

(様式4)

## 二国間交流事業 共同研究報告書

平成 23年 3月 31日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 東京大学・大学院理学系研究所

職・氏名 (ふりがな) 教授・横山 順一  
よこやま じゅんいち

1. 事業名 相手国（英国）との共同研究 振興会対応機関（ RS ）

2. 研究課題名 ブラックホール等でさぐる加速膨張宇宙の物理

3. 全採用期間

平成21年4月1日～平成23年3月31日（2年0ヶ月）

4. 研究経費総額

(1) 本事業により交付された研究経費総額 5,000 千円

初年度経費2,500千円、 2年度経費2,500千円、 3年度経費0千円

(2) 本事業による経費以外の国内研究経費総額 0千円

## 5. 研究組織

### (1) 日本側参加者

氏名 (ふりがな)	所属・職名	研究協力テーマ
横山 順一 よこやま じゅんいち	東京大学大学院理学系研究科・教授	原始ブラックホールとダークエネルギー
原田 知広 はらだ ともひろ	立教大学理学部・准教授	膨張宇宙におけるブラックホールの進化
辻川 信二 つじかわ しんじ	東京理科大学工学部・准教授	修正重力理論におけるインフレーションとダークエネルギー
郡 和範 ぐん かずのり	高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所・助教	原始ブラックホールの観測的帰結とインフレーション
齋藤 遼 さいとう りょう	東京大学大学院理学系研究科・大学院生 (博士課程3年)	原始ブラックホールの観測的痕跡の研究
島野 誠大 しまの せいだ	立教大学理学部・大学院生 (博士課程3年)	膨張宇宙におけるブラックホールの進化

### (2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 ロンドン大学クイーンメリー校・教授・Bernard J. Carr

### (3) 相手国参加者 (代表者の氏名の前に○印を付すこと)

氏名	所属・職名 (国名)	研究協力テーマ
○Bernard J. Carr	ロンドン大学クイーンメリー校・教授	原始ブラックホールの観測的痕跡の研究
Reza Tavakol	ロンドン大学クイーンメリー校・教授	修正重力理論におけるインフレーション
James Lidsey	ロンドン大学クイーンメリー校・教授	密度ゆらぎの非ガウス性の研究
A. Polnarev	ロンドン大学クイーンメリー校・准教授	原始ブラックホールの生成機構の研究
Douglas Shaw	ロンドン大学クイーンメリー校・博士研究員	修正重力理論におけるカメレオン機構
Laila Alabidi	ロンドン大学クイーンメリー校・博士研究員	インフレーションの実現機構

## 6. 研究概要（研究の目的・内容・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

前世紀末から今世紀初頭における観測的宇宙論の進展によって、私たちの宇宙は二度の加速的膨張期を経験してきたことが明らかになりました。一度目は宇宙開闢後  $10^{-30}$  秒頃という初期宇宙に起こったインフレーションで、これによって、大域的一様性、平坦性、ほぼスケール不変な初期密度揺らぎのスペクトル、といった私たちの宇宙の基本的な性質が実現されました。二度目は赤方偏移 0.5 程度から現在まで続いている加速膨張です。通常物質に満ちた宇宙は、万有引力としての重力の下では、宇宙膨張は時間と共に減速するはずなので、超新星によるこの観測結果は驚きを以て迎えられ、これがエネルギー条件を満たさない未知のエネルギーであるダークエネルギーによるものなのか、そうだとしたらその正体は何なのか、あるいは重力理論に変更が必要なのか、という問題が、高次元時空の効果まで取り入れた初期宇宙のインフレーションのメカニズムの研究と共に、現代宇宙論・素粒子論の最大の問題として立ちはだかっています。一方、重力が圧力に打ち勝って重力崩壊が起こると、ブラックホールが生成します。これは高密度天体においても、初期宇宙に大振幅の揺らぎが生成した場合にも起こります。インフレーション・ダークエネルギーとブラックホールは宇宙における重力現象の両極端を表すものといえます。

本研究プロジェクトの目的は、ブラックホールを主たる探針として二つの加速膨張期の物理を明らかにすることにあります。上述のように、ブラックホールと加速膨張は一見重力物理の両極端を占めていますが、両者には密接な関係があることが、参画メンバーによる最近の研究によってわかってきたからです。

研究成果としては、まず、インフレーション中に特定のスケールに大きな振幅を持つゆらぎが生成すると、そのスケールが地平線内に入ったとき、原始ブラックホールが生成します。本研究では、その質量関数、すなわち各質量の密度に対して与えられる宇宙論的制限を、ビッグバン元素合成、ガンマ線背景放射、重力レンズ、重力波背景放射、とあらゆる解析手段を用いて求め、決定版論文として刊行しました。これは、Carr, 横山, 郡, 仙洞田という本計画の主要メンバーによる共同研究です。（仙洞田は期間中にフランスに転出したため、初年度のみの参加）。

また、Carr と原田はダークエネルギー優勢宇宙におけるブラックホール質量の増加則に対して、新しい計算を行い、共著論文を刊行しました。一方、辻川は Tavakol とその大学院生と共に、重力と非最小結合を持つスカラー場によって起こるインフレーションにおいて、密度ゆらぎのスペクトル、非ガウス性、テンソル・スカラー比といった観測可能量から、どのような一般的制限が導かれるかを考察し、現在論文を準備中です。