

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月18日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
鹿児島大学・理工学研究科・天の川銀河研究センター
[職・氏名]
特任助教・山中雅之
[課題番号]
JPJSBP 120227709

1. 事業名 相手国: インド (振興会対応機関: DST) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 新型 4m 級望遠鏡による共同観測に基づく超新星と突発天体現象の観測及び理論的研究

(英文) Observational and theoretical studies of supernovae and astronomical transients based on the synergetic observations with new 4-m class telescopes

3. 共同研究実施期間 2022 年 6 月 1 日 ~ 2024 年 3 月 31 日 (1 年 10 ヶ月)【延長前】 年 月 日 ~ 年 月 日 (年 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Indian Institute of Astrophysics・Professor・Sahu Devendra Kumar

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		1,600,000 円
内訳	1年度目執行経費	800,000 円
	2年度目執行経費	800,000 円
	3年度目執行経費	円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	21 名
相手国側参加者等	6 名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1 年度目	3		2 (2)
2 年度目	3		1 (1)
3 年度目			()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

近年、国際的な広視野サーベイ観測網の発展に伴い、超新星や突発現象などが増光する早期段階から発見されるようになった。これにより、不明瞭であった爆発直後の物理的性質や正体不明の新種の爆発現象の存在が指摘されるようになった。特に、早期段階のスペクトルによってこれまで未解明であった恒星末期段階の放出現象に制限を与えうる重要な情報が潜んでいる。本研究課題では、日本・インドが持つ望遠鏡群を組み合わせ、光度曲線・スペクトル進化など多角的な観測情報を取得し、爆発現象の起源に迫ることを目的としている。この課題が始まる前に我々がアクセス可能な観測網について新たな進展があった。日本側では京都大学の口径 3.8 メートルのせいめい望遠鏡が、インド側では 3.6 メートルのデバサール望遠鏡による科学観測運用を開始していた。2022 年度には日本側から、山中・田口・中岡の 3 名がインド IIA を訪問し、IIA 側研究者の Sahu、Anupama, Nayana らと共同研究に関わる議論を行い、各観測施設の視察を行った。また、インド側からは Sahu と Teja が来日し、広島大学にて議論を行い、日本側の望遠鏡施設を紹介した。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

インド Indian Institute of Astrophysics の口径 2.0m ヒマラヤンチャンドラセカール望遠鏡と広島大学 1.5m かなた望遠鏡による短いタイムスケールのプラトーを持つ特異な IIP 型超新星の可視・赤外観測に基づく研究で成果を挙げた。質量が比較的小さな大質量星由来の重力崩壊型シナリオを支持する (Teja et al. 2023a)。また、過去 10 年間で最も明るい重力崩壊型超新星 SN 2023ixf の紫外・可視・赤外の観測。爆発直前段階における質量放出イベントのより詳細な研究を実施した (Teja et al. 2023b)。さらに、外層剥ぎ取り型超新星の可視・赤外・電波観測に基づく研究により多様な恒星の最終段階における質量放出に制限を与えた (Gangopadhyay et al. 2023)。また、木曽観測所 Tomo-e Gozen が発見し、せいめい望遠鏡によるスペクトル観測によって初期段階で星周物質との相互作用を示した II 型超新星の研究が実施された (Murai et al. 2023)。特に、SN 2023ixf の研究では、本課題研究参加の研究者が様々な研究に参画し、多くの成果を挙げ (Yamanaka et al. 2023, Berger et al. 2023 など)、さらに関連して 2 編の論文を投稿準備中である (Singh et al. 2024a, 2024b in prep)。これらの研究を通して、近年大きな問題として横たわっている、爆発直前の質量放出機構を語る上で重要な新たな観測的描像を提供した。超新星爆発と恒星進化を結ぶ理論的示唆に大きな貢献を果たしたと言える。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

インド側の大学院生 Teja が筆頭となった研究 (Teja et al. 2023a 及び 2023b) では、広島大学から Singh、中岡、川端が広島大学かなた望遠鏡による観測と解析で貢献を果たした。これらの共同研究は、2022 年度に日本側研究者がインド訪問時の議論で研究をまとめた。Gangopadhyay et al. 2023 では、本研究課題以前からの日印共同研究 (2018-2020 年、川端が筆頭) からの継続した議論が実を結び成果となった。前田・川端(美)・田口らはせいめい望遠鏡の分光観測及びデータ解析で、中岡・川端はかなた望遠鏡による観測及びデータ解析による貢献があった。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

日本国内においては基礎科学分野におけるインパクトのある研究に関して停滞が叫ばれ久しい (Nature Index 2017 Japan)。このような厳しい状況にあるにもかかわらず、本研究課題に関わる研究グループからは Nature を含む多くのインパクトの大きな査読論文が出版されている。また、若手大学院生・ポスドクの貢献は目覚ましく、

昨今人材不足が叫ばれる理系博士人材の育成によって国際社会に通じる人材を多数輩出している点は成果を強調したい。経済発展の著しいインドにおいてもより基礎科学分野のより一層の発展も望まれるが、本研究課題を通して 2 名の博士取得者を日本側の研究機関のポスドク研究者として雇用し、さらなる研究強化へ向けた基盤形成に大きな貢献を果たしている。関連した研究会も多く開催し(たとえば Transient & Supernova WS 2023)このような国際共同研究の機会を日本の大学院生・学部生にも与えることで、英語による活発な議論の経験を与えている。今後さらなる国際社会の諸問題に貢献できる優秀な人材の輩出が期待できる。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

広島大学所属研究者である Singh は、インド側研究代表者の Anupama の指導学生であった。Singh は Anupama, Sahu らの指導を受け博士学位を取得し、その後広島大学若手助教として着任した。彼が博士期間に出版した論文では、日本側の共同研究による査読論文も 2 編含まれる。また、この 2 年間においても IIA の博士大学院生である Teja の 2 編の日印共同研究論文を出版した。日本側においても田中の大学院生である村井が日本・インドの双方のデータを用いて共同研究をリードし論文を出版している。このように、本事業においては若手研究者育成に大きな貢献を果たしている。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

今後、世界の天文学界においては准国家事業クラスの国際的全天掃天観測プロジェクト(ベラ・ルービン・オブザーバトリ や ユークリッド観測衛星)が走り出し、タイム・ドメイン天文学がさらなる発展を示すものと考えられる。超新星・突発現象の研究分野は益々国際競走が加熱し、さらなる発展が見込まれる。熾烈な国際競争で生き残るために、国際共同研究の持続的継続は必要不可欠となる。発展目覚ましいインドをパートナーとして共同研究体制をさらに発展させることは大変重要なキーフaktorとなる。今後、日本においては国立天文台ハワイ観測所 8.2 メートルすばる望遠鏡の突発現象対応、東京大学 6.5 メートル TAO 望遠鏡の新規参画などターニングポイントとなる進展が待ち構えている。比較的規模の大きな観測装置群によって超新星・突発現象をフォローアップ観測することで、新たな知見・洞察を得ることができる期待される。本課題参加メンバーにおいては新装置開発に主たる貢献を果たした研究者(土居・川端)が参画しており、今後の発展の礎となることを強調したい。こうした装置群は高い国際競走力を有しており、さらなる研究の発展が期待される。

(7)その他(上記(2)~(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

本事業以外に、二国間共同研究として、前田(120229923 フィンランド(OP)との共同研究)、守屋(120239901 チリ(OP)との共同研究)、田中(120234201 リトアニア(RCL)との共同研究)として共同研究体制を構築しており、本研究課題における国際共同研究を補強・強化している。