



自主・協励・連帯

令和4年7月25日

2022年度なゆたユーザーズミーティング

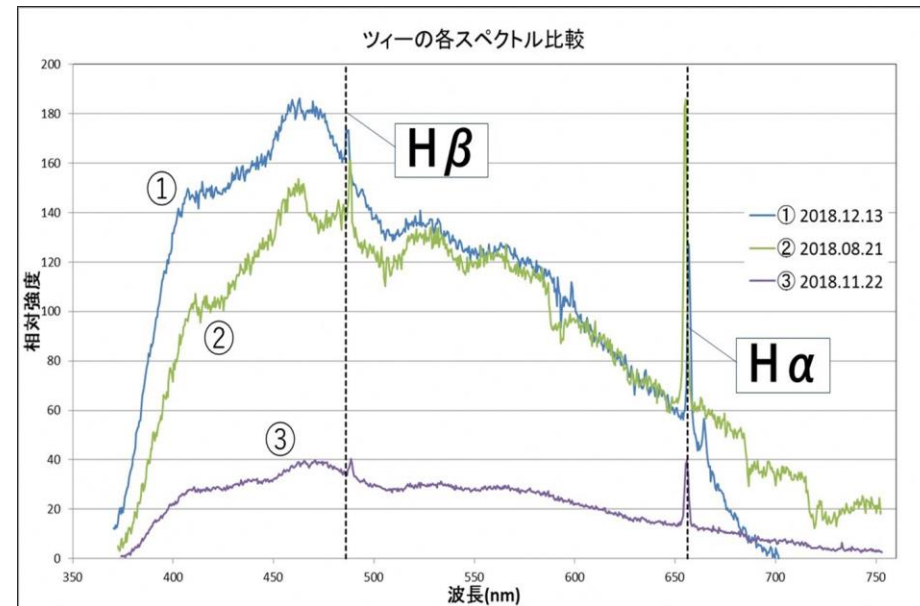
なゆた望遠鏡MALLSによる Be星 δ Sco伴星の近星点通過時 における高分散分光観測

横浜市立戸塚高等学校
教諭(理科) 石田 光宏

○研究動機(前任校)

- ・2014年 分光器Alpy 600(Shelyak社製)を購入
→課題探究型授業や天文部の研究活動に使用
- ・2015年 連星・変光星研究会(岡山理科大)に参加
→自分も学校天文台で研究したい!
- ・2017年 天文部員が γ Casの測光・分光観測開始
→わかってないことが多い

⇒ γ Cas 型天体(Be星)を
テーマにしよう!



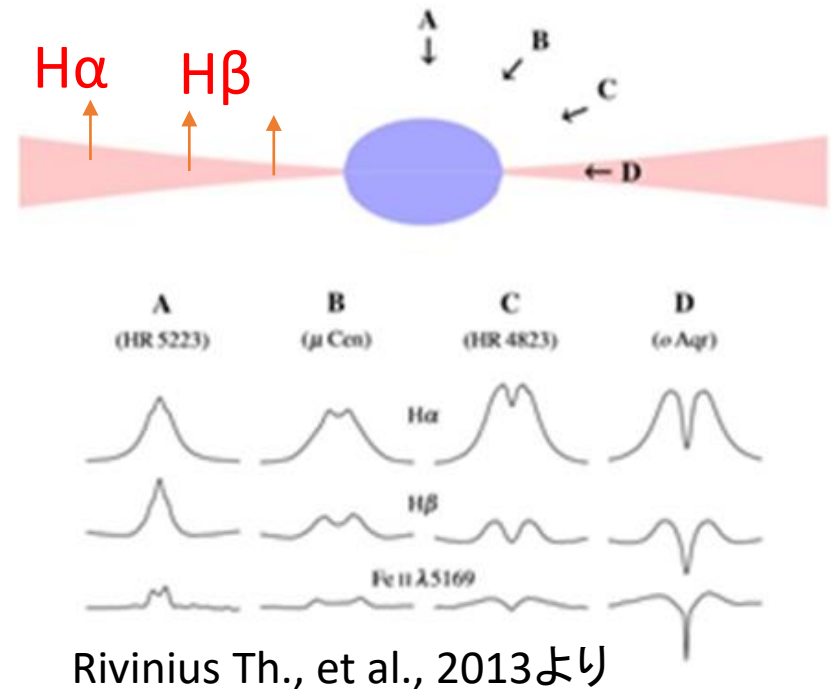
○Be星(カシオペア座γ型変光星)

・定義は、光度階級がIII-VのB(O,A)型星のうち、過去に一度でも水素の輝線がみられたもの

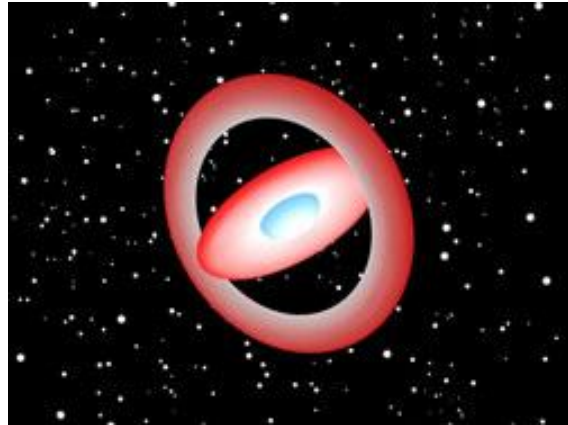
・変光周期が数か月～数十年(以上)と言われ、爆発型変光星(eruptive variables)に分類

・数百 km/sで自転しているため赤道周りにガス円盤を作り、水素輝線を放出

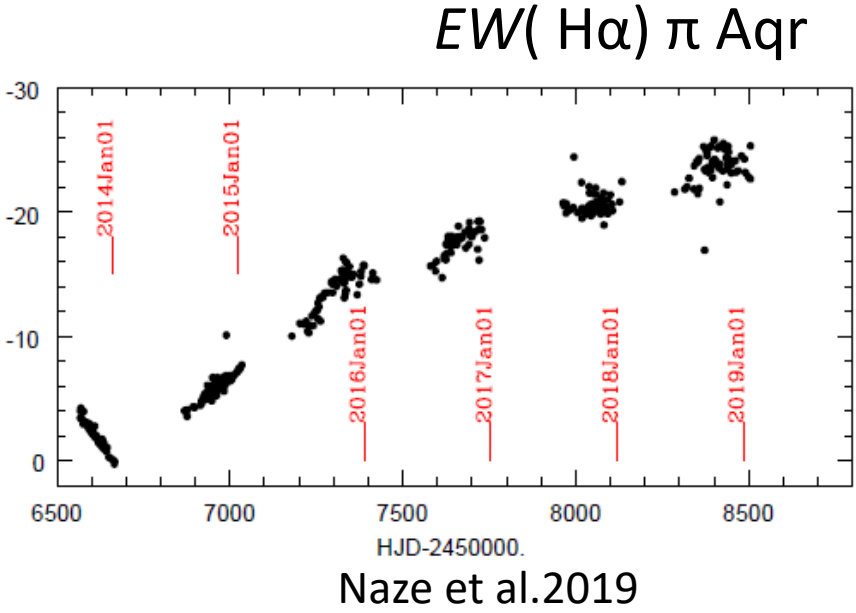
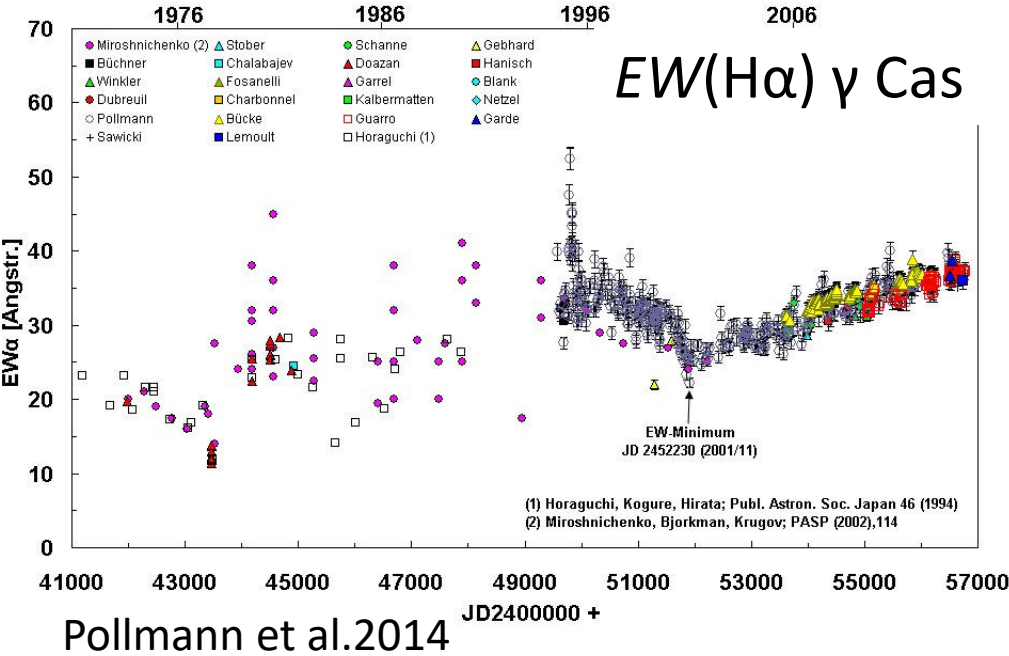
・輝線の形は、見る方向で異なる



- ・長期的に、円盤は生成・消滅を繰り返す。二重になることもある。
- ・円盤の成長と水素輝線($H\alpha$ 、 $H\beta$)等価幅(EW)の変動には正の相関



Be星プレオネの想像図
(西はりま天文台)



・円盤の起源や生成・消滅などのメカニズムはよく分かっていない

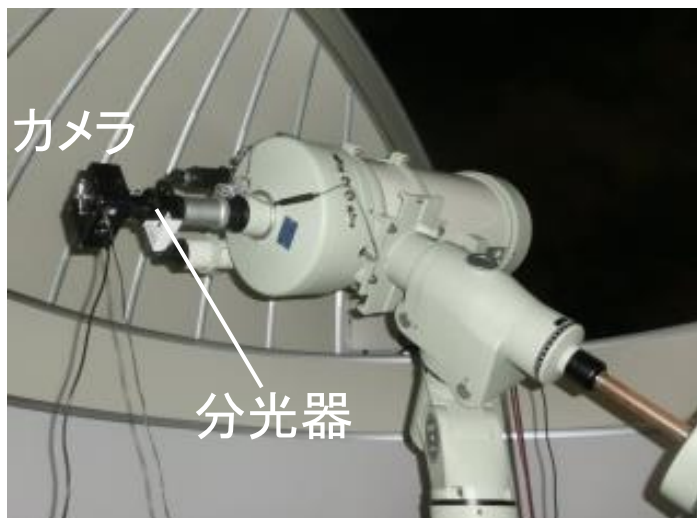
○本研究の目的

複数のBe星で

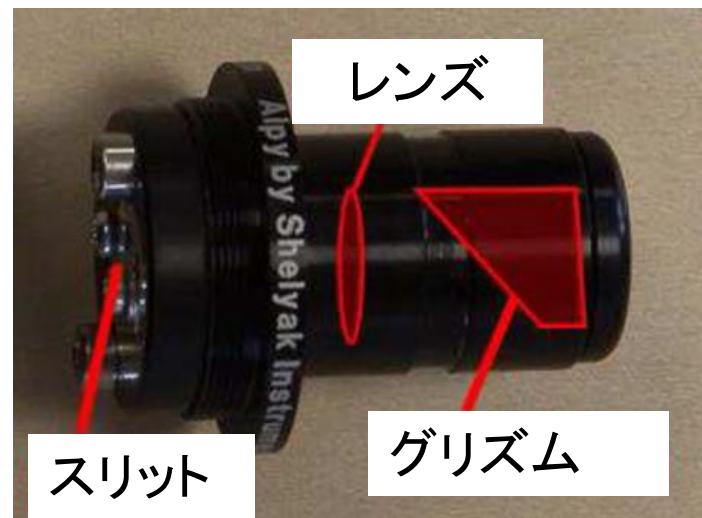
- ・水素輝線($H\alpha$ 、 $H\beta$)等価幅(EW)
- ・報告例が極めて少ないバルマー一過減率(D34)

をモニタリングし、円盤の起源やメカニズムを探る

○観測装置



横浜サイエンスフロンティア高校
天体観測ドーム



低分散分光器 Alpy 600

望遠鏡：C-300 (タカハシ) 口径30 cm

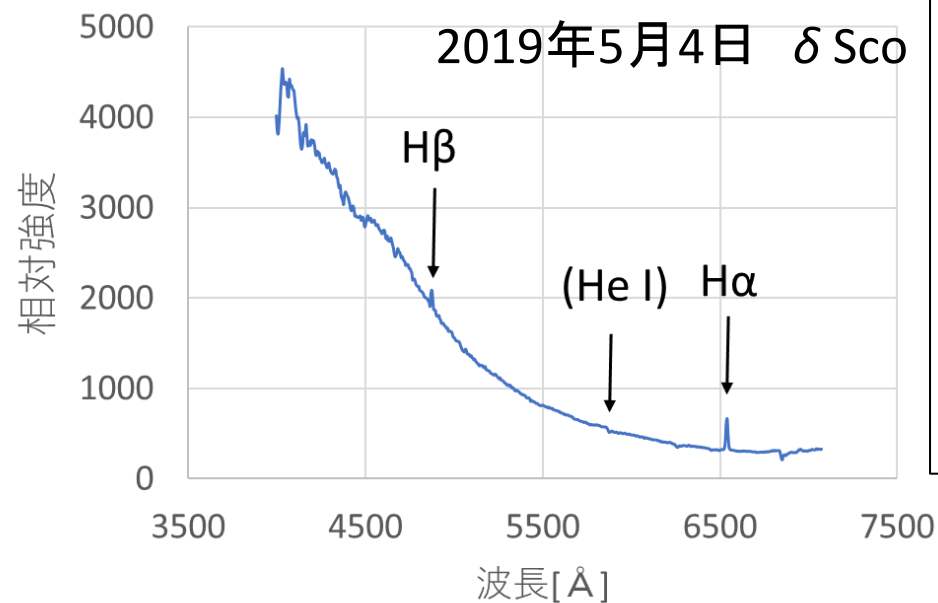
冷却CCDカメラ：ST-402ME(SBIG)

分光器：Alpy 600(Shelyak)

波長分解能 $\sim 600@650\text{nm}$

$\sim 400@450\text{nm}$

○スペクトル

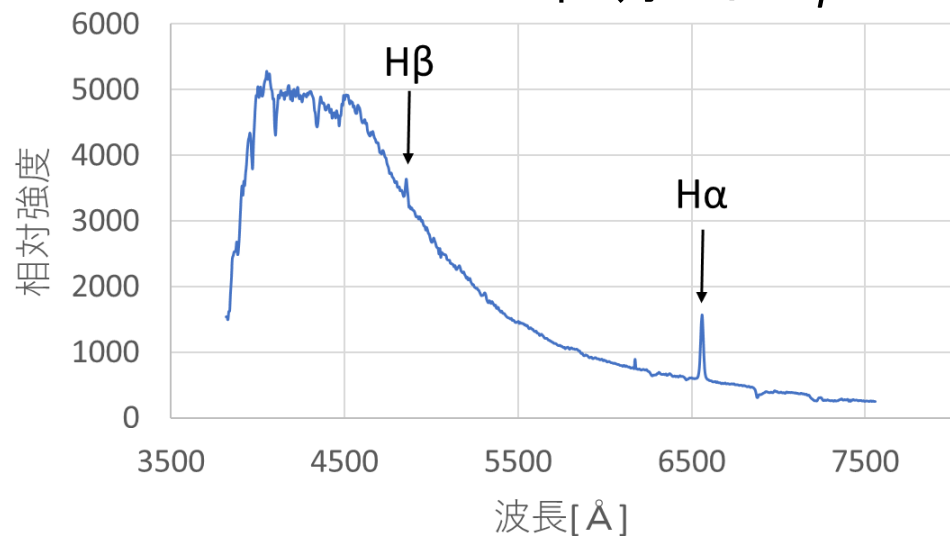


・対象天体

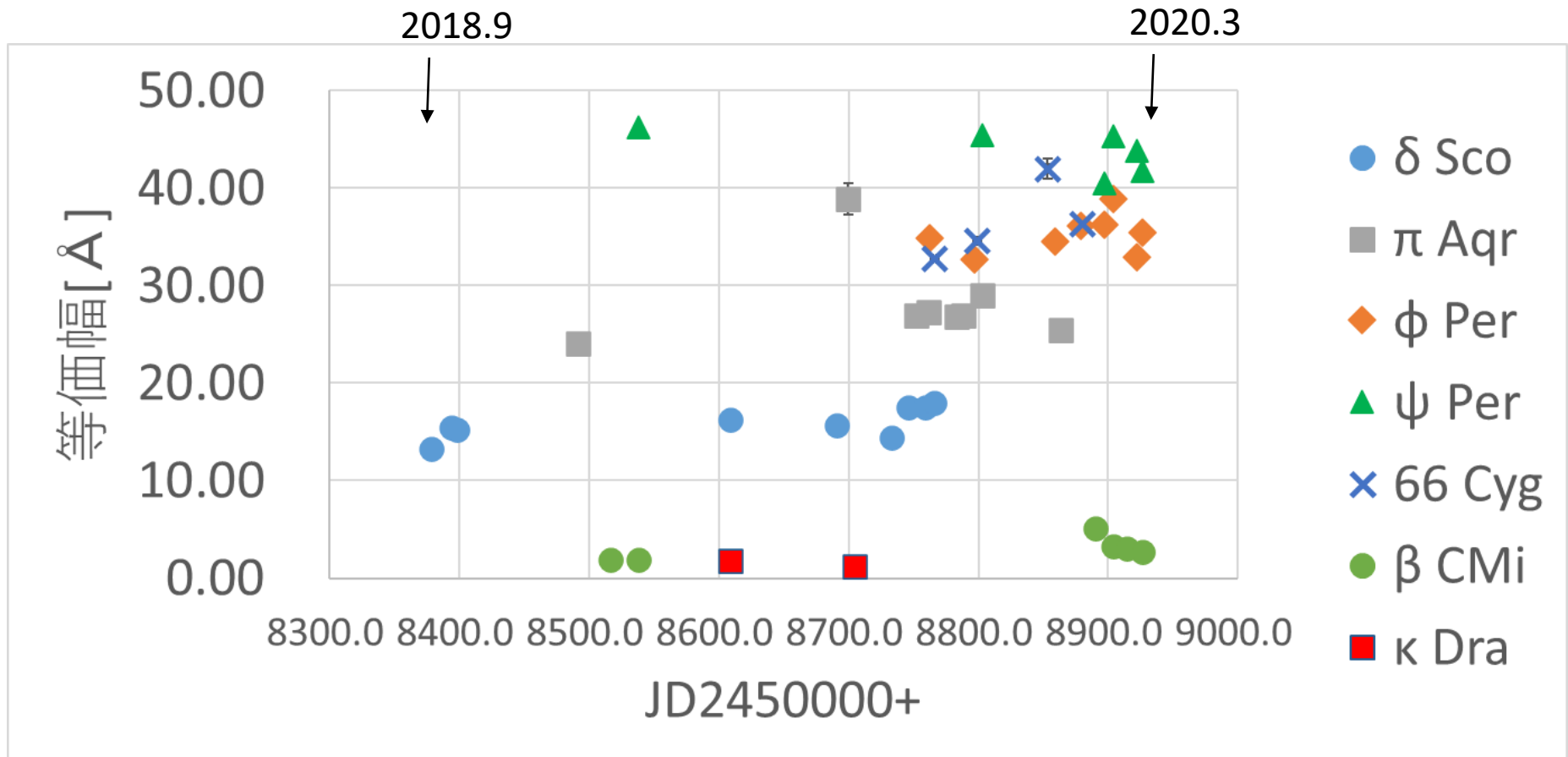
δ Sco、 π Aqr、 φ Per、 ψ Per
66 Cyg、 β CMi、 κ Dra

・2018年9月から2020年3月まで、合計43夜のデータを解析

2020年3月17日 φ Per

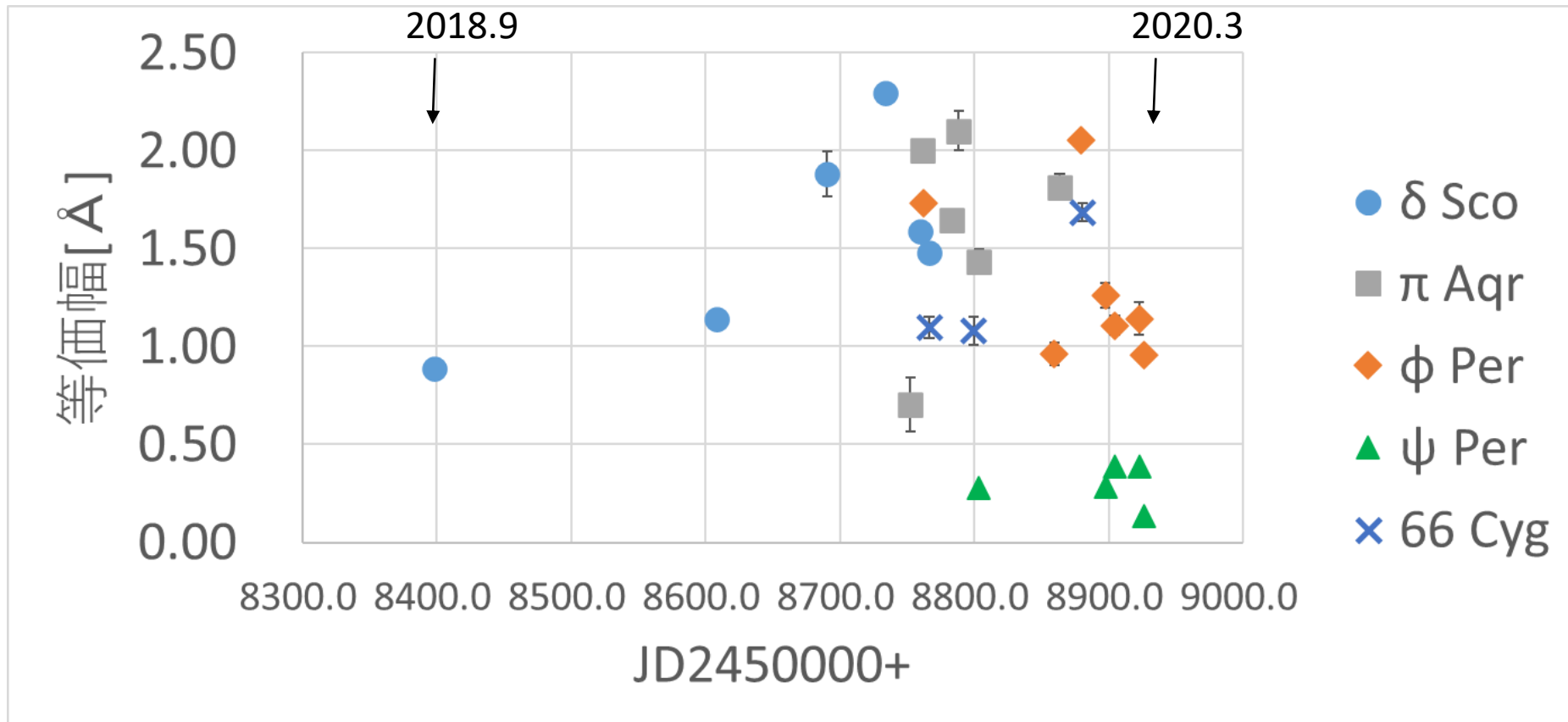


○結果(1) 天体ごとのEW(H α)の変動



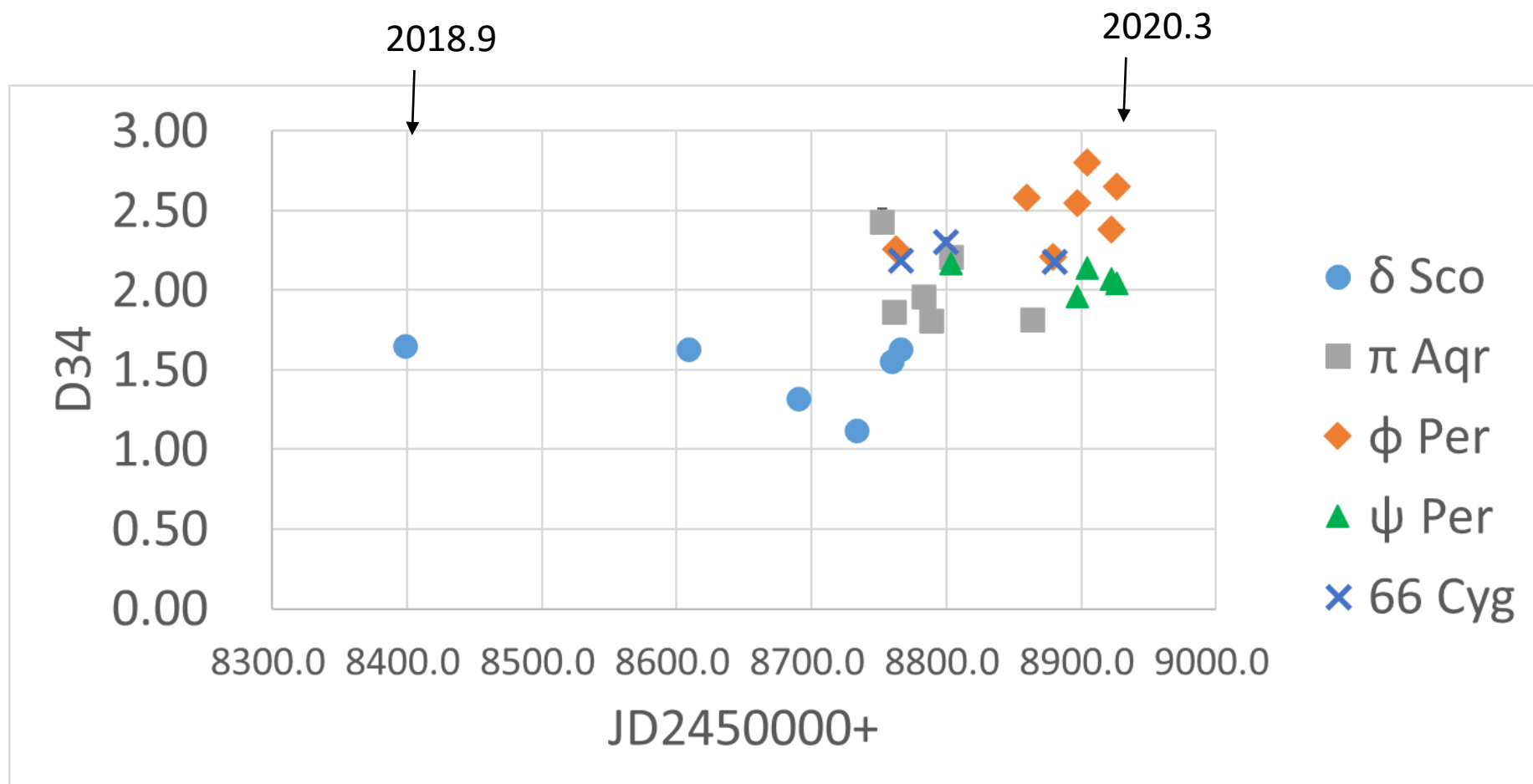
・どの天体も大きな変化なし

○結果(2)天体ごとのEW(H β)の変動



- δ Sco, π Aqr, ϕ Per \rightarrow 2-3倍程度の変化がある
- 上記以外 \rightarrow 大きな変化なし

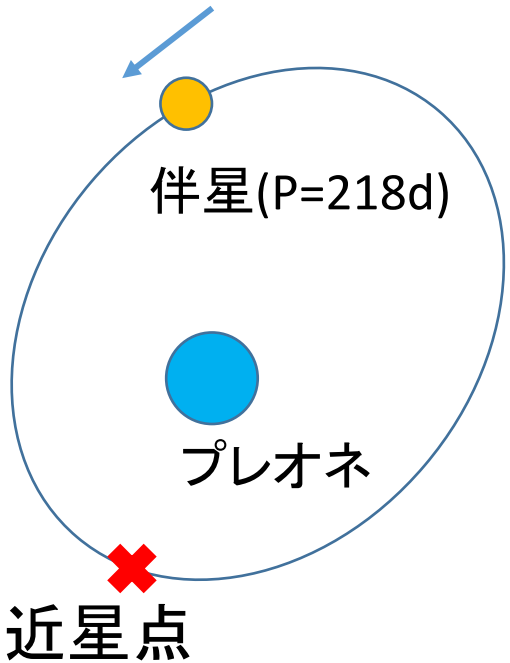
○結果(3) 天体ごとのバルマー遷減率の変動 ($D34 = H\alpha / H\beta$)



- δ Sco, π Aqr, ϕ Perで1.5倍程度の変化がある
- 上記以外→大きな変化なし

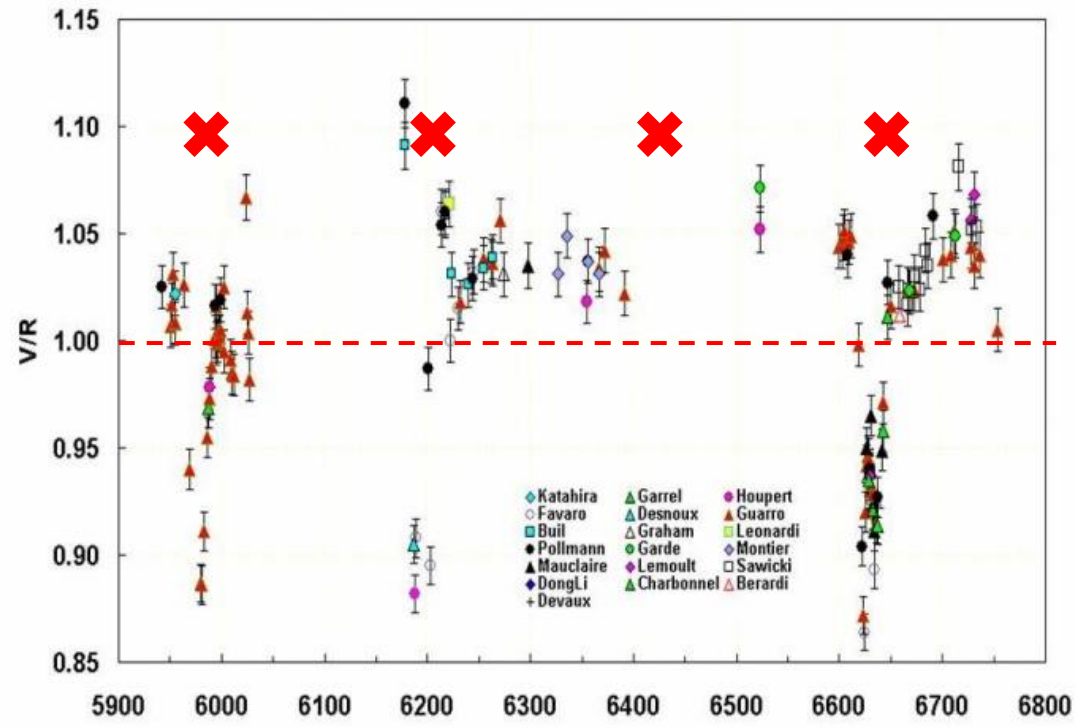
○考察(1) periastron epoch(近星点)

・Be星 28 Tau(プレオネ)の高分散分光観測で、伴星の近星点通過前後でV/R(輝線ダブルピーク紫[V]、赤[R]強度比)が変動するとの報告あり (Pollmann & Vollmann,2014など)



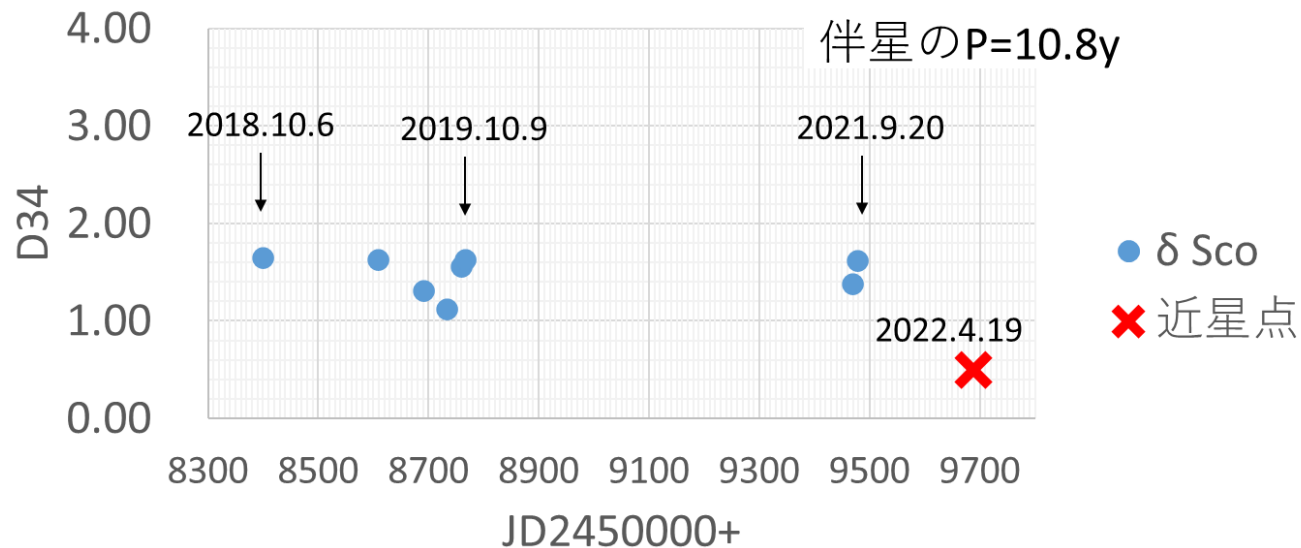
⇒伴星の潮汐力が

D34の変動に関与している可能性はないか？

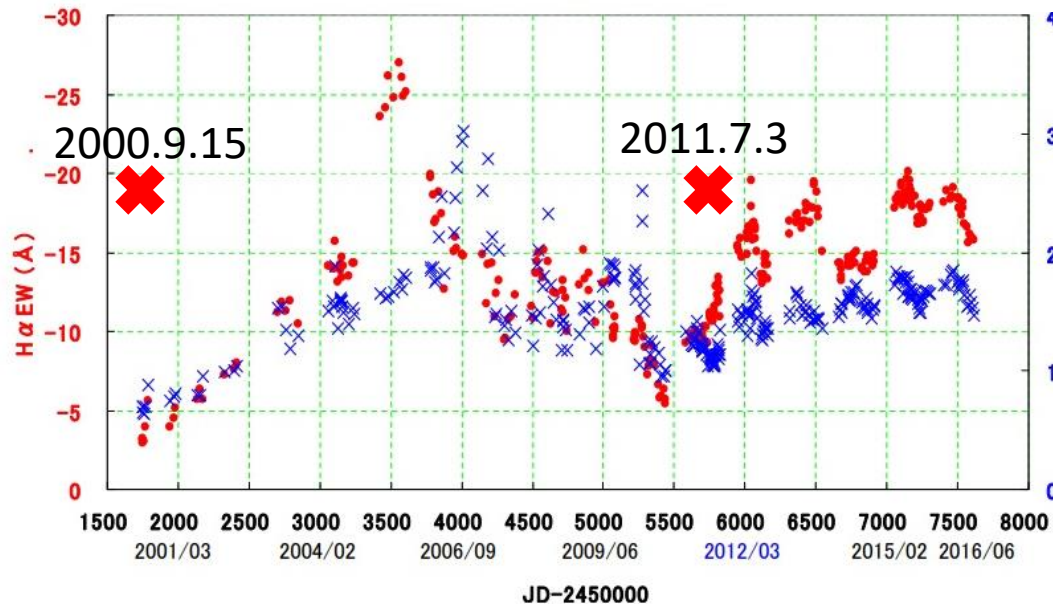


ID 2460000+

○ δ ScoのD34変化と近星点



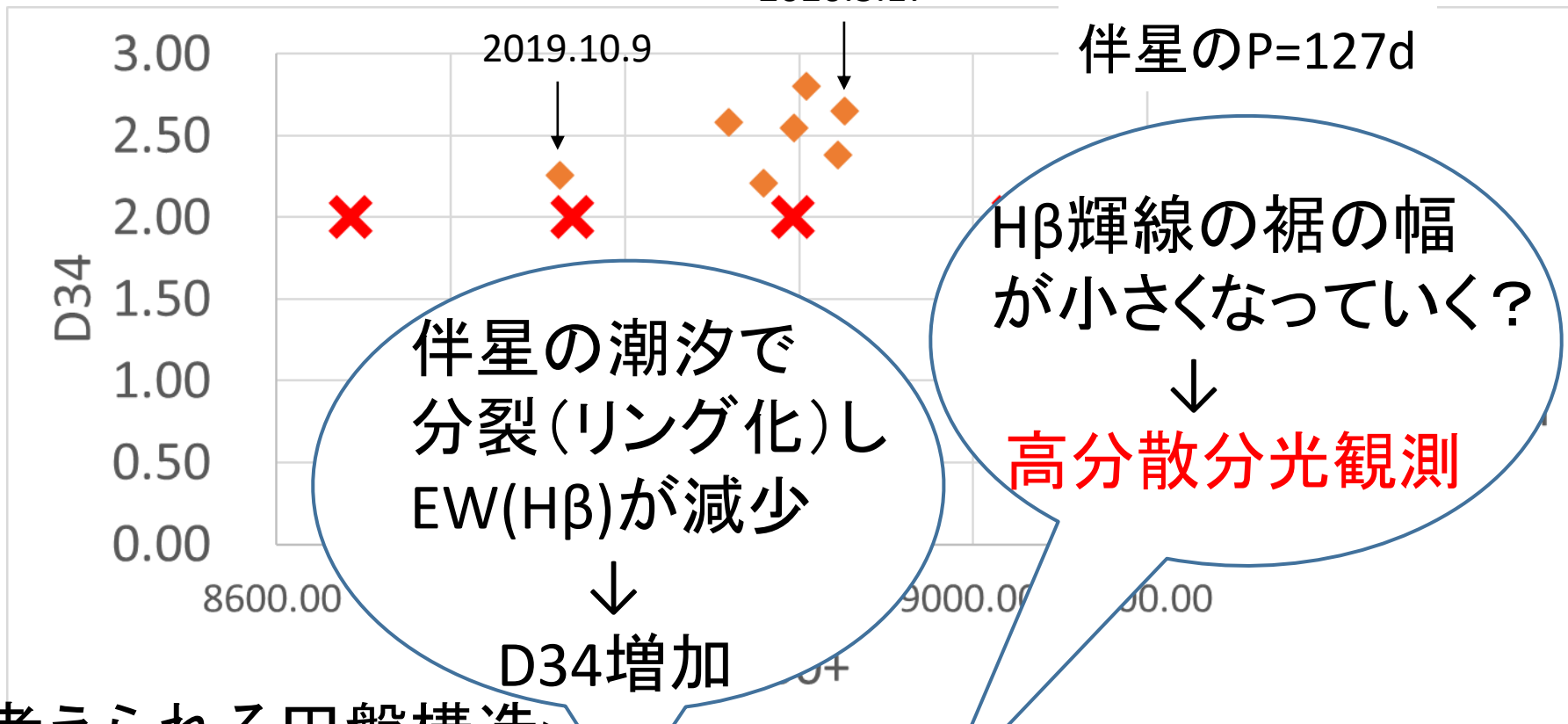
δ Sco $H\alpha$ (EW), D_{34} ($H\alpha/H\beta$) 藤井氏の結果(2001~2016年)



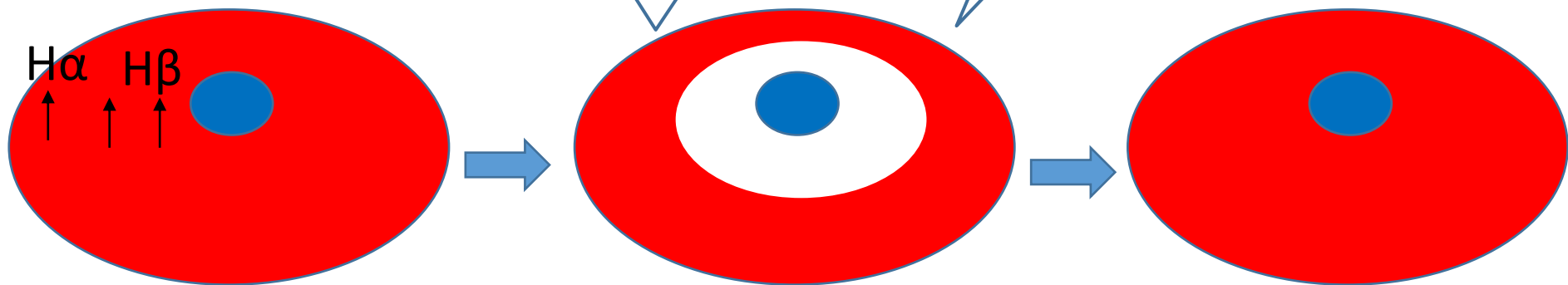
D34は、近星点の前
 で減少傾向、後で
 増加傾向
 (通過前後でグラフの
 傾きが正となる?)

○φ PerのD34変化と近星点

2020.3.17



<考えられる円盤構造>



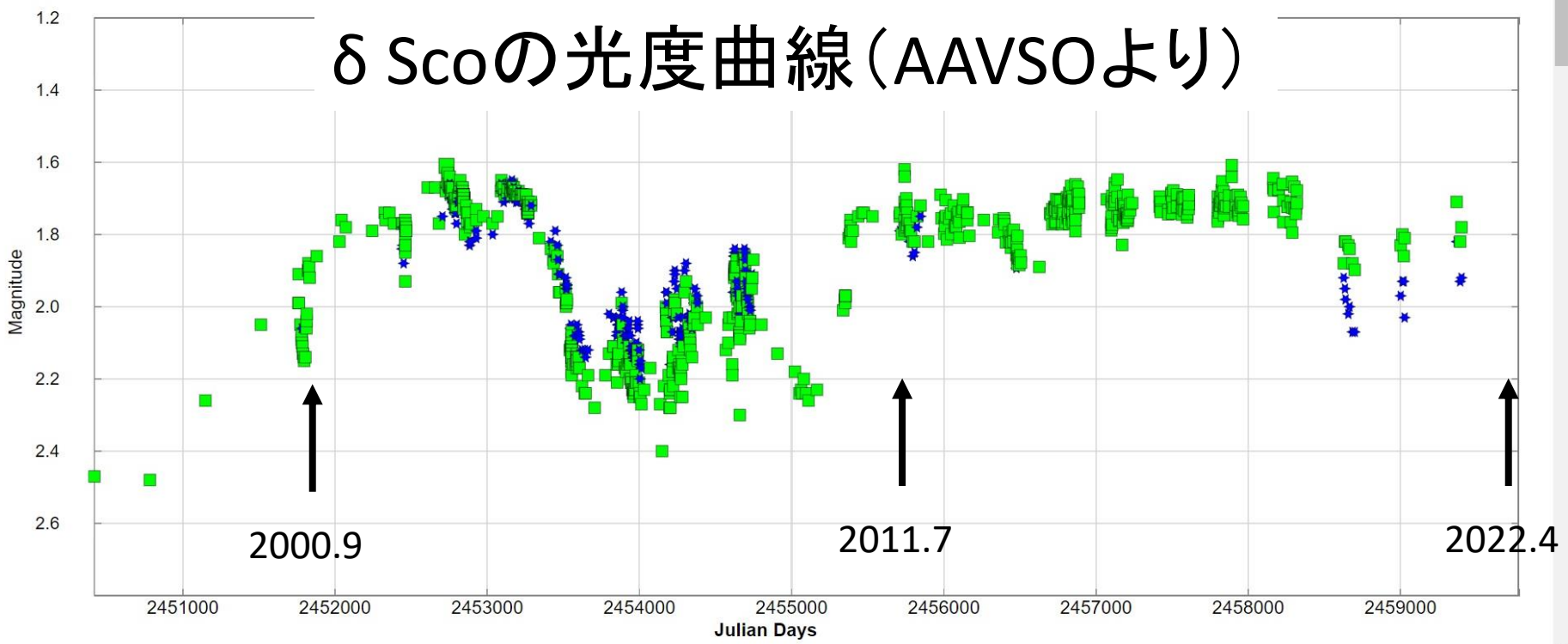
○なゆた望遠鏡による高分散分光観測

- 対象天体: δ Sco
- およそ10年周期で増光
→ 伴星が近星点を通るため
- 軌道離心率 ~ 0.9



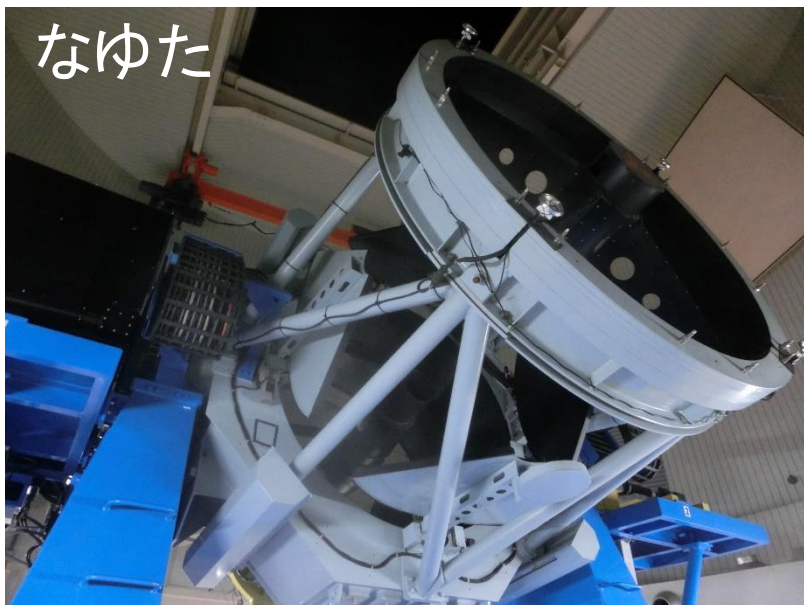
□:All (8836) ○(7728) □ Vis ▼(16) □ Faint ★(222) ▣ B ■(824) ▣ V ◆(17) □ J ◄(17) □ H ◻(6) □ CV ⚙(7) □ TB ○(9) □ TG ◻(2) □ RJ ○(4) □ NA

δ Scoの光度曲線 (AAVSOより)



○なゆた望遠鏡による高分散分光観測

- 観測装置：可視光中低分散分光器MALLS
0.8"スリット, 1800l/mm
波長分解能 $\sim 7500(550\text{nm}, 1.2")$
- 観測波長域：H α , H β 中心, 400 Åの範囲
- 観測日：4/17, 8/16, 8/17
- 露出時間：5s \times 5



○観測結果

現在解析中です・・・m(_ _)m

- ・4月 観測
- ・5～6月 解析環境の構築
(Linux, IRAFの導入に、大苦戦・・・)
- ・7月 天体のダーク引き、フラット割まで終了

※本日は、すばる画像解析ソフト マカリでの
Quick Look結果のみ報告

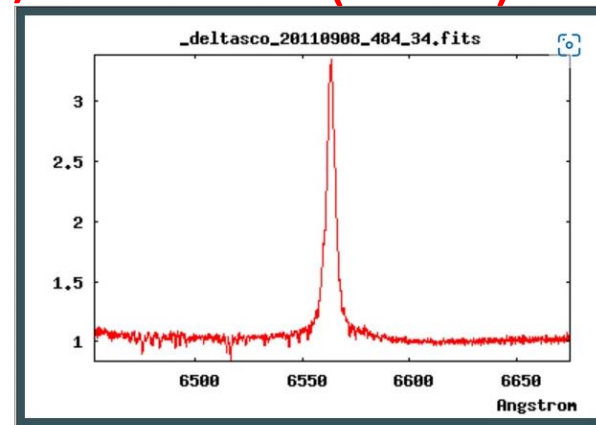
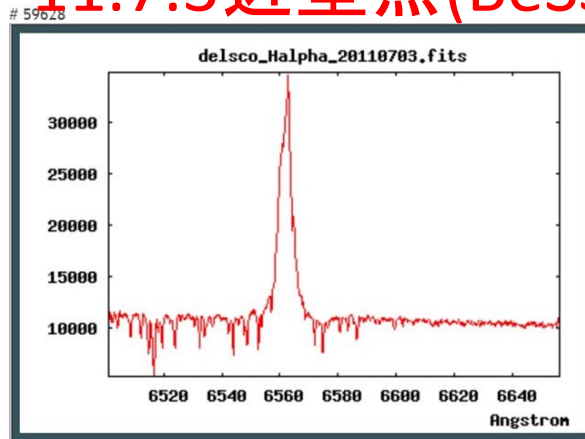
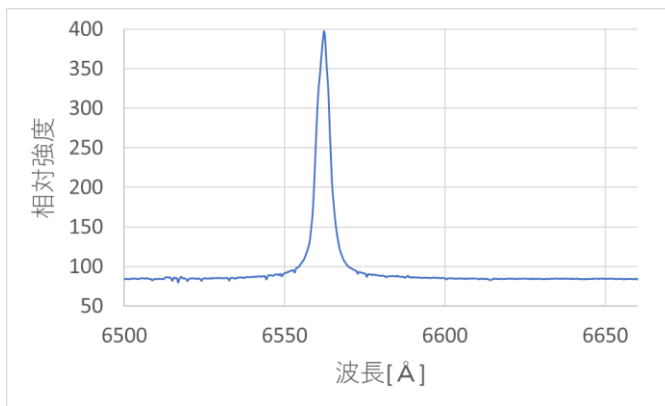
Quick Look結果(分光標準星による強度補正なし)

<H α >

22.4.17近星点(今回)

11.7.3近星点(BeSS)

11.9.8(BeSS)



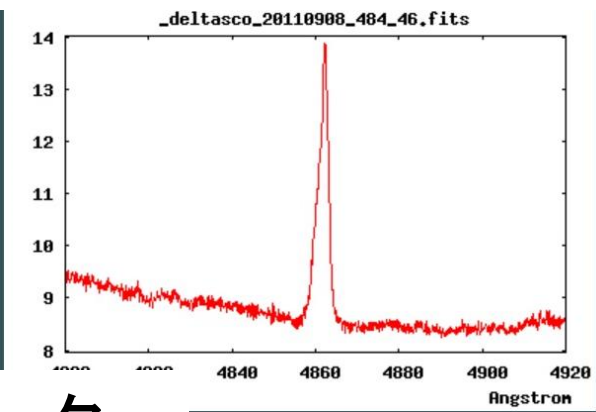
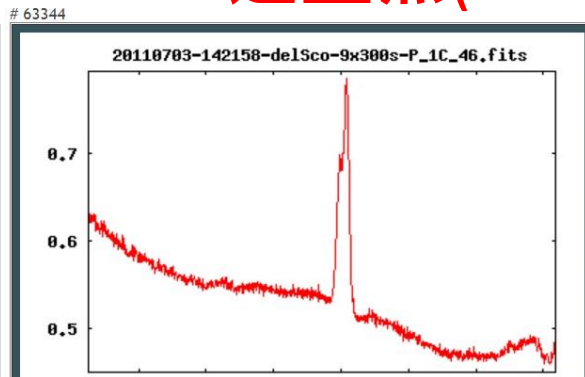
⇒近星点(2022,2011年)付近でシングルピーク

<H β >

22.4.17近星点(今回)

11.7.3近星点(BeSS)

11.9.8(BeSS)



⇒近星点(2022,2011年)付近でダブルピーク
2011年は, 2か月後にはシングルピーク

○まとめ

- ・Be星の円盤構造を探るため、2018年9月から、学校天文台で複数のBe星の低分散分光観測を行っている
- ・ $EW(H\alpha)$ には大きな変化はなかったが、 $EW(H\beta)$ とD34に変化のある星を複数確認
 - 伴星の潮汐でリング化したことによる変化か？
- ・上記を確認するため、西はりま天文台で伴星の近星点通過時における高分散分光観測を行っている

○今後の展望

- ・低分散分光観測で EW 、D34の測定
 - 学校天文台
- ・高分散分光観測で近星点通過時の $H\alpha$ ・ $H\beta$ の裾の幅、 V/R の測定→西はりま天文台& BeSS(データベース)

○謝辞

共同利用観測を受け入れていただいた、西はりま天文台のスタッフのみなさまにこの場を借りて深謝いたします。

また、本研究は以下の方々に技術的なサポートをいただきました。ありがとうございました。

- ・戸塚都さま（西はりま天文台）
- ・藤井貢さま（藤井黒崎観測所）