

採用年度	平成21年度
種別	国際戦略型

先端研究拠点事業  
平成22年度 事業実績報告書

平成23年10月14日

領域・分野	数物系科学・天文学
分科細目名（分科細目コード）	天文学 (4201)
採用番号	19001
研究交流課題名（和文）	暗黒エネルギー研究国際ネットワーク
研究交流課題名（英文）	International Research Network for Dark Energy
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・山形俊男
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	191

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
マッチングファンド （出資機関・プログラム名）	UK STFC (Science and Technology Facilities Council)・ Astronomy Rolling Grant: Extragalactic Astronomy and Cosmology at Edinburgh

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
マッチングファンド （出資機関・プログラム名）	プリンストン大学・Astrophysical Research Fund プリンストン大学・Charles Young Professorship Endowment プリンストン大学・Foreign Research Travel Fund Princeton University Council for International Teaching and Research・Global Collaborative Research Fund

### 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
マッチングファンド （出資機関・プログラム名）	CNRS (centre national de recherche scientifique) , ANR (agence nationale pour la recherche) ・Cosmologie numerique : theories, modeles et observation

## ① 平成22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が、それらの具体的な正体については未だ理解が不十分である。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する。具体的には、国内関連研究者、若手ポストドク・大学院学生を年間10人程度およそ1ヶ月の期間交流相手側機関に派遣し、双方の研究成果や技術的ノウハウを持ちよることで、達成レベルの高い研究をめざす。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し、将来の国際協力ネットワークの土台とする。

## ② 平成22年度事業計画の達成状況

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することができた。さらにダークエネルギーの代案である修正重力理論のいくつかの具体的モデルに対し、宇宙膨張史、さらにはゆらぎのパワースペクトルに表われるダークエネルギーモデルとの相違点をもとに、観測から具体的な制限を与えることに成功した。

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た。フランスの天体物理学研究所(IAP)とは修正重力理論に関する共同研究を進めると共に、将来の分光観測プロジェクト SuMIRe に対してどのような協力関係を持ちうるかに関する議論を行うことができた。

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、彼らに国際的な視点を身につけてもらうことができた。さらにプリンストン大学、ポーツマス大学、IAPに滞在することで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を推進しているものも多い。また平成22年度8月29日から9月1日にかけて高知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。

D HSC、さらにはその後に計画されている分光観測プロジェクト SuMIRe と競合する観測プロジェクト、BOSS、HETDEX、BigBOSSなどの進捗状況と国際協力体制について、国際集会や関係者の訪問を通じて知ることができた。

E すばる望遠鏡の次期分光観測プロジェクト WFMOS が、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) として再始動し、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に、国際共同研究の枠組み作りに向けて大きく前進した。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。また、すばる望遠鏡ユーザーズミーティングにおいて、関係機関研究者の成果報告にもとづき、すばる望遠鏡ユーザーの大多数から SuMIRe プロジェクト推進に向けた賛同・支援を頂けた点は、本事業の大きな成果でもあり、今後の研究交流を活発化する上で重要な起爆剤になると考えられる。

## 実施状況

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月にはカリフォルニア工科大学で国際会議に開催、連携機関であるプリンストン大学、カリフォルニア工科大学、エジンバラ王立天文台からの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 の国際パートナー作りを議論する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ている。

## 共同研究

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ェープリームカム(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数週間〜数ヶ月間の長期滞在を行い、相手国側の研究者と作業を行った。また、IAP など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進めてきた。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。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、プリンストン大学を中心に、国際共同研究が継続して行われている。

## セミナー

2010年6月28日～7月2日にIPMUで、“CL J2010+0628: from Massive Galaxy Formation to Dark Energy”という宇宙論の国際会議を共催した。8月29日から9月1日には高知でサマースクールを開催し、観測・理論的側面から見た暗黒エネルギーについて連続講義を行い、大学院生の理解を深めた。また9月27日～10月1日に堀場国際会議 COSMO/CosPA2010 という会議をビッグバン宇宙国際研究センター等と共催した。この国際会議は、暗黒エネルギーの起源をはじめとする素粒子的宇宙論を広くカバーする国際会議であり、欧米で交互に開催されてきている COSMO 会議とアジア太平洋地区を巡回している CosPA 会議を同時にホストすることにより、世界各国から研究者が結集し、暗黒エネルギーについて多くの意見交換がなされた。10月にはカリフォルニア工科大学で暗黒エネルギーに関する国際会議を主催し、20人程度の日本人研究者が出席、分光観測プロジェクト SuMIRe の推進に向けた国際共同研究の枠作りを決める重要な場となった。

## 研究者交流

HSC の共同研究に関連して、米国プリンストン大学に検出器およびデータアーカイブ装置開発者を派遣し、同大学の観測プロジェクトであるスローンデジタルスカイサーベイで培われた技術をもとに、HSC の装置開発と機器運用のノウハウ取得を目的に研究打ち合わせを行った。また2010年6月にはIPMUでHSC 共同研究打ち合わせを開催、HSC のサーベイデザインの検討とそれに併せた観測提案書作成に関する具体的な作業を行った。理論的研究に関しては、英国のポーツマス大学やエジンバラ大学、フランスの IAP に大学院生や若手研究者を重点的に滞在させ、バリオン音響振動を用いたダークエネルギー探査、重力理論の検証に関する共同研究推進の重要な土台を築いた。こうした研究交流は、若手研究者を中心とする各国研究機関との共同研究の促進だけにとどまらず、観測プロジェクトの協力体制作りにも大きな貢献を果たしている。

## 若手研究者育成プログラム

高知市にて若手研究者を対象としたサマースクール”Dark Energy in the Universe”を8月29日から9月1日の4日間に亘って開催した。わが国及び英米仏の関連機関はもとより、中国、韓国からも若手研究者が出席し、3人の外国人講師による講義に熱心に耳を傾けると共に、活発な議論を行った。講師と聴講学生の交流は、スクール後も続いており、若手研究者育成に大きな貢献を果たした。