

京都大学せいめい望遠鏡による
Tomo-e Gozen 発見の
新星候補天体の追観測に向けて

2025-05-28 (木曾シュミットシンポジウム)

田口 健太 (京都大学)

京都大学せいめい望遠鏡 (詳細は [Web ページ](#) 参照)



- 口径: **3.8 m (国内最大)**
 - すばる (8.2 m) も日本の望遠鏡だがハワイにある。
- 3つの観測装置:
 - KOOLS-IFU
 - 低～中分散面分光
 - 4000 – 10000 Å
 - TriCCS (3色 **CMOS** カメラ)
 - 3色同時撮像モード (最大 98 fps)
 - 低分散分光
 - GAOES-RV
 - 高分散分光 ($R \sim 65000$)
 - 5160 – 5930 Å (固定)



木曽観測所

京都大学

岡山天文台

Google

(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

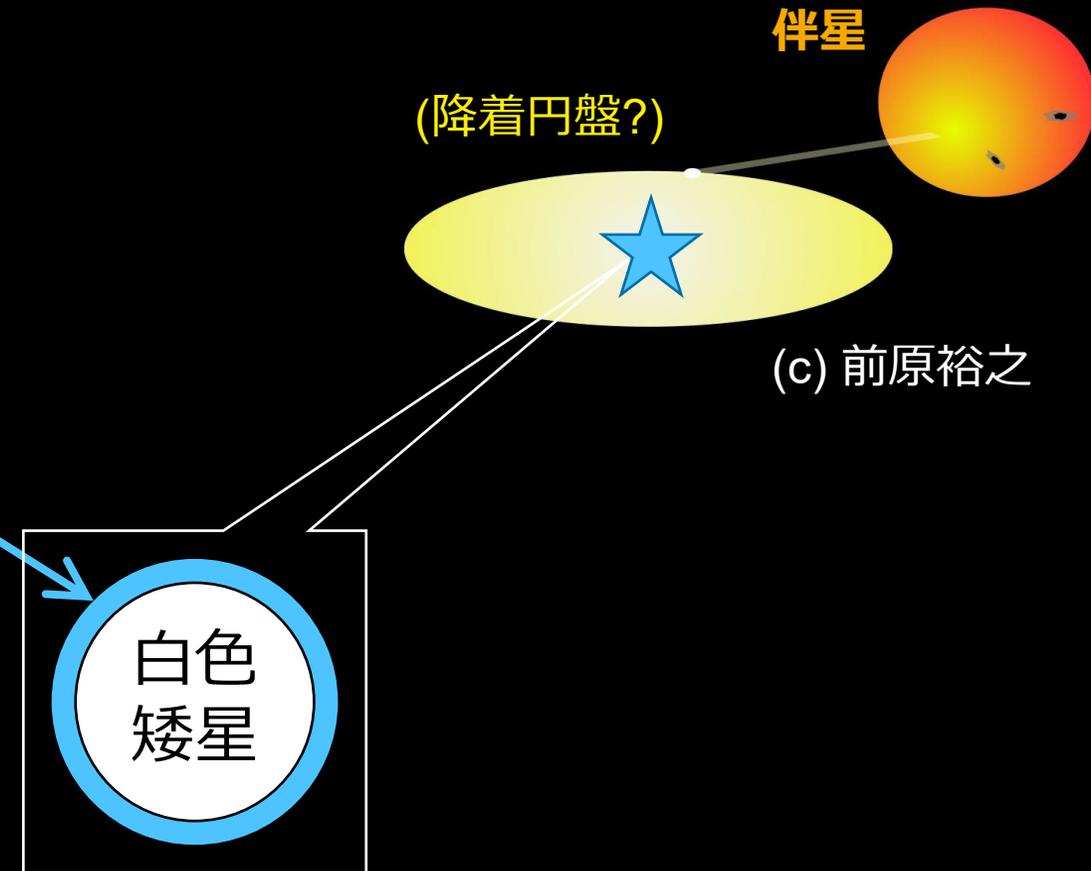
M31N2008-12a by Seimei/TriCCS g/r/i

2023-11-14



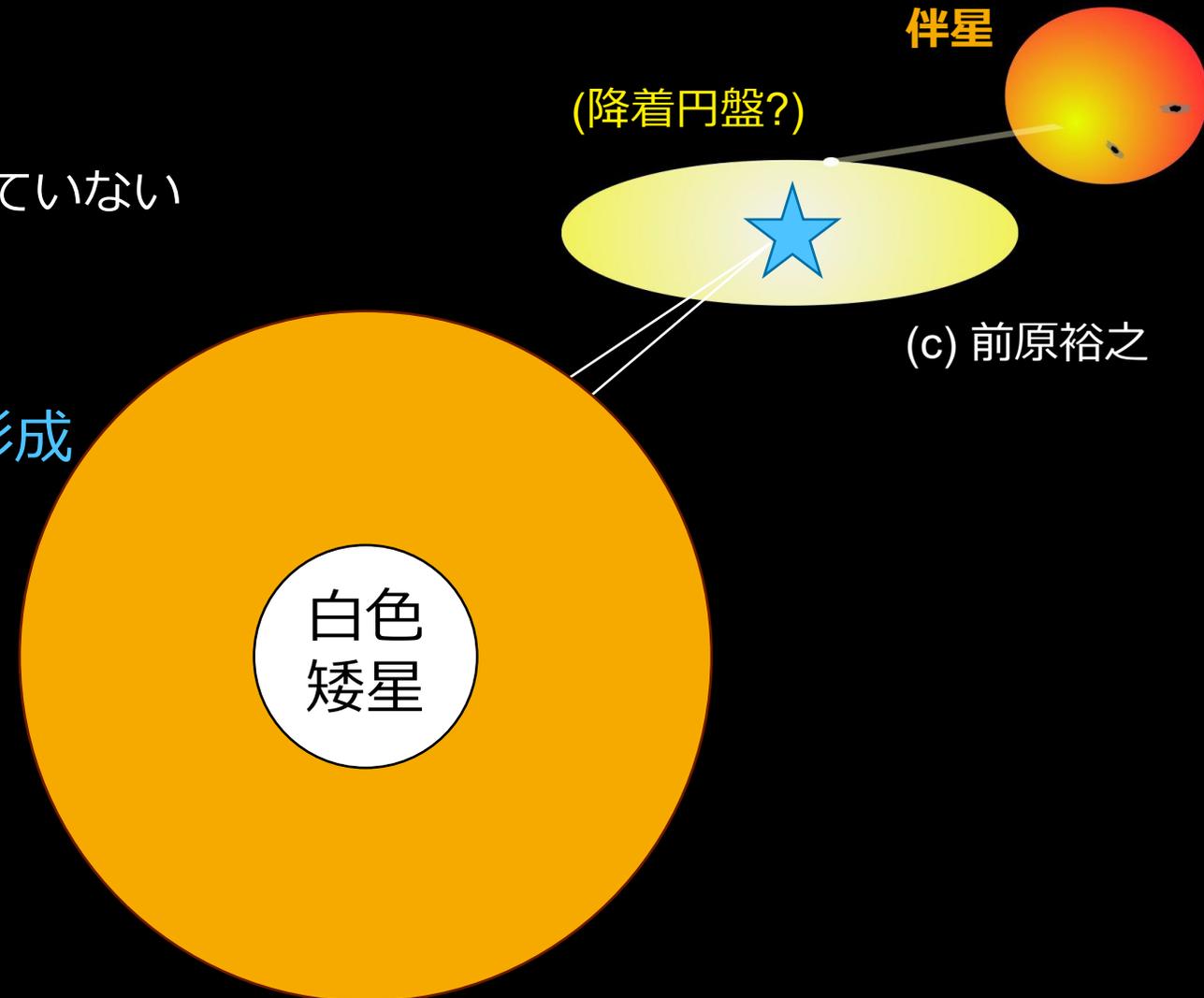
新星爆発のメカニズム: 熱核暴走反応

- 近接連星系
 - **白色矮星 (主星)**
 - 水素を燃やし尽くした → 核融合反応はしていない
 - **晩期型星 (伴星)**
- 水素ガスが伴星から白色矮星に降着
 - 白色矮星表面に水素に富んだ表層を形成
- 伴星からガスが降着すればするほど
 - 水素層の密度が上昇
 - **白色矮星表面で核反応が復活**
 - **熱核反応が暴走する**
 - 爆発して明るくなる



新星爆発のメカニズム: 熱核暴走反応

- 近接連星系
 - **白色矮星 (主星)**
 - 水素を燃やし尽くした → 核融合反応はしていない
 - **晩期型星 (伴星)**
- 水素ガスが伴星から白色矮星に降着
 - 白色矮星表面に水素に富んだ表層を形成
- 伴星からガスが降着すればするほど
 - 水素層の密度が上昇
 - **白色矮星表面で核反応が復活**
 - **熱核反応が暴走する**
 - 爆発して明るくなる

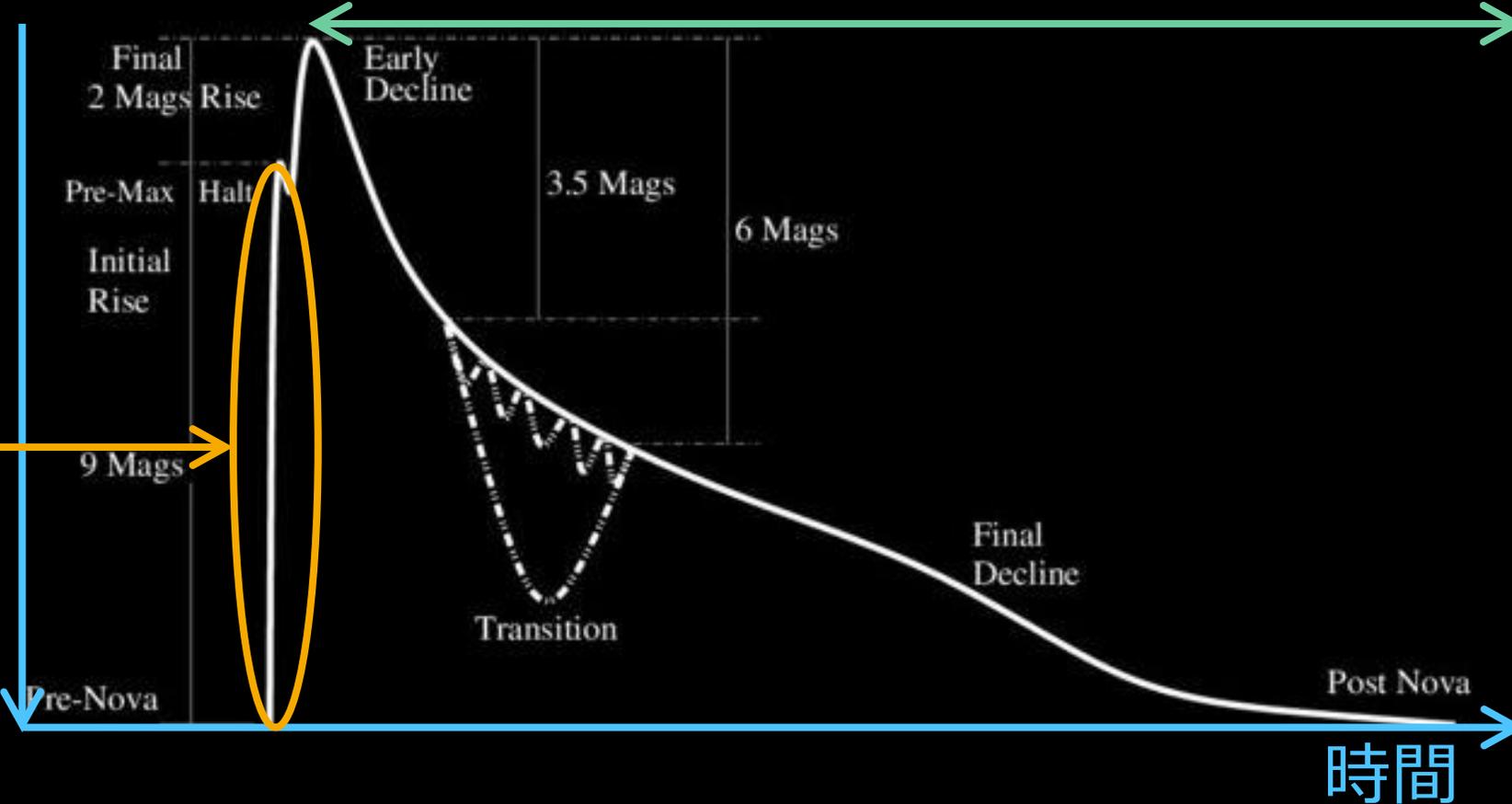


典型的な新星の光度曲線 (Bode & Evans 2008)

数週間～数年で減光

急増光 (≥ 7 mag):
数時間～数日

等級



時間

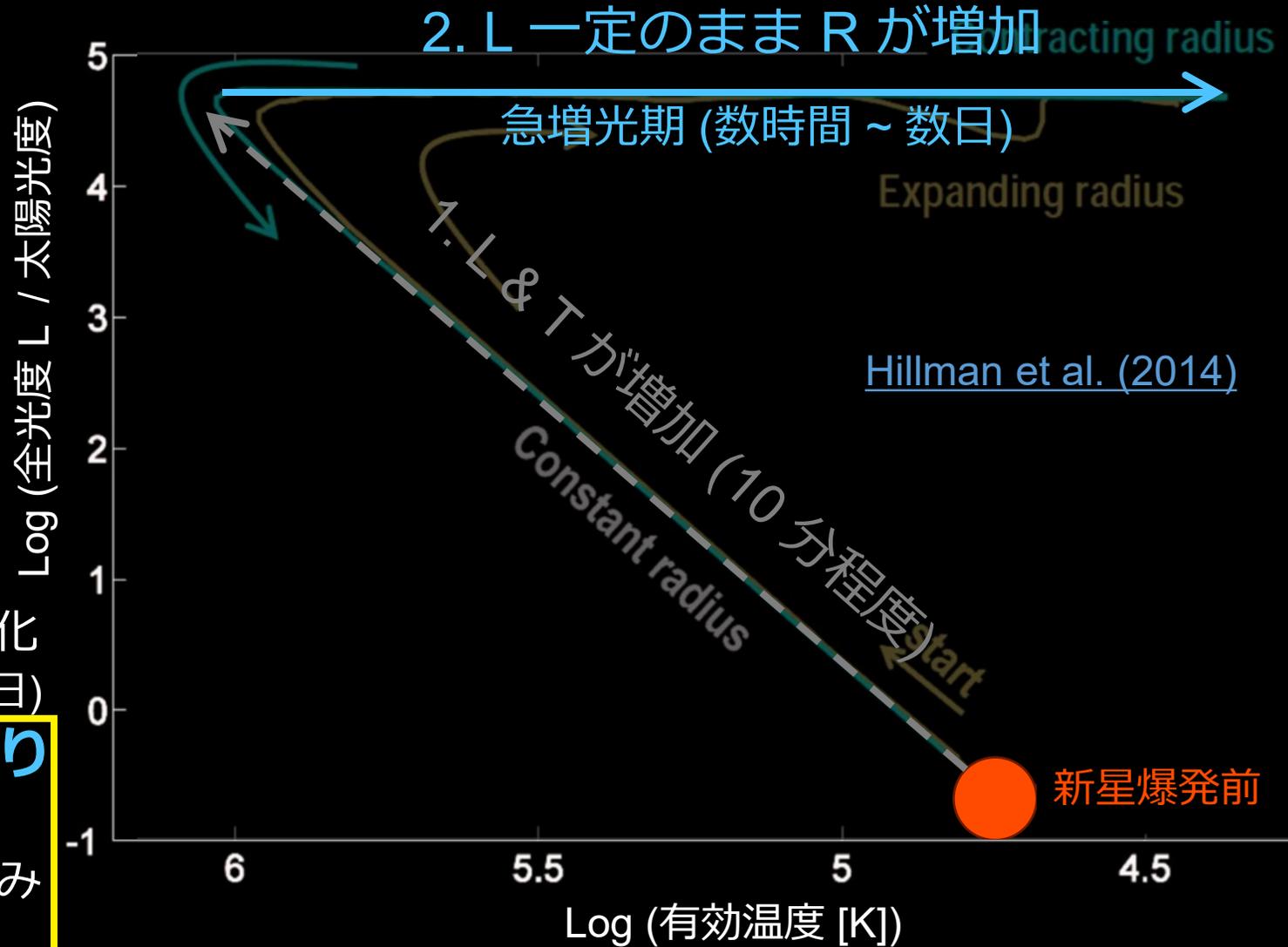
HR 図上での新星の初期進化

• 理論的な説明

1. 核反応が開始
→ 光度 L と温度 T が一気に増加
 - 10 分くらいなので観測困難
 - この間、半径は変化なし
2. 光度 L が $\sim 10^{38} \text{ erg s}^{-1}$ に
→ 輻射圧で白色矮星外層が膨張
→ 全光度を保ったまま半径が増加
→ 温度が低下する ($L \propto R^2 T^4$)
→ 軟 X、UV、可視、と SED が変化
= 可視光の急増光期 (数時間 ~ 数日)

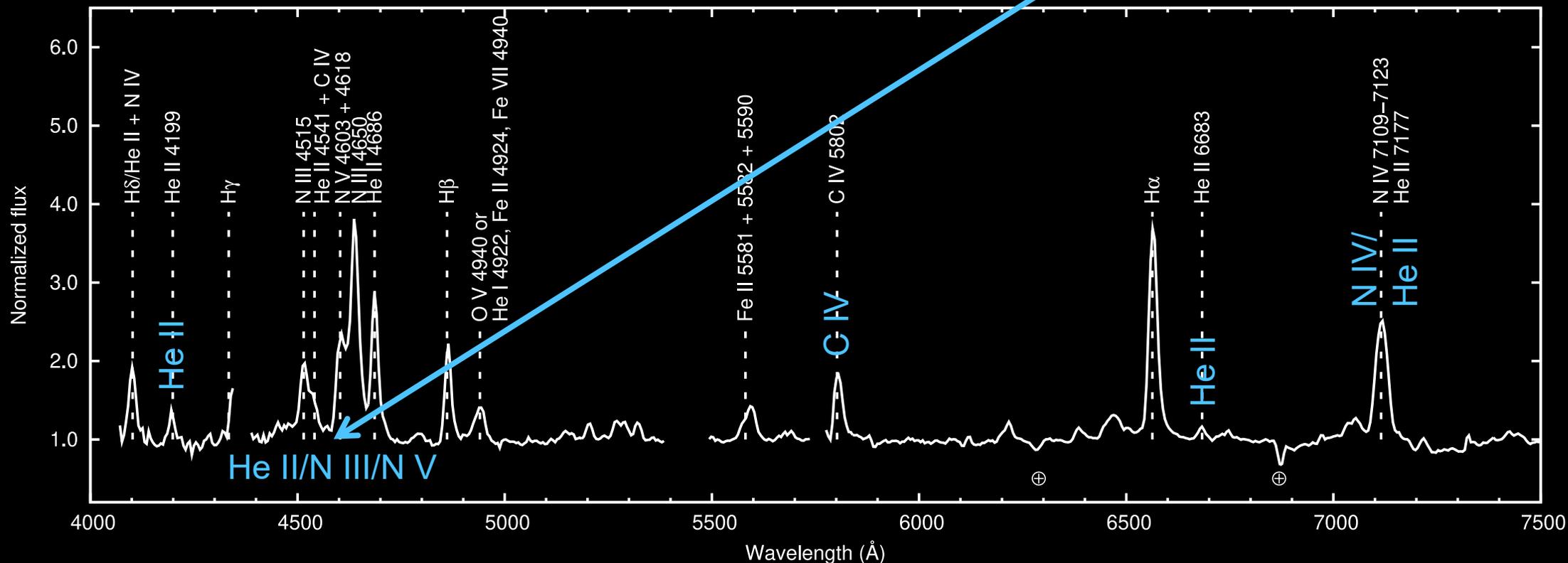
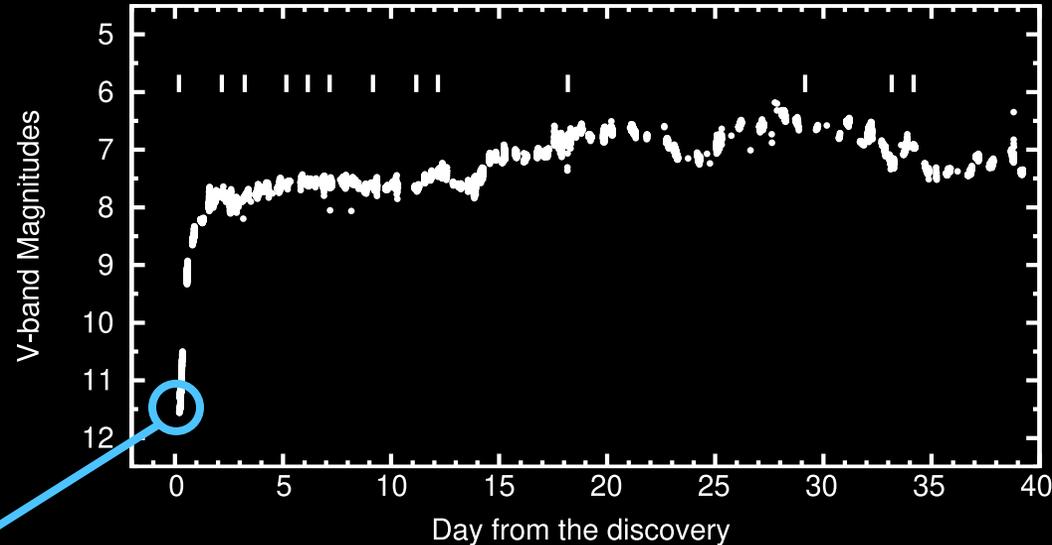
→ **急増光期中の新星は極大期より小さく高温の火の玉**

→ 周囲に存在する物質を爆発に飲み込まれる前に分光するチャンス



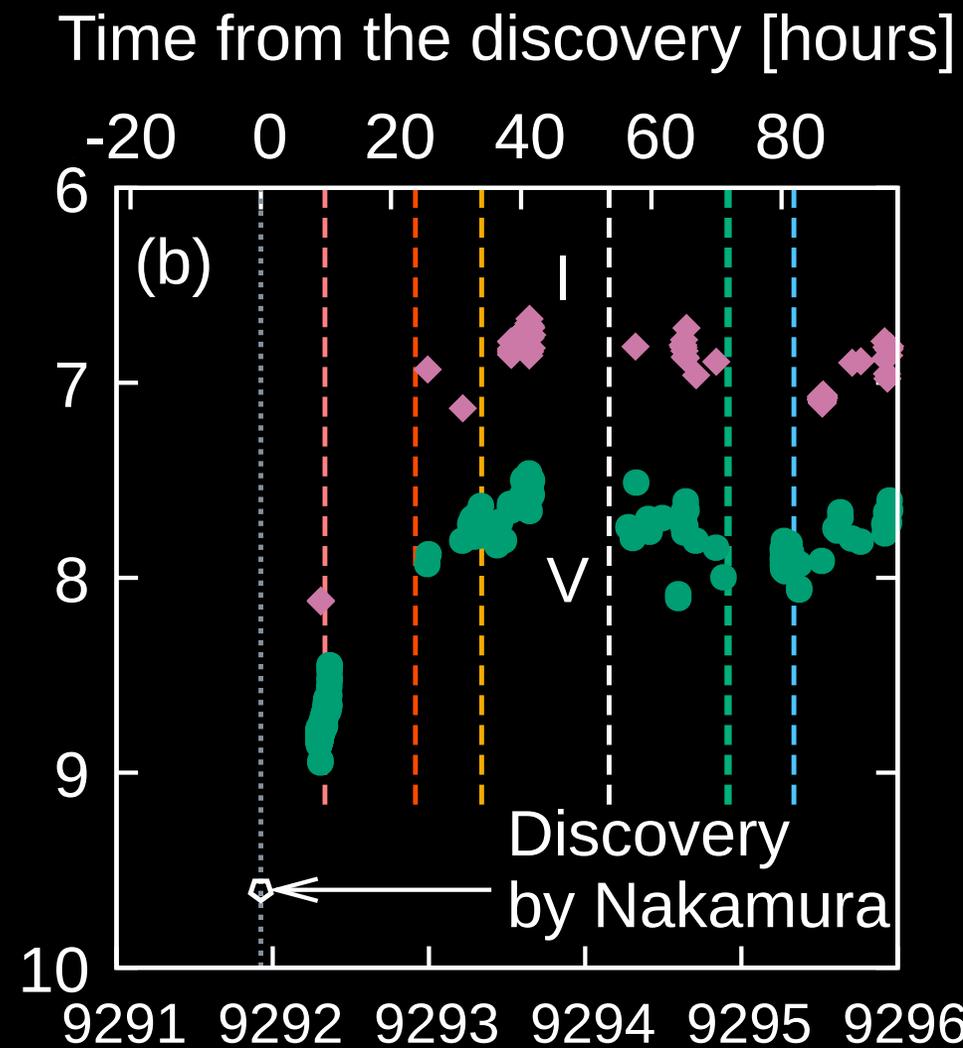
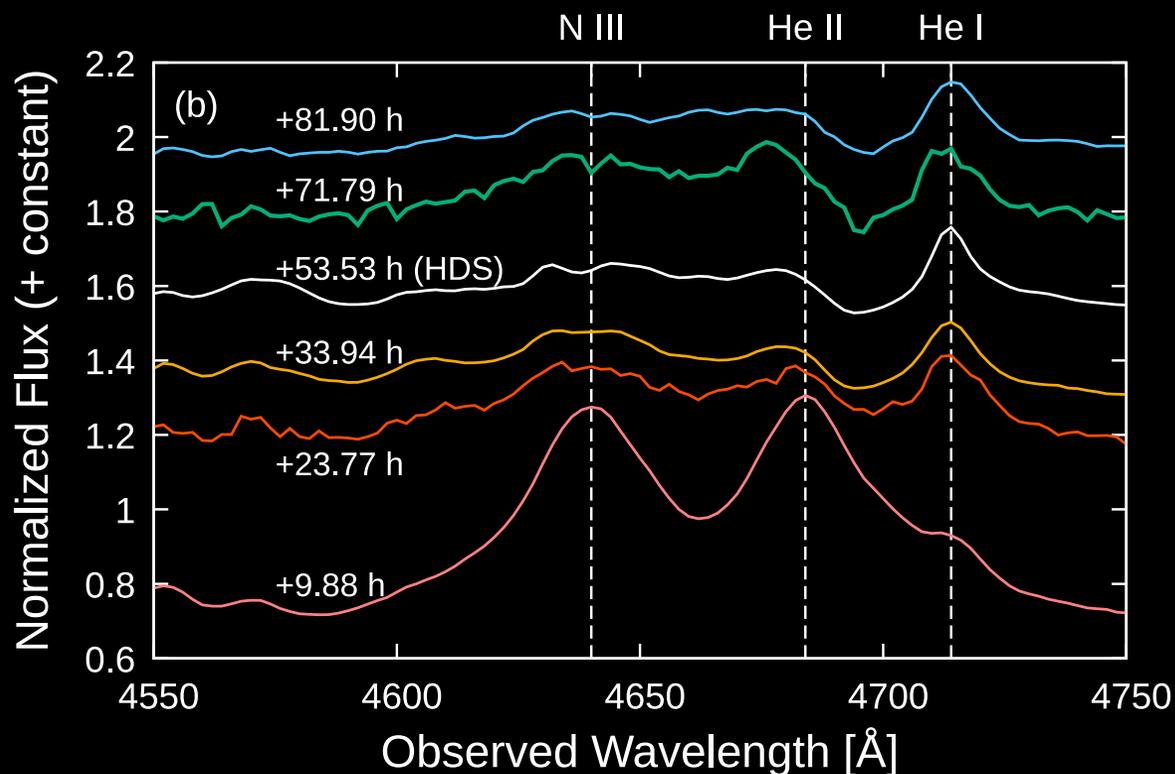
観測例 1: T Pyx (Arai et al. 2015)

- 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



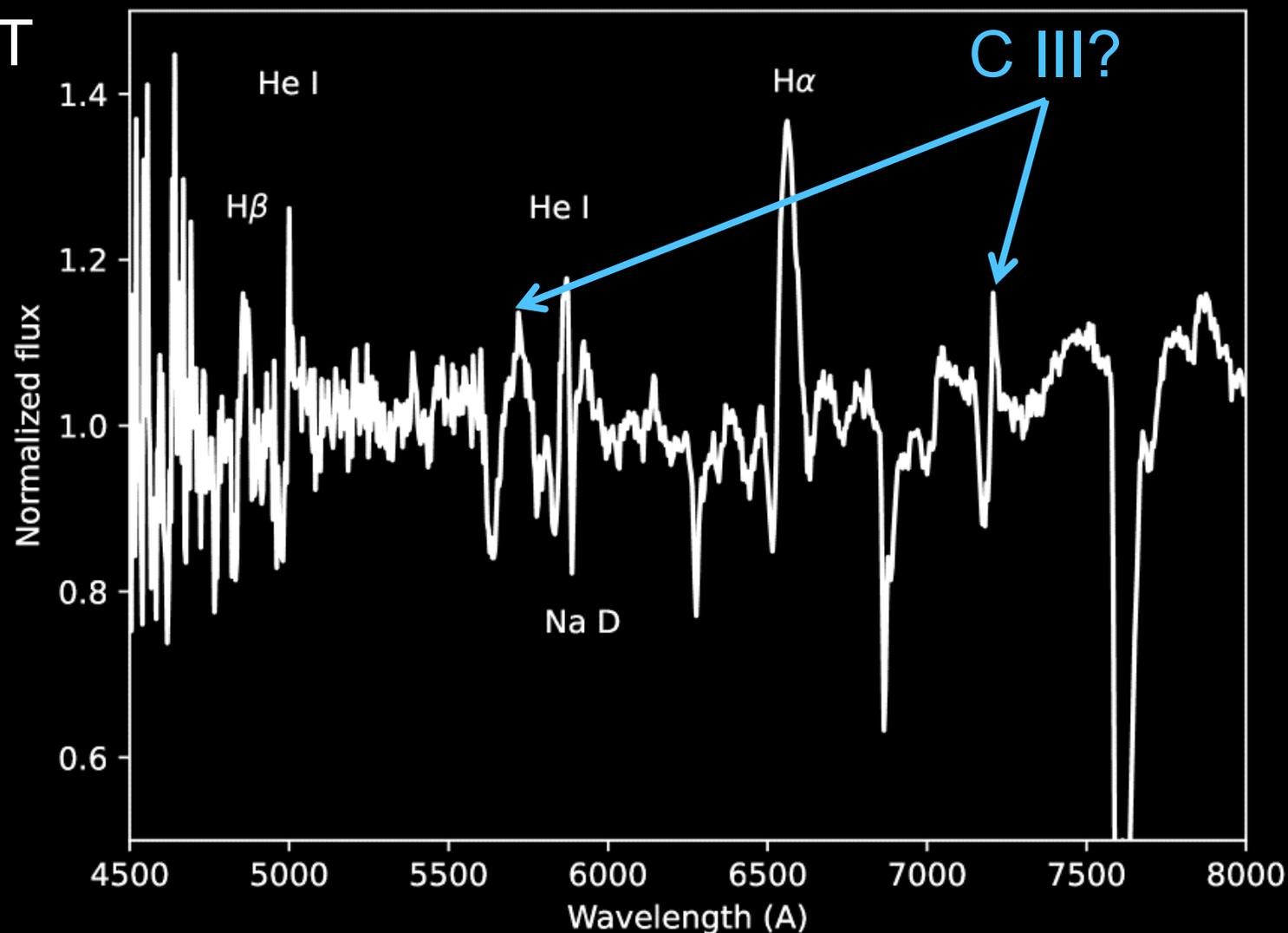
観測例3: V4370 Oph

(Uemura, ..., Taguchi et al. 2025)

- 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



京大せいめい望遠鏡での新星観測プログラム

• 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, ..., Taguchi et al. 2025](#))

• どれも重要

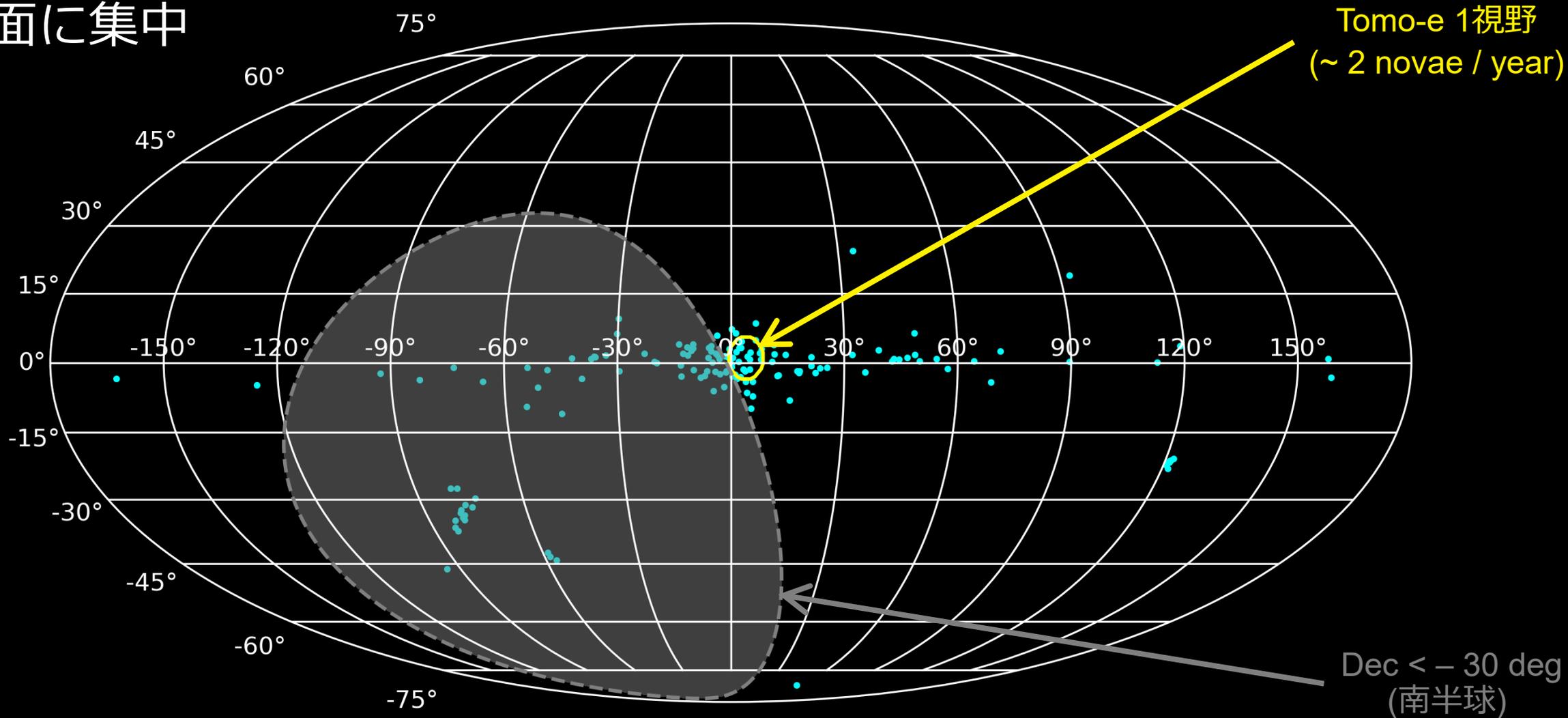
1. 爆発開始直後に観測
2. 検出
- 3. 新星の可能性が高いと判定**
 - ここが課題!
4. 分光観測実施 → other telescopes。



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

過去 10 年の新星の分布 (銀経・銀緯で表示)

- 銀河面に集中



薄明中の新星の検出可能性

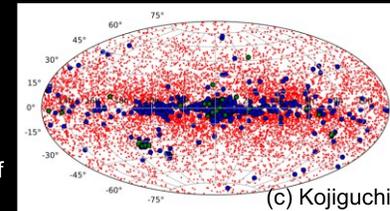
- 新星は超新星などより明るい
 - 薄明中に観測すれば検出できる可能性あり
 - Twilight 中に銀河中心方向を観測すれば、 ~ 2 novae / year を早期発見できるかも?
 - 実際は晴天率や、季節の問題があるので、期待値はもう少し下がる。

2023年のスライド より

How to Survey Further Novae?

- Nova are **concentrated on the Galactic plane**.
- Usually discovered “**brighter than supernovae**”.
 - Detectable in nautical/astronomical twilight.

Positions (in Galactic coordinate) of
Dwarf nova, Nova, Recurrent Nova



- Additional to daily surveys, Galactic center (dec < -20 deg) in evening?
 - Queue?
 - Reduction/Subtraction/Detection?
 - Database?
 - Follow-up (Okayama?) in the same night.



2023/3/27

Kiso Schmidt Symposium 2023

23

今後やる必要があること

- 先週、笹岡さんのアラート天体一覧の見方を教わりました。
 - 今後、以下を調べていきます。
 - 過去の新星がどのように判別されているか？
 - 超新星サーベイでは捨てる所 (host 銀河が無い、背景に点源あり、銀河面) にいることが多い。
 - 通常の激変星よりも、銀河中心に集中している。
 - CV とは異なる判定を受けている可能性もある。
 - Twilight サーベイで検出している新星があるか？
 - [2023年のシュミットシンポジウム](#)で薄明中の観測可能性について提言。
 - 新星を効率よく抽出するには何に着目すれば良いか。
 - Tomo-e 等級、Gaia 年周視差、Pan-STARRS カタログ・画像、変光星カタログとの照合。
 - これだけでも既存の transient テーブルからでも $O(10^2)$ / day 程度まで落とせるはず。
 - 銀河面での減光補正 ← 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
 - 出来れば超新星サーベイでも役立つかも？

まとめ

- 新星をより早くから分光観測したい。
 - 初期の早く熱い光球面がどのように進化するか知りたい。
 - 爆風に飲み込まれる前の系を観測したい。→ より早くからサーベイ観測し、迅速にフォローアップしたい
- 新星は銀河面 (特に銀河中心) に集中。
 - 銀河中心付近を見れば、年間 ~ 2 novae くらいは出る (はず)。
 - 笹岡さん天体リストを利用したい。