

先端研究拠点事業
平成23年度 事業実績報告書

平成24年4月13日

採用番号	19001
領域	数物系科学
分科	天文学
細目	天文学
分科細目コード	4201
研究交流課題名（和文）	<u>暗黒エネルギー研究国際ネットワーク</u>
研究交流課題名（英文）	<u>International Research Network for Dark Energy</u>
採用期間	平成21年4月1日 ～ 平成24年3月31日（36ヶ月）

《実施組織体制》

日本側

拠点機関名	東京大学大学院理学系研究科
実施組織代表者（所属・職・氏名）	大学院理学系研究科長・相原博昭（H24.4.1 交代）
コーディネーター（所属・職・氏名）	大学院理学系研究科・教授・須藤靖
協力機関数	7
参加者数	196

相手国1

国名	英国
拠点機関名	エジンバラ大学
コーディネーター（所属・職・氏名）	王立天文台・教授・John PEACOCK
協力機関数	3
参加者数	18

相手国2

国名	米国
拠点機関名	プリンストン大学
コーディネーター（所属・職・氏名）	宇宙科学教室・教授・Edwin L. TURNER

協力機関数	4
参加者数	26

相手国 3

国名	フランス
拠点機関名	パリ天体物理学研究所
コーディネーター（所属・職・氏名）	重力宇宙論部門・主任研究員・Jerome MARTIN
協力機関数	2
参加者数	4

※交流相手国が複数の場合、適宜、枠を追加して記入すること。

交流目標の達成（見込）状況

目標の達成（見込）状況を、A～Eのそれぞれの観点から、ポイントを絞って記載すること。

A 学術的な成果 B 持続的な協力関係の基盤構築 C 若手研究者育成における成果

D 国際的学術情報の収集整備 E 事業の波及効果

① 平成23年度事業計画における達成目標

近年の観測的宇宙論の飛躍的進展により、宇宙のエネルギー密度の7割以上が暗黒エネルギーという未知の成分からなっていることが明らかになった。しかしそれらの具体的な正体は、ほとんど理解されていない。本課題では、天文学と高エネルギー物理学、さらにはあらゆる自然科学における最大の謎ともいえる暗黒エネルギーの正体を解明することを目的に、東京大学ビッグバン宇宙国際研究センターを中心として、米英仏の国際的研究機関との密接な共同研究を推進してきた。最終年度である平成23年度は、過去5年間にわたって展開してきた共同研究の蓄積をもととして、今後のさらなる共同観測プロジェクトの確立を目指す。また日本側と相手国側で国際研究集会あるいはサマースクールを開催し、国内の若手研究者を増やし教育すると共に、国際的な舞台で研究成果を発表し対等に議論できる人材を育成することを通じて、将来の国際協力ネットワークの土台とする。

② 平成23年度事業計画の達成状況 ※成果の公表状況を、別表1にて作成のこと。

※派遣・受入等の交流実施については、別表4-1、4-2にて作成のこと。

A 分光観測からダークエネルギーの性質を決める上で重要となる、非線形重力進化、ニュートリノの効果、赤方偏移歪みの効果を取り入れた精密理論テンプレートを作成。現時点でもっとも精度の高いものを完成できた。特にこれを通じて、フランスの天体物理学研究所(IAP)を中心とするフランスの研究者たちとの共同研究ネットワークを確立できた。

B HSC (Hyper-Suprime Cam)の完成に向けて、ハードウェア・ソフトウェアの両面でプリンストン大学との研究者・学生の緊密な共同開発が進められ、2012年5月のファーストライトを迎える予定である。

C 国内外の国際研究集会に多くの若手研究者を派遣することで、国際的な視点を身につけてもらうとともに、直接フェイスツーフェイスの議論をすることで具体的に共同研究の機会を得たものも多い。

D 平成23年7月に熊本で開催したサマースクールでは、暗黒エネルギーに関する理論・観測双方の視点から専門家に連続講義をして頂き、大学院生の理解を深めることで、SuMIReプロジェクト推進に向けた人材育成に役立てることができた。

E 東京大学数物連携機構の村山斉機構長をリーダーとする観測プロジェクト SuMIRe (Subaru

Measurement of Images and Redshifts of the universe)は、歴史的には本ネットワークの共同研究機関であるプリンストン大学、カリフォルニア工科大学、エジンバラ大学を中核としてスタートした。現在このプロジェクトはすばるユーザーコミュニティの正式な認定を受け、現在、国立天文台や国外パートナー研究機関とのMOU (Memorandum of Understanding)がとりかわされる段階になりつつある。そのプロジェクトで活躍が期待されている若手研究者と大学院生はほとんど全員、このDENETによって国際集会派遣や関係研究機関滞在を経験しており、SuMIReプロジェクトの推進にも大きく関わっている。このように、本事業はすばる望遠鏡を用いた国際共同研究を樹立し、それを実現し、将来の大きな成果を挙げる上で本質的な貢献をしたものと自負する。2011年のノーベル物理学賞は米国ローレンスバークレー研究所のパールムッター教授に与えられた。彼はDENETに共同研究者の一人として参加しており、土居守教授と共に超新星を用いた暗黒エネルギー研究を推進してきた。彼の受賞対象となった研究は1998年の成果であるが、その後の研究の発展の一部がDENETとの共同研究として推進されたことは誇るべきことであり、強調しておきたい。

実施状況

研究交流計画実施にあたる実施体制

国内外の拠点機関及び協力機関の間の、協力連携の状況

※研究参加者リストを、別表2にて作成のこと。

東京大学ビッグバン宇宙国際研究センターを拠点として、東京大学はもとより、東北大学、国立天文台、名古屋大学、京都大学、広島大学など、国内の主要研究機関の緊密な協力の下、セミナー、講演会、サマースクールを開催した。また、10月にはパリ天体物理学研究所で国際会議を開催、連携機関であるプリンストン大学、エジンバラ王立天文台をはじめとして多数の参加者があり、日本の研究成果を発表するとともに、今後のすばる望遠鏡を用いた国際共同観測プロジェクト SuMIRe を認知してもらう上で重要な会議となった。

日本側拠点機関における研究交流課題への取り組み（事務支援体制等の観点より）

東京大学大学院理学系研究科等中央事務、並びにビッグバン宇宙国際研究センターの事務担当者の多大な協力と円滑な事務処理のおかげで、事務的な支援体制については滞りなく順調に課題を遂行することができた。

共同研究

年度当初の交流計画をふまえ、共同研究を実施するにあたっての枠組み、活動内容、得られた成果等 (国内外の拠点機関・協力機関との連携状況も、考慮すること)

実施計画書にもとづき、すばる望遠鏡主焦点カメラハイパーシュープリームカム(HSC)の開発、およびソフトウェアパイプラインの設計に関して、大学院生および博士研究員が数名、プリンストン大学に滞在し、相手国側の研究者と作業を行った。また、パリ天体物理学研究所にも研究者を派遣し、暗黒エネルギーに関する理論的研究を進めるとともに、分光観測から暗黒エネルギーの正体を探る上で不可欠な理論テンプレートに関する共同研究を一層推進した。

すばる望遠鏡の次期分光観測プロジェクトは、東京大学数物連携宇宙研究機構（IPMU）の村山斉機構長を代表とする最先端科学研究プロジェクト SuMIRe の一部として認められており、本事業参加者の多くの協力により、本ネットワークの共同研究機関であるプリンストン大学、カリフォルニア工科大学、エジンバラ大学を中核とした国際共同研究の枠組み作りが進められた。国内外の本事業協力研究機関が一丸となり、SuMIRe プロジェクト実現に向け、分光装置の概念設計、ダークエネルギー探査の新たな理論的手法の開拓、一般相対論を修正した重力理論の可能性、撮像サーベイ計画の具体的な立案も検討された。分光装置に関する概念設計レビューが3月19日、20日にハワイで開催され、高い評価を得た。これによって、SuMIRe プロジェクトのうち間もなくファーストライトを迎える撮像サーベイに続き、分光サーベイも2016年頃の開始へと大きな進展をみせた。

また、分光観測と相補的な、超新星を用いた暗黒エネルギーの観測的制限についても、東京大学を中心に、国際共同研究が継続して行われている。

セミナー

- ・研究交流計画におけるセミナーの位置づけを、他の交流形態と関連させつつ述べること
 - ・交流目標達成に向け、セミナーが果たした貢献を、具体的に述べること
- ※具体的な実施状況及び成果については、別表3にて作成のこと

2011年8月8日～10日にプリンストン大学でHSCプロジェクトに関連する共同研究者の研究集会を共催した。これは上述のSuMIReプロジェクトの撮像サーベイの部分であり、2012年5月のファーストライト、さらには2012年秋の正式なすばる観測戦略プログラムへの申請書作成という今後の極めて重要な節目において重要な役割を果たした会合となった。

2011年10月24～26日にはパリ天体物理学研究所で暗黒エネルギーに関する国際会議を主催した。これは、SuMIReプロジェクトの分光サーベイの部分を中心に目的とした。本ネットワークの共同研究機関であるプリンストン大学、カリフォルニア工科大学、エジンバラ大学に加えて、分光サーベイのパートナーとなる、マルセイユ、台湾、からも共同研究者が参加した。この会合は、SuMIReプロジェクトの分光サーベイの具体的な国際協力体制の枠組み作りに大きな役割を果たした。

研究者交流

- ・研究交流計画における研究者交流の位置づけを、他の交流形態と関連させつつ述べること
 - ・交流目標達成に向け、研究者交流が果たした貢献を、具体的に述べること
- ※具体的な交流状況については、別表4-1、4-2にて作成のこと

大学院生及び若手研究者を比較的長期に各国に派遣した。

現在進行中のすばる撮像サーベイおよび計画中の分光サーベイの双方において中心的協力機関となっているプリンストン大学にて、暗黒エネルギーのパラメータ推定に関する議論を行うとともに、それを暗黒エネルギー以外のサイエンスにも拡張すべく、系外惑星観測への応用の可能性に関して議論を行った。

フランス核物理学研究所では、すばる分光サーベイをもとに暗黒エネルギーのパラメータを制限するための密度揺らぎのパワースペクトルに対する精密な理論的テンプレートをフランスのグループとともに開発中であり、今回の滞在はその共同研究の進展において非常に有益であった。

ローレンス・バークレーにては超新星の起源天体解明について現地の研究者とじっくり議論を重ねた。

他にもポーツマス大学やカリフォルニア大学バークレー校にて議論や発表を行うなどした。

こうした研究者交流は、各国研究機関との共同研究の活発な促進だけに大きな貢献を果たしている。