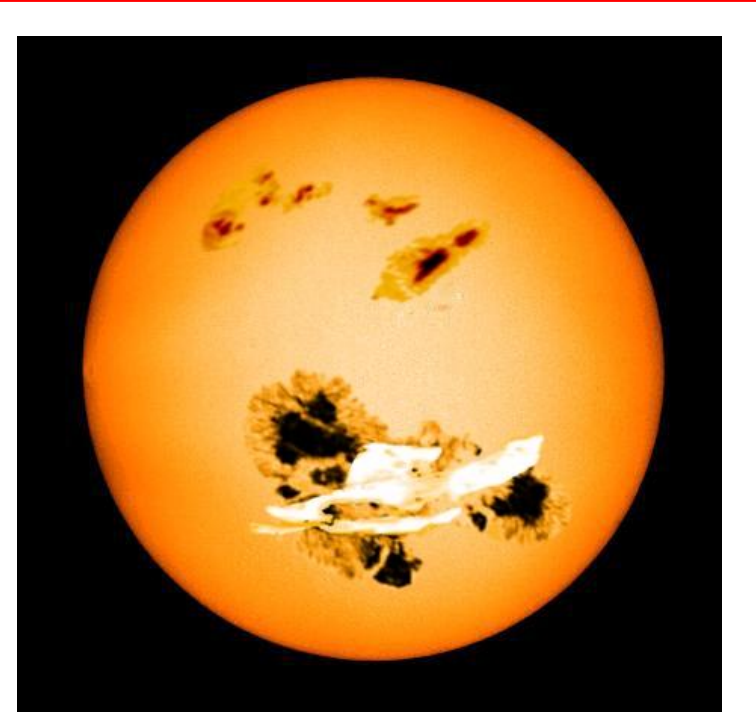




強いX線放射を示すG型星の高分散分光観測 (P21)



スーパーフレア星想像図↑

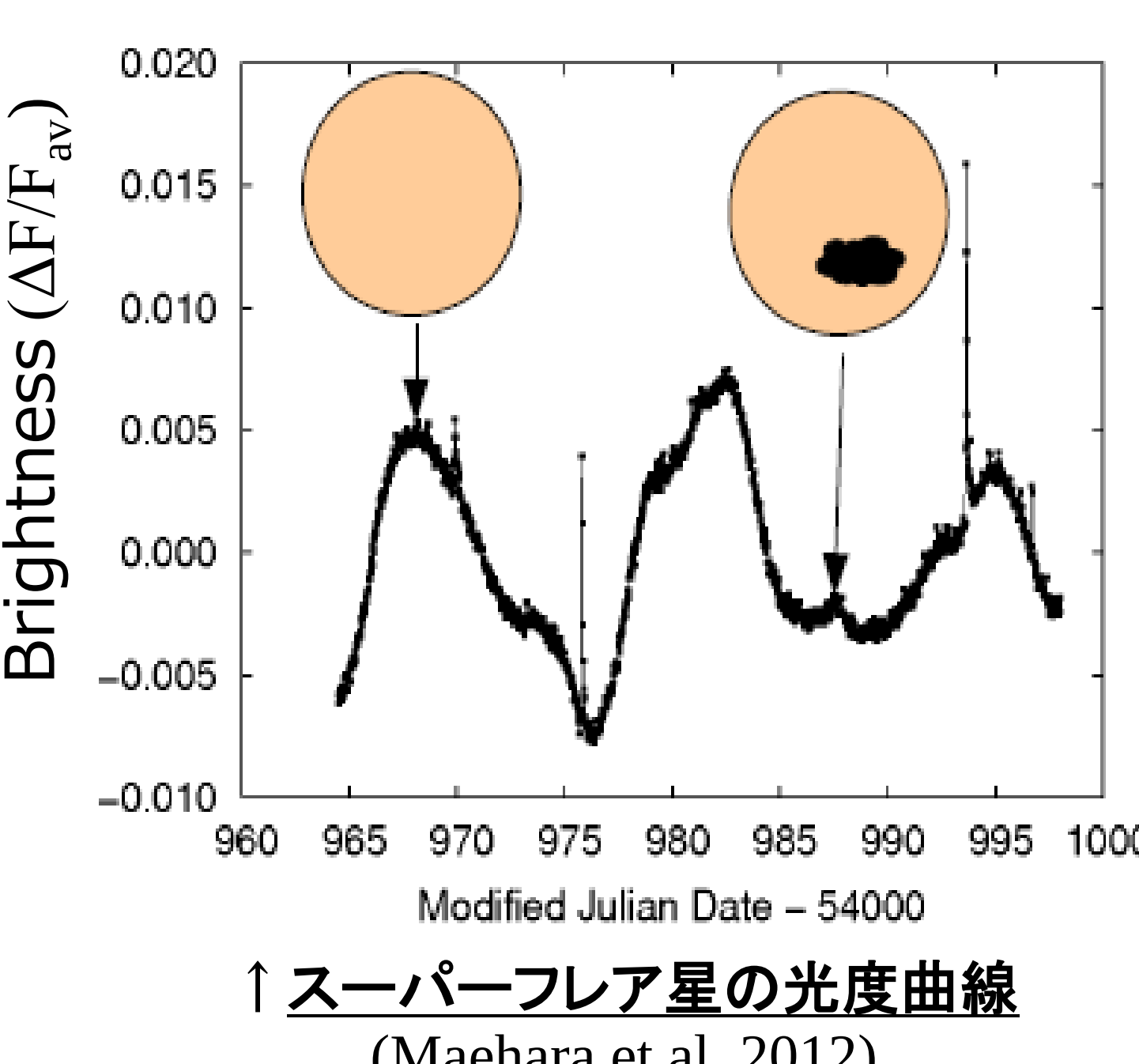
野津湧太¹ (ynotsu@kwasan.kyoto-u.ac.jp),
野津翔太¹, 本田敏志², 前原裕之³, 柴山拓也⁴, 野上大作¹, 柴田一成¹
¹ 京都大学, ² 兵庫県立大学, ³ 東京大学, ⁴ 名古屋大学

我々は、ケプラー宇宙望遠鏡の測光データの解析から、スーパーフレアを起こす太陽型星(G型主系列星)を多数発見した。発見したスーパーフレア星のうち、現在までに50 星について、すばる望遠鏡HDS を用いて高分散分光観測を行い、巨大黒点の有無や自転速度などを調べている。今後は、現在建設中の京大3.8 m望遠鏡を用いた観測も推進し、スーパーフレア星の特徴や太陽でのスーパーフレアの発生可能性などについて更なる研究を行う予定だが、それにはより明るい天体を全天の様々な領域で多数発見することが欠かせない。そこで我々は、X 線観測衛星ROSAT による全天サーベイで観測された星のうち、比較的近傍に存在しかつ強いX 線を放射しているG 型星について、岡山188cm 望遠鏡HIDES で高分散分光観測を行っている。本発表では、これまでに解析した22 星についての結果を報告する。まず、22星中17星では、連星の徴候は見られず、単独の太陽型星と判定された。それら17星について、星の彩層活動性のよい指標であるCa II 8542線の強度を調べたところ、彩層活動性が高く、巨大黒点の存在が示唆された。次に、吸収線の広がりから自転速度を測定したところ、自転速度も大きい傾向にあることが分かった。今後は、更に解析を進めるとともに、過去のアーカイブデータを用いて活動性の長期変化の有無を調べる計画である。そして、今回の観測結果を、京大3.8m新望遠鏡でのスーパーフレア星研究の観測天体選定に生かしたいと考えている。

1. スーパーフレアを起こす太陽型星の発見

- ・ **スーパーフレア**
最大級の太陽フレア($\sim 10^{32}$ erg) の $10 \sim 10^4$ 倍のエネルギーを解放する巨大フレア
- ・ Kepler宇宙望遠鏡の高精度測光データ
⇒ 太陽型星(G型主系列星)で
スーパーフレアを多数発見
(Maehara et al. 2012, Shibayama et al. 2013).

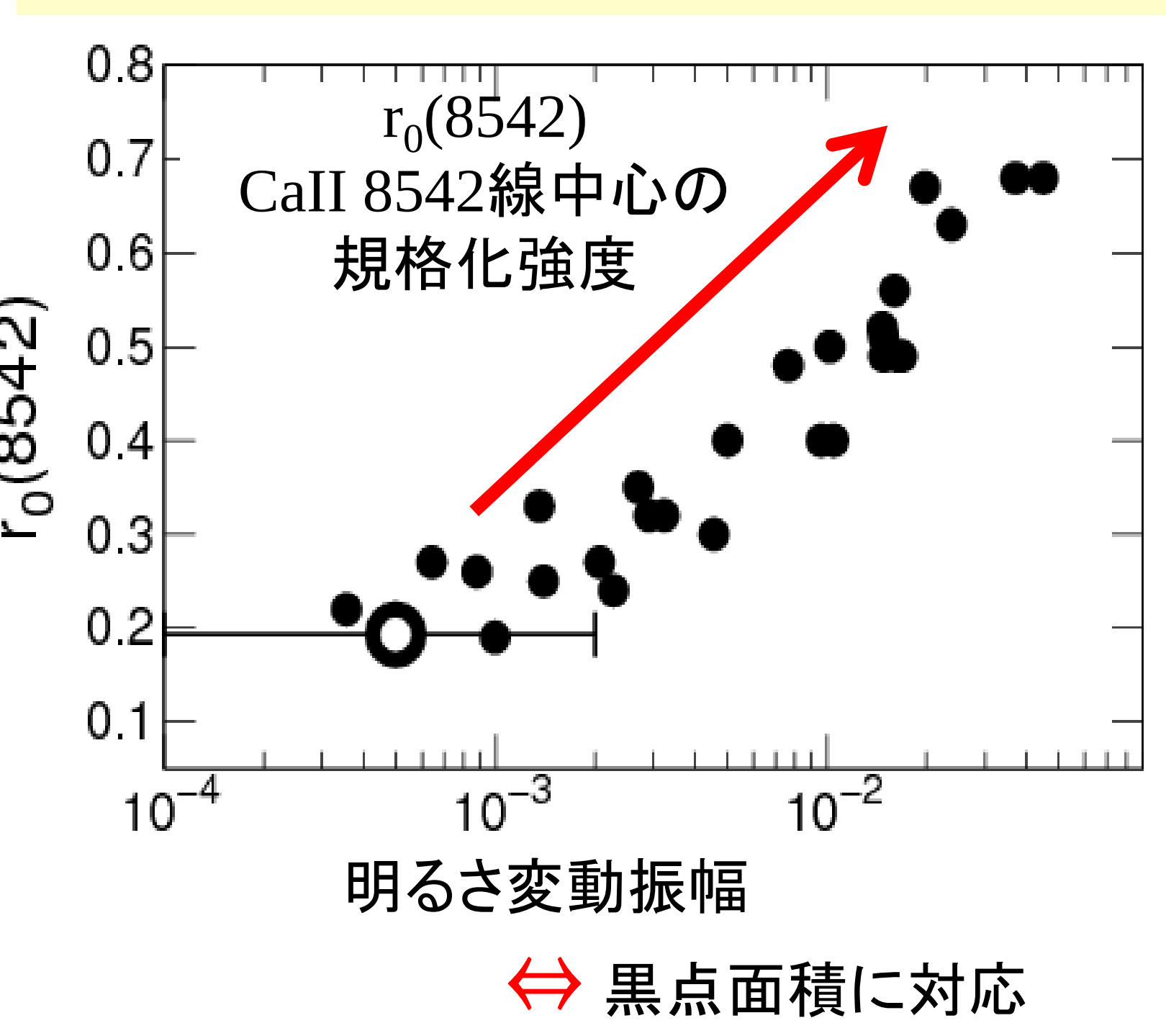
準周期的な明るさの変動が見られる
⇒ **巨大な黒点**を持った星の**自転**で説明可能!? (Notsu et al. 2013)
巨大黒点⇒フレアに必要な磁気エネルギー



↑ スーパーフレア星の光度曲線 (Maehara et al. 2012)

2. すばる望遠鏡HDSによる高分散分光観測

スーパーフレアを起こした太陽型星について、彩層活動性 や自転速度を探索。
現在までに50星を観測; cf. Notsu et al. (2013 & 2014 in prep.)



「太陽と特によく似たスーパーフレア星の発見」という成果も!
Nogami et al. (2014)

スーパーフレア星の**明るさ変動**は、**巨大黒点**を持った星の**自転**で説明できる!

- 明るさの変動周期が自転に対応 (**ライン広がりから自転速度測定**)
- 黒点サイズとCa II 線の強さの間に相関
特に大黒点の存在が予想される明るさ変動の振幅の大きな星は、例外なく**高い彩層の活動性** (⇒ **巨大黒点の存在**)を示した。

3. 岡山HIDES観測 概要

今後: **京大3.8m新望遠鏡**も用いて、更に**長期間・多数の星の観測**を行い、スーパーフレアを起こす星の特徴や太陽での発生可能性を追求したい。

課題: Keplerのターゲットは暗く($V \geq 12$ mag)、観測領域も限定的。
より**明るいターゲット**を全天の様々な領域で発見する事が欠かせない。

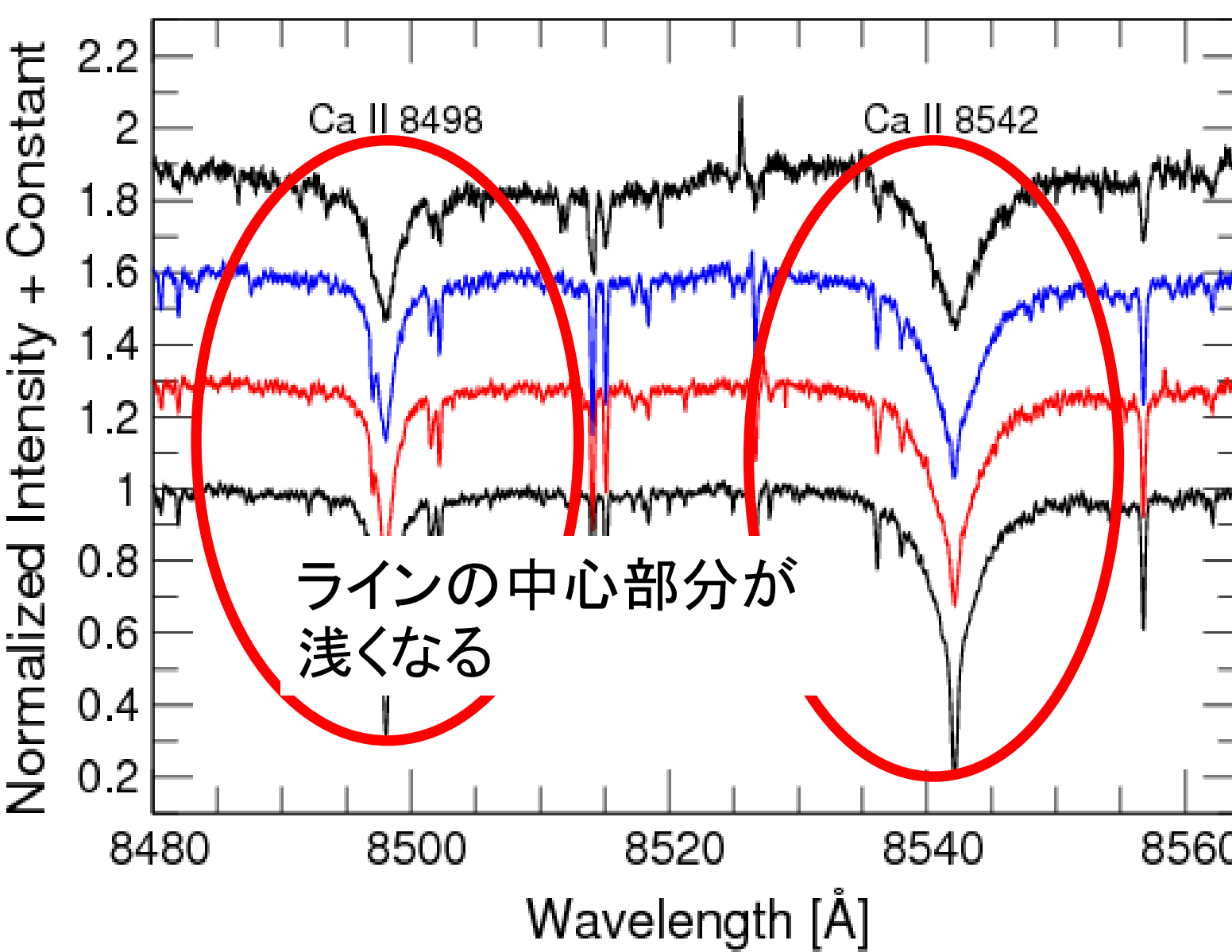
スーパーフレアを起こす活動的な状態の星は、**強いX線放射**を示すと期待される
⇒ このような天体の性質を詳しく調べれば、**スーパーフレア星**や**将来スーパーフレアを起こす可能性のある星**の探索につながる! ?

岡山188cm望遠鏡HIDESによる高分散分光観測

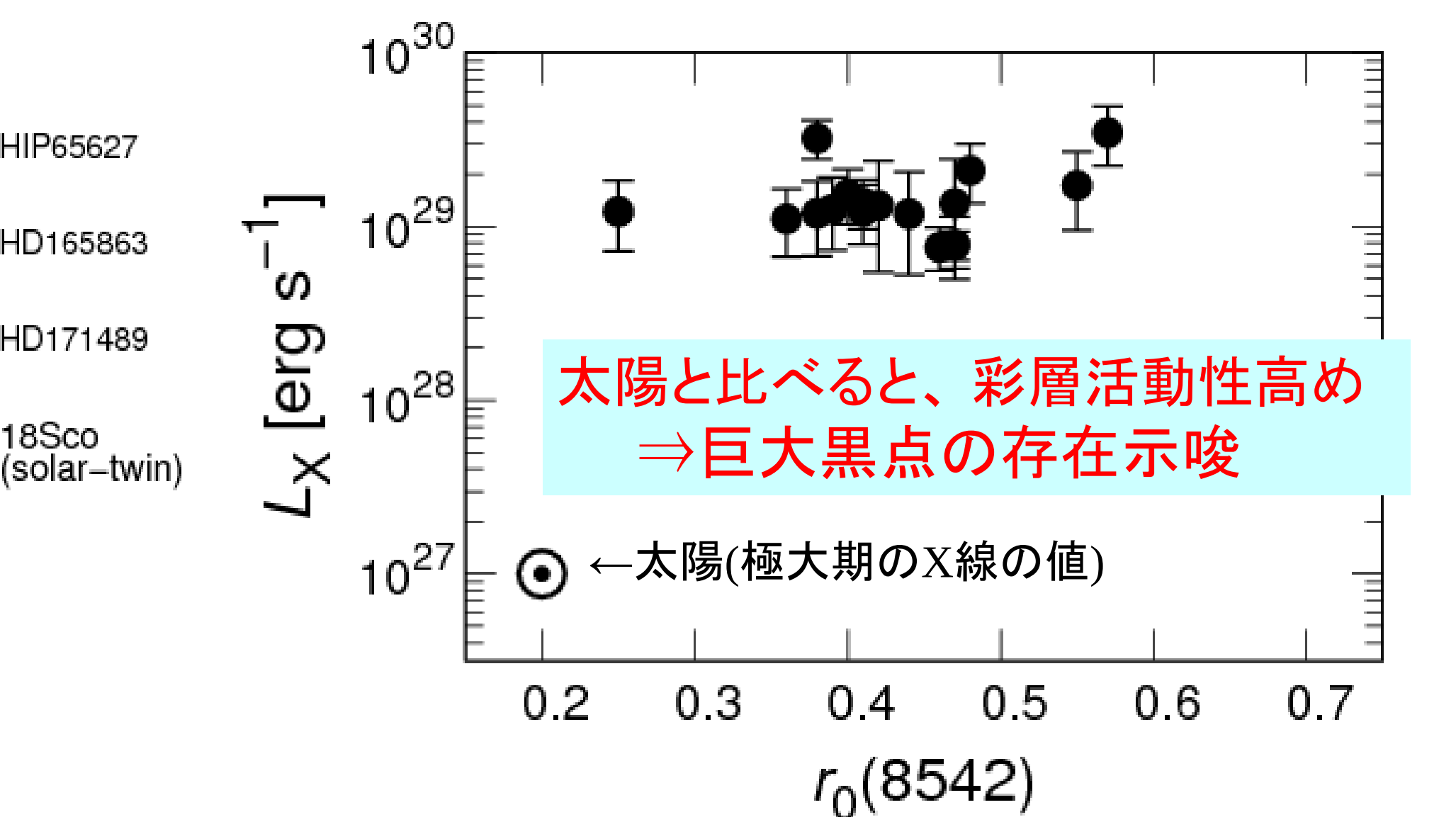
X線天文衛星**ROSAT**の全天X線サーベイ(1990~1999年に運用; 0.1-2.4 keV)
⇒ **強いX線**($L > 10^{28}$ erg s⁻¹)を出している**比較的明るい星**($V \leq 9$ mag)を選定
(色(B-V)及び絶対等級からG型主系列星と予想される天体)

2014年3~5月の計9夜で、35星を観測済 (8月、9月、11月にも計7夜観測予定)
⇒ ここでは、そのうち解析済みの22星について報告。
22星中17星は、double line等の連星の徴候はなく、温度等の大気パラメータも測定し、**太陽型(G型主系列星)**で**矛盾ない**と確認。
⇒ 以下、これら17星について詳細に解析

4. Ca II 8542線による彩層活動性の探索

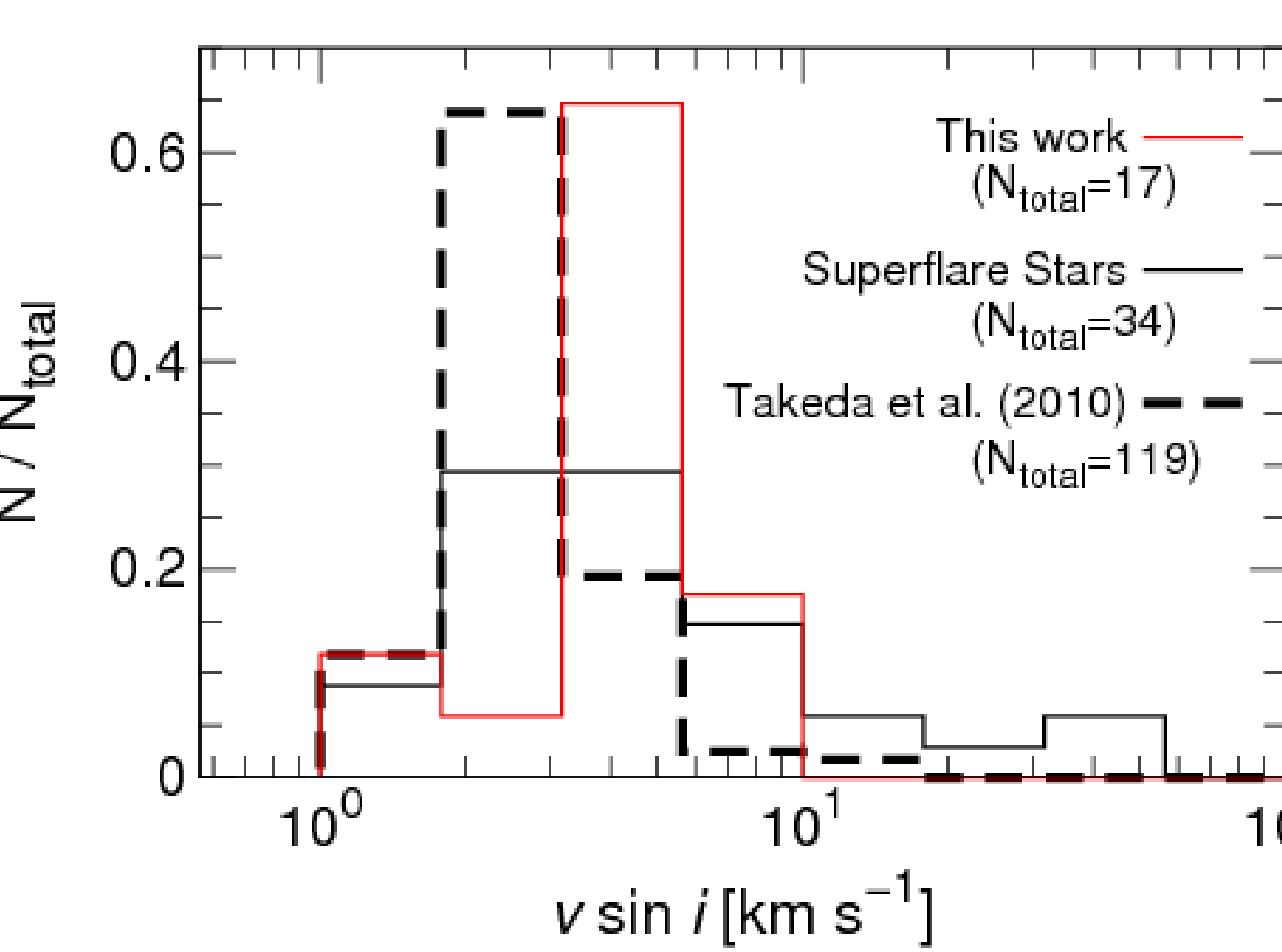


↑ スーパーフレア星の光度曲線 (Maehara et al. 2012)

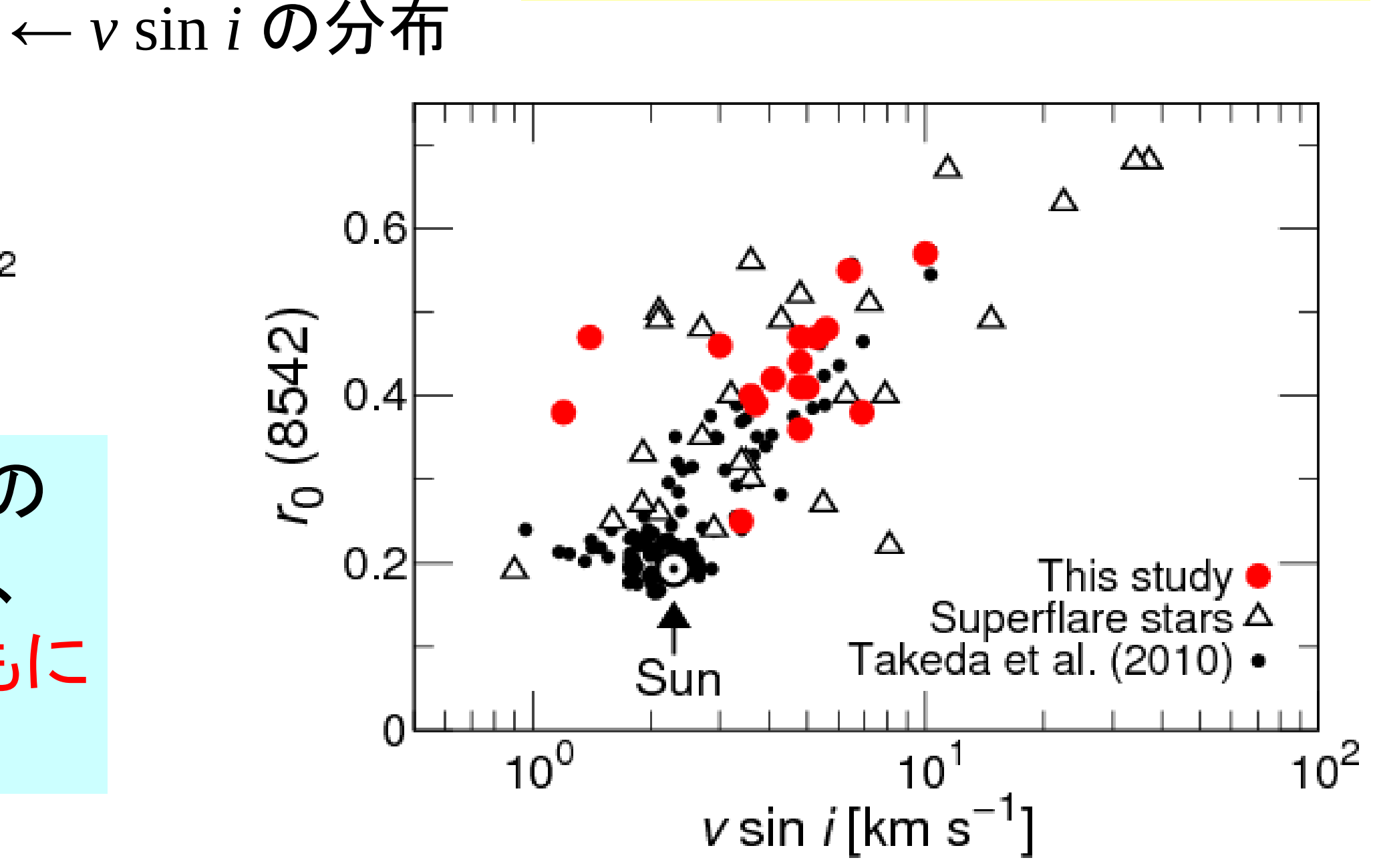
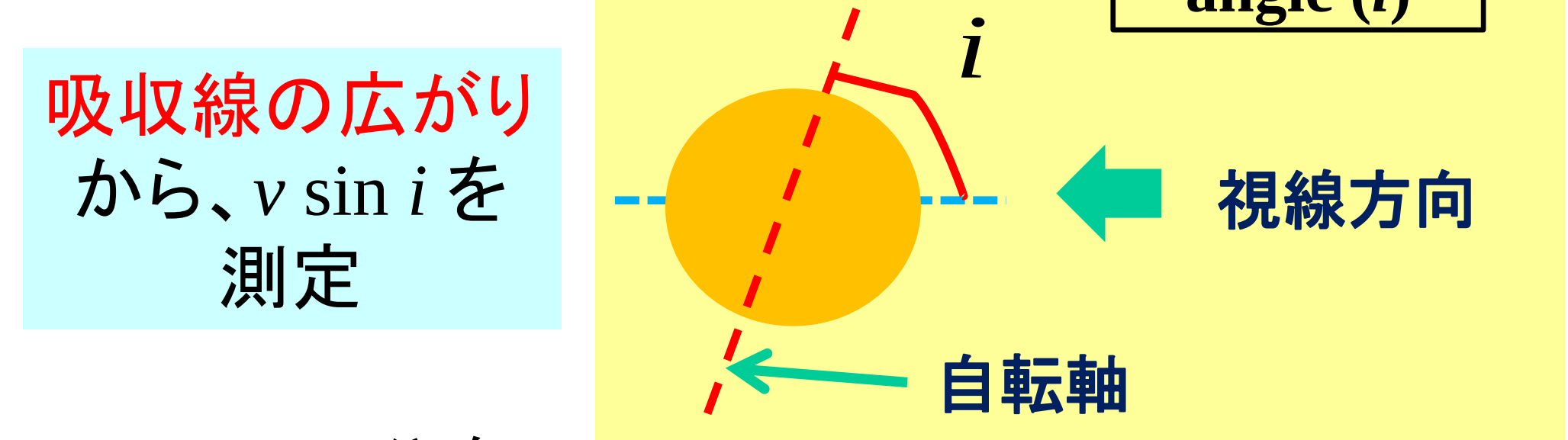


太陽と比べると、彩層活動性高め ⇒ 巨大黒点の存在示唆
⊙ ← 太陽(極大期のX線の値)

5. 射影自転速度($v \sin i$)の探索



一般的な太陽型星の測定結果の分布(Takeda et al. 2010) と比べ、**自転速度及び彩層活動性がともに高い傾向**。



自転速度が太陽程度に遅いのに彩層活動性が高い(巨大黒点の存在が示唆される) 星も見られる。

6. 岡山HIDES観測のまとめ

- ROSAT衛星の全天サーベイで強いX線を出していると分かった太陽型星について、将来のスーパーフレア探索に資することを目的として、岡山HIDESで高分散分光観測を行っている。
- 観測した天体の温度等のパラメータは、太陽型星で矛盾ないと確認した。
- Ca II 線強度は比較的大きく、**巨大黒点の存在が示唆**される。
- 彩層活動性とともに、**自転速度も大きい**傾向にある。

今後

- 未解析データ及び今秋観測予定のデータも含めて、多数のデータで探索
- Li量に着目して、年齢の議論
- (一部の星) アーカイブデータとの比較 ⇒ **活動性の長期変動の有無**

7. 今後のスーパーフレア研究

cf. 野上さん講演 (2日目午後)

調べたいこと: 「スーパーフレアは、本当に太陽でも起きうるのか?」
3.8m新望遠鏡を用いた探索を計画中(豊富な観測時間を生かす)
— Keplerで見つかった、スーパーフレアを起こした星は、**本当に太陽と同じような特徴を持つのか?**(すばる+3.8m)
活動性、磁場強度、自転速度、金属量、年齢etc
— スーパーフレア星を**長期的にモニター**して活動性の変化を調べる
岡山HIDESで今回観測した天体も活用。



3.8m望遠鏡完成予想図