



湘潭大学

XIANGTAN
UNIVERSITY

Burning transitions after a superburst in Aql X-1/**FPS11**

李兆升
湘潭大学

2021.7.15 FPS10 济南

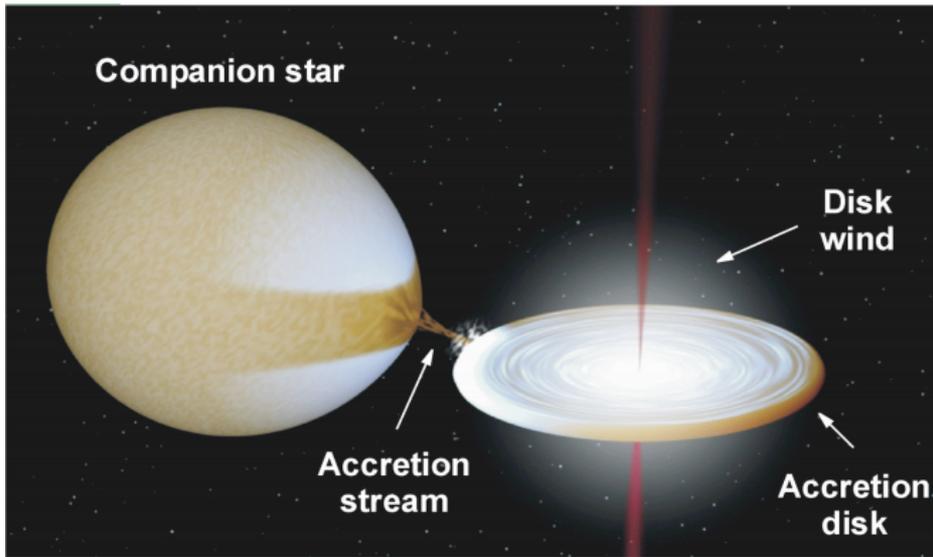
Outline

- **Low-mass X-ray binary**
- **X-ray bursts**
- **Aql X-1**
- **superburst**
- **Summary/FPS11**

LMXBs

Transient source

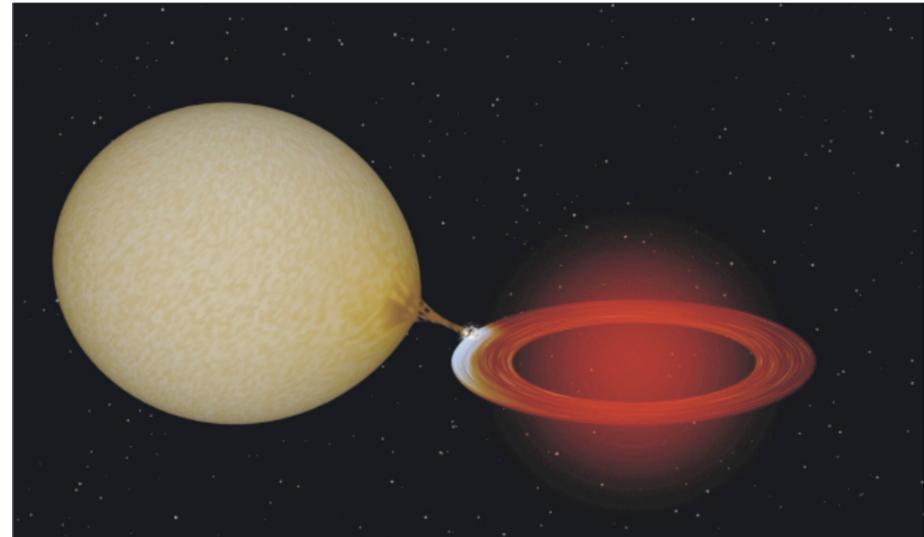
**“Switched on”:
Accretion
induced outburst**



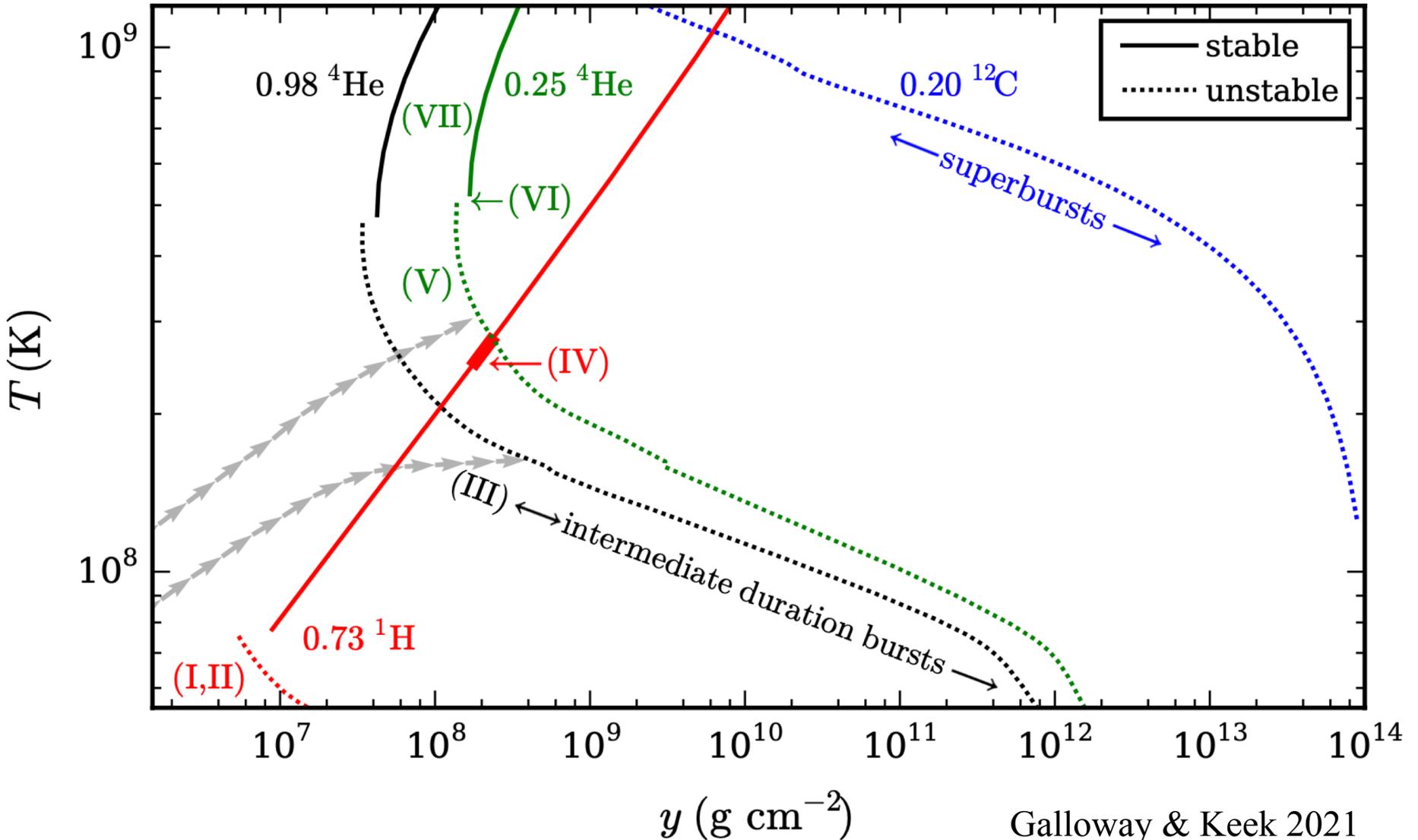
$\sim 10^{36} - 10^{38}$ erg/s

**“Switched off”:
Quiescence**

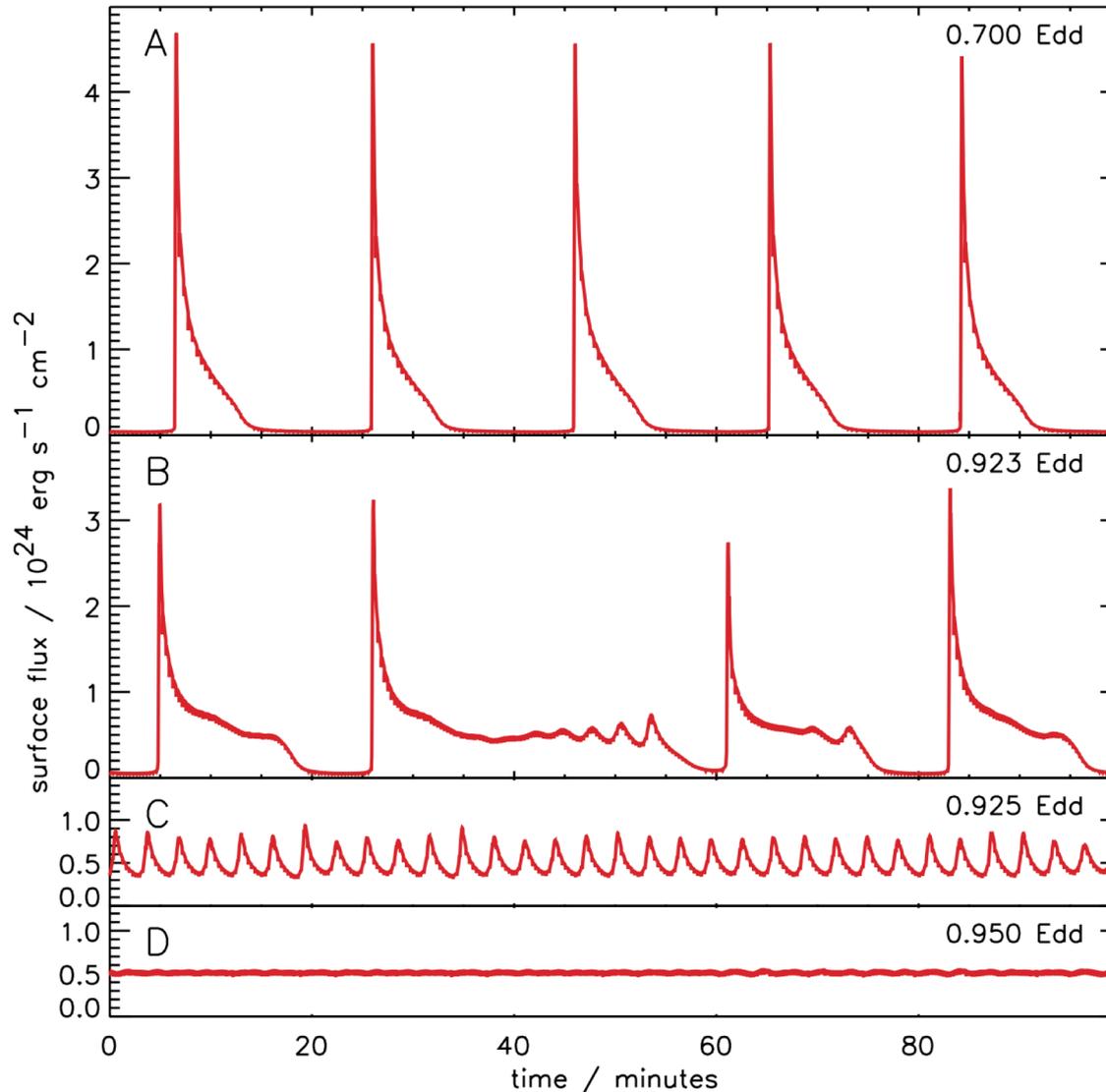
$\sim 10^{32} - 10^{33}$ erg/s



LMXBs X-ray burst



Marginally stable burning

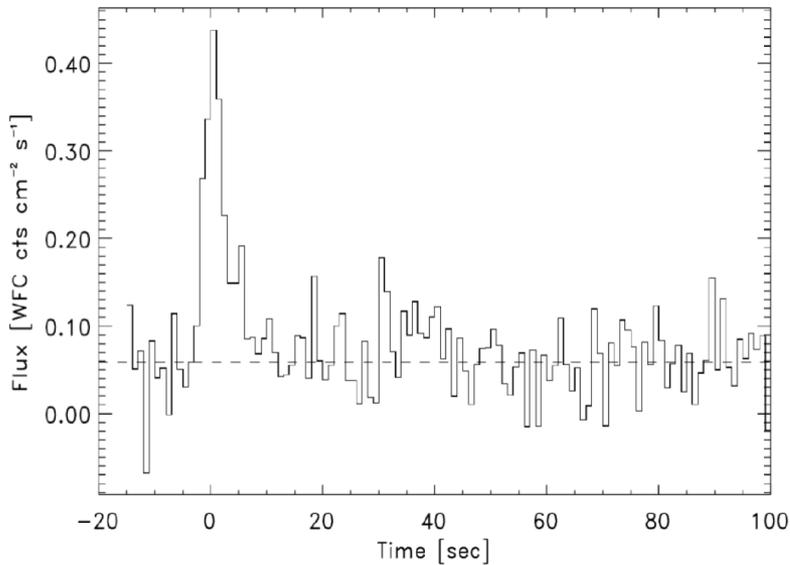


Type I X-ray burst

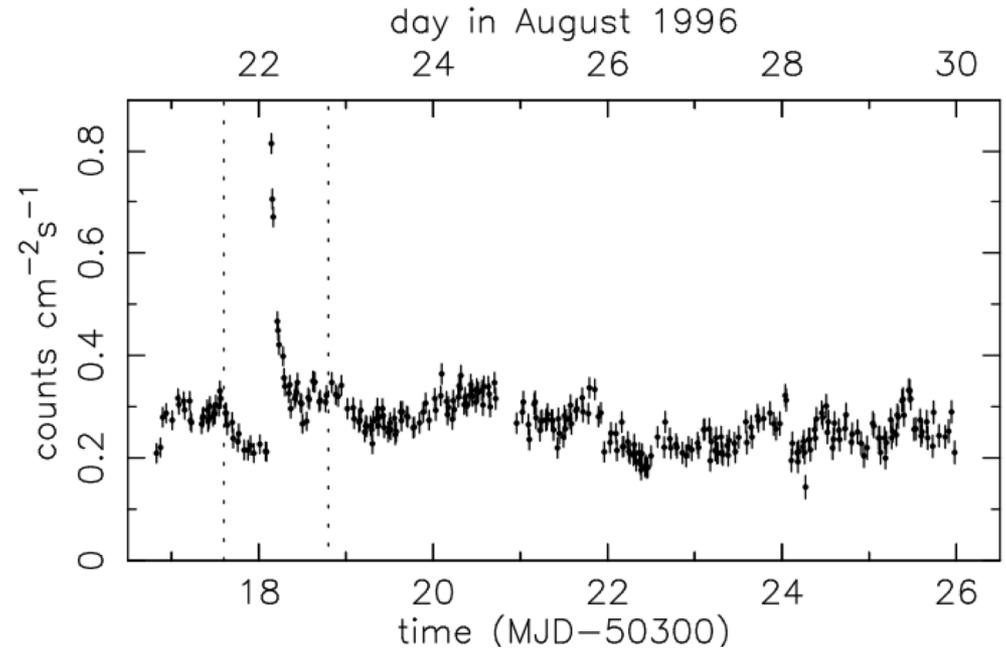
mHz QPO

Z sources FB

Unstable Burning



X-ray burst in 4U 1254-69 (In't Zand et al., 2003)



4U 1735-44 Cornelisse et al 2000

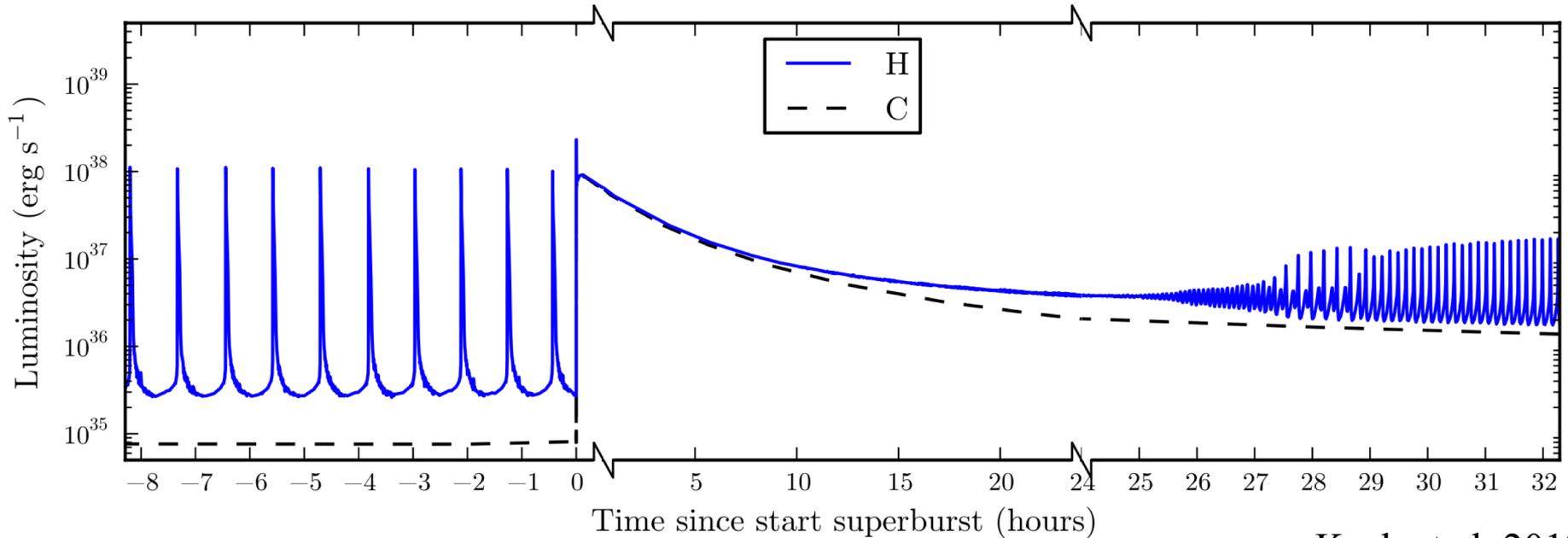
H burning via: CNO cycle **6.7 MeV/u**

He burning via: $\alpha + \alpha + \alpha \rightarrow {}^{12}\text{C}$ **0.6 MeV/u**

Carbon burning

10^3 longer, $1/10^3$ rare, 10^3 energetic

Simulations



Keek et al. 2012

- 30% Eddington flux accreting solar composition
- 1.28 years to trigger a superburst
- After a superburst, transition from stable burning, via marginally stable burning to unstable burning
- mHz QPO \sim 5 min
- Weak type I X-ray burst return with short recurrence time (8 minutes)

Observations

Aql X-1, NS-LMXB, ~550 Hz accreting pulsar

MAXI/GSC detections of a new superburst from Aql X-1

ATel #14079; *W. Iwakiri (Chuo U.), M. Serino (AGU), H. Negoro, M. Nakajima, M. Aoki, K. Kobayashi, R. Takagi, K. Asakura, K. Seino (Nihon U.), T. Mihara, C. Guo, Y. Zhou, T. Tamagawa, M. Matsuoka (RIKEN), T. Sakamoto, S. Sugita, H. Nishida, K. Komachi, A. Yoshida (AGU), Y. Tsuboi, R. Sasaki, H. Kawai, Y. Okamoto, S. Kitakoga (Chuo U.), M. Shidatsu (Ehime U.), N. Kawai, R. Adachi, M. Niwano (Tokyo Tech), S. Nakahira, Y. Sugawara, S. Ueno, H. Tomida, M. Ishikawa, M. Tominaga, T. Nagatsuka (JAXA), Y. Ueda, S. Yamada, S. Ogawa, K. Setoguchi, T. Yoshitake, U. Goto, R. Uematsu (Kyoto U.), H. Tsunemi (Osaka U.), M. Yamauchi, K. Kurogi, K. Miike (Miyazaki U.), T. Kawamuro (NAOJ), K. Yamaoka (Nagoya U.), Y. Kawakubo (LSU), M. Sugizaki (NAOC)*

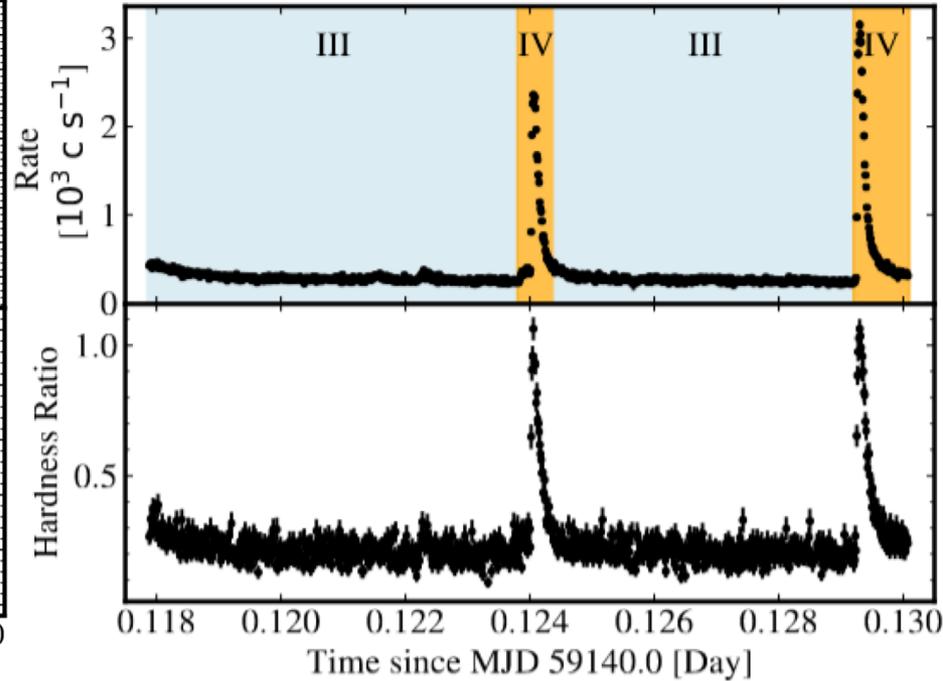
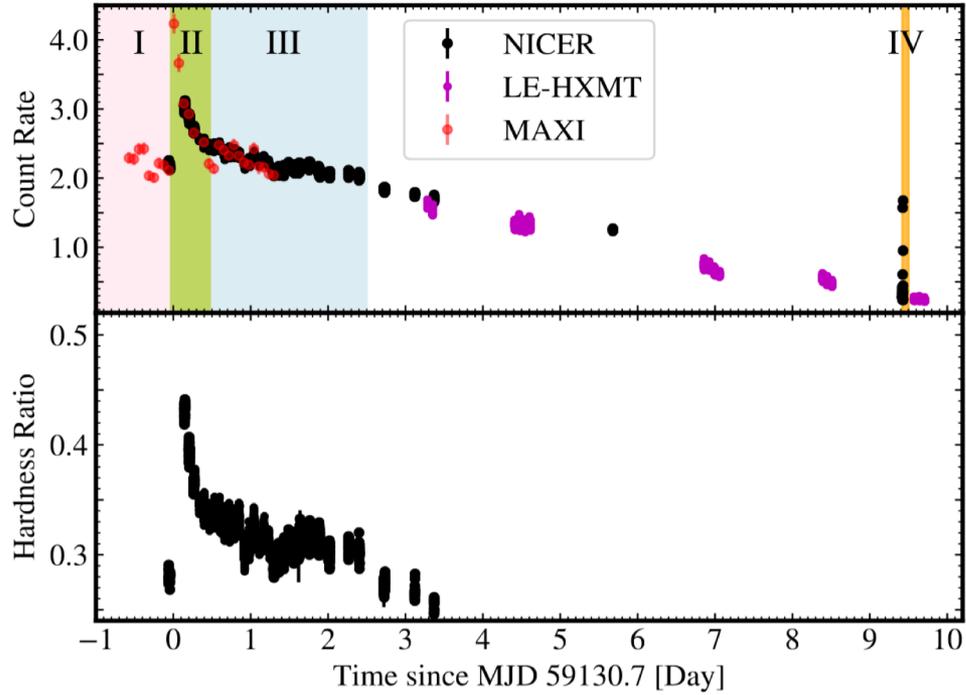
on 9 Oct 2020; 10:12 UT

Credential Certification: Wataru Iwakiri (wataru.iwakiri@riken.jp)

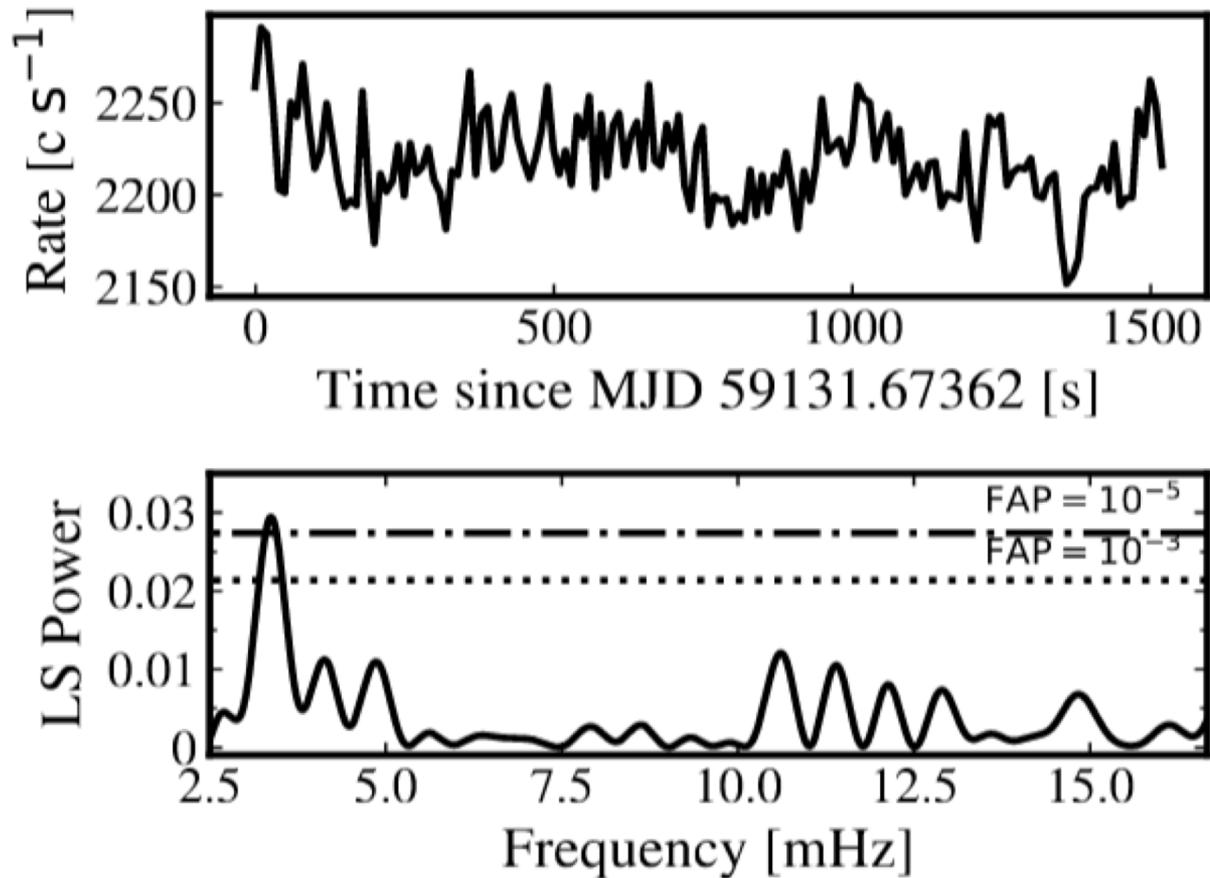
Subjects: X-ray, Neutron Star, Transient

Referred to by ATel #: 14437

Observations



mHz QPO



Simulations vs. Observations

30% \dot{M}_{Edd}

Superburst $t_{\text{recur}} \sim 1.28 \text{ year} \sim \dot{M}^{-1}$

Stable \rightarrow marginally stable \rightarrow unstable burning

mHz QPO $\sim 5 \text{ min}$

Quenching time 1.1 days, $\sim \dot{M}^{-3/4}$

Weak type I X-ray burst

Short recurrence time (8 minutes)

Few% \dot{M}_{Edd}

Superburst $t_{\text{recur}} \sim 7.2 \text{ year}$

Marginally stable \rightarrow unstable burning

mHz QPO $\sim 1.5\text{-}6.2 \text{ min}$

Quenching time $\sim 10 \text{ days}$

Weakest type I X-ray bursts from Aql X-1

Shortest recurrence time (7.5 minutes)

Summary

- **Aql X-1**

Superburst

Burning transition for the first time

Quenching time measured accurately

Returns of weak bursts

湘潭大学

- **湘潭大学：** 1958年由毛泽东同志亲自倡办的综合性全国重点大学，1974年复校。2018年习近平总书记批示“把湘潭大学办得更好更有特色”。
- **湘潭大学天体物理团队：**
 - 人员： 11人，包括教授4人，副教授5人，讲师2人；
 - 平台： 2020年获批湖南省“恒星与星际介质”重点实验室；
 - 主要研究方向： 恒星、星际介质、致密天体等。

湘潭大学

- 人才培养：

- 本科：天文方向，开设课程包括《天文学基础》、《恒星与星际介质》、《天文数据处理》、《射电天文学》。
- 研究生：每年招收硕士10人左右，博士1-2人。
- 近年来保送或考入国台、紫台、上海台、云台、新台、高能所、南京大学、厦门大学、中山大学等天文单位继续深造20余人。

湘潭大学

- 人才培养：

- 本科：天文方向，开设课程包括《天文学基础》、《恒星与星际介质》、《天文数据处理》、《射电天文学》。
- 研究生：每年招收硕士10人左右，博士1-2人。
- 近年来保送或考入国台、紫台、上海台、云台、新台、高能所、南京大学、厦门大学、中山大学等天文单位继续深造20余人。

欢迎大家参加FPS11，
2022年湘潭见！