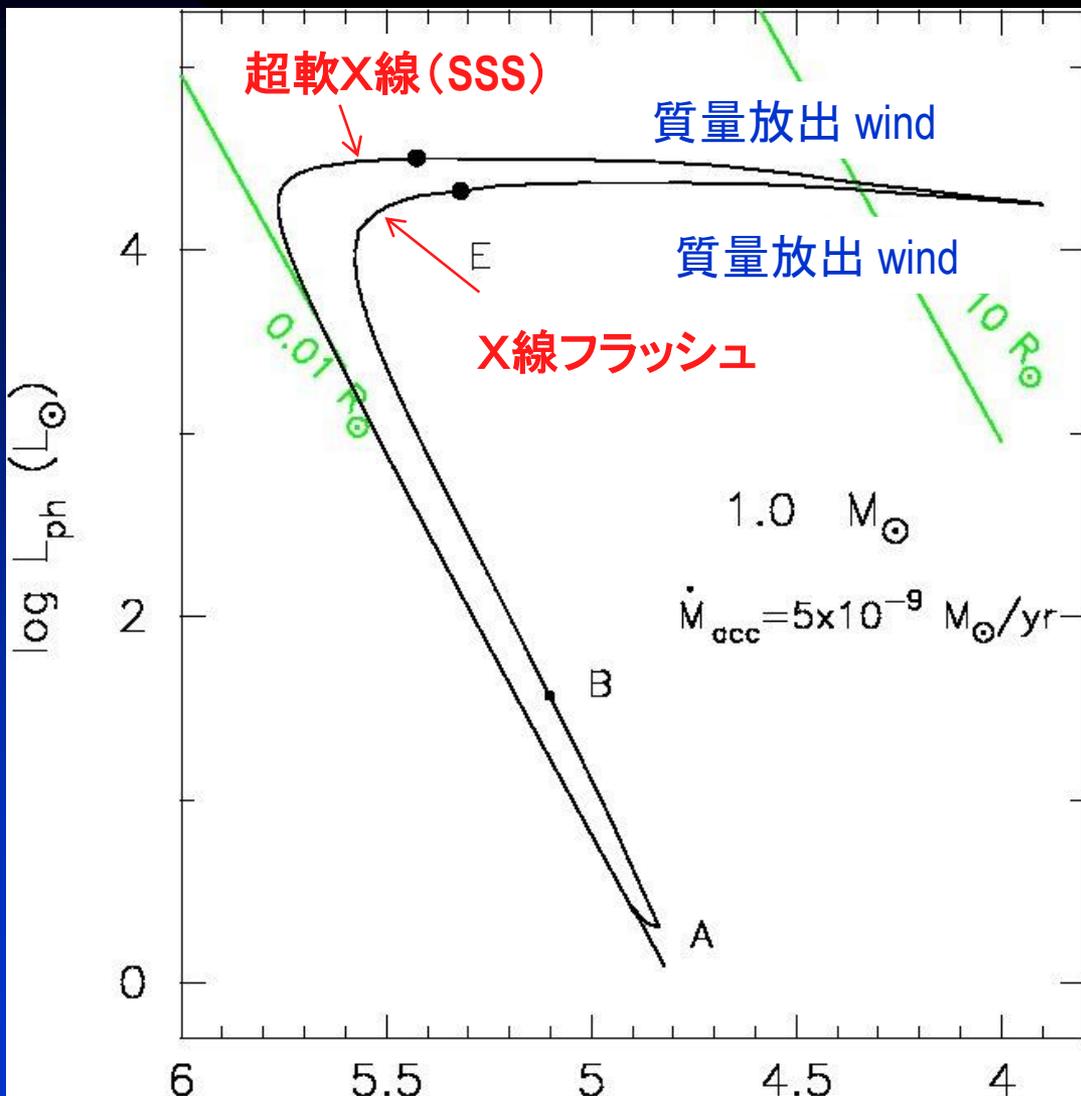
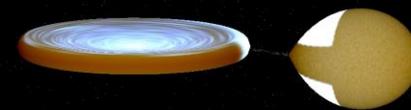


# YZ Ret: はじめて検出された 新星のX線フラッシュ

加藤 万里子

斉尾英行、蜂巢泉

# 新星爆発の1サイクル



可視光のピーク

可視光で増光する前の時期は  
研究のフロンティア

HR図

Kato, Saio, & Hachisu (2022)

PASJ, in press

Log T (K)

# X線フラッシュを探す (1) MAXI サーベイ

Morii, Yamaoka, Mihara, Matsuoka, Kawai (2016)  
PASJ, 68, S11

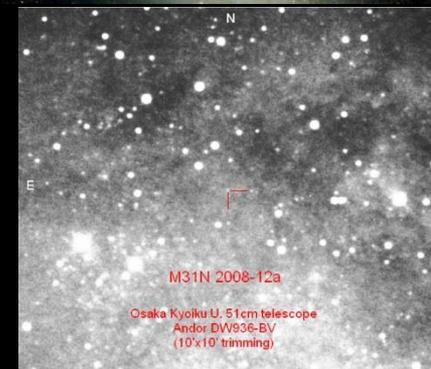
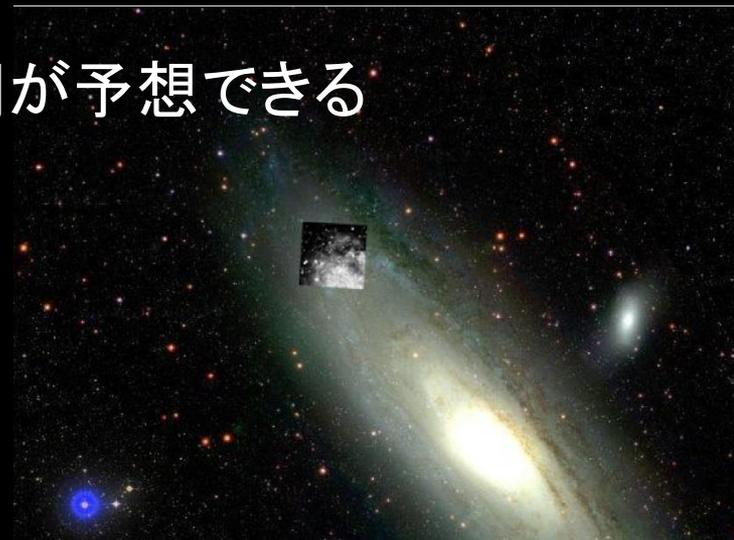
- X線 transient (2009.8 – 2014.8) のうち  
新星の直前(10日間)に出たものがあるか？
- 古典新星・回帰新星40個
- エネルギー範囲 2 - 4 keV  
→ みつからなかった

理論的根拠: Starfield (2008) 重いWDはX線を  $10^{39}$  erg/s も出す??!  
数値計算の基本的なまちがい(メッシュと時間間隔が荒すぎた)  
批判は Nomoto, Saio, Kato, Hahchisu (2007) ApJ 663, 1279 参照

# X線フラッシュを探す (2) M31N 2008-12a

1年周期の回帰新星なので爆発時期が予想できる

- |            |   |
|------------|---|
| 2014-10-02 | Optical (Darnley Atel#6527),<br>X-ray & UV (Henze+ Atel#6558) |
| 2013-11-28 | optical (PTF:Tang+)   |
| 12-05      | X-ray (Swift)   |
| 2012-10-19 | Optical (西山&椋島, Shafter)                                      |
| 2011-10-23 | Optical   |
| 2010-11-20 | Optical (西山 & 椋島)   |
| 2009-12-02 | Optical (PTF:Tang+)   |
| 2008-12-16 | Optical (西山&椋島)   |
| 2001-09-08 | X-ray (Chandra)   |
| 1993-01-11 | X-ray (ROSAT) 位置精度は悪い   |
| 1992-02-05 | X-ray (ROSAT)   |



©大阪教育大

# Swift の観測計画

理論的には M31N 2008-12a: 白色矮星が重い

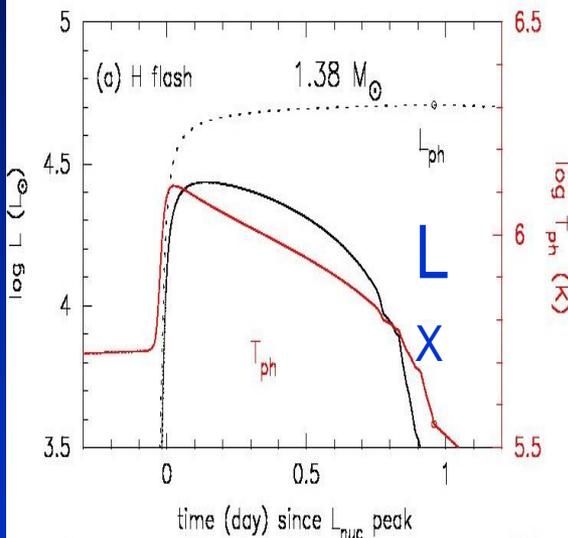
1.38  $M_{\odot}$

X-ray flash は

- Eddington luminosity 程度に明るく
- 1日弱続く。
- 爆発が予測できる、唯一の新星

## X線フラッシュのモデル

1日



Swift の観測大計画がたてられた:

- 6 時間 おきに観測!
- 可視光で増光するまで続ける
- 2015 8月20.15 UT 開始

ところが 観測開始 8日後に

X線が出ないまま新星爆発した

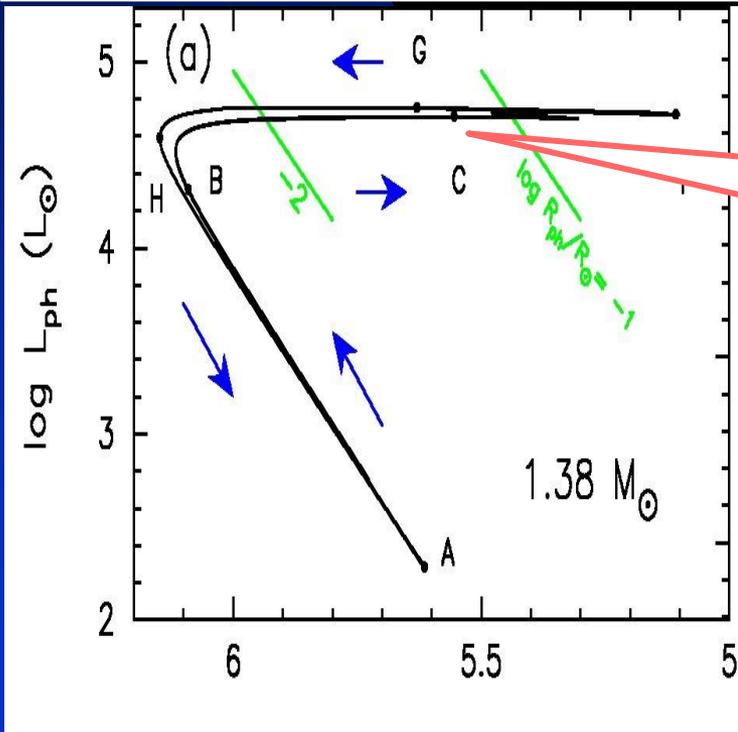
# Non-detection の報告論文を書きました

X-ray flashes in recurrent nova M31N 2008-12a and  
The implications of the SWIFT nondetection

Kato, Saio, Henze, Ness, Osborne, Page, Darnley,  
Bode, Shafter, Hernanz, Gehrels, Kennea, Hachisu  
(2019) ApJ, 830,40 (12p)

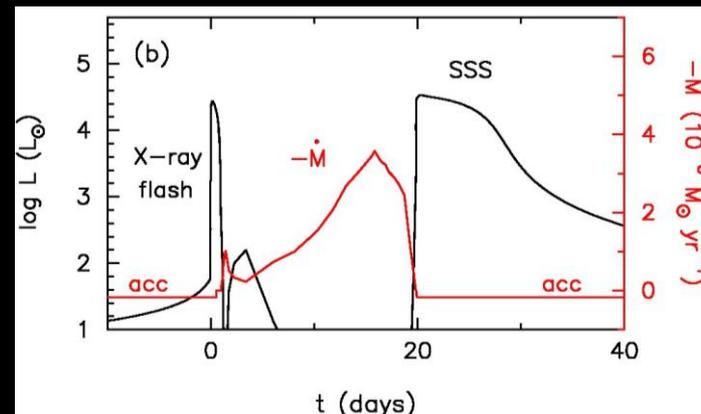
言い訳: 数値計算の困難

(Wind 解と内部の fitting方法が未完成)



この進化が実は  
とても遅かった

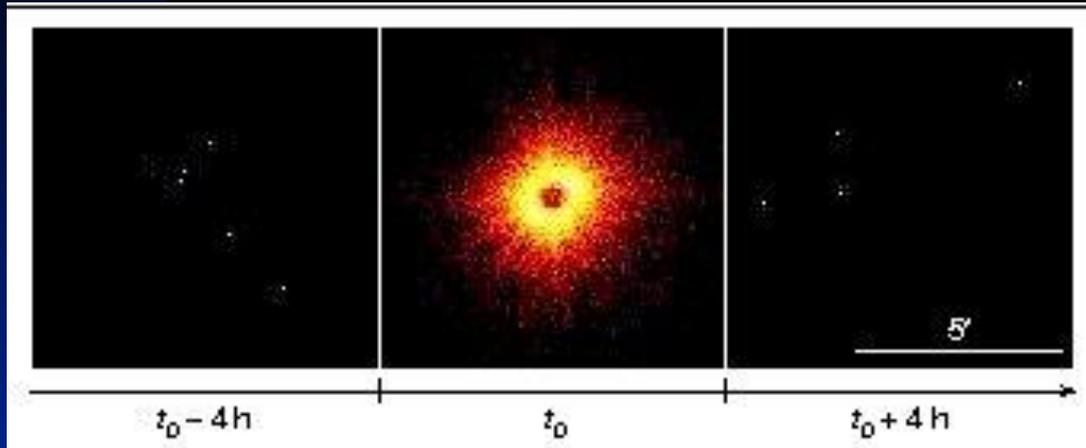
ここはMESA code  
では  
計算できない



1.38 M<sub>⊙</sub> 1.6x10<sup>-7</sup> M<sub>⊙</sub>/yr

Kato, Saio, Hachisu (2017) ApJ, 838,153

# はじめての検出 YZ Ret



Koenig et al. Nature (2022)  
605, 248 (Fig.1 0.2-0.6 keV)

X線全天サーベイ: eROSITA: Koenig et al. Nature (2022) 605, 248

- L2 point から 全天イメージを作成。4年計画だった。  
(6か月で全天を1回カバー)
- 同じ場所を4時間おきに観測。28回スキャンして、23回目で検出。
- YZ Ret のX線を 35.8 秒間観測
- German-Russian の joint mission だったので、ロシアのウクライナ侵攻でストップ

# YZ Ret

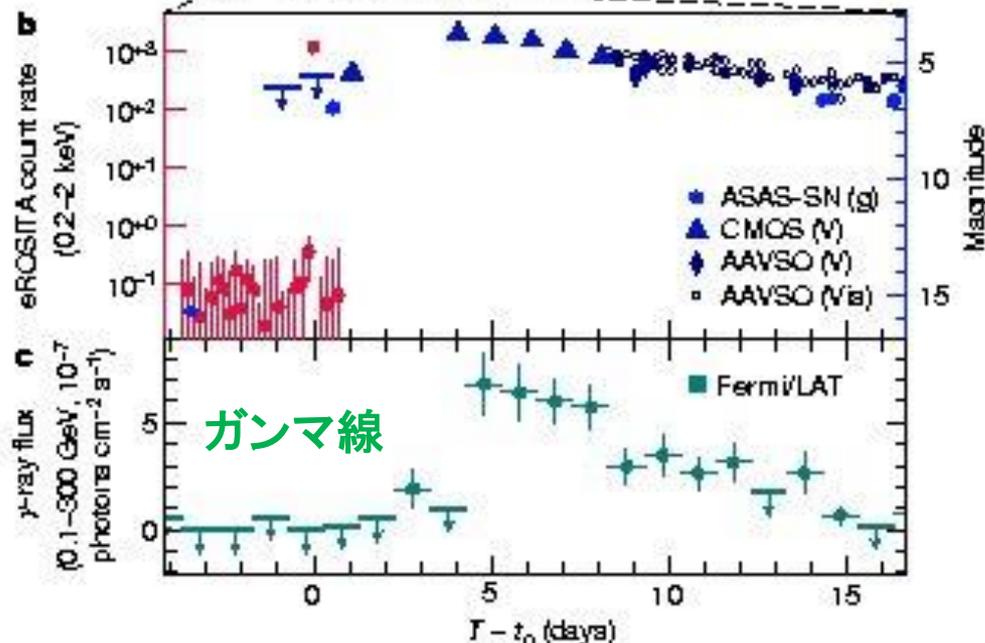
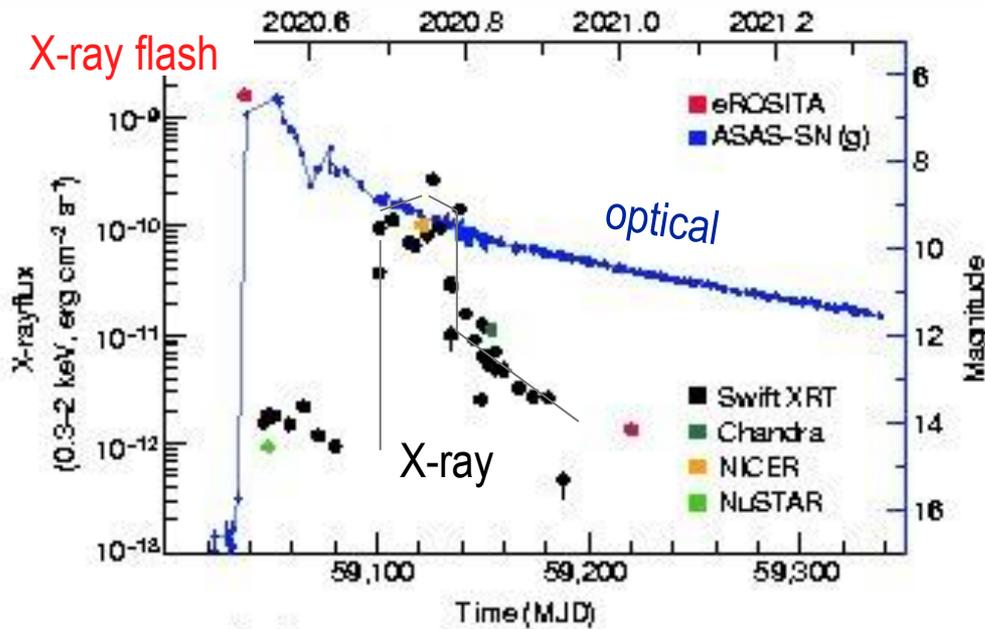
- Cataclysmic variable **MGAB-V207**
- Novalike **VY Scl-type** (V mag 15.8-18.0)
- $P_{\text{orb}} = 0.1324539 \pm 0.0000098$  d (=3.18 hr)  
(Schaefer 2022) : period gap のすぐ上
- Nova 爆発 **UT 2020 July 15** (McNaught 2020)
- 距離  $d = 2.53$  kpc (Gaia/eDR3 data)
- $(l, b) = (265.3975, -46.3954)$   
銀河面より 1.8 kpc 下 =>  **$E(B-V) = 0.03$**

# YZ Ret の観測

可視光、X線、ガンマ線など他波長で観測

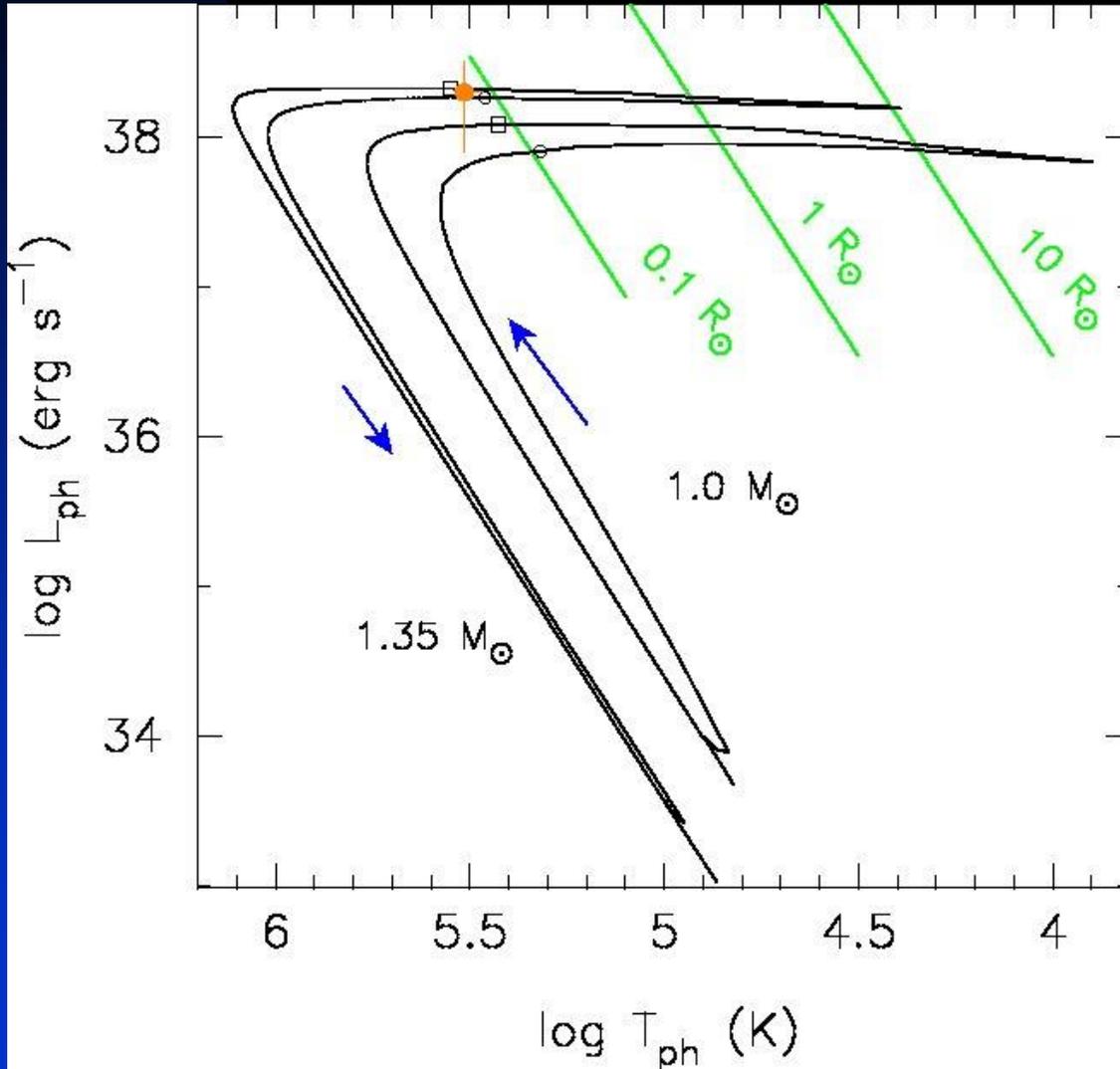
X線フラッシュ

Optical が 9 mag 明るくなるより前に起こった



図の出典: Koenig et al. Nature (2022) 605, 248

# HR図: 新星の1サイクル



可視光で増光する前の段階は  
ほとんど研究されていない  
フロンティア

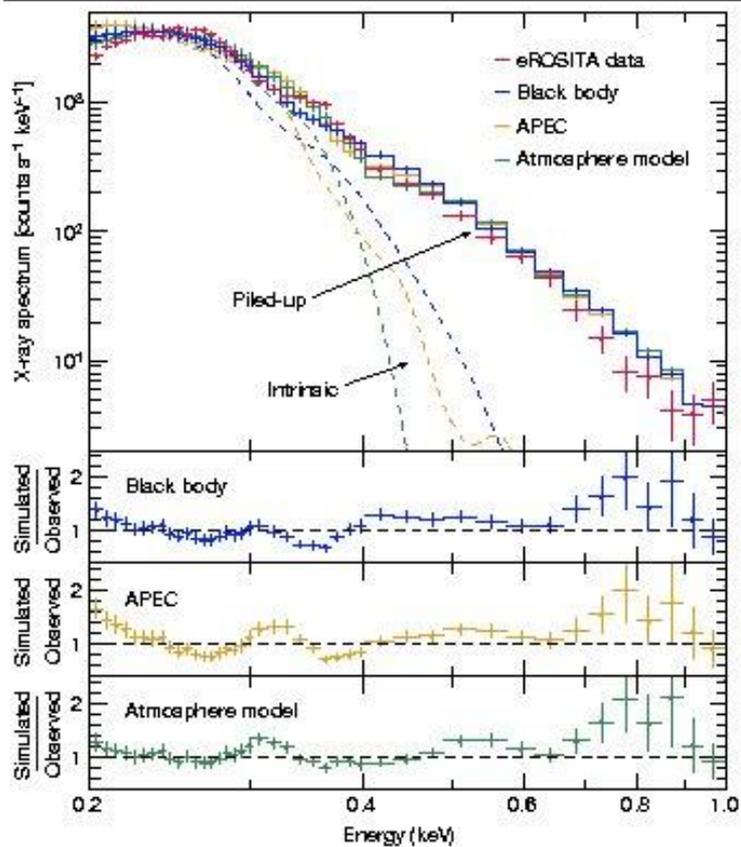
質量降着率

$5 E-10 \text{ Mo/yr}$

Kato, Saio, Hachisu (2022)

ApJL, in press

# X線スペクトル : 光球からの黒体輻射



黒体輻射がもっともよく合う

$$kT = 28.2 \text{ eV} = 3.27 \times 10^5 \text{ K}$$

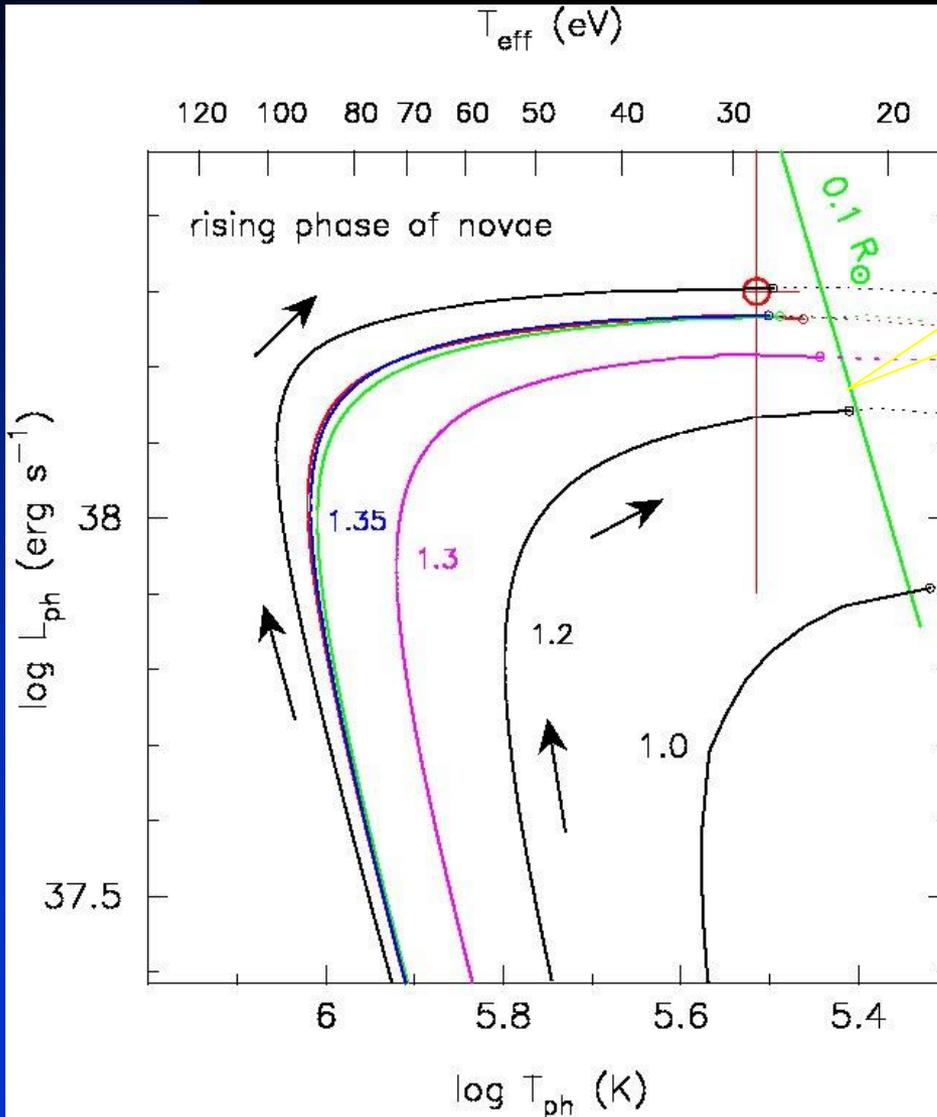
$$L_{\text{ph}} = (2.0 \pm 1.2) 10^{38} \text{ erg/s}$$

$$R = 50,000 (= 0.07 R_{\odot})$$

理論的に  
これ、重要

この時点では  
まだ質量放出が起こっていない

# 拡大図：X線フラッシュ部分



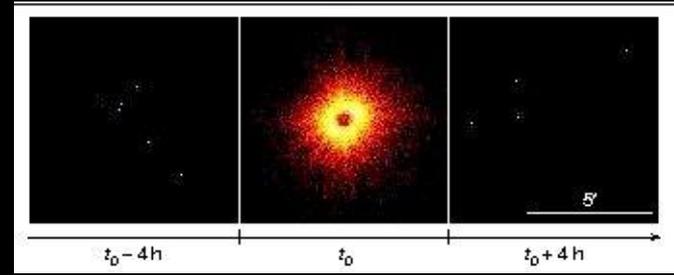
点線では質量放出が  
起こるので

- Emission lines が出る  
(黒体輻射からずれる)
- X-ray は吸収される

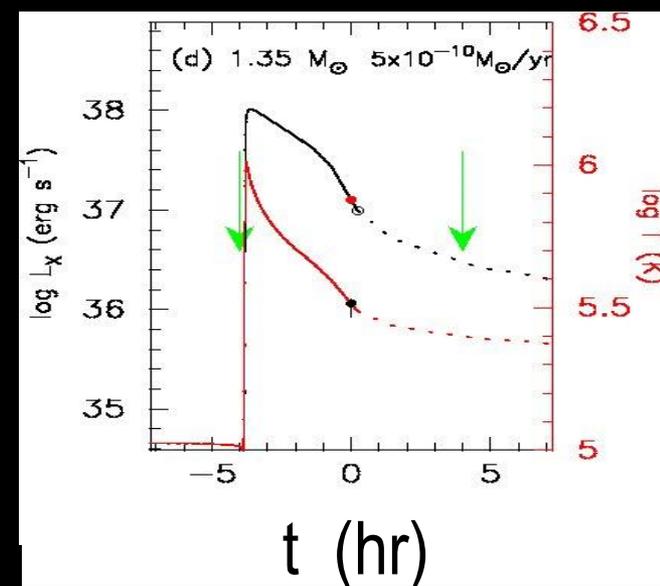
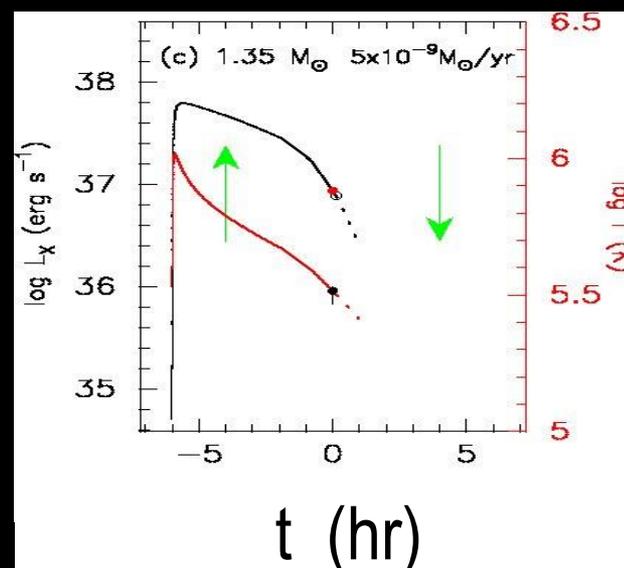
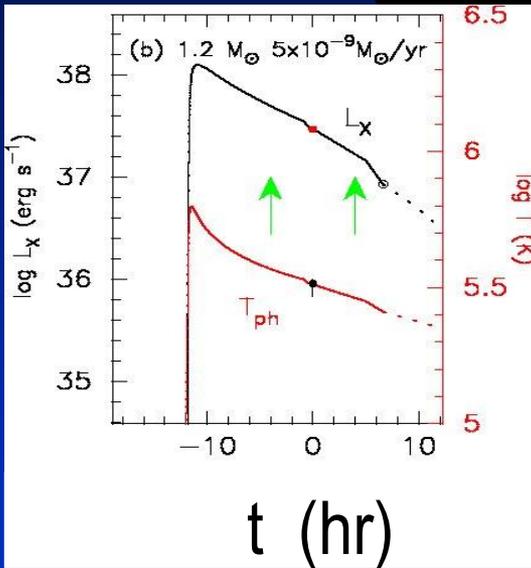
観測時点では  
まだ質量放出が起こっていない  
→ 私の理論予測と一致

Kato, Saio, Hachisu (2022)  
ApJL, in press

# X線フラッシュの光度曲線



赤い点: 28.2 eV (観測されたBBの温度)



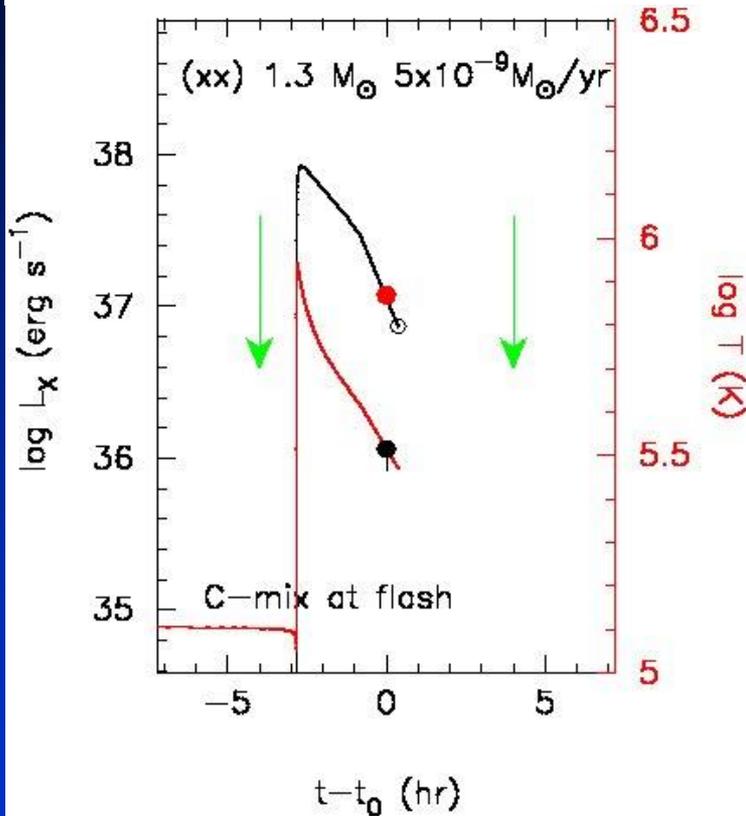
白色矮星が軽く、accretion rate が大きいと、  
進化がゆっくりで、観測と矛盾する

Kato, Saio, Hachisu  
(2022) ApJL, in press

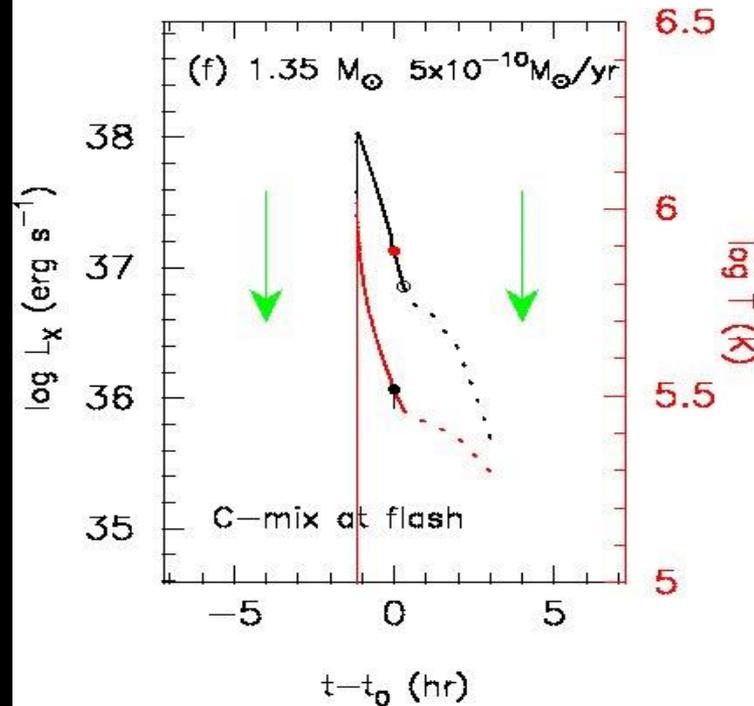
# X線フラッシュの光度曲線

C がenvelope に混ざっていると  
X-ray flash の幅が狭くなる

1.3 Mo  $5 \times 10^{-9}$  Mo/yr



1.35 Mo  $5 \times 10^{-10}$  Mo/yr



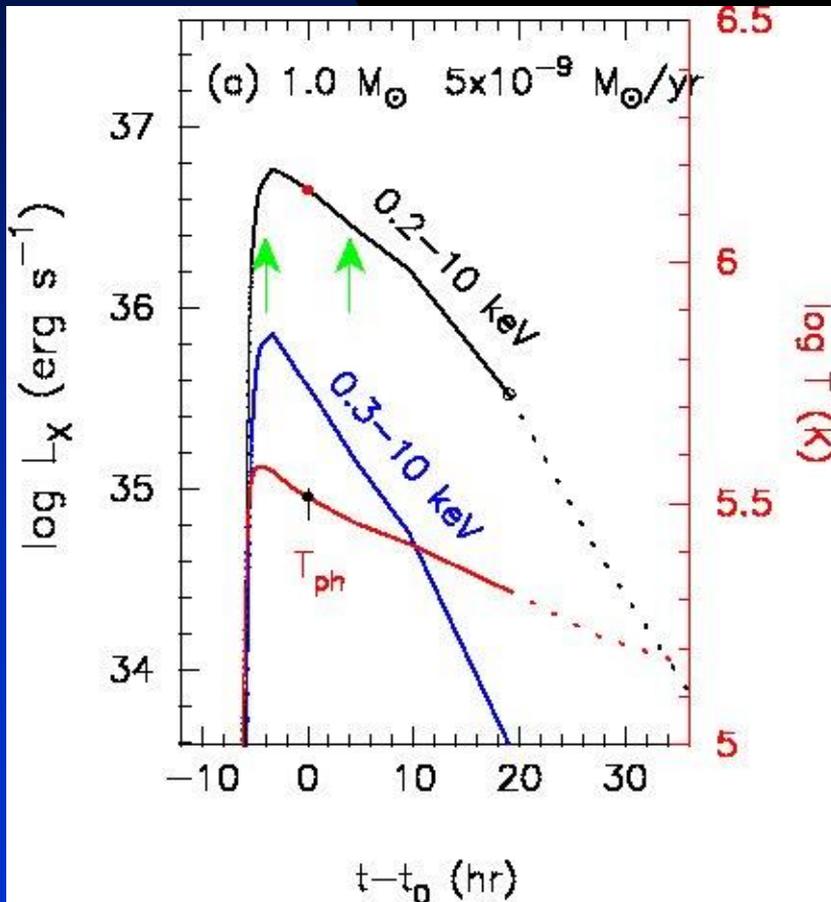
白色矮星の質量:  $> \sim 1.3 M_{\odot}$

Mass accretion rate:  $5 \times 10^{-9} M_{\odot}/\text{yr}$

$5 \times 10^{-10} M_{\odot}/\text{yr}$

# Energy range

## 低エネルギーX線の重要性



Swift : 0.3 keV -  
eROSITA : 0.2 keV -  
軽い白色矮星では  
フラックスの違いが大きい

Kato, Saio, Hachisu (2022) Fig. 3a  
ApJL, in press