

OISTERと連携した 矮新星アウトバースト観測



Y. Tampo (Kyoto U.)
T. Kato, D. Nogami
K. Isogai, N. Kojiguchi,
Y. Wakamatsu (Kyoto U.),
M. Kimura (Riken)
& on behalf of VSNET team

©NASA

DN observations w/ OISTER

2018

- 矮新星ASASSN-18yiの食の観測 (PI: 若松)
- 軌道周期3時間以上のSU UMa型矮新星の可視赤外・分光観測 (PI: 若松)
→ Wakamatsu et al., 2021 PASJ

2019

- WZ Sge型矮新星のアウトバースト中の近赤外線モニタリング (PI: 木邑)
→ Kimura et al., 2021 PASJ
- 矮新星アウトバースト中の可視分光モニタリング
: 円盤風由来の線スペクトルの検出 (PI: 木邑)
- 低振幅/低頻度のアウトバーストを示す長周期矮新星の可視分光観測 (PI: 木邑)

2020

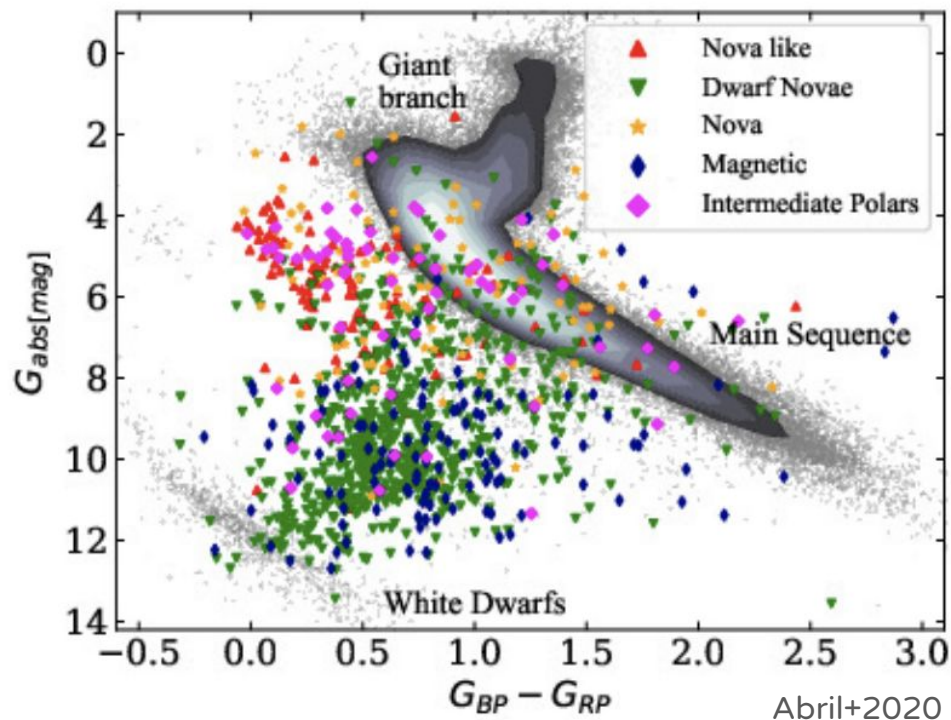
- 連続測光分光観測による矮新星静穏期の降着円盤の再構成 (PI: 反保)

*** some other proposals on X-ray binaries by Kimura-san

Today's contents

- 1, Introduction of dwarf nova outbursts
- 2, An eclipsing SU UMa-type CV w/ a 3.6 hr orbital period
: Wakamatsu et al., 2021
- 3, Multi-wavelength photometry of EG Cnc 2018 superoutburst
: Kimura et al., 2021
- 4, Accretion disk structure and evolution during the quiescence of DNe
: OISTER observation, PI Tampo
- 5, Summary

Cataclysmic variables: 激変星



Roche lobeを満した伴星と
降着する白色矮星の近接連星系

Classical Novae: 古典新星

: WD表面での熱核暴走反応

Nova-like stars: 新星状天体

: 円盤の明るさが卓越したCV

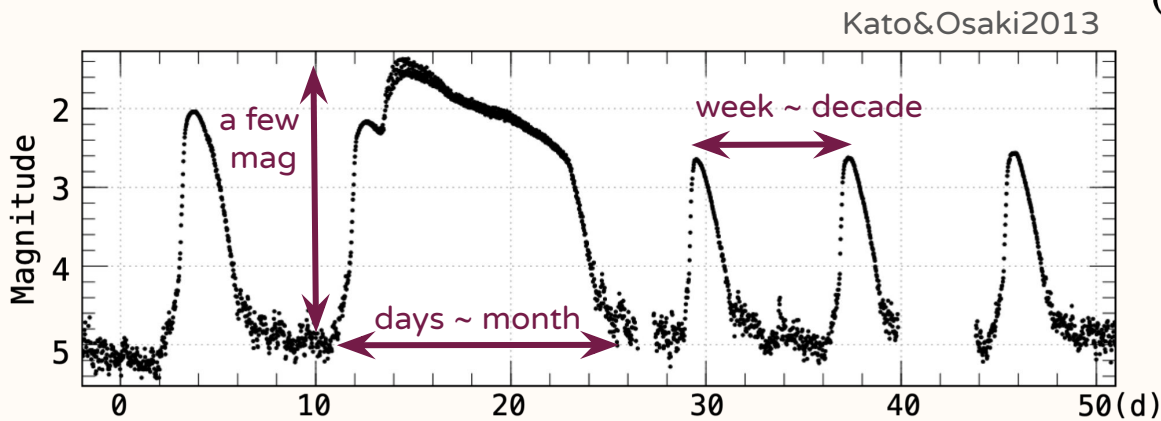
(intermediate) Polar: 強磁場激変星

: WDの磁場が強く ($\sim 10^6$ G),
円盤(の内側)がくり抜かれている

Dwarf Novae: 矮新星

→ 詳しくは、磯貝さんの
OISTERセミナースライドへ。

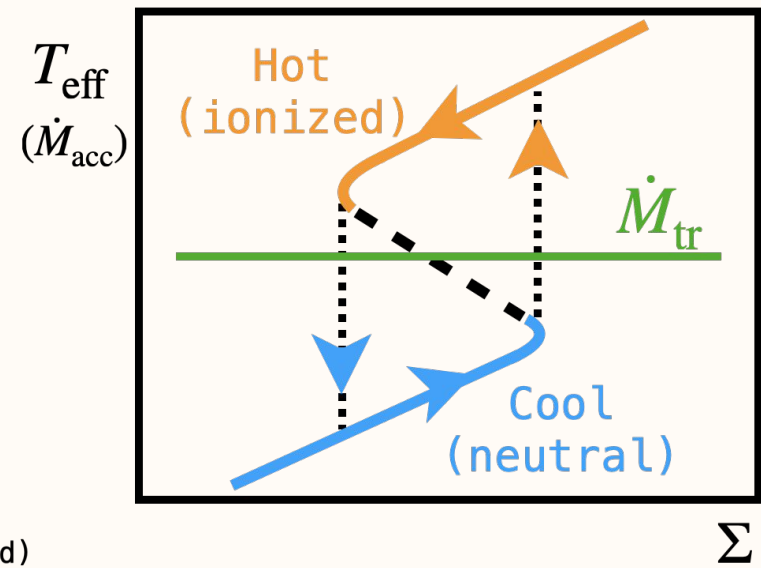
矮新星と円盤不安定モデル



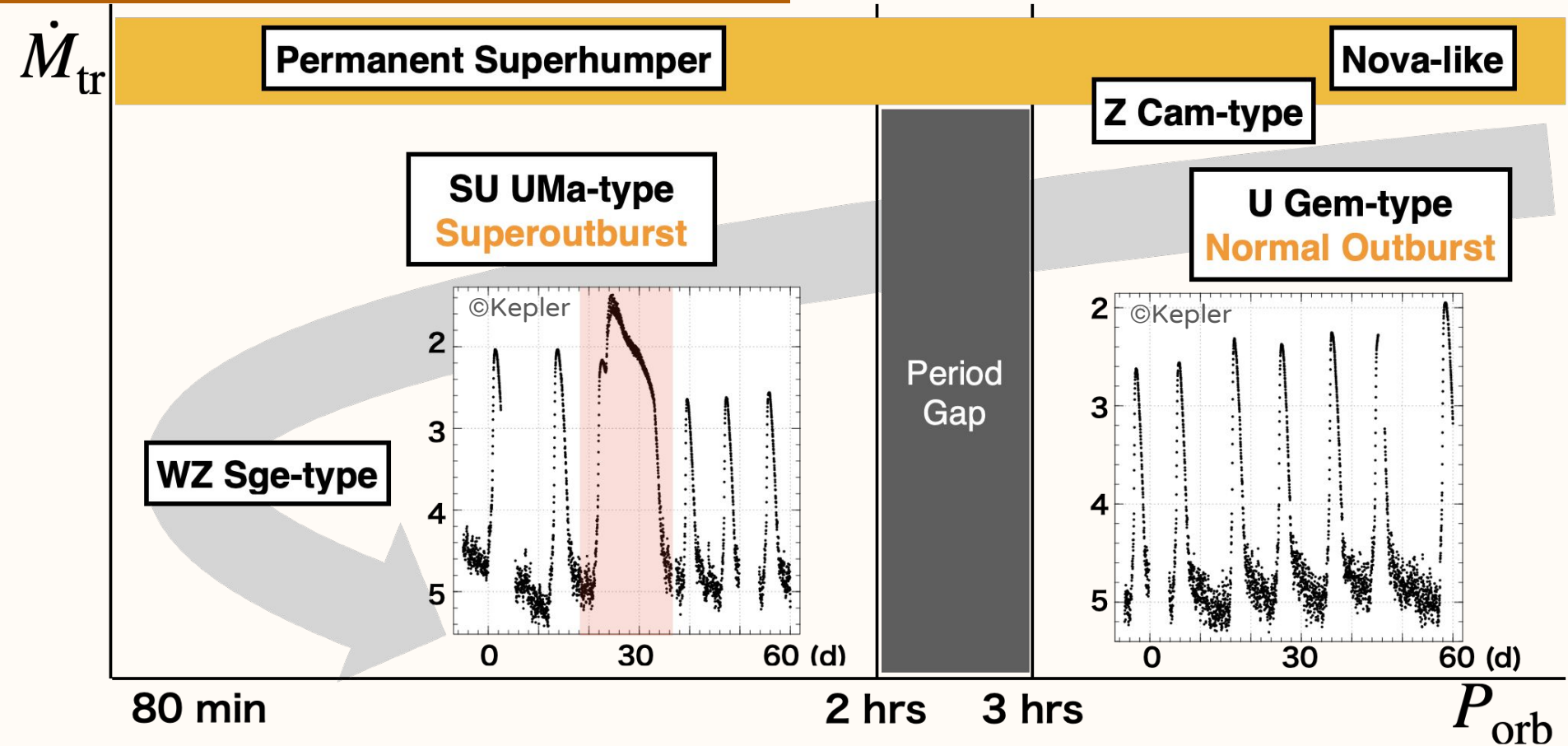
円盤の光度変化による突発現象
: 円盤の変動を調べる格好の対象

DN outburstのメカニズム
: 水素ガスの電離に伴う

降着円盤の状態遷移
Osaki1974, Meyer+1983



Porb vs. Mass Transfer Rate



Today's contents

- 1, Introduction of dwarf nova outbursts
- 2, An eclipsing SU UMa-type CV w/ a 3.6 hr orbital period
: Wakamatsu et al., 2021
- 3, Multi-wavelength photometry of EG Cnc 2018 superoutburst
: Kimura et al., 2021
- 4, Accretion disk structure and evolution during the quiescence of DNe
: OISTER observation, PI Tampo
- 5, Summary

Superoutbursts in DNe

円盤が3:1共鳴半径に達することが条件

*** 軌道周期とケプラー円盤の共鳴

Whitehurst+1988

→ 伴星からのより効果的な潮汐的作用

→ Brighter & longer outburst!

(Superoutburst = SU UMa-type DNe)

これを満たすには…

3:1 共鳴半径 < tidal truncation R (円盤外縁の限界)

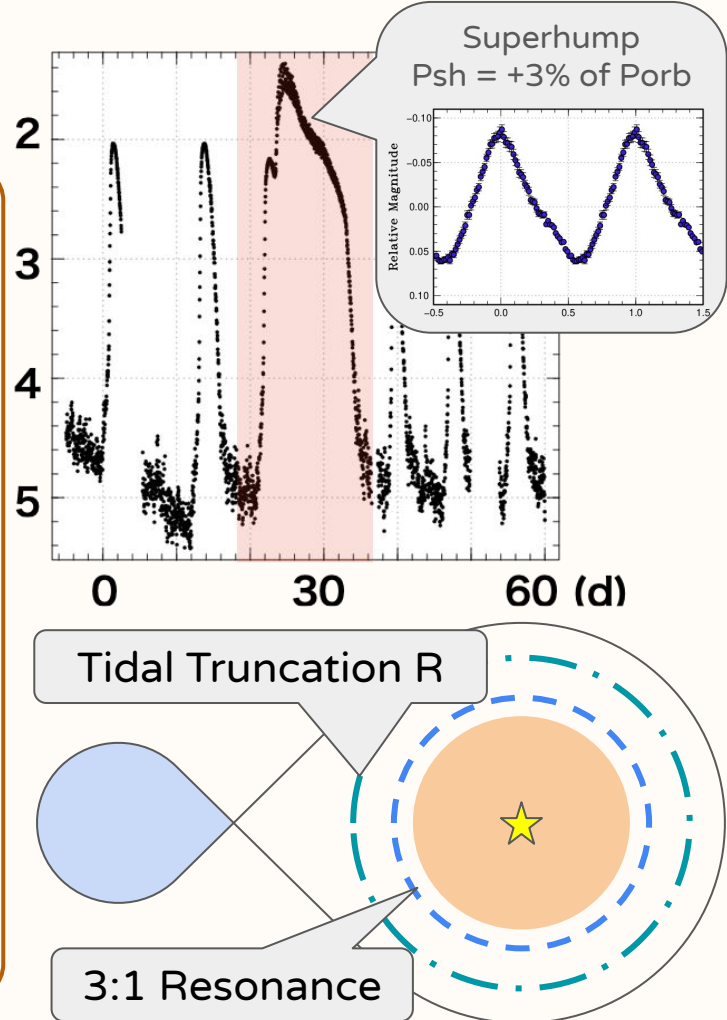
→ mass ratio ($q = M_{\text{sec}}/M_{\text{wd}}$) < ~ 0.3

→ $P_{\text{orb}} < 2\text{hr}$ を満たすことが必要

$P_{\text{orb}} > 2\text{hr}$ でもsuperoutburstを見せる天体も。

これらも同じ3:1共鳴による現象なのか？

e.g., Mennicket 1995

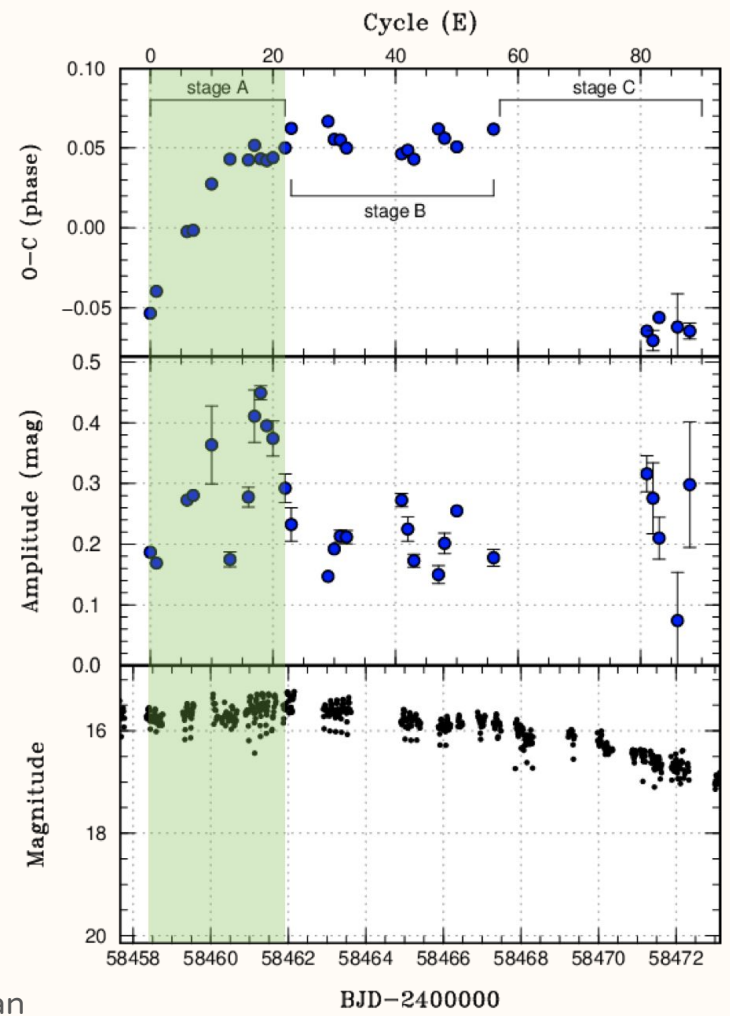


ASASSN-18aan

Porb ~ 3.6 hr: 典型的なSU UMa starsよりも長い
 0.5等の食を持つ
 → 食の形状から円盤半径を見積もれる！
 → 本当に3:1共鳴半径に達しているのか？

Superoutburst	OISTER	VSNET	Multi
		SaCRA	r, i, z
		Kiso	No filter
		MITSuME (Okayama, Akeno)	g, Rc, Ic
		Kanata	V, I
		Murikabushi	g, Rc, Ic
	Nayuta	低分散分光	
	AAVSO	Multi	
静穏期	MDM Observatory	GG420, r、中分散	

credit: Wakamatsu-san



ASASSN-18aan

PorbとPshから...

Kato&Osaki 2013

→ mass ratio = 0.278(1), despite of long Porb

← 伴星が進化し, Roche lobeを満たす

静穏期のモデリングとRadial velocityから,

→ inclination = 76.60(9)

食の形状を半径をパラメータにモデリング

→ 円盤半径が3:1共鳴半径に到達している!

→ ASASSN-18aanでも, 3:1共鳴がメカニズム

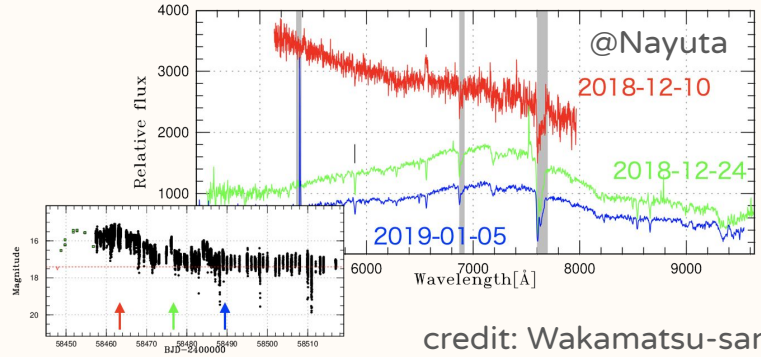
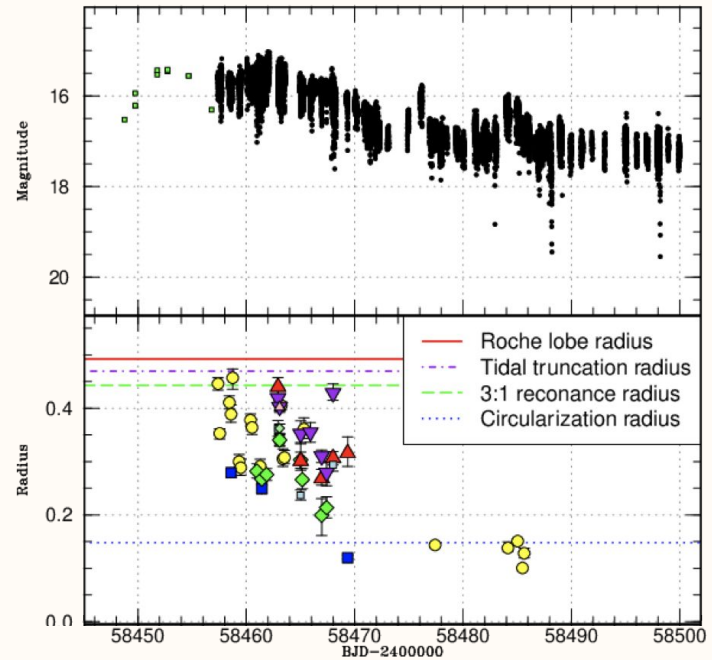
OISTER data

*** >15 magの深い連続測光観測

← 30cmクラスの望遠鏡では厳しい等級

*** Nayutaの分光で, 水素輝線を確認

← 円盤が実際に明るくなっていることを確認



credit: Wakamatsu-san

Today's contents

- 1, Introduction of dwarf nova outbursts
- 2, An eclipsing SU UMa-type CV w/ a 3.6 hr orbital period
: Wakamatsu et al., 2021
- 3, Multi-wavelength photometry of EG Cnc 2018 superoutburst
: Kimura et al., 2021
- 4, Accretion disk structure and evolution during the quiescence of DNe
: OISTER observation, PI Tampo
- 5, Summary

Rebrightening: 再増光

アウトバーストで円盤内のガスがWDに降着
→ アウトバースト後に円盤へのガス供給が必要

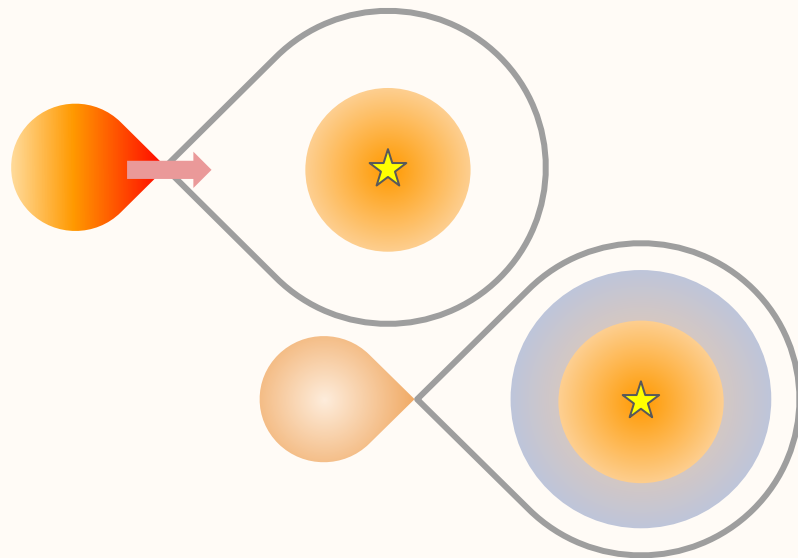
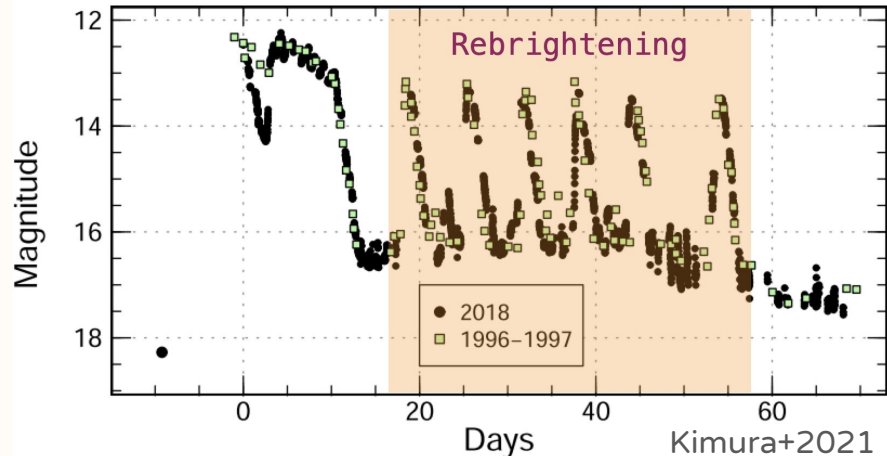
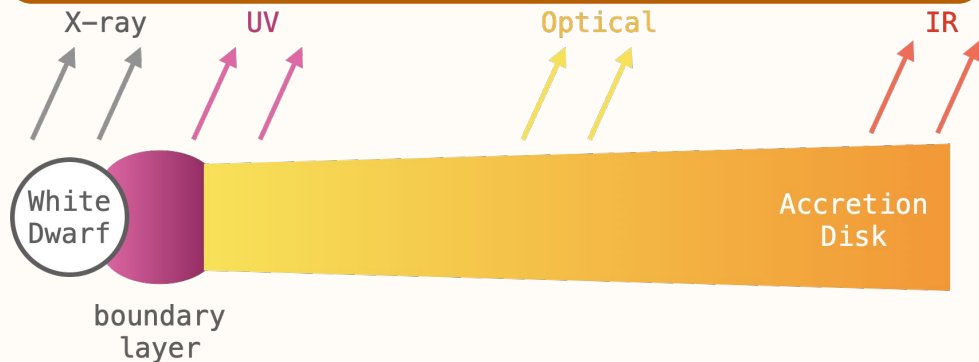
Enhanced Mass Transfer Hameury+2000

照射され膨らんだ伴星から輸送流が増加

Mass Reservoir Kato+1988, Osaki+2001

円盤外縁部にガスが残り降着してくる
アウトバースト後の赤外超過が証拠？

Patterson+1988, Matsui+2008, Neustroev+2018



EG Cnc

“King of Echo Outburst”

Patterson+1998

2018アウトバーストの再増光パターン

: 1996アウトバーストと酷似

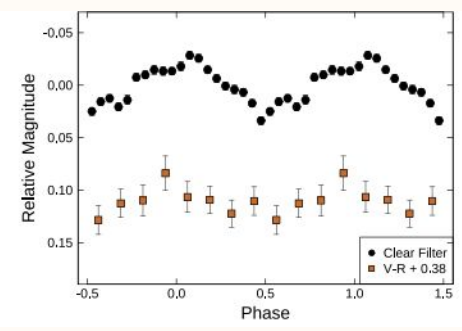
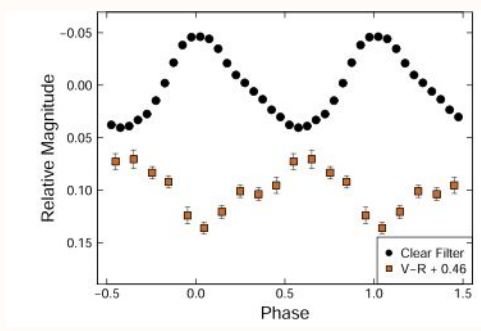
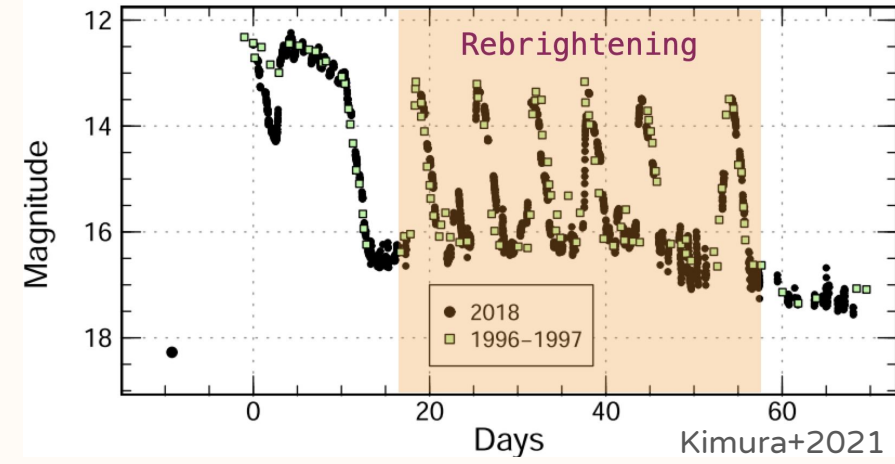
: 天体に固有? (mass ratio)

Kimura+2016

再増光のメカニズムを調べたい

: 多波長での測光観測モニター

: 赤外超過がどのように変化していく?



Optical & IR	VSNET	multi-color
	SaCRA	r, i, z
	Kanata	Rc, J, Ks
	MITSuME	Rc, Ic
UV & X-ray	Swift XRT & UVOT	

Rebrightening in multi-wl 1.

Rising redder t/ fading in B-I

Bailey 1980

- : アウトバーストの典型的なパターン
- : 内側がhotになるまで時間がかかる

Unusual red colour (B-I ~ 0.8)

after main outburst b/w rebrightenings

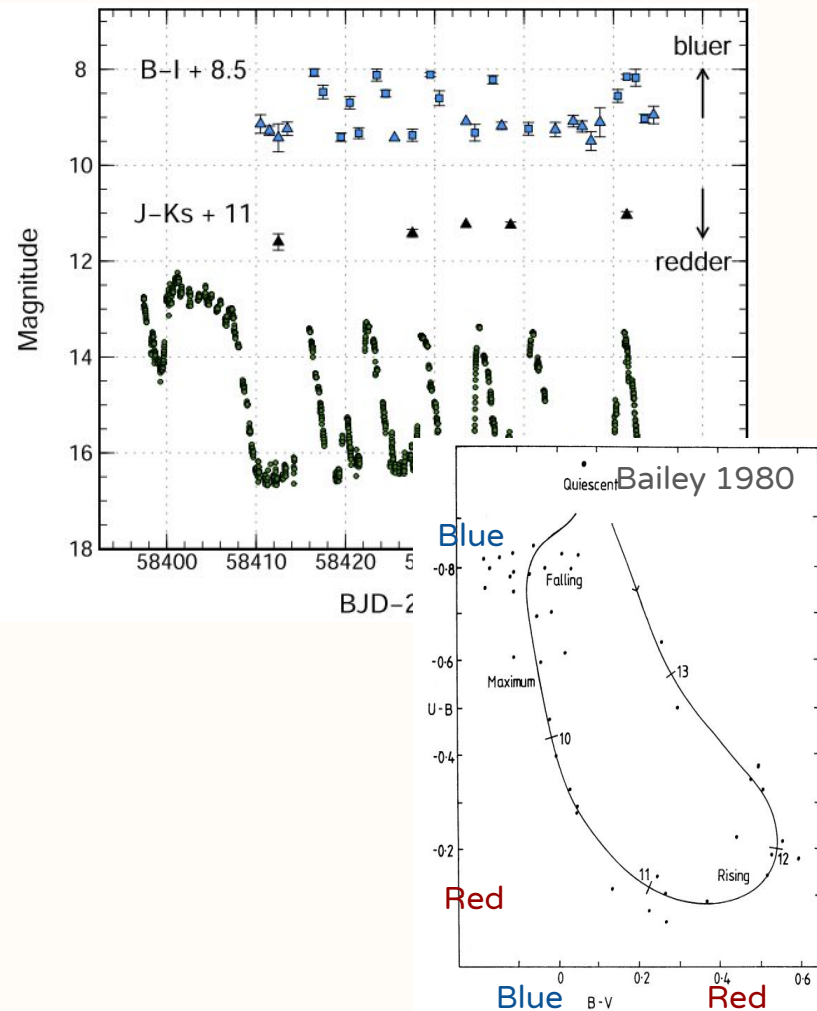
- : 低温なmass reservoirの存在を示唆?

Patterson+1988, Matsui+2008, Neustroev+2018

Gradually getting bluer in B-I & J-Ks

across the rebrightening

- : rebrightening毎にmass reservoirが減少していくことに対応?



Rebrightening in multi-wl 2.

X-ray: faint during the rebrightening

← boundary layerが光学的に厚い状態

UV: resemble to optical light curve

← inner diskからの放射を反映している

U-B: as red as DN quiescence

Bailey 1980

← rebrightening毎に,

円盤内側までcoolな状態になっている

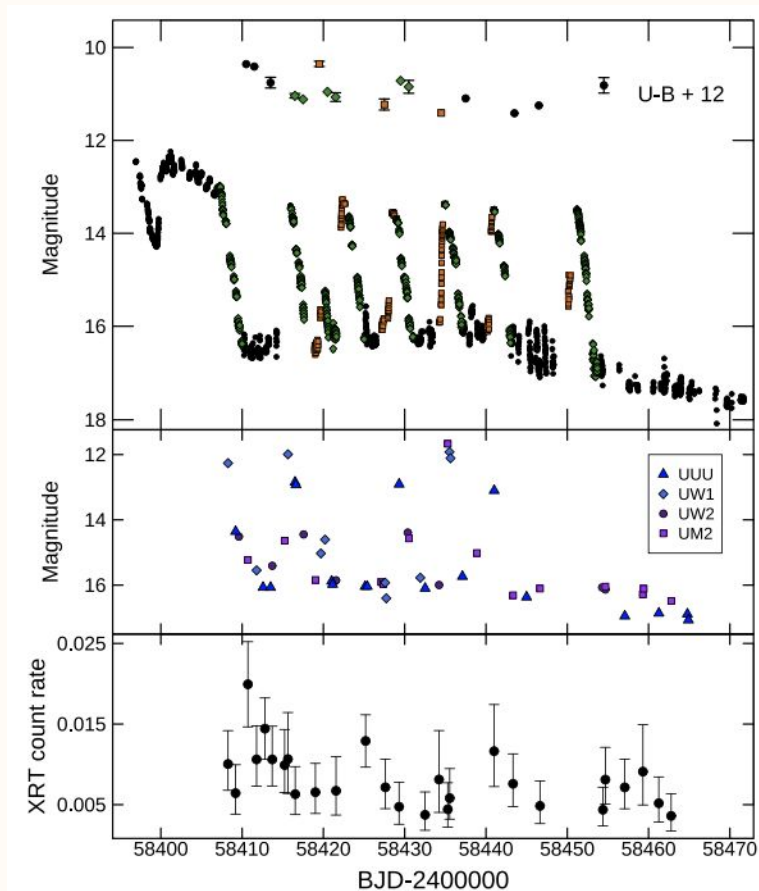
← Rebrighteningは急な増光でスタート

→ Rebrightening毎に, 円盤外側から

heating waveが走ってoutburstになる

[inner diskで跳ね返される訳では無い]

Meyer+2015



Today's contents

- 1, Introduction of dwarf nova outbursts
- 2, An eclipsing SU UMa-type CV w/ a 3.6 hr orbital period
: Wakamatsu et al., 2021
- 3, Multi-wavelength photometry of EG Cnc 2018 superoutburst
: Kimura et al., 2021
- 4, Accretion disk structure and evolution during the quiescence of DNe
: OISTER observation, PI Tampo
- 5, Summary

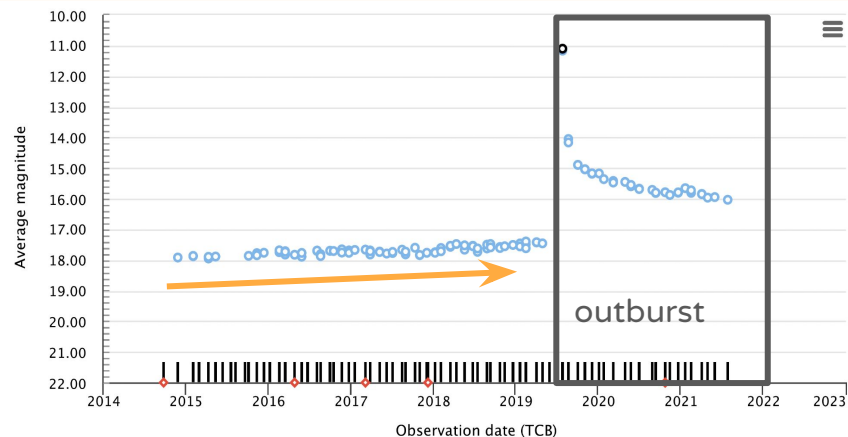
矮新星静穏期の長期変化

From Gaia & ZTF deep survey data...
gradual brightening & reddening
before outbursts of V3101 Cyg

YT+2020

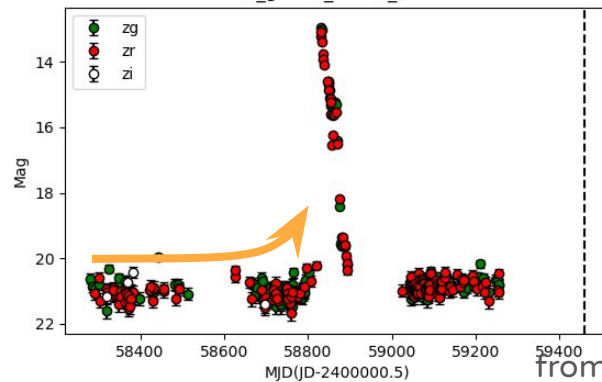
- ⇒ first ever observed, but seems to be common feature in short P_{orb} DNe?
- ⇒ time scale of week ~ decade
- ⇒ evolution of disk structure?

- 1) surveys can give a statistical view
- 2) **wanna conduct long-term & detailed study in a single system**



○ Detections ● Alert | Scans ◆ Untrusted
TCP J00590972+3438357 (UGWZ)
00:59:09.73 34:38:35.70 possible comtami=yes
['ZTF19acyfeuy']
Gmag=21.007(0.022),BP-RP=0.290
Plx=--,pmRA=--,pmDE=--
20210903 absG=--
A_g=-- A_r=-- A_i=--

YT+2020



from Kojiguchi-san

2 ways to study disk structure

Doppler tomography

Marsh&Horne1988

: reconstruct the line emissivity
from each velocity component

⇒ hot spot, disk asymmetry

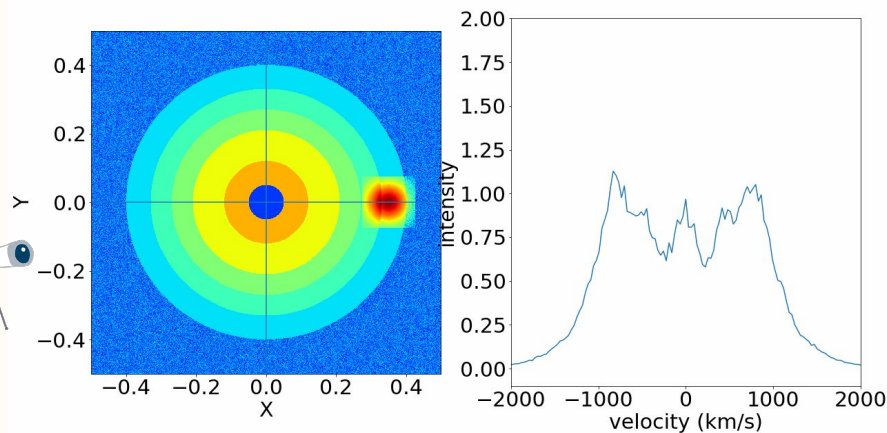
⇐ using Seimei KOOLS-IFU VPH683

Eclipse modeling/mapping

: modeling eclipse of a disk
by secondary star

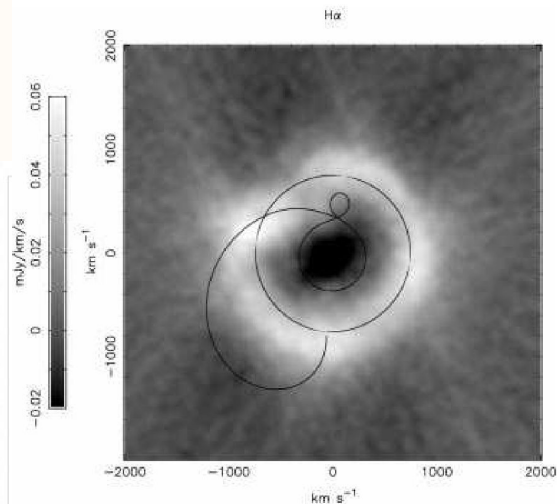
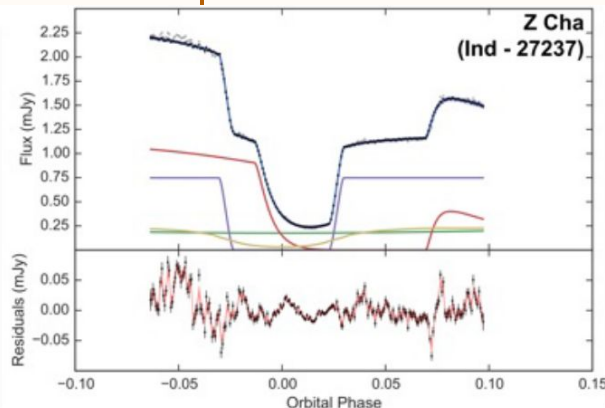
⇒ disk Temp, Radius, hotspot

⇐ using MITSuME & TriCCS



Horne1985

McAllister+2019



Today's contents

- 1, Introduction of dwarf nova outbursts
- 2, An eclipsing SU UMa-type CV w/ a 3.6 hr orbital period
: Wakamatsu et al., 2021
- 3, Multi-wavelength photometry of EG Cnc 2018 superoutburst
: Kimura et al., 2021
- 4, Accretion disk structure and evolution during the quiescence of DNe
: OISTER observation, PI Tampo
- 5, Summary

Multi-mode obs. in CVs

