

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月18日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[代表者所属機関・部局]

大学共同利用機関法人自然科学研究機構 国立天文台

[職・氏名]

教授・富永 望

[課題番号]

JPJSBP1 20194826

1. 事業名 相手国: ロシア (振興会対応機関: RFBR) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 多次元輻射流体計算を用いた超新星爆発研究および多波長観測への展望

(英文) Multi-dimensional radiation hydrodynamics of supernovae and prospects for observations

3. 共同研究全実施期間 平成31年4月1日 ~ 令和4年3月31日 (3 年 0 ヶ月)

4. 相手国代表者(所属機関・職・氏名【全て英文】)

Blinnikov Sergey Ivanovich ・ Institute of Theoretical and
Experimental Physics ・ Head scientist

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		4,712,501 円
内訳	1年度目執行経費	2,337,500 円
	2年度目執行経費	2,375,001 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究全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	35 名
相手国側参加者等	9 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	6		3(0)
2年度目			(0)
3年度目			(0)
4年度目			(0)

* 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:本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)。カッコ内は本委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流実績の概要・成果等

(1)研究交流実績概要(全期間を通じた研究交流の目的・研究交流計画の実施状況等)

本研究交流事業では、重力崩壊型超新星爆発の非球対称性に注目した日本とロシアの共同研究の推進を目的としていた。また、大学院生を含む多数の若手研究者が参加し、若手研究者育成に重点を置いた計画であった。2019 年度は日本側若手研究者 5 名、ロシア側若手研究者 3 名がそれぞれ渡航し、相手国にのべ 58 日間、42 日間滞在することにより若手研究者育成に貢献した。また、それに加えて、研究代表者は 2019 年度にロシア側代表者の所属機関である ITEP に一か月ほど滞在し、若手研究者を含むロシア側参加者と共同研究を行った。2020 年度からは新型コロナウイルス感染症の拡大により、海外渡航が制限されてしまい、当初計画していた海外渡航は不可能となってしまったものの、高速ネットワーク整備を行うことにより、多少の遅れはあったものの共同研究を推進することができた。特に、2021 年には、日本側が開発済の 2 次元軸対称円柱座標多波長輻射輸送計算コード SHDOM を用いた輻射輸送計算の結果と FRONT3D の M1 近似を用いた輻射輸送計算の比較により M1 近似の問題点を確認し、超高輝度超新星爆発における星周物質と超新星放出物質の相互作用によって形成される冷却シェル不安定性および星周構造に由来する非球対称性に注目した輻射流体計算を行うことにより、相手側参加者である大学院生を筆頭著者とする国際査読論文を共著で出版した。その他、本研究交流事業の援助を受けた研究成果は計 4 編の共著査読論文として出版されている。

(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)

2019 年度には、ロシア側研究者が開発した多波長輻射流体計算コード STELLA を用いて、すばる望遠鏡 Hyper Suprime-Cam を用いて得られた超新星爆発の観測データ、およびインドのヒマラヤ望遠鏡を用いて得られた超新星爆発の観測データに対して、理論的解釈を与え、共著論文を執筆した。2021 年度には超高輝度超新星爆発における星周物質と超新星放出物質の相互作用によって形成される冷却シェル不安定性および星周構造に由来する非球対称性に注目した輻射流体計算を行い、相手側参加者である大学院生を筆頭著者とする国際査読論文を共著で出版した。また、宇宙初期に存在した可能性のある非常に重い星が一般相対論的不安定性によって起こす超新星爆発の観測的性質を明らかとし、日本側参加者を筆頭著者とする国際査読論文を共著で出版した。

(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)

研究代表者がロシア側代表者の所属機関である ITEP に滞在している間、日本側が開発済の 2 次元軸対称円柱座標多波長輻射輸送計算コード SHDOM をロシア側に提供しロシア側の持つ FRONT3D との結合に向けて議論を進めた。特に、SHDOM を用いた輻射輸送計算の結果と FRONT3D の M1 近似を用いた輻射輸送計算を比較し、M1 近似の問題点を確認した。その後、ロシア側から大学院生および若手研究者の 3 名が、東京大学、甲南大学、国立天文台にそれぞれ 2 週間ほど滞在し、FRONT3D に SHDOM の輻射輸送計算を取り込むための計算コードを作成した。その後、新型コロナウイルス感染症の拡大により、オンラインでの交流となってしまったが、2019 年度に対面で共同研究を進めたことにより、2020 年度以降多少の遅れはあったものの共同研究を推進することができた。

(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)

本研究により、日本側が開発済の 2 次元軸対称円柱座標多波長輻射輸送計算コード SHDOM をロシア側に提供しロシア側の持つ FRONT3D との結合が推進された。これにより、超新星爆発の非球対称性に注目した輻射流体計算を行うことが可能となった。このことは、重力崩壊型超新星爆発の非球対称性を観測的に検証する方法の提案につながる。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取り組み、成果)

2019 年度は、7月に日本側参加者3名が講師として招かれたサマースクール BASIS Foundation Summer School 2019 “Evolution of galaxies and stars”がロシア・ソチにて行われた。そのサマースクールに日本側から大学院生5名が参加し、ロシア側参加者と交流し、若手研究者育成に貢献した。そのサマースクールにて日本側大学院生は研究発表を行った。また、2021 年度には日本側参加者である大学院生が日本側参加者と議論するための国内旅費として使用し、国内研究機関にのべヶ月半ほど滞在し議論を行った。本研究交流事業には多数の若手研究者が参加しており、日本側若手研究者の中には博士号取得後博士研究員として研究を継続している参加者や今後博士号を取得し博士研究員として研究を継続することを希望している参加者が存在する。本研究交流事業によって海外滞在・長期滞在を経験したことにより研究を継続する意欲が高まったと考えられる。

(6)将来発展可能性(本研究交流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)

本研究交流事業において、日本側代表者がロシア側代表者の所属機関である ITEP に滞在している間、日本側代表者はロシア側参加者以外のロシア人研究者とも議論を行った。その中で、ガンマ線バーストおよび付随した超新星爆発の観測的研究を行っている研究者と議論し、ロシア人研究者を筆頭著者とする国際共著論文を出版した。ガンマ線バーストも含む観測研究は、当初計画になかった発展であり、今後理論研究のみならず、観測研究も含めて日本とロシアの間の共同研究が進むことが期待される。また、本研究交流事業に参加していた若手研究者同士の交流という貴重な経験により、双方の若手研究者が世界最先端の研究に参画することでそれぞれのキャリア形成に資することが期待される。

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

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞、産業財産権の出願・取得など
特になし。