

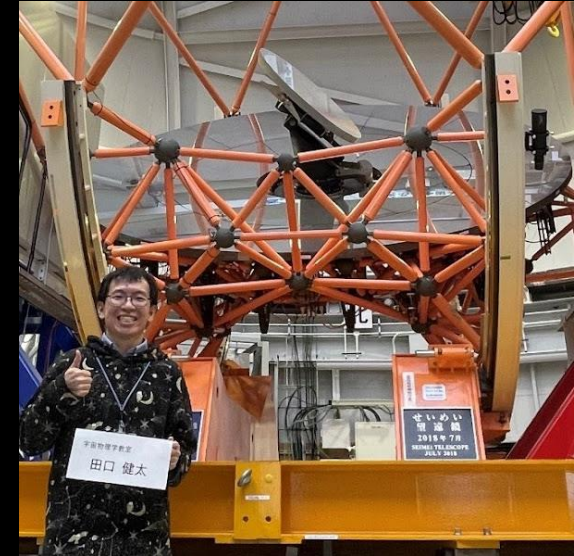
Tomo-e Gozen と京都大学せいめい望遠鏡による 新星の初期観測に向けて

2024-05-16 (木曽シュミットシンポジウム)

田口 健太 (京都大学)

自己紹介・あいさつ

- 昨年度まで京大院生 → 本年から京大岡山天文台で勤務。
- 今まで手が動かせておらず、すみません...
 - **今後は時間を見つけて作業を行います。**
 - 基本は「マルチメッセンジャー天文学」研究員ですが、岡山の所員でもある。
- **せいめい望遠鏡を用いた Tomo-e 突発天体の追観測も引き受けます。**
 - Tomo-e 追観測プロポーザル ID: 24A-N-CT17 (PI: 諸隈さん)
 - SN 2024acn のプロポーザル ID: 24A-K-0037 (PI: 越さん)
 - **Tomo-e とは違い、どうしても人が必要 (無人化がまだ)。**
 - 急ぎの天体は急ぎで観測します。
 - 「この一週間のどこかで取る」などは早めに相談してください。
 - 窓口が複数あったりしてご迷惑をおかけしています。
 - 関係しそうな京大の人全員にメールするのが確実？
- **木曽観測所 50 周年おめでとうございます！！**



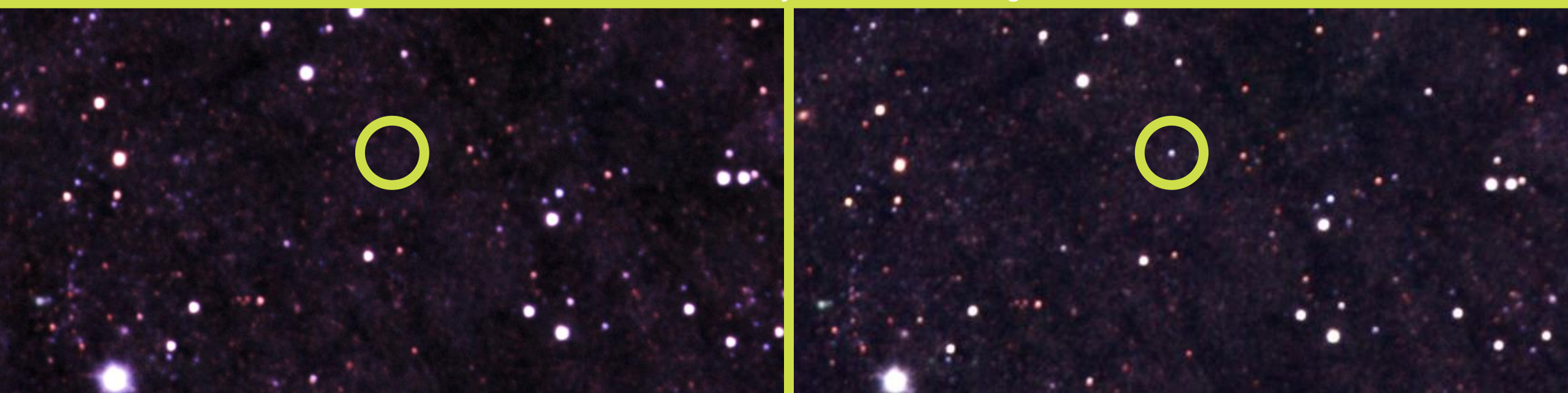
(古典) 新星、新星爆発 (nova、複数形は novae)

- ラテン語で “nova” は “new star” の意。
- **新しい星が突然出現したように見える (殆どの場合、数時間～1日で増光)**
 - その後はゆっくり減光する (数週間～数年くらい)
- 宇宙物理学的には、白色矮星表面で発生する突発天体現象だとされる。

2023-11-04

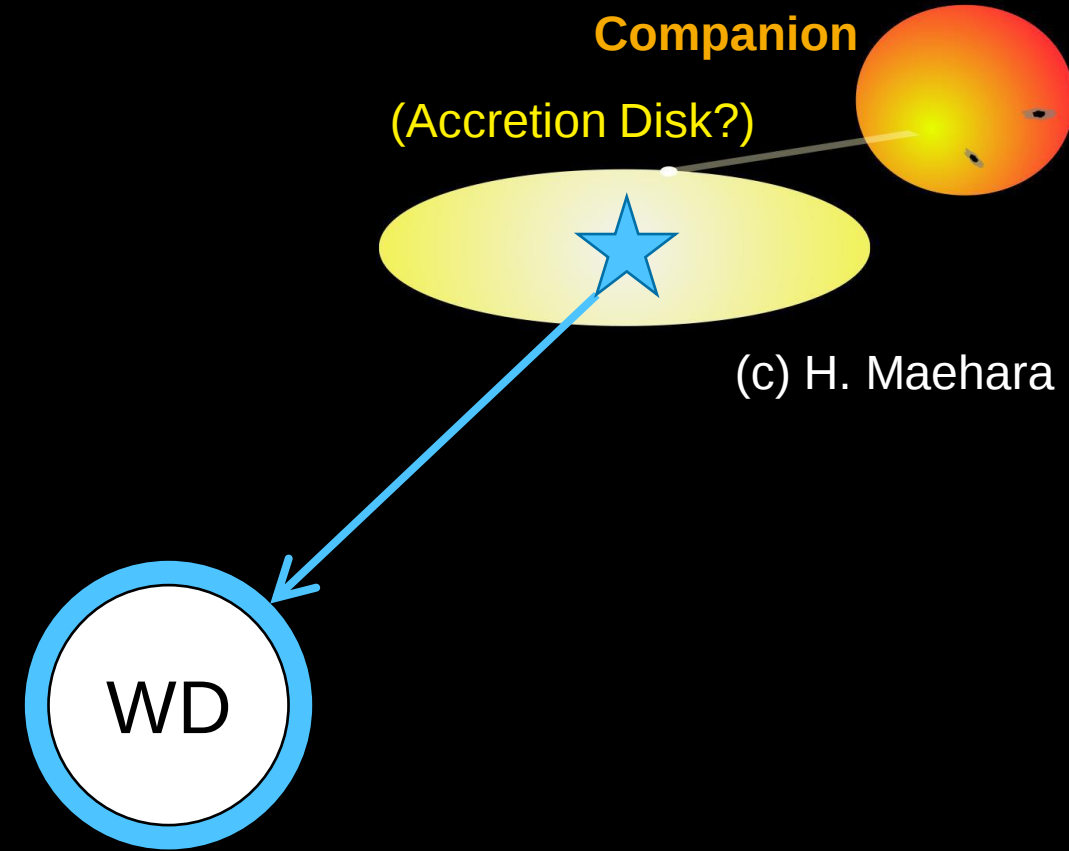
M31N2008-12a by Seimei/TriCCS g/r/i

2023-11-14



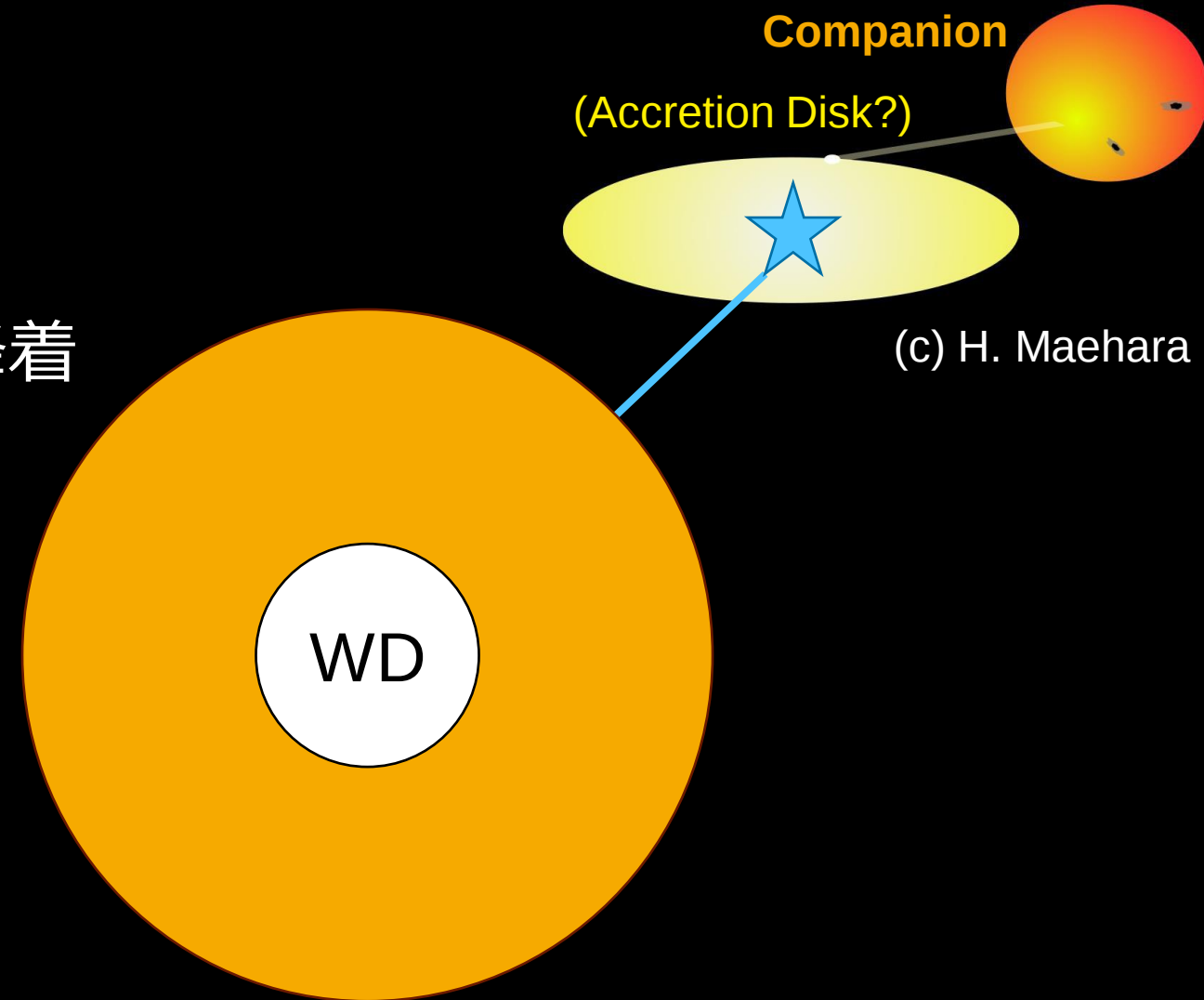
新星のメカニズム: 熱核暴走反応 (ThermoNuclear Runaway: TNR)

- 近接連星系:
 - **白色矮星 (WD、主星)**
 - 水素が燃え尽きた天体 → 核反応無し
 - **晩期型星 (伴星):** 水素あり
- 伴星から白色矮星表面に水素ガス降着
 - 白色矮星表面に溜まる
 - そのうち暴走的な原子核反応が発生!
 - 新星爆発に至る

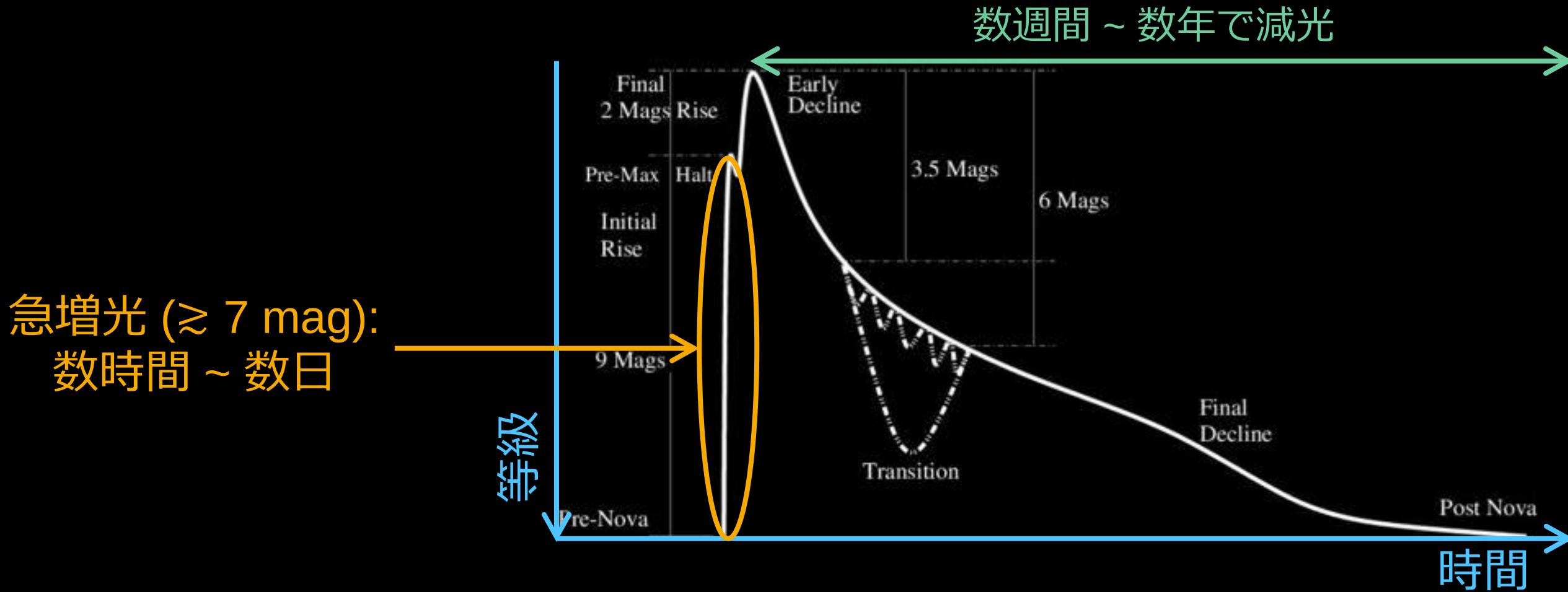


新星のメカニズム: 熱核暴走反応 (ThermoNuclear Runaway: TNR)

- 近接連星系:
 - **白色矮星 (WD、主星)**
 - 水素が燃え尽きた天体 → 核反応無し
 - **晩期型星 (伴星):** 水素あり
- 伴星から白色矮星表面に水素ガス降着
 - 白色矮星表面に溜まる
 - そのうち**暴走的な原子核反応が発生!**
 - 新星爆発に至る

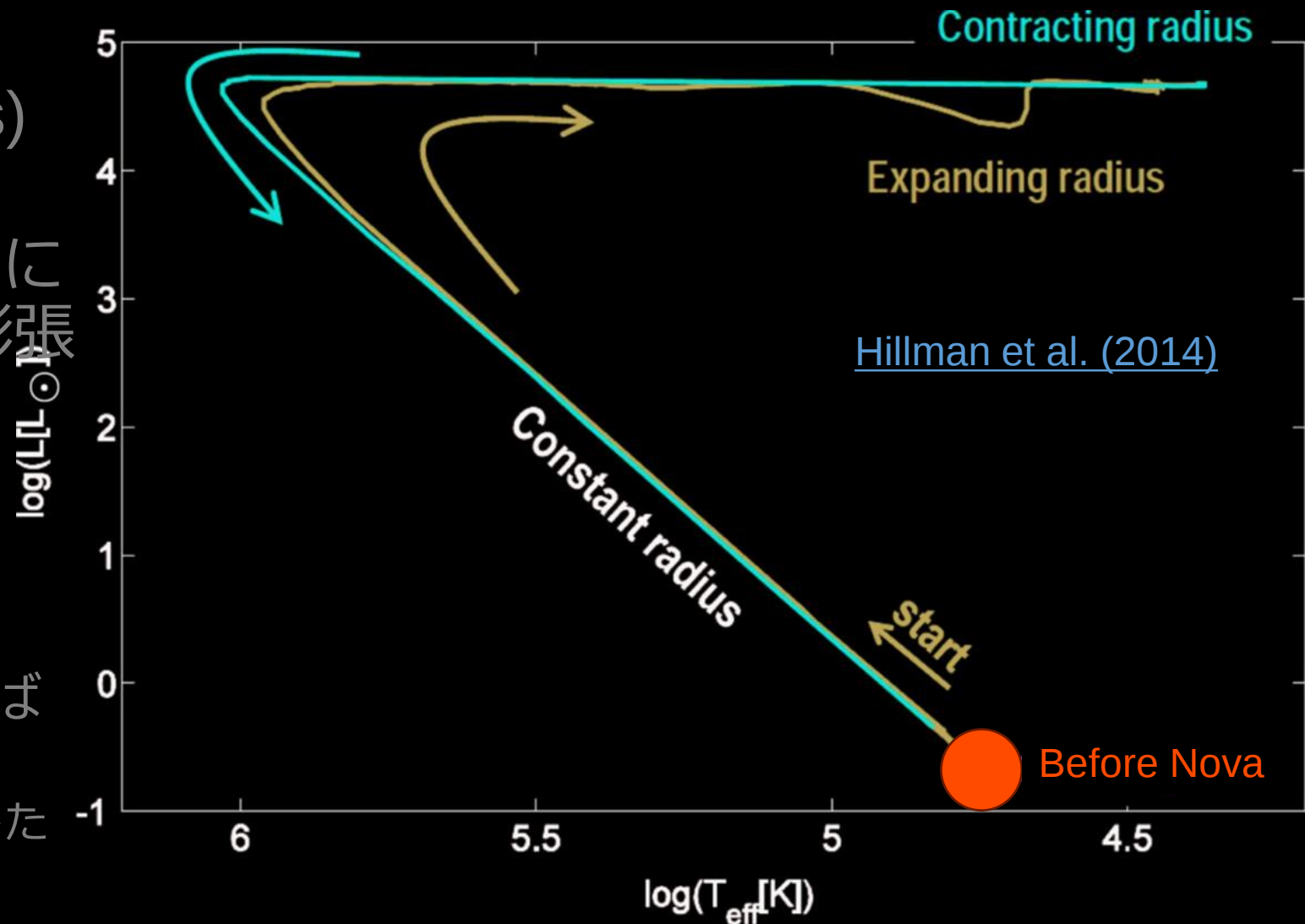


典型的な新星の光度曲線 (Bode & Evans 2008)



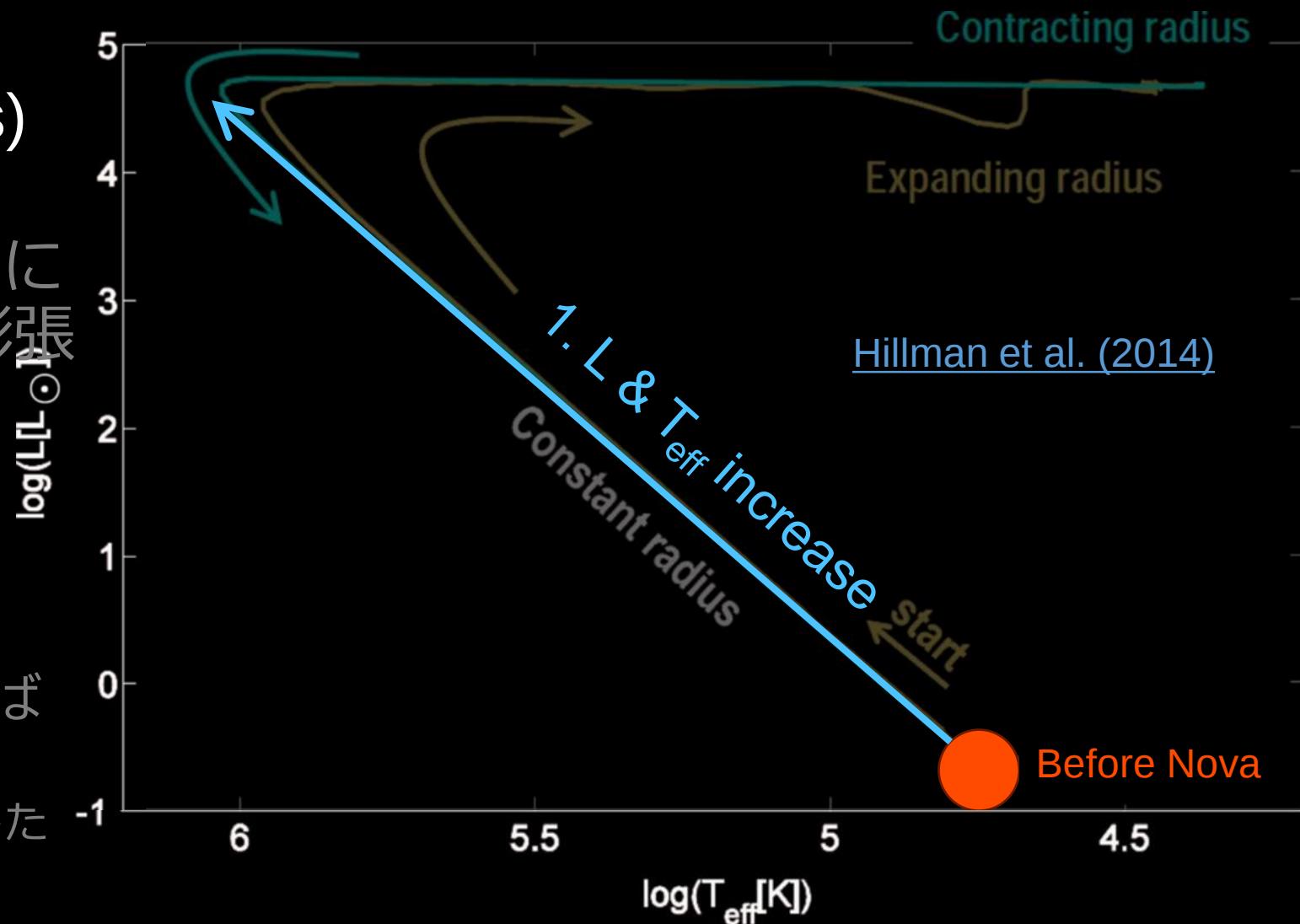
HR 図上における理論的な新星の進化

1. 核反応に点火後、
L や T が急上昇 (~ 10 mins)
(この観測は非現実的)
 2. L が Eddington 限界 (L_{Edd}) に
達すると輻射で水素外層膨張
→ $R_{\text{光球}} \nearrow \rightarrow T_{\text{eff}} \searrow$
→ 可視光での光度が上昇
(数時間 ~ 1 日程度で増光する)
- 重要な点
 - 急増光が終わる前に観測すれば
小さく熱い光球が観測可能
→ 新星に飲み込まれる前に存在した
物質を見ることが出来る (かも?)



HR 図上における理論的な新星の進化

1. 核反応に点火後、
L や T が急上昇 (~ 10 mins)
(この観測は非現実的)
 2. L が Eddington 限界 (L_{Edd}) に達すると輻射で水素外層膨張
→ $R_{\text{光球}} \nearrow \rightarrow T_{\text{eff}} \searrow$
→ 可視光での光度が上昇
(数時間 ~ 1 日程度で増光する)
- 重要な点
 - 急増光が終わる前に観測すれば
小さく熱い光球が観測可能
→ 新星に飲み込まれる前に存在した物質を見ることが出来る (かも?)

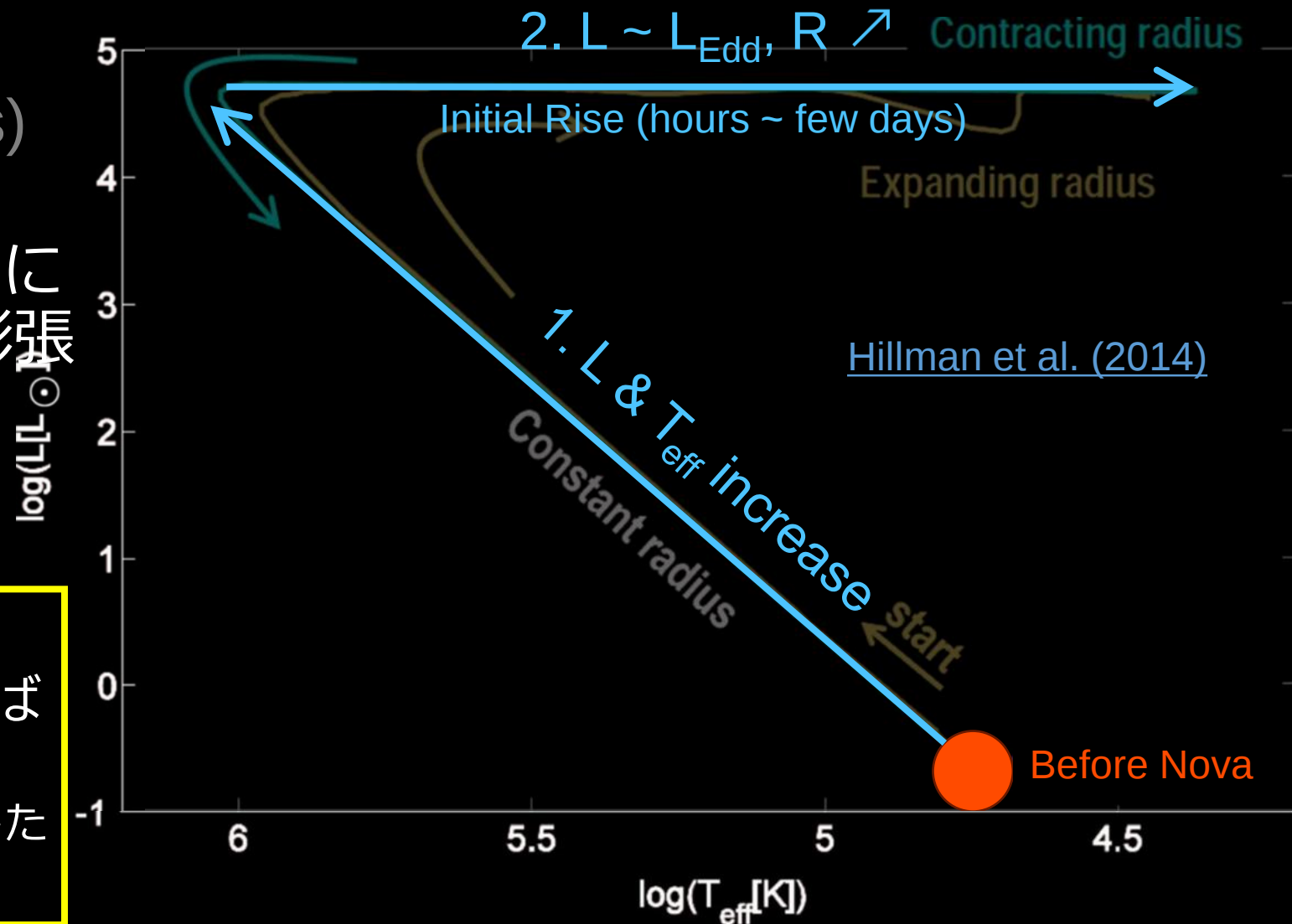


HR 図上における理論的な新星の進化

1. 核反応に点火後、
L や T が急上昇 (~ 10 mins)
(この観測は非現実的)
2. L が Eddington 限界 (L_{Edd}) に
達すると輻射で水素外層膨張
→ $R_{\text{光球}} \nearrow \rightarrow T_{\text{eff}} \searrow$
→ 可視光での光度が上昇
(数時間 ~ 1 日程度で増光する)

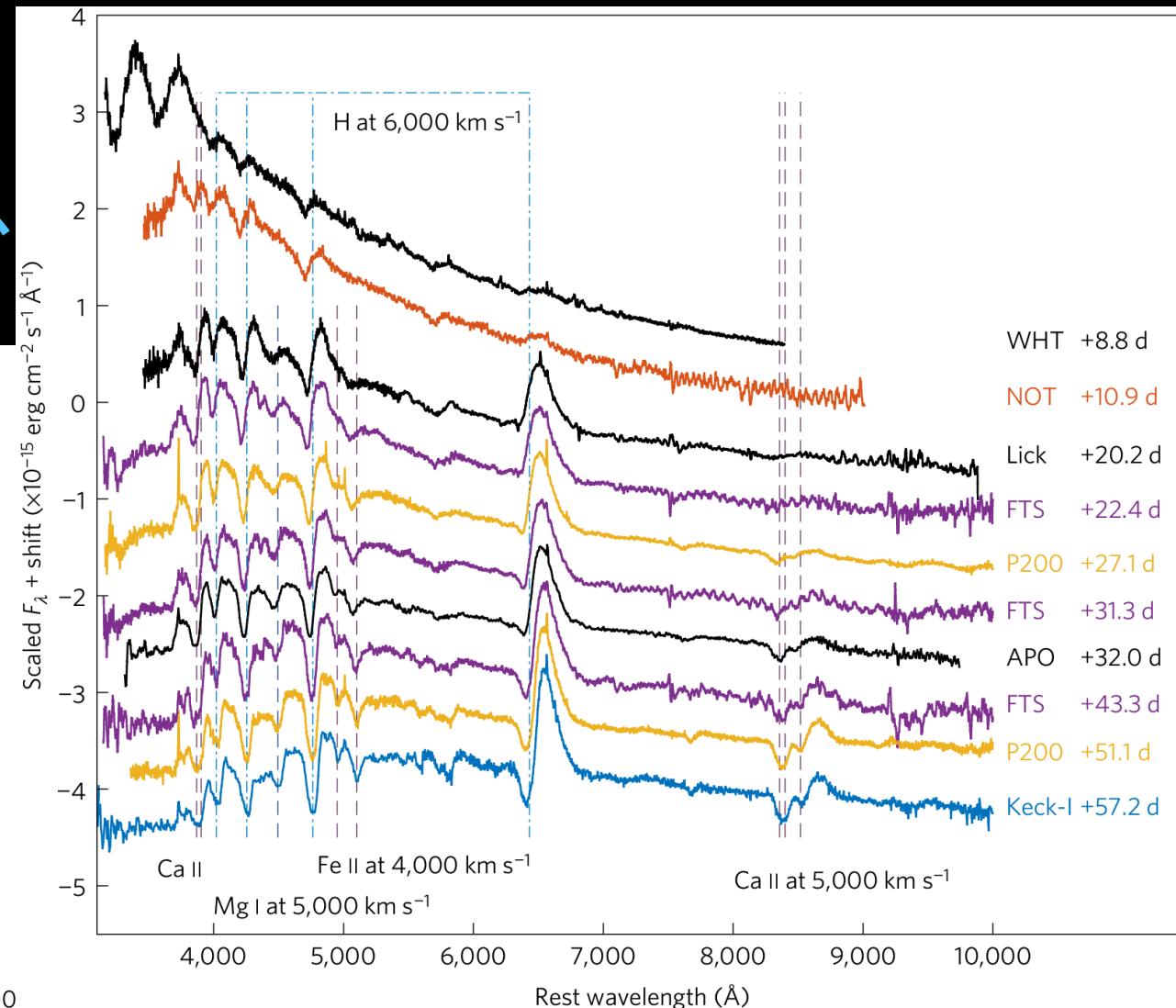
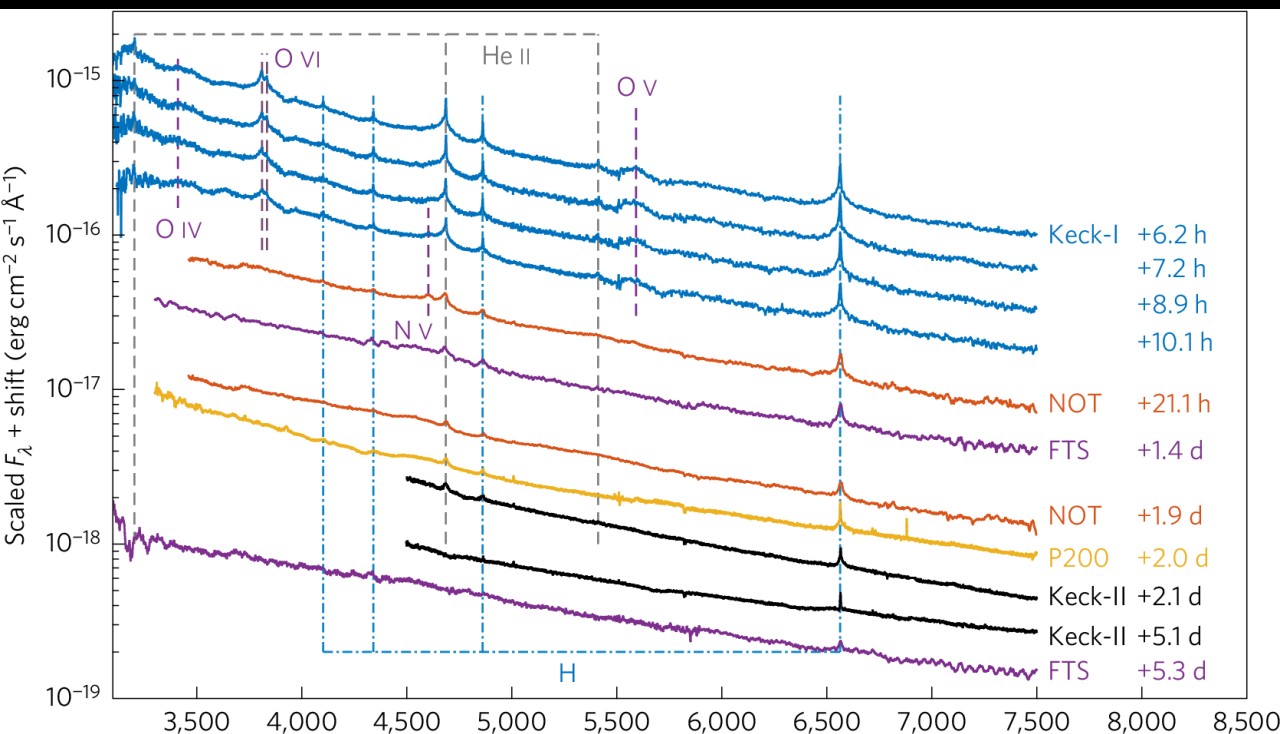
• 重要な点

- 急増光が終わる前に観測すれば
小さく熱い光球が観測可能
→ 新星に飲み込まれる前に存在した
物質を見ることが出来る (かも?)



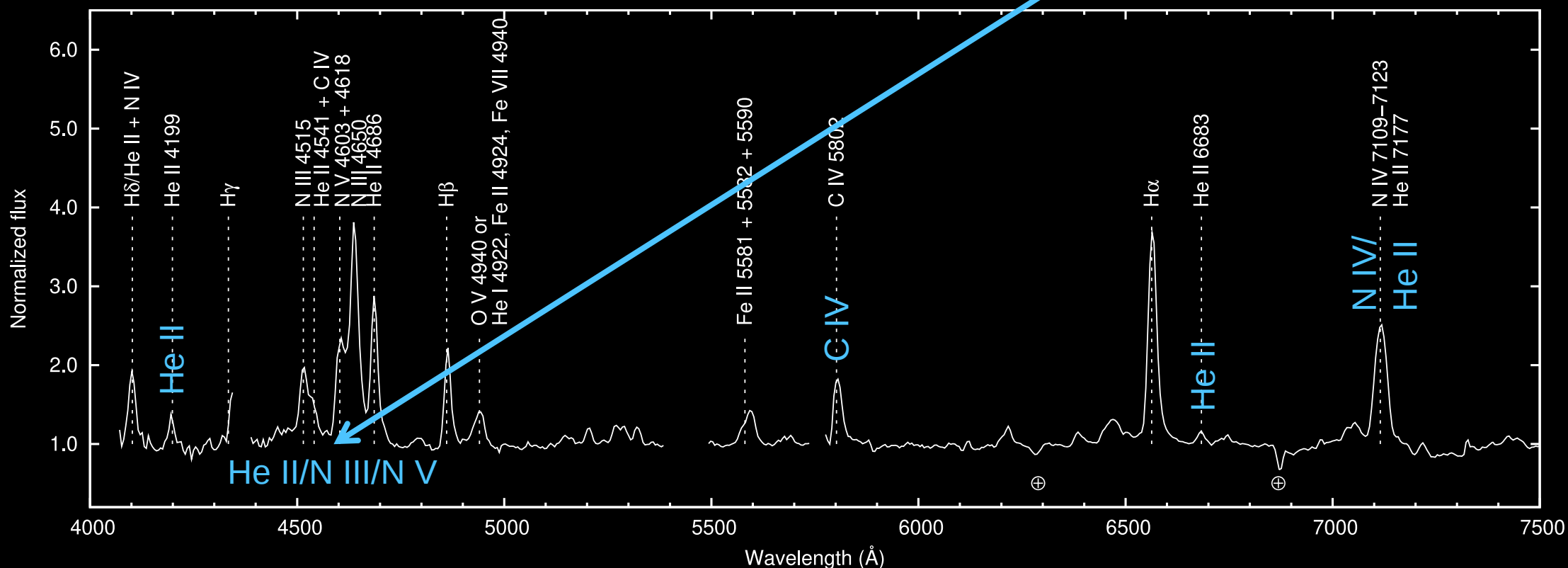
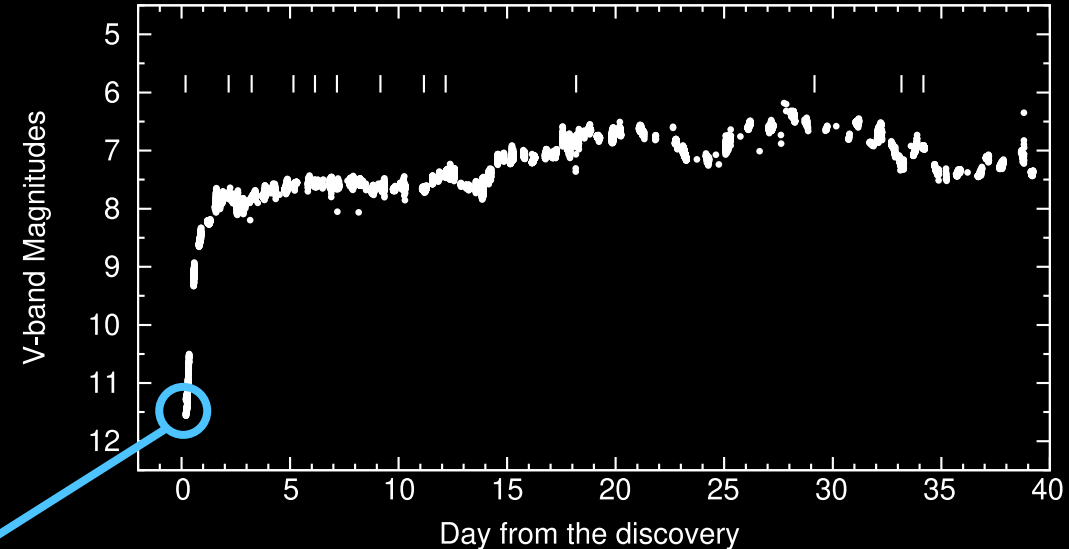
(参考) 超新星の例 ([Yaron et al. 2017](#))

- 初期のみ高階電離度・細かい輝線
 - 超新星爆発直前の恒星の出したガス
 - 時間が経過すると超新星本体に飲まれ、見えなくなってしまう



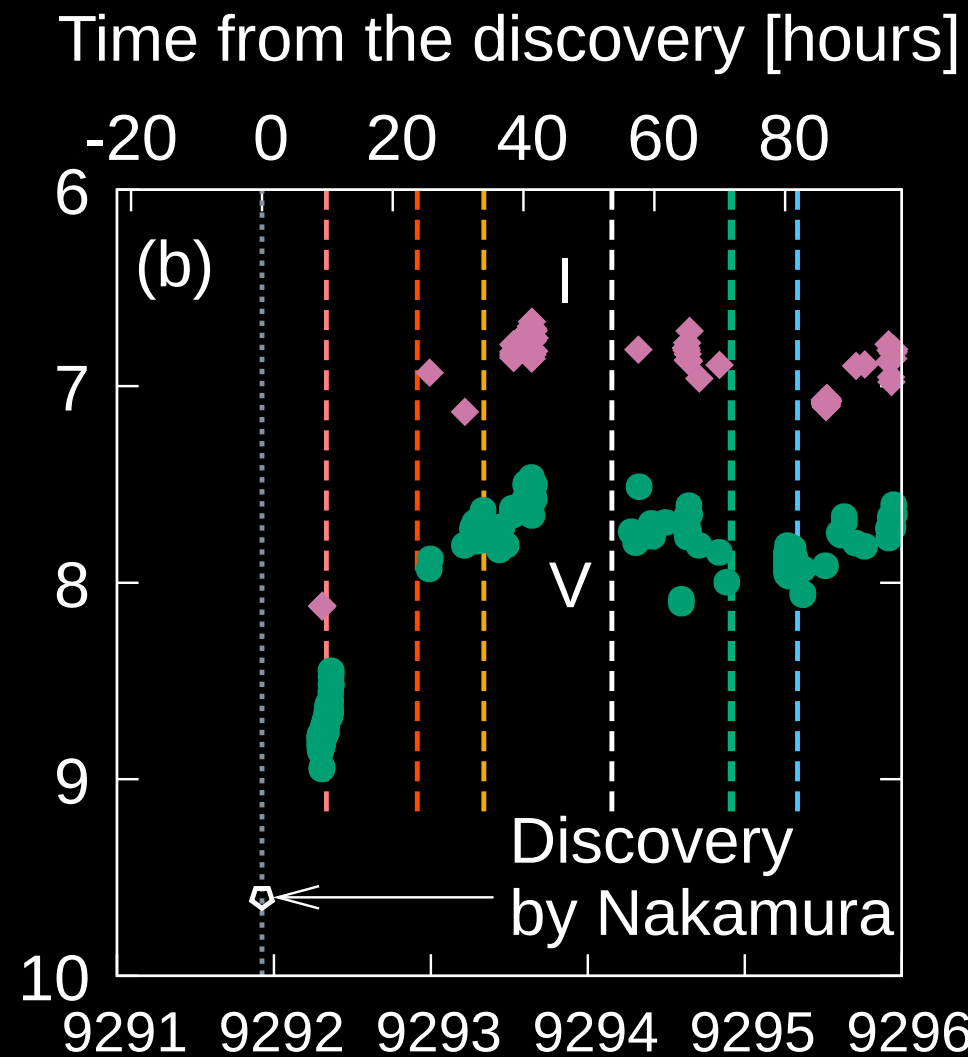
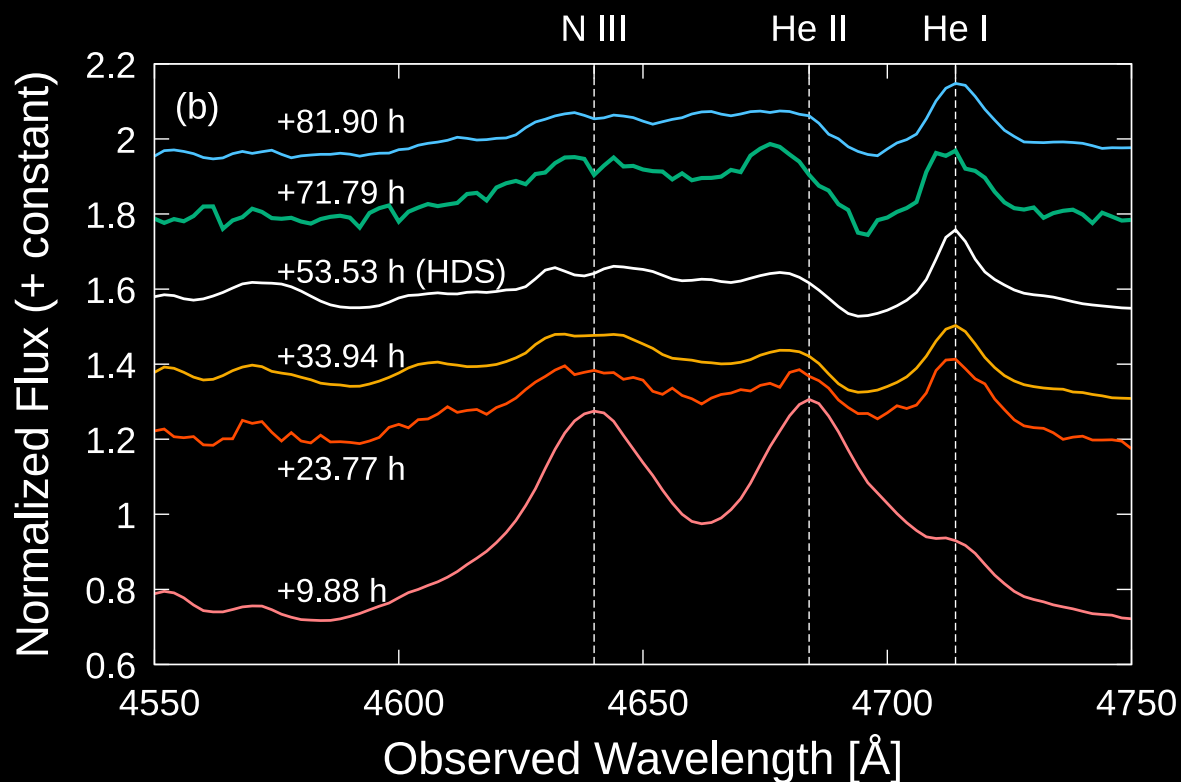
観測例 1: T Pyx (Arai et al. 2015)

- 高い電離度の輝線が検出
 - 最初のスペクトルでのみ見られた特徴



観測例 2: V1405 Cas ([Taguchi et al. 2023](#))

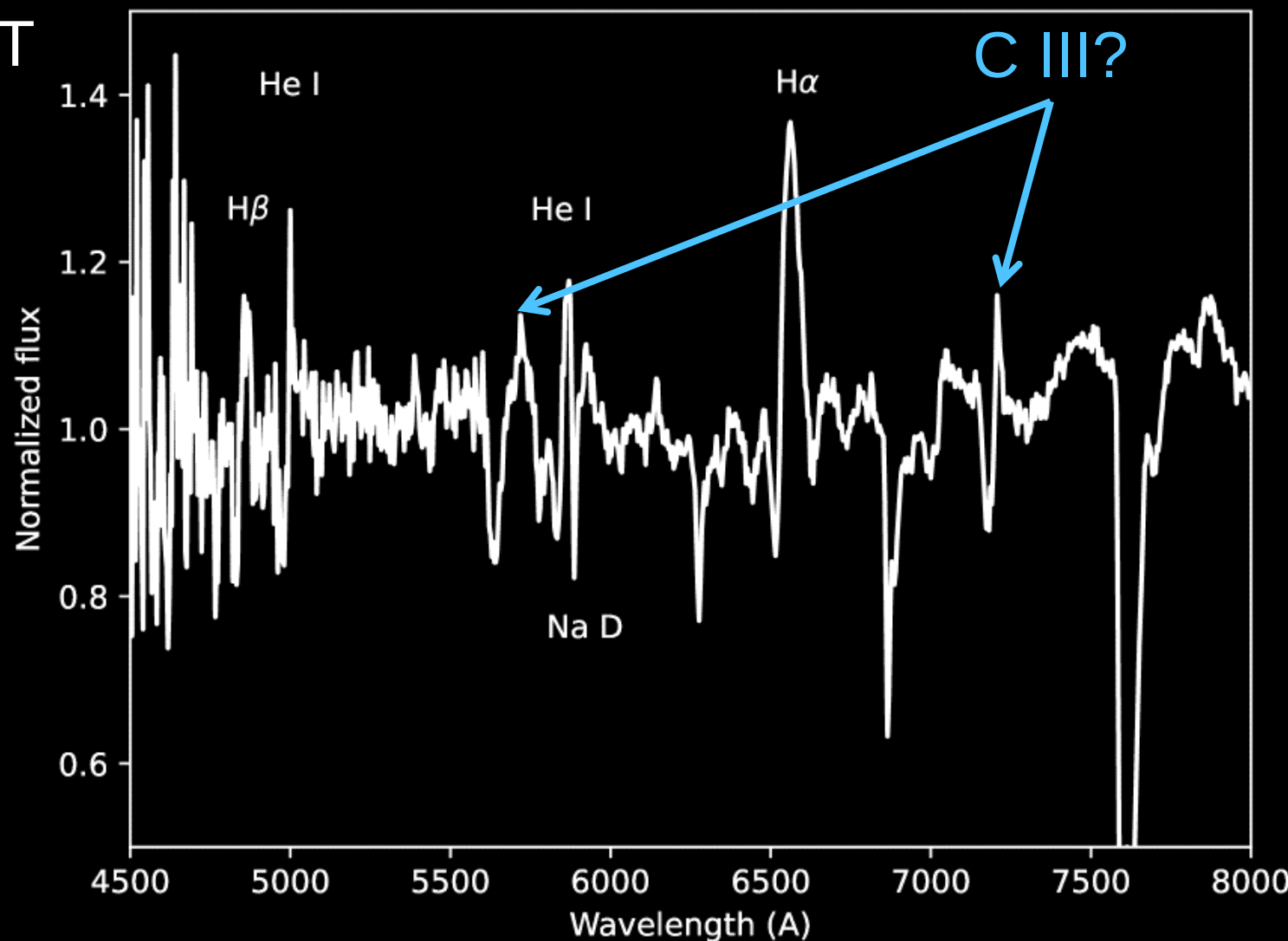
- **高い電離度の輝線**が検出
 - 最初のスペクトルでのみ見られた特徴



V4370 Oph (Uemura & Nakaoka, ATel #[16521](#))

- 発見: 2024-03-10 27:36:35 JST
- 報告: 2024-03-10 29 時過ぎ
- 分光: 2024-03-10 29:10 頃
 - By かなた望遠鏡 (広島大)
 - **独自 AI で「たぶん新星だ」と判断しての追観測実施。**

- **どれも素早く行う:**
 1. 爆発開始直後に観測
 2. 検出
 3. **新星の可能性が高いと判定**
 4. 分光観測実施



Follow-up Observation Program Using Seimei Telescope

- **新星「候補」を発見 → 即時にスペクトル取得**

- 新星の急増光期間のスペクトルは珍しい
 - T Pyx ([Arai et al. 2015](#))
 - V1405 Cas ([Taguchi et al. 2023](#))
 - V4370 Oph (Uemura & Nakaoka, ATel #[16521](#))

- **どれも重要**

1. 爆発開始直後に観測
2. 検出
- 3. 新星の可能性が高いと判定**

- ここが課題!

4. 分光観測実施 → other telescopes。



T O M O Z E I
G O Z E I

やること (1)

- 環境整備 (異動に伴い、PC が変わった: VPN の手形の申請をしました)。
- 「1 次選考 (大きなサンプルを拾い、ざっくりと減らす)」の方法の選定。
 1. 拾うデータの選定
 - 超新星サーベイでは捨てていた所 (host 銀河が無い、背景に点源あり、etc.) も拾うべきかも?
 - **variable (transient に昇格前) などを拾う必要があるかも。**
 - 笹岡式 (All-sky で 2 度ずつ visit) になる場合は不要かも?
 - とりあえず、過去の nova を漏らさずに含めることが出来ることが大事。
 - **Twilight サーベイも有力なデータ源**
 2. 上記から数を減らすための基準の選定:
 - Tomo-e 等級、Gaia 年周視差、Pan-STARRS との比較、変光星カタログとの比較。
 - これだけでも $O(10^2)$ / day 程度まで落とせるはず (過去に作った Slack 通知システムでは)
 - 銀河面での減光量の補正 ← 地味に大事 (結構な数の新星が星間吸収を受けている)。
 - **固有運動の大きい恒星とのマッチング (未開発)** ← 出来れば超新星サーベイでも役立つかも?
 - 他にもあるかもしれないが、過去の nova が切られず、数を沢山減らせるような基準を選定。

やること (2)

- 「2 次選考」：「1次選考」で残った天体数に応じて手法を考える。
 - $\sim 1 / \text{month}$ まで減らせたなら: 即 ToO?
 - $O(10 \sim 10^2)$ まで減らせたなら: 広島大の AI?
 - まだまだ残っていたら: 木曽側でガッツリ何か AI を作る必要あり?
- 通知するためのプラットフォーム
 - Slack を予定
- ここまでの態勢をまずは整備する
 - 皆さま (笹岡さん?) にお世話になると思います。
- 上記の整備が終わったら、銀河面を見に行った場合の event rate を見積り
 - 銀河面のデータもあるにはある (はず)。
 - 期待できそうだったら、時間の割り当てをお願いするかもしれません。
 - ご迷惑をおかけしますが、今後もよろしくお願い致します！