

Okayama Observatory, Kyoto University

SEIMEI
TELESCOPE



若い太陽型星でのスーパーフレアに伴う 質量噴出現象の初検出 -OISTER観測報告-

行方 宏介 (京都大学 D3)

前原裕之 (NAOJ), 本田敏志 (兵庫県立大),
野津湧太(CU Boulder), 岡本莊師, 野上大作, 柴田一成 (京大),
OISTER and SMART team collaborations

太陽・恒星フレア

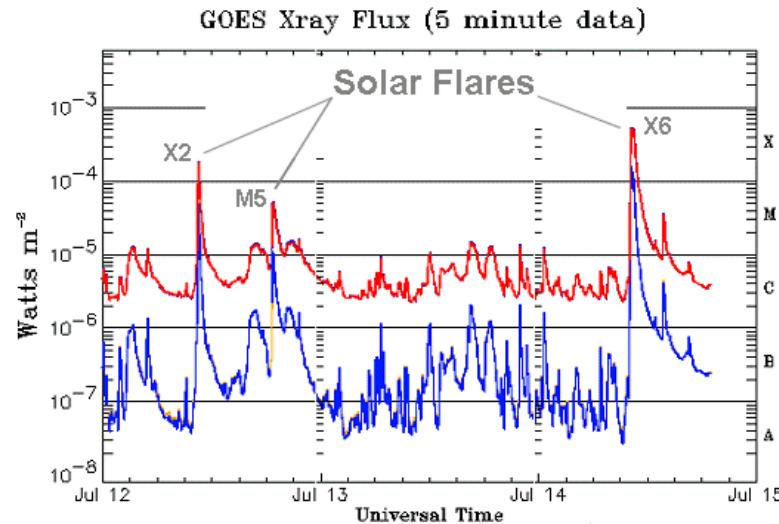
- 太陽・恒星表面での突発的な増光現象

- 磁気エネルギーの解放現象
- 太陽フレアエネルギー $< 10^{32}$ erg

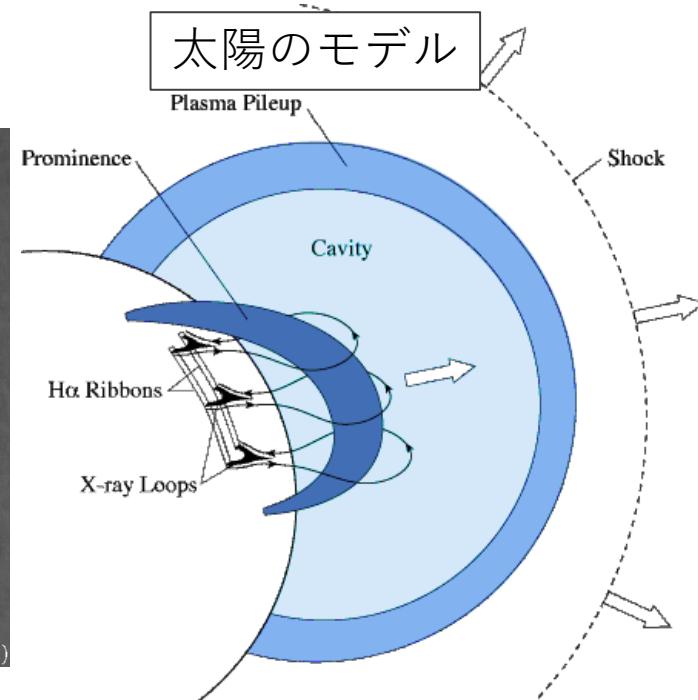
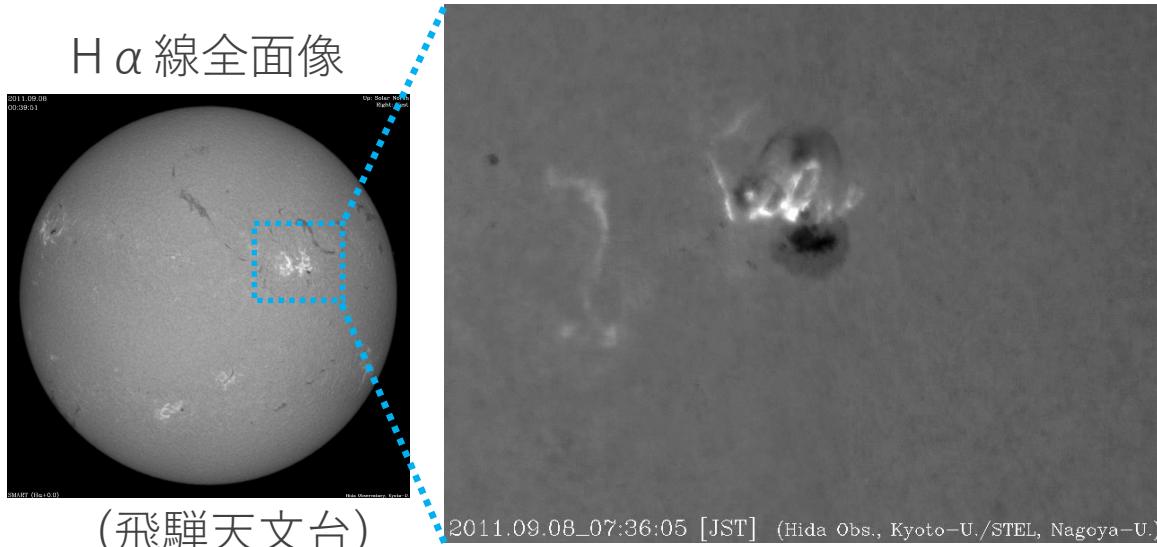
- 質量噴出: 磁場の力により加速・噴出

→ 地球・惑星環境に大きく影響

e.g. 通信障害、人工衛星/宇宙飛行士の放射線被曝



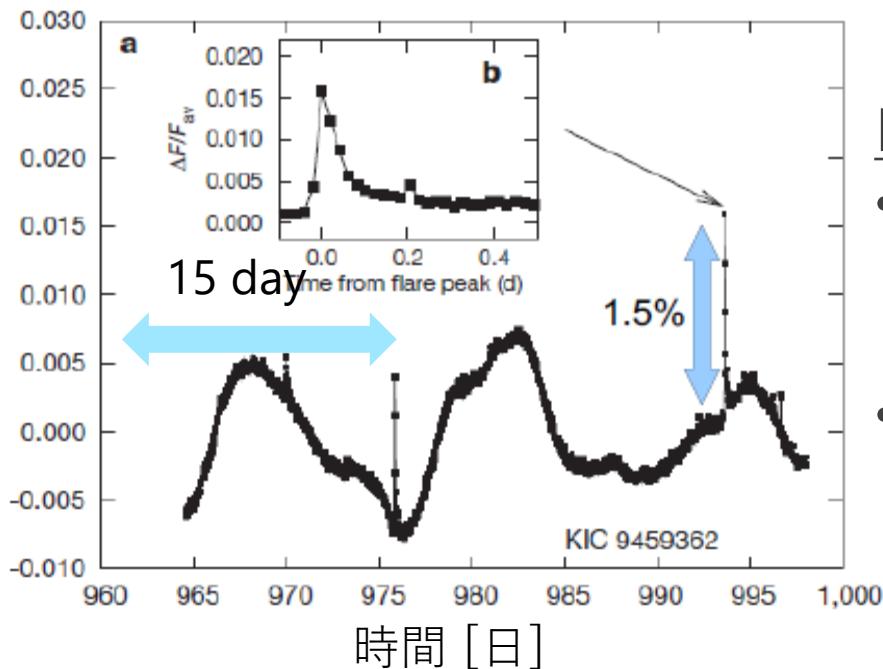
太陽フレアと質量噴出



スーパーフレア

- スーパーフレア = 最大級の太陽フレアの10倍以上の規模のフレア
 - 高速自転星、近接連星系、M型星などで発生
 - 太陽や、自転の遅い太陽型星(G型星)では発生しない
- ところが近年、太陽のような年老いた太陽型星でも「**スーパーフレア**」の発生が確認された(Maehara+2012, Nature)
⇒ 太陽でもスーパーフレアが発生？(人類社会にとって大問題)

やる気の星



Big Questions:

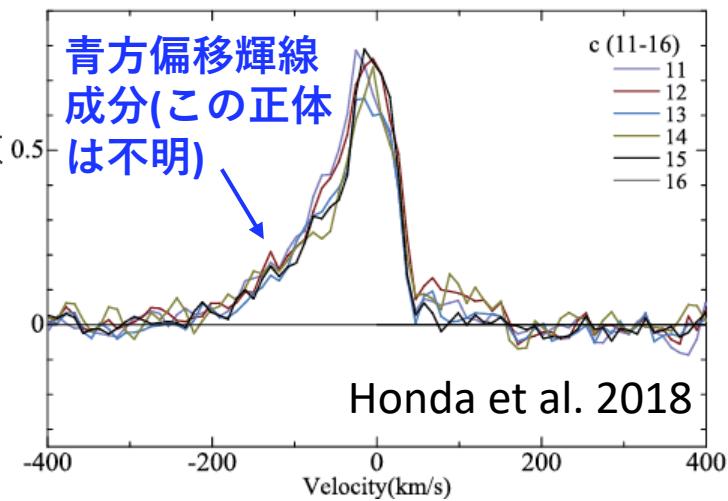
- スーパーフレアが発生すると**どのような質量噴出が発生？**
- 地球環境、若い地球型惑星の**生命誕生**に**どのような影響？**

恒星(スーパー)フレアに伴う質量噴出

噴出現象: いまだに検出例なし

- 可視分光観測をすれば、低温噴出成分は見えるかも？
- 太陽型(G型)星では、恒星フレアの可視分光観測さえ一例もない

図. M型星での質量噴出の可能性?



⇒ フレアの可視光連續分光観測が重要

■ 我々の戦略

- 太陽型星のスーパーフレアの発生頻度は低い
(若い活動的な太陽型星でも10夜に一度)

⇒ せいめい/OISTERの潤沢な観測時間で
太陽型星スーパーフレアを連続分光する。



観測の概要

- 若い太陽型星 EK Dra (G1.5V)
 - TESSの観測によると、約12夜に1回はスーパーフレア (Namekata+)
- TESS衛星の測光観測(スペクトル検出の確認のため)と同時に、
せいめい + なゆた望遠鏡で**19夜(32日)地上分光モニタ申請**
→ 計算では、平均1.5個のスーパーフレアが検出できると期待

TESS衛星



2分間隔で可視測光

3.8m-せいめい望遠鏡



KOOLS-IFU
 $H\alpha$ 分光 ($R \sim 2000$)

2m-なゆた望遠鏡
(全日ではない)



MALLS
 $H\alpha$ 分光 ($R \sim 10,000$)

2件のスーパーフレアの $H\alpha$ 連続分光観測に成功!(計算通り)
→ 本発表では、特に顕著な性質を示した1例を紹介



将来研究

■若い太陽型星での質量噴出の物理は太陽フレアと同様である。

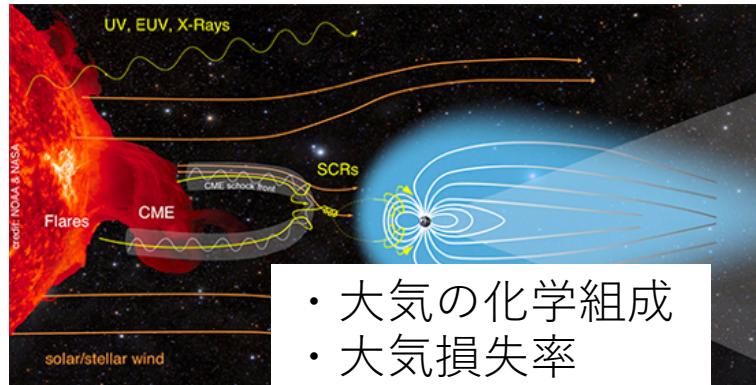
⇒ 太陽で発生したスупーフレアの予測に応用

(太陽フレア観測・モデルとの詳細な比較が重要)

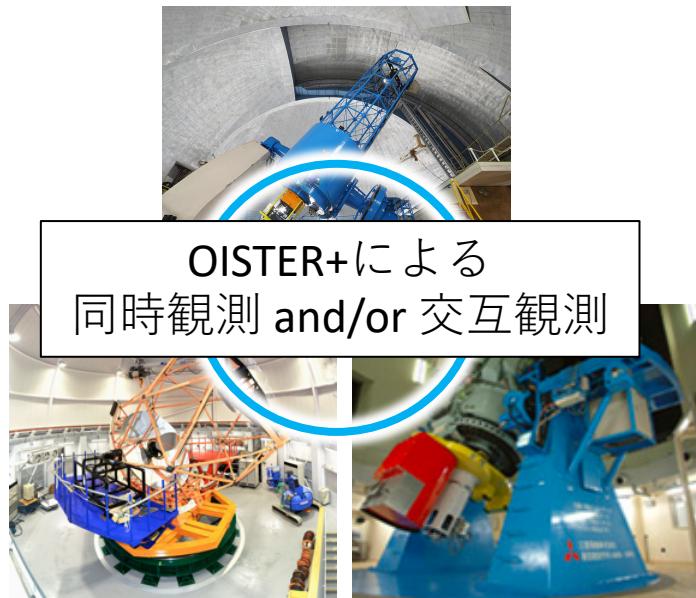
■若い太陽での大質量放出の発生の確定は、若い地球環境や、若い太陽の質量進化への影響があったこと示唆する。

⇒ この理解には、**発生頻度や統計的性質**の理解が必要

⇒ 今後もOISTERの枠組みを活かした「長期観測」が重要



- ・大気の化学組成
- ・大気損失率
- ・星の質量進化

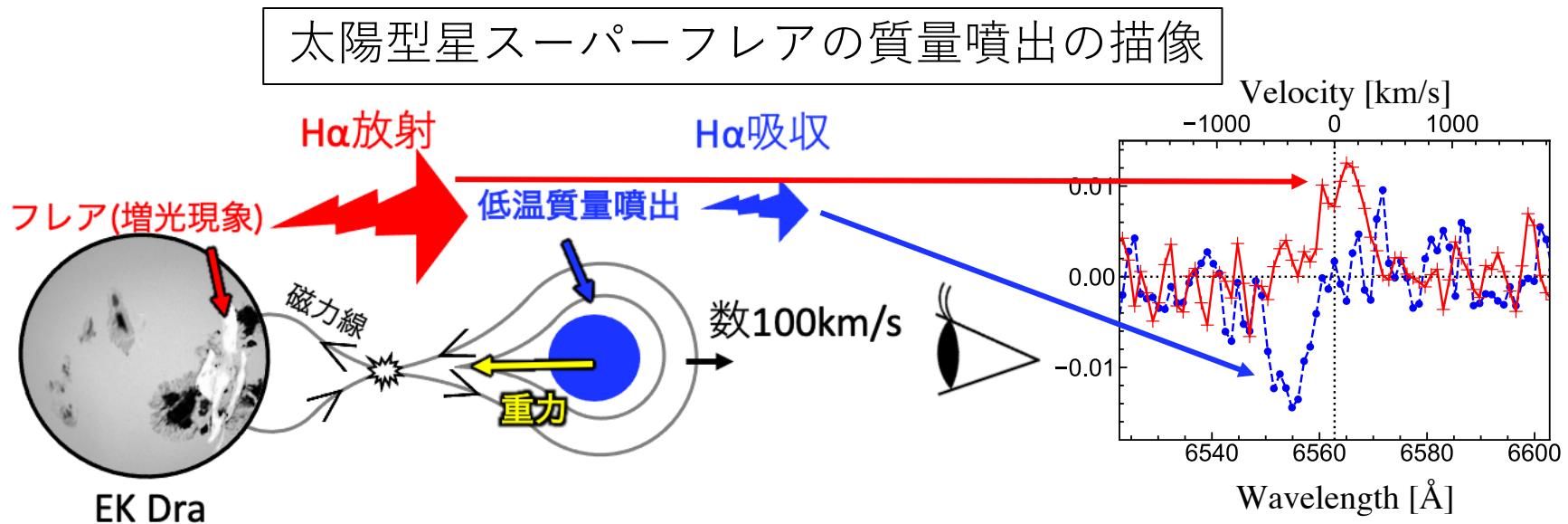


+

- 多波長
- ・X線XRISM?
 - ・TESS
 - ・赤外分光?
 - ・高速測光?
 - ・UV?

本発表まとめ

- 太陽型星でスーパーフレアに伴い、巨大質量噴出が実際に発生している様子を(フレア星全般の中でも)初めて検出した
- 太陽観測との比較から、太陽フレア・質量噴出を単に拡大した描像であることが確かになった。
- 今後：中心星の巨大な質量放出が、どのように惑星環境(生命居住可能性)や星の質量損失に影響を与えるのかを評価



Namekata et al. 2020c submitted