

令和元年6月24日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K05023

研究課題名(和文) 近赤外線輝線の直線偏光分光観測に基づく若い恒星状天体の質量降着・放出現象の解明

研究課題名(英文) Research of mass-accretion and mass-ejection processes of young stellar objects by spectro-polarimetry of near-infrared emission lines

研究代表者

秋田谷 洋 (Akitaya, Hiroshi)

広島大学・宇宙科学センター・研究員

研究者番号：60450186

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：宇宙には太陽のような星(安定して光る恒星)が無数に存在するが、星々はわずか100-1000万年程度のごく短い時間を経て誕生する。中でも、生まれつつある星の半径の数倍程度の近傍領域の物理過程を理解することが、星々がどのように生まれるかを理解する上で重要である。

本研究は、星が生まれつつある現場の中心星直近のガスの運動と分布を、「近赤外線の偏光分光観測」という従来にない手法で明らかにしようとするものである。広島大学宇宙科学センター東広島天文台・口径1.5-mかなた望遠鏡と可視赤外線同時カメラHONIR(オニール)で得た、恒星に至る前の若い星の近赤外線偏光分光観測データの解析を進めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、星々の直近のガスが近赤外線で放つ光(輝線)の直線偏光を測定し、星が生まれつつある現場の物質の運動と分布を明らかにすることを狙った。当初は輝線の偏光を十分に抽出する新機能を広島大学かなた望遠鏡の観測装置HONIR(オニール)に追加装着する予定であったが、やむを得ない進捗の遅れのため、過去に取得が済んでいた予備的な観測データの解析と、今後の研究完遂のための環境を整備するに留まった。

しかし近赤外線の偏光分光観測は天文学の観測研究分野で希少かつユニークな手法である。本研究で整備した環境は若い天体や星周物質をもつ天体の観測に活用でき、今後の観測研究の発展に大きく寄与する。

研究成果の概要(英文)：Our universe is filled with stars as our Sun, which borns within a very short period of 1-10 million years. Physical processes at an area close to the star by a few stellar radii in their young era is important to understand their birth process.

We are clarifying motion and distribution of gas around a young star by spectro-polarimetry of their emission lines, which is unique approach to investigate the area close to the star. We reduced near-infrared spectro-polarimetry data of young stars obtained by the Hiroshima Optical and Near-InfraRed camera (HONIR) attached to the 1.5-m Kanata telescope, Higashi-Hiroshima Observatory of Hiroshima Astrophysical Science Center, Hiroshima University.

研究分野：観測天文学

キーワード：天文学 前主系列星 赤外線 偏光

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 星形成領域に数多く発見される若い恒星状天体 (YSOs = Young Stellar Objects; 前主系列星)は、塵粒子やガスを成分とする円盤から中心星に向けた質量降着現象、ジェット・ウィンドといった質量放出現象を伴い、これらの幾何構造・運動の理解は星の形成・進化過程を理解する上で欠かせない。しかしながら、中心星のごく直近の領域で生じるため、空間的に分解して測定できない通常の撮像観測からは理解を得るのは困難である。

(2) 我々は、質量降着・放出現象に伴い発せられるガス輝線の直線偏光を測定することに着目した。これらのガス輝線は、発光源となる中心星直近の様々な構造・運動に対応した直線偏光を示すため、撮像的に分解できない空間領域の構造と運動の情報を導くことができる。

(3) すでに、YSOs については、我々のグループを含めて可視光ガス輝線の直線偏光の測定から円盤・ジェットの運動を探る研究がなされた (Akitaya et al. 2011; Vink et al. 2003, 2005)。しかし、可視光の輝線は、星周の塵に覆われた星中心付近を見通しにくく、観測できる天体が限られる。そこで、塵による減光を受けにくく、かつ、異なる励起状態にある近赤外線ガス輝線の直線偏光測定が新たな展開と期待されていた。

2. 研究の目的

塵による減光を受けにくく、かつ、可視光ガス輝線と異なる励起状態にある近赤外線の水素ガス輝線 Pa、Br 線の直線偏光測定を狙い、YSOs の星直近の運動と構造についてこれまでほとんど得られていない情報を得て理解を深めることとした。

3. 研究の方法

(1) 近赤外線の輝線直線偏光を測定するためには、少なくとも口径 1m 級の望遠鏡と、近赤外線の偏光分光観測が可能な観測装置を利用する必要がある。我々は、研究開始時点ですでに、広島大学宇宙科学センターの口径 1.5m かなた望遠鏡に可視光・近赤外線同時の撮像・分光・偏光撮像・偏光分光観測が可能な可視赤外線同時カメラ HONIR (Akitaya et al. 2014, Proc. SPIE) を開発し、安定して運用する段階に入っていた。

(2) 本研究では、近赤外線の Pa・Br 輝線を高い分解能で偏光分光するための光学素子を新規に追加導入し、かなた望遠鏡と HONIR 装置によって、明るいいくつかの YSOs の近赤外線偏光分光観測を実施することとした。

4. 研究成果

(1) 本研究の最終目的は、HONIR 装置に高い波長分解能を実現する偏光分光観測用光学素子を新規に導入し、YSOs の近赤外線輝線 (Pa、Br 線) の偏光分光観測を実施し、それをもとに、既知の可視光輝線の偏光分光観測とは異なった観点から、YSOs 直近の質量降着・放出現象について新たな知見を得ることであった。しかし、次の理由により、計画の遂行に困難が生じ、最終段階までの達成は行えなかった。

・初年度～2年度目：研究代表者の長期傷病・病気休暇による研究活動中断。

・3～4年度目(4年度目は研究延長措置)：本研究開始時の所属組織広島大から遠隔地の別機関へ移籍したことにより、観測装置 HONIR を身近に扱うことができず、出張による研究活動推進にも制約が多かったこと。(4年度目最後の3ヶ月間は再び広島大に戻ったが、研究完了には不十分な期間であった)

(2) 上記理由により、当初研究方針の遂行が困難となったため、研究計画に沿いつつ活動方針を修正し、以下の項目の推進を行った。

・過去に HONIR 装置で予備的に観測を終えていた HONIR による YSOs の近赤外線偏光分光スペクトルのデータ解析。ただし、分散素子・スリットマスクが本研究で目標とする波長分解能の達成には不十分なため、科学的目標の YSOs 輝線偏光の十分な分解測定には至っていない。装置の偏光観測特性の確認に留まった。

・今後の本研究に準じた観測研究の展開を見据え、必要な光学素子の一部を導入した。(= 偏光分光スペクトルの波長較正に必要な Hg-Ar および Xe 輝線光源ランプ、ランプを装置前面に挿入するためのリニアステージ、消偏光効果の測定・較正のための広帯域ワイヤグリッド偏光子、偏光観測データを解析するための計算機)

(3) 本研究の遂行に最低限必要であった HONIR 装置の維持・保守・故障対応を行った。また、HONIR 装置の利用者全体で共用できる解析パイプラインソフトウェアの開発と配布を実施した。

(4) HONIR 装置による観測研究に共同研究者として参画し、HONIR 装置の特性の把握に務めた。

(5) 本研究の狙いと進捗状況を国内研究会にて報告した。

< 引用文献 >

Akitaya et al. 2011, A&A, 499, 163

Vink et al. 2003, A&A, 406, 703

Vink et al. 2005, A&A, 430, 213

Akitaya et al. 2014, Proc. SPIE, 9147, 914740

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

1. Nakaoka Tatsuya, Kawabata Koji S., Maeda Keiichi, Tanaka Masaomi, Yamanaka Masayuki, Moriya Takashi J., Tominaga Nozomu, Morokuma Tomoki, Takaki Katsutoshi, Kawabata Miho, Kawahara Naoki, Itoh Ryosuke, Shiki Kensei, Mori Hiroki, Hirochi Jun, Abe Taisei, Uemura Makoto, Yoshida Michitoshi, Akitaya Hiroshi, and 6 authors, 2018, "The Low-luminosity Type IIP Supernova 2016bkv with Early-phase Circumstellar Interaction", The Astrophysical Journal, 859, 78; DOI: 10.3847/1538-4357/aabee7 (査読あり)
2. Shidatsu Megumi, Nakahira Satoshi, Yamada Satoshi, Kawamuro Taiki, Ueda Yoshihiro, Negoro Hitoshi, Murata Katsuhiro L., Itoh Ryosuke, Tachibana Yutaro, Adachi Ryo, Yatsu Yoichi, Kawai Nobuyuki, Hanayama Hidekazu, Horiuchi Takashi, Akitaya Hiroshi, and 14 authors, 2018, "X-Ray, Optical, and Near-infrared Monitoring of the New X-Ray Transient MAXI J1820+070 in the Low/Hard State", The Astrophysical Journal, 868, 54; DOI: 10.3847/1538-4357/aae929 (査読あり)
3. Kwon Y. G., Ishiguro M., Shinnaka Y., Nakaoka T., Kuroda D., Hanayama H., Takahashi J., Baars., Saito T., Kawabata M., Uemura M., Morokuma T., Murata K. L., Takagi S., Morihana K., Nagayama T., Sekiguchi K., Kawabata K. S., Akitaya H. 2018, "High polarization degree of the continuum of comet 2P/Encke based on spectropolarimetric signals during its 2017 apparition", Astronomy & Astrophysics, 620, A161; DOI: 10.1051/0004-6361/201833968 (査読あり)
4. Itoh Ryosuke, Tanaka Yasuyuki T., Kawabata Koji S., Uemura Makoto, Watanabe Makoto, Fukazawa Yasushi, Kanda Yuka, Akitaya Hiroshi, Moritani Yuki, Nakaoka Tatsuya, Kawabata Miho, Shiki Kensei, Yoshida Michitoshi, Oasa Yumiko, Takahashi Jun, 2017, "A measurement of interstellar polarization and an estimation of Galactic extinction for the direction of the X-ray black hole binary V404 Cygni", Publications of the Astronomical Society of Japan, 69, id. 82; DOI: 10.1093/pasj/psw130 (査読あり)

〔学会発表〕(計6件)

1. 秋田谷 洋, 2018, "埼玉大学 SaCRA 望遠鏡・装置と突発天体観測対応の現状", 木曾シユミットシンポジウム 2018, 2018/7/10-11, 上松町
2. 長木 舞子, 川端 弘治, 中岡 竜也, 川端 美穂, 森 裕樹, 松場 祐樹 (広島大), 伊藤 亮介 (東京工業大), 秋田谷 洋 (埼玉大), 吉田 道利 (国立天文台), 2018, "可視赤外線同時カメラ HONIR における一露出型含む偏光モードの性能評価", 日本天文学会 2018 年春季年会(千葉大学)
3. 秋田谷 洋, 2017, "かなた望遠鏡可視赤外線同時カメラ HONIR への分解能を高めた偏光分光機能搭載の計画", 第7回可視赤外線観測装置技術ワークショップ, 2017/11/16-17, 京都大学
4. 長木 舞子, 川端 弘治, 中岡 竜也, 川端 美穂 (広島大学), 伊藤 亮介 (東京工業大), 秋田谷 洋 (茨城大), 吉田 道利 (国立天文台), 2017, "可視近赤外線同時カメラ HONIR における一露出型偏光観測モードの性能評価", 日本天文学会 2017 年秋季年会(北海道大学)
5. 中岡 竜也, 川端 弘治, 秋田谷 洋, ほか, 2016, "東広島天文台 HONIR における近赤外バックグラウンド放射の季節依存性", 日本天文学会 2016 年春季年会, 2016/3/14-17, 首都大学
6. 秋田谷 洋, "かなた望遠鏡用可視赤外線同時カメラ HONIR の偏光分光観測機能", 2016, 第21回天体スペクトル研究会, 2016/2/27-28, 甲南大学

〔その他〕

ホームページ等

HONIR 装置ホームページ: <http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/instruments/honir/index-j.html>

6. 研究組織

(1) 研究分担者
なし

(2) 研究協力者
(= 連携研究者)

研究協力者氏名: 川端 弘治

ローマ字氏名: KAWABATA, Koji

研究協力者氏名： 吉田 道利
ローマ字氏名： YOSHIDA, Michitoshi
研究協力者氏名： 森谷 有由希
ローマ字氏名： MORITANI, Yuki
研究協力者氏名： 渡辺 誠
ローマ字氏名： WATANABE, Makoto

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。