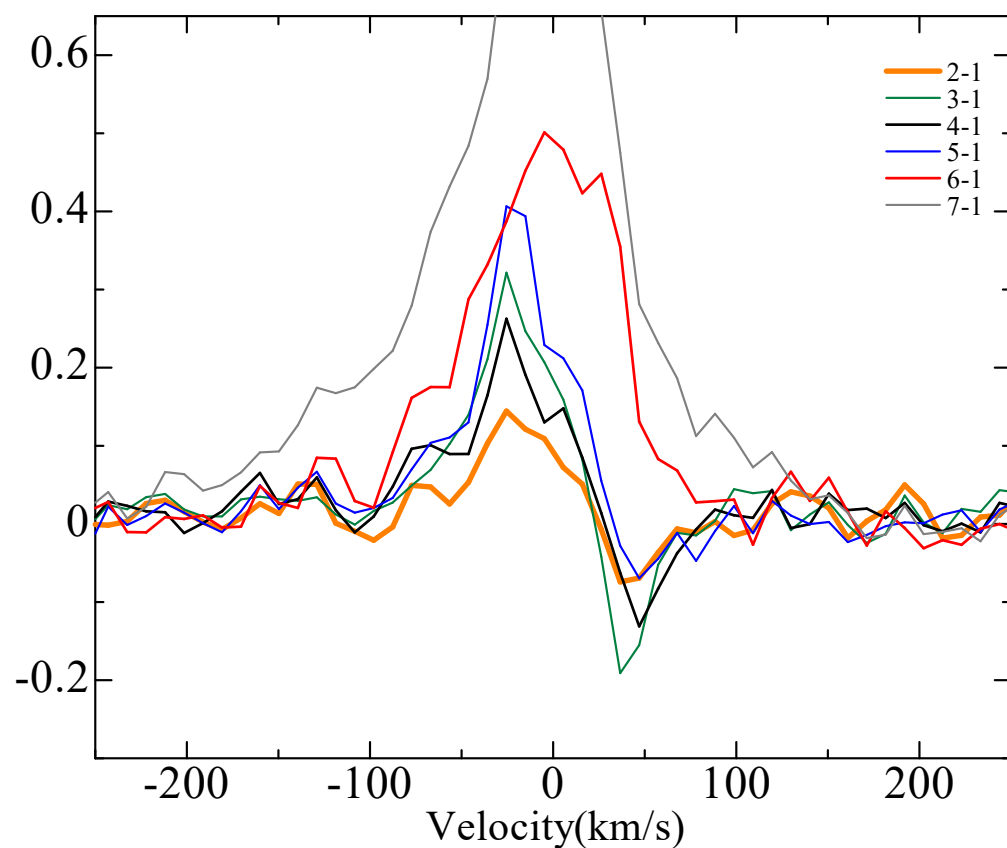


← フレアの成分を見るために最もH α の弱いときを基準にして、差分スペクトルを並べたもの。

青い波長の増加はフレア開始から見られ、フレアの立ち上がりでやや赤い波長に吸収が見られる。

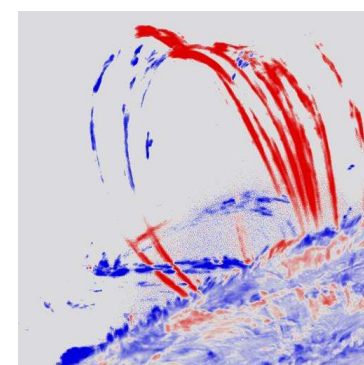
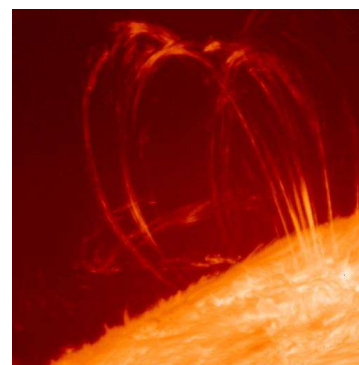
何か吸収するものがある？

Cool post-flare loops ?



数十kmで落ち込む吸収体が存在する？

ポストフレアループの吸収か？
(太陽で見られるフレア後期に発生するループ状のプロミネンス)



<https://solarscience.msfc.nasa.gov/loops.shtml>

冷たくなったプラズマが、磁気ループに沿って重力により流れ落ちている(速度は数10-100km/s)。

観測前のフレアのものが残っていた？

まとめ

- dMeフレア星 (EV Lac) のH α 輝線の連続分光観測を行った.
- 2015年の8月15日にH α 輝線が非常に強くなっていた
- 8月15日は、フレアによると思われるH α 等価幅の急激な増加とHeIの輝線が見られた.
- この時のフレアのスペクトルでは非対称性が見られ、青い方に増加が見られた.
 - 放出されたものか？ 赤い方が吸収されたためか？
- 差分スペクトルでフレア初期にH α 線の赤い側に吸収が見られた.
 - ポストフレアループによる吸収か？