

令和 6 年 5 月 3 日現在

機関番号：13301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2023

課題番号：20K22374

研究課題名（和文）観測と理論の両面から探る矮新星の降着円盤の不安定性と活動銀河核への応用

研究課題名（英文）Observational and theoretical studies on the disk instability in dwarf novae and application to active galactic nuclei

研究代表者

木邑 真理子（Kimura, Mariko）

金沢大学・先端宇宙理工学研究センター・助教

研究者番号：40879699

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000円

研究成果の概要（和文）：近年の観測技術の発達により明らかになってきた、矮新星アウトバーストの多様性を理解するため、円盤不安定モデルを改良し、数値シミュレーションを行った。その結果、複数の天体の光度変動を再現することに成功した。また、矮新星だけでなく、X線連星や活動銀河核など、他の降着円盤を持つ天体にも研究内容を応用するため、数値シミュレーションコードの改良を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、時間領域天文学の発達により、突発天体の研究が盛んになっている。コンパクト天体への突発的ガス降着は、大量の重力エネルギーを放射エネルギーとして解放する、宇宙で最も激しい突発現象の中心エンジンである。その中心エンジンの活動性を調べるために最適な天体の一つが矮新星であり、本研究で得られた成果は他の様々な突発天体の研究に応用可能である。

研究成果の概要（英文）：In order to understand the diversity of dwarf nova outbursts revealed by recent advances in observational techniques, we have improved the disk instability model and performed numerical simulations. As a result, we succeeded in reproducing the luminosity variations of multiple sources. We have also improved the numerical simulation code to apply our research not only to dwarf novae but also to other accretion disk objects such as X-ray binary stars and active galactic nuclei.

研究分野：宇宙物理学・天文学

キーワード：降着円盤 数値シミュレーション 激変星 X線連星 活動銀河核

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

宇宙には、重力の強いコンパクト天体を含む連星系・原始惑星系円盤・活動銀河核など、降着円盤(以下「円盤」)を持つ天体が数多く存在する。これらの天体は、アウトバーストと呼ばれる突発的で激しい増光を引き起こすという共通点があり、その中心エンジンは、円盤を介した重力エネルギーの解放である。降着円盤の研究は、光度変動のタイムスケールが数時間から数十日と短く、可視光で明るいために観測しやすい矮新星を対象によく行われてきた。矮新星を含めた連星系のアウトバーストは、基本的には円盤不安定モデルで説明できることがこれまでの研究で分かっている。しかし、近年のタイムドメイン天文学の発展により観測できる天体数が格段に増えた結果、シンプルな円盤不安定モデルでは理解し難い多様なアウトバーストが次々と発見されていることが問題である。

2. 研究の目的

本研究の第一目標は、降着円盤の不安定性により矮新星の多様なアウトバーストを統一的に説明することである。

3. 研究の方法

矮新星のアウトバーストの中でも未だ定説のない光度変動に着目し、多波長同時観測と降着円盤の角運動量保存を正しく考慮した数値シミュレーションを行う。降着円盤全体の物理現象を大局的に理解し、現実的な降着円盤の半径変化を含めた不安定を再現する。

4. 研究成果

近年の観測技術の発達により明らかになってきた、矮新星アウトバーストの多様性を理解するため、円盤不安定モデルを改良し、数値シミュレーションを行った。その結果、複数の天体の光度変動を再現することに成功した。また、矮新星だけでなく、X線連星や活動銀河核など、他の降着円盤を持つ天体にも研究内容を応用するため、数値シミュレーションコードの改良を行った。同時に、これまでに取得した矮新星のX線・可視光観測データを解析したことで、観測と理論の両面から円盤不安定モデルを検証することができた。研究成果の一部は査読論文として出版済みであり、国内学会や国際会議での発表も行っている。

【査読あり論文】

1. Kimura Mariko, Osaki Yoji, "The light curve simulations of the 2021 anomalous event in SS Cygni", Publications of the Astronomical Society of Japan, 75, 250 (2022)
2. Kimura Mariko, Osaki Yoji, "KIC 9406652: A laboratory for tilted disks in cataclysmic variable stars. II. Modeling of the orbital light curves", Publications of the Astronomical Society of Japan, 73, 1225 (2021)
3. Kimura Mariko, Yamada Shinya, Nakaniwa Nozomi, Makita Yoshihiro, Negoro Hitoshi, Shidatsu Megumi, Kato Taichi, Enoto Teruaki, Isogai Keisuke, Mihara Tatehiro, 他 13名, "On the nature of the anomalous event in 2021 in the dwarf nova SS Cygni and its multi-wavelength transition", Publications of the Astronomical Society of Japan, 73, 1262 (2021)

【学会発表】

1. 木邑真理子, 「数値シミュレーションによる、矮新星 SS Cyg における異常な光度変動の再現」, 日本天文学会 2023 年秋季年会
2. Mariko Kimura, "MASTER OT J030227.28+191754.5: a dwarf nova at a massive oxygen-neon", The Golden Age of Cataclysmic Variables and Related Objects - VI
3. Mariko Kimura, "The 2021 anomalous event and its precursor of the dwarf nova SS Cyg", The Golden Age of Cataclysmic Variables and Related Objects - VI
4. Mariko Kimura, "The 2021 anomalous event and its precursor of the dwarf nova SS Cyg", Vasto accretion meeting 2023
5. 木邑真理子, 「矮新星の多波長観測が拓くサイエンス: SS Cyg の可視光・X線の同時観測を例にとって」, 激変星研究会 2022
6. 木邑真理子, 「矮新星 SS Cyg における 2021 年の異常な光度変動とその前兆現象の正体」, 日本天文学会秋季年会 2022
7. 木邑真理子, 「Optical & X-ray simultaneous observations of the brightest dwarf nova SS Cyg」, 連星系・変光星研究会 2022
8. 木邑真理子, 矮新星 MASTER OT J030227.28+191754.5 における、アウトバースト中の X 線放射の起源, 日本天文学会春季年会

9. 木邑真理子, 矮新星 KIC 9406652 における、公転軌道面から傾いた降着円盤の性質の調査 II. super-orbital signals, 日本天文学会春季年会 2021
10. 木邑真理子, Multi-wavelength study of X-ray binaries and cataclysmic variables - a new window through high-speed observations -, FORCE 4th meeting

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kimura Mariko, Osaki Yoji	4. 巻 75
2. 論文標題 The light curve simulations of the 2021 anomalous event in SS Cygni	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 250 ~ 268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psac106	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kimura Mariko, Osaki Yoji	4. 巻 73
2. 論文標題 KIC 9406652: A laboratory for tilted disks in cataclysmic variable stars. II. Modeling of the orbital light curves	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1225 ~ 1239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab069	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kimura Mariko, Yamada Shinya, Nakaniwa Nozomi, Makita Yoshihiro, Negoro Hitoshi, Shidatsu Megumi, Kato Taichi, Enoto Teruaki, Isogai Keisuke, Mihara Tatehiro, 他13名	4. 巻 73
2. 論文標題 On the nature of the anomalous event in 2021 in the dwarf nova SS Cygni and its multi-wavelength transition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1262 ~ 1279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab073	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 2件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 木邑真理子
2. 発表標題 矮新星の多波長観測が拓くサイエンス:SS Cygの可視光・X線の同時観測を例にとって
3. 学会等名 激変星研究会 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木邑真理子
2. 発表標題 矮新星 SS Cygにおける2021年の異常な光度変動とその前兆現象の正体
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木邑真理子
2. 発表標題 Optical & X-ray simultaneous observations of the brightest dwarf nova SS Cyg
3. 学会等名 連星系・変光星研究会2022 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木邑真理子
2. 発表標題 矮新星 MASTER OT J030227.28+191754.5 における、アウトバースト中のX線放射の起源
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 木邑真理子
2. 発表標題 矮新星 KIC 9406652 における、公転軌道面から傾いた降着円盤の性質の調査 II. super-orbital signals
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 木邑真理子
2. 発表標題 Multi-wavelength study of X-ray binaries and cataclysmic variables - a new window through high-speed observations -
3. 学会等名 FORCE 4th meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年～2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------