

## 日本における変光星についての プロとアマチュアの共同研究

野上大作  
(京都大学理学研究科宇宙物理学教室)  
nogami@kusastro.kyoto-u.ac.jp

2022/11/18(Fri)

シンポジウム『「長野県は宇宙県」に  
おける天文学100年と市民科学

1

## 自己紹介

- 1970年7月6日生まれ (52歳)
- 福岡県北九州市門司区生まれ&育ち
- 福岡県立門司高等学校 (現・門司学園)
- 一浪の後、京大理学部入学
- 1994年4月京大大学院理学研究科修士課程入学  
→加藤太一氏(当時D2)らと**VSNET**を開始
- 1999年3月京大大学院理学研究科博士後期課程修了  
京都大学博士 (理学) 取得
- 1999年10月ゲッティンゲン大学博士研究員
- 2000年10月京都大学理学部飛騨天文台助手
- 2008年12月**花山天文台**へ勤務地変更
- 2014年4月京都大学理学部宇宙物理学教室准教授  
現在に至る

2

### 花山（かざん）天文台→

- 1929年設立(大学敷地内の観測所から移転)
- 京都府京都市山科区
- 今は大学生教育や各種の実習・アウトリーチ活動を行っている。
- 土日公開+月一回の観望会



### ← 飛騨（ひだ）天文台

- 1968年設立
- 岐阜県高山市上宝町
- 標高1280m
- 5つの望遠鏡
- 太陽地上観測の国内最大拠点

3

### 花山天文台の望遠鏡たち



#### 45cm屈折望遠鏡

- 重力時計+ガバナーが現役
- 観望会で使用

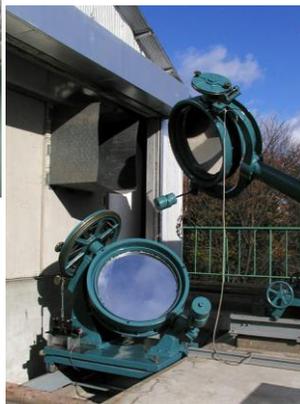
#### 18cm屈折望遠鏡

- 1910年購入
- 太陽観測で現役



#### 70cmシーロスタット望遠鏡

- 太陽スペクトルが見られる



4

飛騨天文台の望遠鏡たち 65cm屈折望遠鏡



ドームレス太陽望遠鏡



60cm反射望遠鏡



太陽磁場活動研究望遠鏡



5

せいめい望遠鏡をドームに収める岡山天文台

- 2018年4月設立
- 2019年2月科学観測開始



6

### 3.8mせいめい望遠鏡

- 東アジア最大の汎用光学赤外線望遠鏡
- 観測時間は京大時間と共同利用で半分ずつ



7

### この講演の内容

1. アマチュア天文学の父：山本一清
2. 近年のプロとアマチュアの変光星共同研究
3. アマチュア天文の新展開のヒント
4. まとめ

8

## アマチュア天文学の父：山本一清



©京都大学

- 京都大学花山天文台初代台長
- 太陽系天体や太陽の観測で世界的成果
- 天文学の広報・普及活動を熱心に行ない、アマチュア天文家を育てた。→東亜天文学会
- 弟子の中村要、木辺成麿らが鏡研磨→西村製作所が望遠鏡製作→一般への望遠鏡普及
- <https://www4.nhk.or.jp/P5162/x/2022-07-14/44/9597/2093326/>
- 花山天文台は日本のアマチュア天文学の聖地

9

## NHKコズミックフロントで 取り上げられました

7月 14日 木曜 BS4K 午後10時00分～午後11時00分

### コズミック フロント「アマチュア天文学の父 山本一清」

新天体発見の数が世界一と言われる日本のアマチュア。日本はどのようにアマチュア天文大国となったのか？その礎を築いた天文学者・山本一清の生涯に迫る。語り：坂井真紀

日本の天文学黎明期に、アマチュア天文家の育成に力を注いだ山本一清。山本の情熱に導かれるように「天体発見王」や「レンズ和尚」と呼ばれた数々のアマチュアが誕生した。さらには「世紀の大すい星」を発見した伝説のアマチュア天文家まで！番組では、山本に関する数多くの資料をもとに、その生涯をドラマ化。山本一清とアマチュアたちが築き上げた、現代に続く日本の天文学の軌跡をたどる。

【出演】野間口徹、渡辺佑太郎、駒井健介、佐野泰臣、長屋和彰、【語り】坂井真紀

字幕放送 HDR

10

## 2. 近年のプロとアマチュアの変光星共同研究

- プロの強み
    - 専門知識、最新情報、観測装置(高級だが共同利用の場合が多い)
  - アマチュアの強み
    - 自由の効く観測装置
    - 多人数
- アマチュアの長期モニター/サーベイ観測  
+プロの知識・情報提供  
+フォローアップ観測

11

- 山本一清氏の頃からのプロとアマチュアの共同研究は、良好な関係を保ち、脈々と受け継がれてきた。
- 一方で、アマチュア自身の活動の深まり(観測技術(眼視→デジタル)とデータベース化)と広がり(技術の普及と新人の勧誘)が顕著。大西拓一郎さんや渡辺誠さんの発表参照。
- 私たちの研究グループでは、1994年に国際変光星観測ネットワーク(VSNET)を立ち上げ、激変星やX線連星を主とした様々な変光星の研究を行なってきた。現在の参加者はプロ・アマチュア含めて400名程度。「VSNET」で検索すると。。。

12

**[Most Recent VSNET Lists]**

list 明細書  
一覧表、表、リスト、目録、名簿、明細書、備格表、表示備格 (印刷用)

To subscribe (free of charge), enter the page of each list  
from the page above and click "more information about this list".

**[2003 Version]**



**VSNET**  
International  
An International Mailing List on Variable Stars

**World Champion of Variable Star News and Alerts!  
World Champion of Online Amateur-Professional Collaborations  
in Studies of Variable Stars!**

☆☆☆ **We are the champions!** ☆☆☆

You can see all activities of the VSNET champions by sending an e-mail  
"SUBSCRIBE vsnet champion everything"  
to [vsnet-adm@kusastro.kyoto-u.ac.jp](mailto:vsnet-adm@kusastro.kyoto-u.ac.jp)

Nova ☆☆ [Nova Sgr 2002](#)

Nova ☆☆ [Nova in the LMC \(2002\)](#)

13

• 現在のHPはこちら↓。Webでの情報提供はストップし、MLのみの活動。

**VSNET**  
International  
An International Mailing List on Variable Stars

**World Champion of Variable Star News and Alerts!  
World Champion of Online Amateur-Professional Collaborations  
in Studies of Variable Stars!**

**List of Mailing Lists**

- [vsnet-alert](#)
- [vsnet-campaign](#)
- [vsnet-campaign-be](#)
- [vsnet-campaign-blazar](#)
- [vsnet-campaign-dn](#)
- [vsnet-campaign-jp](#)
- [vsnet-campaign-news](#)
- [vsnet-campaign-nl](#)
- [vsnet-campaign-nova](#)
- [vsnet-campaign-orion](#)
- [vsnet-campaign-polar](#)
- [vsnet-campaign-sn](#)
- [vsnet-campaign-symbio](#)
- [vsnet-campaign-target](#)

14

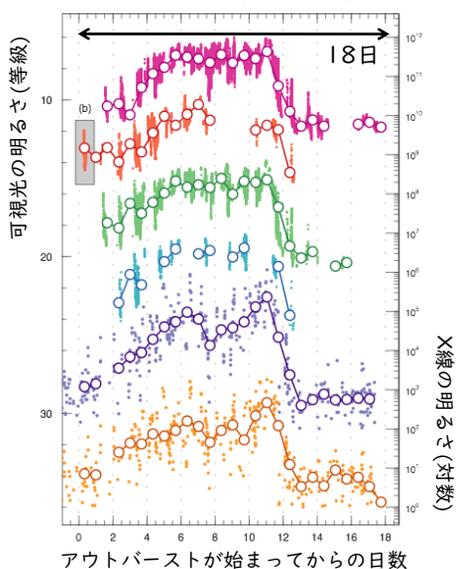
## 近年の変光星関係の顕著な共同研究の例 その1: V404 Cyg: ブラックホールの 瞬きが見えた!

- 2015年6月15日、ブラックホールX線連星はくちょう座V404の26年ぶりの爆発がX線観測衛星Swiftにより発見された。即座に**VSNETで観測を呼びかけ、世界中のプロ・アマ研究者が観測を開始**。多色で非常に密なデータが得られた。
- X線での変動に対応した可視光での変動現象が捉えられ、これまでX線でしか観測できないと思われていた**ブラックホール近傍の変動現象が、可視光・赤外線でも迫れることを証明した**。(Kimura et al., 2016, Nature, 529, 54)

15

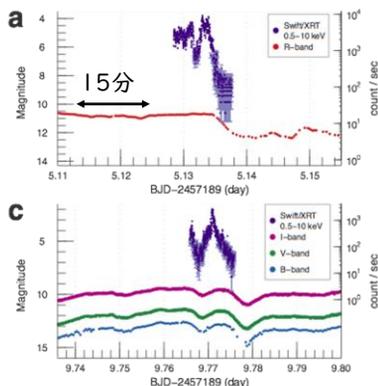
### 全体の光度曲線

上の4つが可視光の光度曲線、  
下の二つがX線の光度曲線



- 期間: およそ18日
- 可視光、X線の光度曲線が互いによく似ている。

### 短時間の光度曲線



- X線(上)と可視光(下3つ)の光度曲線が互いによく似ている。

16

はくちょう座V404星  
<望遠鏡で見えるブラックホール>

17

近年の変光星関係の顕著な共同研究の例  
その2：Tago Event: 初めての冬の天  
の川でのマイクロ重力レンズイベント

- 多胡昭彦さんが、2006年10月31日に、カシオペア座方向で15日間で約4.5等明るくなっている天体を発見。
- 岡山、美星、藤井美星観測所、ぐんま、西はりまでスペクトルを撮ったところ、通常のA型星のまま。さらに光度曲線が極大に対して対称。→重力マイクロレンズ現象で確定。
- 銀河中心方向以外で初めての重力マイクロレンズ現象で、銀河の構造を見直すきっかけに。

18

- 掲載された論文(Fukui et al., 2007, *Astrophysical Journal*, 670, 423)の冒頭部分

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 670:423–427, 2007 November 20  
 © 2007. The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in U.S.A.

OBSERVATION OF THE FIRST GRAVITATIONAL MICROLENSING EVENT  
 IN A SPARSE STELLAR FIELD: THE TAGO EVENT

A. FUKUI,<sup>1</sup> F. ABE,<sup>1</sup> K. AYANI,<sup>2</sup> M. FUJII,<sup>3</sup> R. IZUKA,<sup>4</sup> Y. ITOW,<sup>1</sup> K. KABUMOTO,<sup>5</sup> K. KAMIYA,<sup>1</sup> T. KAWABATA,<sup>2</sup>  
 S. KAWANOMOTO,<sup>6</sup> K. KINUGASA,<sup>7</sup> R. A. KOFF,<sup>8</sup> T. KRAICI,<sup>9</sup> H. NAITO,<sup>4</sup> D. NOGAMI,<sup>4</sup> S. NARUSAWA,<sup>4</sup>  
 N. OHISHI,<sup>6</sup> K. OHNISHI,<sup>11</sup> T. SUMI,<sup>1</sup> AND F. TSUMURAYA<sup>4</sup>

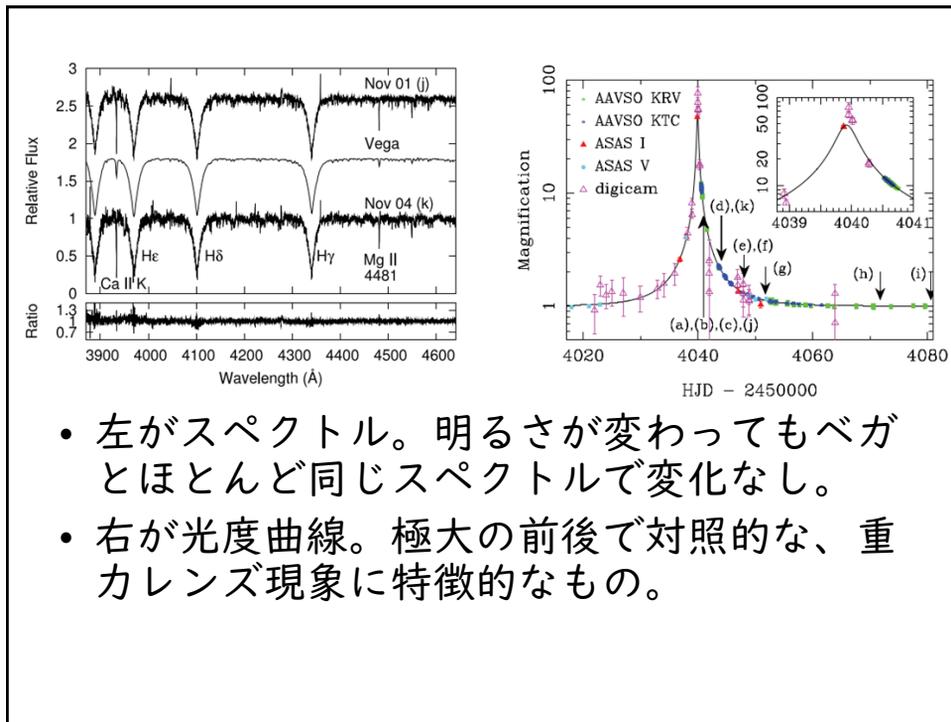
Received 2007 March 14; accepted 2007 August 7

ABSTRACT

We report the observation of the first gravitational microlensing event in a sparse stellar field, involving the brightest ( $V = 11.4$  mag) and closest ( $\sim 1$  kpc) source star to date. This event was discovered by an amateur astronomer, A. Tago, on 2006 October 31 as a transient brightening, by  $\sim 4.5$  mag during a  $\sim 15$  day period, of a normal A-type

- This event was discovered by an amateur astronomer, A. Tago, ...

19



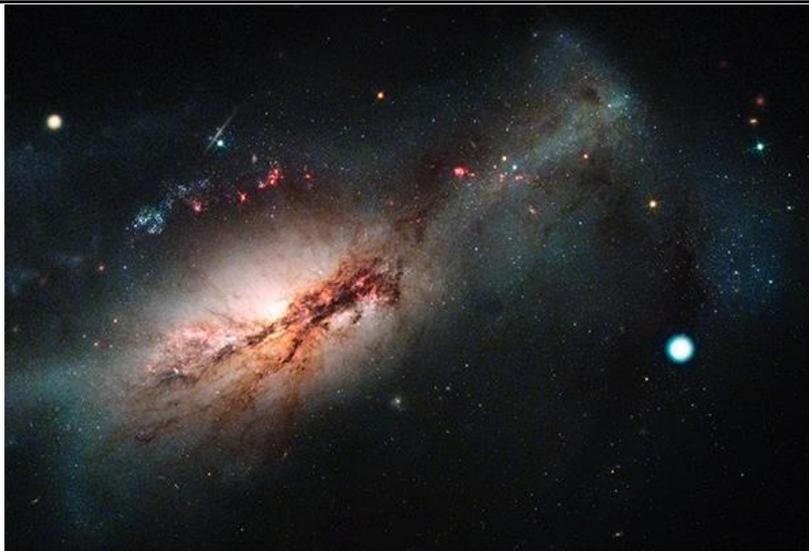
- 左がスペクトル。明るさが変わってもベガとほとんど同じスペクトルで変化なし。
- 右が光度曲線。極大の前後で対照的な、重力レンズ現象に特徴的なもの。

20

## 近年の変光星関係の共同研究の例 その3：SN 2018zd: 電子捕獲型 超新星の有力候補の発見

- 2018年3月2日、**板垣公一さん**が発見した超新星で、引き続き**野口敏英さん**が詳細な観測で貢献。
- 恒星の終末で、鉄コアが崩壊して超新星爆発を起こす10倍以上の太陽質量の星と、惑星状星雲となって白色矮星が残る8倍の太陽質量の星の中間の星(8-10倍の太陽質量)では、電子捕獲型という特殊な超新星爆発が起こると1980年に予言されていた。その予言から約40年後の候補の発見。
- Hiramatsu, D., et al., 2021, Nature Astronomy, 5, 903(板垣さん、野口さんも共著)

21



電子捕獲型超新星2018zd (右の明るい点)。左には超新星の発生した銀河NGC 2146が写っている。ラスクンブレステ天文台 (LCO) により取得された超新星2018zdの画像とハッブル宇宙望遠鏡画像の合成画像 (LCO/NASA/STScI/J. DePasquale)

22

## 近年の変光星関係の顕著な共同研究の例 その4：共生星V407 Cygの新星爆発 に伴う $\gamma$ 線放射の発見

- 西山浩一さんと梶島富士夫氏さんが、2010年3月、はくちょう座で新星を発見。
- 日・米・欧共同開発の「フェルミ」ガンマ線宇宙望遠鏡チームが、新星爆発に伴い1億電子ボルト以上(最高で100億電子ボルト)のエネルギーをもつガンマ線が放射されていることを明らかに(Abdo, A.A., et al., 2010, Science, 329, 817(西山さん、梶島さんも共著))。
- 以後、明るい新星では $\gamma$ 線が次々と検出され、新星爆発で $\gamma$ 線放射を伴うメカニズムを考えないといけなくなった。

23

REPORTS

### Gamma-Ray Emission Concurrent with the Nova in the Symbiotic Binary V407 Cygni

The Fermi-LAT Collaboration\*

Novae are thermonuclear explosions on a white dwarf surface fueled by mass accreted from a companion star. Current physical models posit that shocked expanding gas from the nova shell can produce  $\gamma$ -ray emission, but emission at higher energies has not been widely expected. Here, we report the Fermi Large Area Telescope detection of variable  $\gamma$ -ray emission (0.1 to 10 billion electron volts) from the recently detected optical nova of the symbiotic star V407 Cygni. We propose that the material of the nova shell interacts with the dense ambient medium of the red giant primary and that particles can be accelerated effectively to produce  $\pi^0$  decay  $\gamma$ -rays from proton-proton interactions. Emission involving inverse Compton scattering of the red giant radiation is also considered and is not ruled out.

in an unfiltered charge-coupled device image obtained at 19:08 UT. Subsequent densely sampled observations show that the outburst was followed by a smooth decay, though the precise epoch of the nova is formally uncertain by up to 3 days, due to the time gap from the pre-outburst image (Fig. 1). Monitoring of the source over the past 2 years indicates pre-outburst magnitude values in the range of 9 to 12 [see the supporting online material (SOM)]. V407 Cyg has been monitored optically for decades and has shown earlier signs of optical brightening on month-long time scales by one to two magnitudes in the B and V bands (around 1936 and 1998) from typical V-band magnitudes of 13 to 16 (2, 10, 11), but the magnitude of the recent nova was unprecedented.

Here, we report on a high-energy  $\gamma$ -ray source (Fig. 2) positionally coincident with V407 Cyg

- 左が可視光、右が $\gamma$ 線での新星爆発前と爆発後の画像。

はくちょう座新星(可視光)

発見前(2010年3月8日 5時36分)      発見後(2010年3月11日 4時8分)

はくちょう座新星(ガンマ線)

発見前(2010年2月19日~3月9日)      発見後(2010年3月10日~3月29日)

24

近年の変光星関係の顕著な共同研究の例  
その5：PNV J00444033+4113068：  
赤くない巨大早期スーパーハンプ

- WZ Sge型矮新星PNV J00444033+4113068の観測をVSNETで呼びかけ、日本からは佐野康男さんと伊藤弘さんが参加。
- 0.7等に及ぶ巨大な、これまでに観測されたことのない色の早期スーパーハンプが観測された。せいめい望遠鏡で観測されたスペクトルの変化と合わせ、降着円盤中の2:1共鳴による垂直方向の構造による幾何的な効果であると説明される。(Tampo et al., 2022, PASJ 印刷中; 佐野さん、伊藤さんも共著)
- なよろ市立天文台きたすばるでプレスリリース

25

北 都 新 聞  
2022年（令和4年）10月21日（金曜日）

# 矮新星の研究に貢献

## 名寄市の佐野康男さん

【名寄】なよろ市立天文台の佐野康男特別研究アドバイザーが観測データを提供し、京都大学大学院の反保雄介さんが中心になってまとめた矮新星（わいしんせい）の研究成果が、日本天文学会刊行の査読誌「欧文研究報告」（オンライン）に取り上げられた。佐野さんは市内自宅からの追跡観測で天体の画像データを提供した。佐野さんは「名寄の素晴らしい星空環境があってこそ。天文学の発展に役立ててうれしい」と話している。

（吉永雅人）

京大反保さんと  
と共著論文 日本  
**自宅か**

26



## 3-1 高速観測

- 有松亘さん(京都大学白眉センター・特定助教)の、28cm望遠鏡+3台のCMOSカメラの観測システム「PONCOTS」を使った、世界初の「狙った」木星閃光現象観測(Arimatsu et al., 2022, ApJL 933, L5)。

29

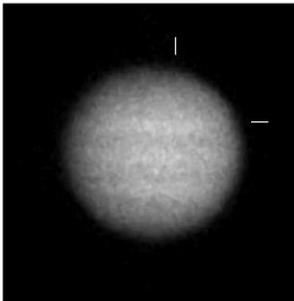


- 詳しくは <https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2022-09-13>
- 共同研究してみたい方は有松さんを紹介しますので、まず野上までご連絡を。

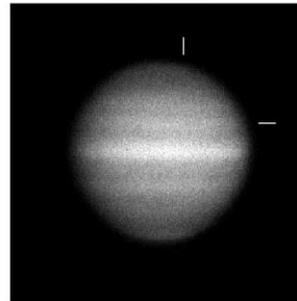
V band



Gh band



CH4 band



t = -6.00 s

30

## 3-2 継続観測

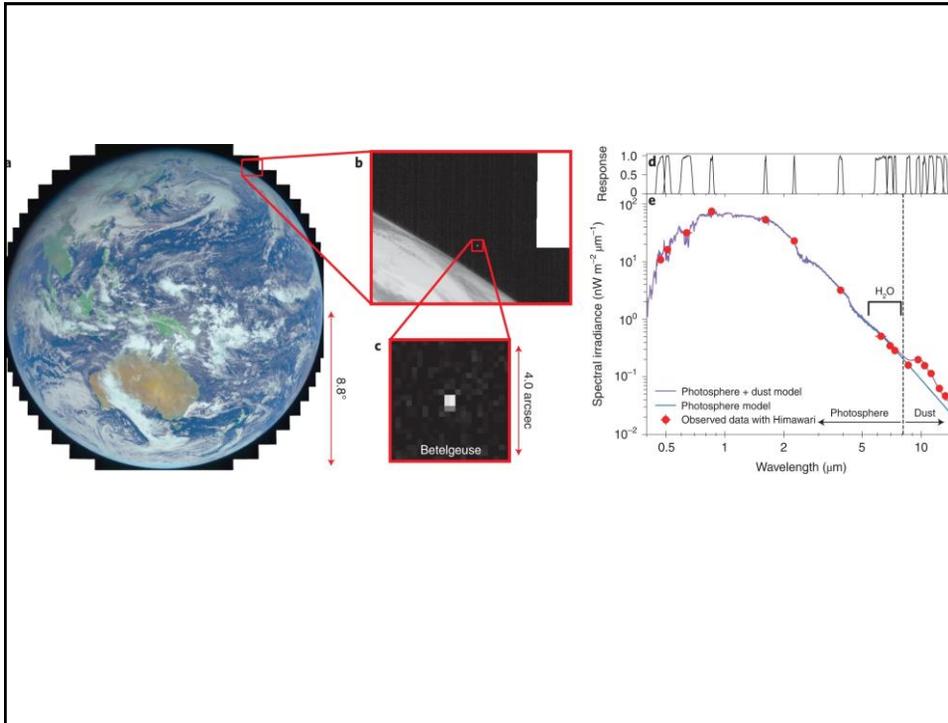
- **大金要次郎さん**が1999年から2022年までの23年間、25cm/30cm望遠鏡とフォトダイオードを使って、ベテルギウスをUBVRI測光観測。
- これまでに知られていた~400日と~2200日の周期性に加えて、20年超のタイムスケールの変動を示唆。2019年の大減光中も貴重な色のデータを提示。(Ogane, Y., et al., 2022, OEJV 233)

31

## 3-3 公開データ

- 様々な公開データがあり、アイデア次第で素晴らしい発見ができるかもしれない。
- 気象衛星ひまわり8号の可視から中間赤外線までのデータで、地球の縁にベテルギウスが写っていることを発見。解析により、2019年の大減光は温度が下がったこととダスト減光の両方が効いていることを示した。(Taniguchi, Yamazaki, Uno, 2022, Nature Astronomy, 6, 930)

32



33

### 3-4 偶然性

- データを取っていれば、偶然すごい現象が写っている「可能性」がある。
  - 例えば、重力波対応天体の発見がなされるかもしれない。LIGO/VIRGO/KAGRAが重力波観測を2023年に1年程度(O4)行なわれる予定。しかし、エラーサークルが大きく、口径が大きく視野が狭い大型望遠鏡では光学対応天体を探すのが難しい
- 視野の広い小口径望遠鏡では、別目的の画像に偶然映り込んでいるかもしれない？

34

## 4. まとめ

- アプローチの仕方や天文学・宇宙物理学に特化した知識の量はプロとアマチュアでは違うかもしれない。しかし、得意なところをうまく組み合わせられれば、特に変動現象(時間軸天文学)に関しては、これからも大きな成果が上がるだろう。
- これからも一緒に天文を楽しみましょう！

35

花山天文台は、皆様からの寄附金で運営が成り立っております。もしよろしければ、「京大天文台基金」

<https://www.kikin.kyoto-u.ac.jp/contribution/tenmondai/>

へご寄附をお願いします。



36