

研究拠点形成事業
平成 28 年度 実施報告書
(平成 25～27 年度採択課題用)

A. 先端拠点形成型

1. 拠点機関

| | |
|-------------|----------------------------|
| 日本側拠点機関： | 東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 |
| (米国) 拠点機関： | カリフォルニア大学バークレー校 |
| (カナダ) 拠点機関： | マギル大学 |
| (チリ) 拠点機関： | チリ大学 |
| (仏国) 拠点機関： | 国立科学研究センター |
| (ドイツ) 拠点機関： | マックスプランク天体物理学研究所 |

2. 研究交流課題名

(和文)： インフレーション宇宙の実証を目指す国際連携研究拠点

(交流分野： 物理学)

(英文)： International Center for Observational Proof of Inflationary Universe

(交流分野： Physics)

研究交流課題に係るホームページ：<http://litebird.jp>

3. 採用期間

平成 27 年 4 月 1 日～平成 32 年 3 月 31 日

(2 年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構

実施組織代表者（所属部局・職・氏名）：

国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構・機構長・村山 齊

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：

国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構・教授・片山 伸彦

協力機関：大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構、大学共同利用機関法人

自然科学研究機構、国立天文台、独立行政法人宇宙航空研究開発機構、岡山

大学、大阪府立大学、名古屋大学、横浜国立大学、東京大学

事務組織：東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構

相手国側実施組織（拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。）

(1) 国名：米国

拠点機関：(英文) University of California, Berkeley

(和文) カリフォルニア大学バークレー校

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文)

Physics Department・Professor・Adrian Tae-Jin LEE

協力機関：(英文) University of California, San Diego

(和文) カリフォルニア大学サンディエゴ校

協力機関：(英文) University of Colorado

(和文) コロラド大学

協力機関：(英文) Stanford University

(和文) スタンフォード大学

協力機関：(英文) National Aeronautics and Space Administration, NASA

(和文) アメリカ航空宇宙局

協力機関：(英文) Lawrence Berkeley National Laboratory

(和文) ローレンスバークレー国立研究所

経費負担区分 (A型)：パターン1

(2) 国名：カナダ

拠点機関：(英文) McGill University

(和文) マギル大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文)

Department of Physics・Associate Professor・Matt DOBBS

協力機関：(英文) Dalhousie University

(和文) ダルハウジー大学

協力機関：(英文) University of Toronto

(和文) トロント大学

経費負担区分 (A型)：パターン1

(3) 国名：チリ

拠点機関：(英文) University of Chile

(和文) チリ大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文)

Physics Department・Professor・Luis CAMPUSANO

協力機関：(英文) The Pontifical Catholic University of Chile

(和文) カトリカ大学

経費負担区分 (A型)：パターン1

(4) 国名：フランス

拠点機関：(英文) National Center for Scientific Research

(和文) 国立科学研究センター

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文)

Astroparticle and Cosmology Laboratory・Research Director・
Jacques DELABROUILLE

協力機関：(英文) University of Paris 6

(和文) パリ第6大学

協力機関：(英文) University of Paris 7

(和文) パリ第7大学

経費負担区分 (A型)：パターン1

(5) 国名：ドイツ

拠点機関：(英文) Max-Planck Institute for Astrophysics

(和文) マックスプランク天体物理学研究所

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文)

Physical Cosmology Division・Director・Eiichiro KOMATSU

経費負担区分 (A型)：パターン1

5. 研究交流目標

5-1. 全期間を通じた研究交流目標

本拠点提案の研究課題「インフレーション宇宙の実証」は、「宇宙は如何に始まったか」という人類共通の謎に挑むものであり、重要度・緊急度について、我が国の学術全体の中でもトップレベルの評価を得ている。本拠点形成を通して2020年代前半の観測開始を目指す『LiteBIRD 衛星計画』は、2014年に引き続き、2017年にも日本学術会議の『第23期学術の大型研究計画に関するマスタープラン』(マスタープラン2017)の重点大型研究計画28件のひとつに選ばれている。2015年8月には、文部科学省の『学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想ロードマップ2014』(ロードマップ2014)の新しい10計画のひとつとして掲載され、ダブルaという最高評価を得ている。宇宙マイクロ波背景放射(Cosmic Microwave Background; CMB)偏光の精密観測で「原始重力波」の痕跡を探するという手法により、熱いビッグバン以前の「インフレーション宇宙」について決定的証拠を得ることを目指すこの提案は成功すれば科学史に残る大発見となる。

本研究交流の主目標は、2020年代のCMB偏光観測衛星打上げのために日米欧の国際ネットワークを構築し、その中核として活躍する若手研究者を育成することにある。現在日米欧の三極が先を争ってCMB偏光観測衛星(日本のLiteBIRD、米国のPIXIE、欧州のCORe+)を計画している。いずれの計画も宇宙物理学の知と世界最先端の技術を結集する必要があり、大規模な国際協力なしには実現しない。2020年代は遠い将来ではなく国際ネットワーク構築と若手研究者の育成は急務である。本研究交流により、日本の独創性を

確保し優位を保ちつつ、同時にこれを補完する他国の優れた技術を若手研究者が柔軟に取り入れて総合力を高めることを目指す。

本計画の大きな特長は、地上観測による共同研究プロジェクト POLARBEAR および宇宙空間からの観測プロジェクト LiteBIRD を通じて、観測衛星実現に向けた若手研究者育成を行い、同時に、期間内にサイエンスの成果を着実に出すことである。POLARBEAR 実験はチリ・アタカマ高地(標高 5200m)の望遠鏡により観測する実験である。観測衛星に必須となる技術要素を全て経験でき、重力レンズ効果の観測など第一級の科学的成果が期待されるため、若手育成の場として最適な場を提供できる。

東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU) は、国際性および宇宙探求に関する実績、実務能力のいずれも、本課題の国際連携研究拠点として最適である。東京大学及び協力機関が保有する知的資産に加え、これを補完する相手国機関の技術や英知を活用し、研究交流と若手育成を実行する。

5-2. 平成28年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

H27 年度に引き続き、「チリ・アタカマにおける POLARBEAR 実験の遂行と POLARBEAR-2 光学・冷却システムの開発」及び「宇宙空間からの観測による研究プロジェクト LiteBIRD での研究」に関する研究協力体制を強化する。前者に関しては、関係相手国機関とより緊密に連携して、H29 年度に予定している検出器のインテグレーション・統合試験を行う。年度内にチリへの輸送を開始、または輸送の目処をつける所までを目指す。後者に関しては、米国の拠点が NASA に提案した計画の審査のための概念検討書の提出が H28 年 7 月に、国内においては概念設計段階へ進むための審査が H28 年 5 月に予定されており、欧州拠点機関のメンバを含めて「ジョイント・ワーキング・グループ」を結成し、このグループによる検討を進める。審査を通過すれば、システム要求を検討する基本設計のフェーズへと進む。この審査の課題として、全体計画の策定や開発体制の整備がある。これについて、米国・カナダ・フランス・ドイツと共同研究を行いプロジェクトの開発体制の整備を進める。また、JSPS 国際会議の第 2 回目をカナダ・マギル大学で開催する。

<学術的観点>

POLARBEAR 実験では平成 24 年度において、重力レンズ起源の特殊な CMB の偏光パターン(偏光 B モード)の観測に世界で初めて成功しているが、28 年度は新たに加わった観測データを含めて、より高精度な観測結果の発表を目指す。また、26 年度より開始したインフレーション起源の偏光 B モードに特化した観測を継続して行う。さらに、現在の約 6 倍の感度を誇る POLARBEAR-2 検出器の製作を行う。超伝導センサー、データ読み出し、及び、光学系・冷却系の製作と統合試験を完了させ、年度内にチリへの輸送を開始、または輸送の目処をつける所までを 28 年度の目標とする。

LiteBIRD プロジェクトでは、シミュレーション・データ解析のためのパイプライン構築、LiteBIRD 用の検出器の開発を中心に、科学衛星 LiteBIRD のシステム要求をまとめ、システム定義のための全体計画の策定を進める。通常の衛星開発プロセスでは確立した技術を用いるが、これは最先端の観測技術を投入する世界で唯一の衛星開発プロセスであり、ここで得られた学術的知見は今後の衛星開発の場面での活用が期待できる。H28 年度は、解析パイプラインを構築し、要求される測定精度を満たすハードウェアに対する仕様を決定する。

<若手研究者育成>

POLARBEAR 実験は、検出器の装置開発から統合試験までを米国・フランスの若手研究者と共同で行える貴重な機会であり、将来この専門分野を背負って立つ研究者の育成に貢献できる。

LiteBIRD プロジェクトにおいては、これまで行ってきたような概念検討から一歩進んで、より詳細な課題に関して、米国、カナダ、フランス、ドイツとの国際共同研究開発を行い、実質的検討メンバーには衛星開発に実績あるメーカーや JAXA の衛星開発経験者も入る。そのため、本事業に参加する若手研究者は、近い将来となった衛星打上げ時に、プロジェクトの中核として活躍が可能となる基礎技術を獲得でき、研究から設計、実装までを体験することができる。特に H28 年度は日本側の衛星計画に携わる若手プロジェクト・マネージャーを決定し、各国際拠点を訪問し、集中討議を行わせる計画である。そして、これまでに提示された衛星実現に向けた課題と解決策について、具体的な共同討議、作業のための「星形交流」をさらに推進していく。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

国際共同研究、国際会議の開催、また、相手国等への長短期派遣による共同検討や国際会議での発表や参加を通じて、若手研究者が大いに活躍できる場を作っていく。シニア研究者は、必要に応じて、アドバイスや支援にあたり、効率よい拠点構想運営に努める。さらに、論文や国際会議発表に閉じず、公表のひとつとして、適正なタイミングでの報道発表や一般講演会を進められるよう体制を整えていく。

6. 平成28年度研究交流成果

6-1 研究協力体制の構築状況

本プログラムでは、お互いの拠点が得意とする分野を補完し合い相互にメリットが得られるような研究協力体制を実現することが目標であり、H28 年度には以下を達成している。

①2020 年代の CMB 観測衛星実現に向けた若手育成に資する国際共同研究として R-01 : 「地上観測による研究プロジェクト POLARBEAR」(以下では POLARBEAR) を、日本、

米国、カナダ、チリ、フランスの拠点が共同で推進した。H28年度は観測を継続しつつ、2台目の望遠鏡と検出器（POLARBEAR-2）の開発を進めた。また、チリ側との相互交流を深めるため、6月末から7月中旬にかけ、若手研究者をチリ・アタカマの現地に派遣し、チリ側コーディネーターである Luis CAMPUSANO 氏（チリ大学）らとともに望遠鏡システム制御開発に関して深い議論を行った。そして、10月上旬には、チリから Luis CAMPUSANO 氏を1週間ほど本拠点に招へいし、POLARBEAR2 プロジェクトの次年度計画や各機関の担当について、具体的な議論を行なった。R-02：「宇宙空間からの観測による研究プロジェクト LiteBIRD」（以下では LiteBIRD）においても、日本、米国、カナダ、フランス、ドイツの5つの拠点で共同推進する体制を整えた。H28年度は、特にシミュレーション・データ解析のためのパイプライン構築、並びに LiteBIRD 用の半波長板の開発と光学系の検討を進めた。

②カナダの拠点であるマギル大で、観測衛星をテーマに、「日本学術振興会研究拠点形成事業『宇宙背景放射 B モード偏光観測』ワークショップ（以下では JSPS 国際会議）」を開催し、衛星開発と科学目標の実現性について討議した。この会議は単独開催であるにも関わらず、米国、カナダ、フランス、ドイツ等相手国に加え、イギリスからも参加があり計43名の参加と大盛況であった。期間中、43講演、3件のポスターセッションでは、若手研究者、シニア研究者共に、活発な議論を行なうことができ、さらに、次回開催地を米国とする合意にも達することができた。

③各拠点とは、頻繁に電話会議を行い、衛星計画に共通の課題（超伝導検出器開発、前景放射分離、高速データ読み出し、系統誤差低減、新しい宇宙論など）に関する問題点の明確化、解決策の開発に関する討議を開始した。

6-2 学術面の成果

H28年度、POLARBEAR 実験では、2シーズン分のデータの解析結果をまとめ、近日中に、論文として発表する予定である。また、望遠鏡による偏光観測において重要な役割を果たした回転半波長板による系統誤差低減に関する論文をプレプリントアーカイブに発表した（“Performance of a continuously rotating half-wave plate on the POLARBEAR telescope”, arXiv:1702.07111）。さらに、現在の約6倍の感度を誇る「POLARBEAR-2」検出器の製作を進め、超伝導センサー、データ読み出し、および光学系・冷却系の製作と試験を行ない、H29年度中のチリへの輸送にめどをつけた。

LiteBIRD プロジェクトでは、シミュレーション・データ解析のための解析パイプラインを構築し、要求される測定精度を満たすハードウェアに関する仕様を検討し、宇宙での使用に向けて半波長板などの光学素子の開発を行った。

それぞれの実験やプロジェクトに関する研究成果発表も積極的に行い、海外開催の国際会議での発表を含め、合計25件の口頭発表およびポスター発表を行った。

6-3 若手研究者育成

POLARBEAR 実験では、チリ・アタカマ高地での CMB 観測、観測データの解析、次世代観測装置「POLARBEAR-2」の開発を、若手研究者が中心になって行っている。装置開発、観測からデータ解析、物理的解釈までを短期間に体験できるのは貴重な経験であり、将来この研究分野を背負って立つ研究者の育成に貢献できている。H28 年度は、チリ側コーディネーターの Luis CAMPUSANO 氏（チリ大学）らとともに望遠鏡システム制御開発に関して深い議論を行うため、若手研究者 1 名をチリ・アタカマの現地へ長期間派遣した。

LiteBIRD プロジェクトでは、米国、カナダ、フランス、ドイツとの国際共同研究開発を行った。実質的検討メンバには衛星開発に実績あるメーカーや JAXA の衛星開発経験者が参加しており、本事業に参加する若手研究者の基礎技術習得を促している。そして、今後、本拠点における LiteBIRD プロジェクトの主翼を担い、牽引してゆくプロジェクト・マネージャーとして、これまで協力機関から研究に参加していた若手研究者を、H28 年度後期より本拠点の特任准教授として採用している。このことにより、プロジェクトの進行が一層加速することが期待できる。

それぞれの実験やプロジェクトに参加している大学院生や若手研究者には積極的に研究成果発表のサポートを行なった。H28 年度は、物理学会や天文学会など国内学会に加えて、国際会議での研究成果発表の経験を積ませることが出来た。また、本事業経費により 10 月から 11 月にかけて 1 ヶ月ほど大学院生 1 名を英国のオックスフォード大学に派遣し、外国人研究者との共同研究の経験を積ませることができた。

そのほか、H28 年 8 月と 9 月には、欧州宇宙機関(ESA)により打ち上げられた人工衛星による宇宙背景放射(CMB)探索実験、Planck 実験の共同実験者である Guillaume PATANCHON 博士を講師にまねき、若手研究者を対象に宇宙論に関する集中講義を Kavli IPMU において開催した。4 日間にわたって開催された集中講義には、のべ 80 名の参加があった。なお、この運営責任者には、POLARBEAR 実験にかかわる若手研究者を抜擢し、研究会マネジメントの経験を積ませる良い機会となった。

6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

本拠点では、若手研究者の育成に加え、最新のサイエンスの社会への普及にも注力している。H28 年 10 月 21, 22 日に開催された東京大学柏キャンパス一般公開では、カブリ数物連携宇宙研究機構本部棟内に研究紹介のブースを設け、POLARBEAR 実験および LiteBIRD プロジェクトの展示を行った。2 日間、のべ約 2900 名の来場者に対し、若手研究員を中心に来場者への丁寧な説明を行い研究成果の社会への還元に努めた。また、四半期ごとに 1,800 部発行し、主に国内外の研究機関や大学、サイエンス関係の出版社へ配布しているニュースレター Kavli IPMU NEWS Vol.36, 2016, December 誌上にて、POLARBEAR 計画および LiteBIRD 計画に関して詳細な研究紹介を行った。

6-5 今後の課題・問題点

順調に進んでおり、特段の課題、問題点はない。

6-6 本研究交流事業により発表された論文等

- (1) 平成28年度に学術雑誌等に発表した論文・著書 2本
うち、相手国参加研究者との共著 1本
- (2) 平成28年度の国際会議における発表 6件
うち、相手国参加研究者との共同発表 0件
- (3) 平成28年度の国内学会・シンポジウム等における発表 19件
うち、相手国参加研究者との共同発表 3件

7. 平成28年度研究交流実績状況

7-1 共同研究

| 整理番号 | R-01 | 研究開始年度 | 平成27年度 | 研究終了年度 | 平成31年度 |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 研究課題名 | (和文) 地上観測による研究プロジェクト POLARBEAR での研究 (英文) Project "POLARBEAR" | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 長谷川 雅也・高エネルギー加速器研究機構・助教 (英文) Masaya HASEGAWA・High Energy Accelerator Research Organization (KEK)・Assistant Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) 1. Arian Tae-Jin LEE・University of California, Berkeley・Professor 2. Matt DOBBS・McGill University・Associate Professor 3. Luis CAMPUSANO・University of Chile・University of Chile 4. Jacques DELABROUILLE・National Center for Scientific Research・Research Director | | | | |
| 28年度の研究 交流活動 | 2012~2013年度の観測データ(2012年度のみ)のデータを用いた最初の結果と比べて1.6倍のデータ量)を用いたより高精度な観測結果を目指した解析を進めた。特に想定外のバイアスが高々統計誤差程度以下である事を、観測データ自身を用いて検証する作業(Null試験)を進めて、結果を出す準備を行った。また並行して、2014年度より開始したインフレーション起源の偏光 Bモード探索に特化した広域観測を継続して行った。データ解析もすでに開始し、H28年度は低周波のノイズを削減するために新たに導入した偏光変調装置の特性、特に系統誤差の評価をまと | | | | |

| | |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>めた。8月に米国拠点で開催した POLARBEAR 実験のグループミーティングには、共同研究体制の構築をさらに一歩進めるため、本事業研究費より 11 名の研究者を派遣し、米国、フランス、チリの拠点の研究者と研究交流を行った。</p> <p>POLARBEAR-2 レシーバの開発では、カナダ側の拠点が読み出し回路を製作し、その性能評価を日本の拠点施設にて開始した。チリの観測サイトではレシーバを受け入れる望遠鏡の設置がほぼ完了し、取り付け部の設計等の詳細を日本、米国、チリの拠点間で意見を交わしながら進めている。H29 年 3 月には、日本拠点にて POLARBEAR-2 の開発に焦点をあてたグループミーティングを行い、米国・フランス・カナダ・チリ関係者 40 名程度（電話接続 3 名を含む）と、各要素の開発、試験の現状と課題、今後の計画について議論を交わし、具体的にレシーバをチリに移設するまでの詳細なスケジュールについて合意を得た。加えて、観測開始後に装置を較正するために、新たに較正装置を開発する必要性を確認し、デザインや要求される性能について検討を行い合意に至った。</p> |
| 28 年度の研究交流活動から得られた成果 | <p>データ解析用パイプラインの開発に関連して、バイアスの無い偏光マップの作成法を提案し論文にまとめて発表をした。さらに、重力レンズ効果 B モードに特化して行った 2012-2013 年の観測データの解析結果についても論文をまとめている。またインフレーション B モード偏光の検出を目指して行っている広域観測に関しては、偏光変調装置の系統誤差に関する詳細なスタディの結果をまとめ、論文として報告をした。</p> <p>POLARBEAR-2 レシーバの開発に関しては、本番グレードの検出器から、信号読み出しのためのハードウェア、エレクトロニクスまでの一連のシステムを部分的に導入し、動作させる事に成功した。チリへの輸送に向けた大きな一歩であり、拠点機関を中心とした共同作業により達成した成果である。また関連して、(CMB 実験では最大級の)光学素子に用いる反射防止膜の技術を確認し論文を発表した。これは衛星実験にも応用が期待出来る画期的な手法である。</p> <p>本分野では、国際協力なしには実験を遂行することはできない。各種課題に対し、きめ細かい検討を重ね、合意を重ねていく必要があり、H28 年度も観測データの解析方針や、観測装置の準備計画に関しての複数の合意を得ることができたことは大きい。</p> |

| 整理番号 | R-02 | 研究開始年度 | 平成27年度 | 研究終了年度 | 平成31年度 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 研究課題名 | (和文) 宇宙空間からの観測による研究プロジェクト LiteBIRD での研究 (英文) Project "LiteBIRD" | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・ 職 | (和文) 石野 宏和・岡山大学・教授 (英文) Hirokazu ISHINO・Okayama University・Professor | | | | |
| 相手国側代表 者 氏名・所属・ 職 | (英文) 1. Arian Tae-Jin LEE・University of California, Berkeley・Professor 2. Matt DOBBS・McGill University・Associate Professor 3. Eiichiro Komatsu・Max Planck Institute for Astrophysics・Director 4. Jacques DELABROUILLE・National Center for Scientific Research・ Research Director | | | | |
| 28年度の 研究交流活動 | <p>我が国では、H27年7月にJAXA宇宙科学研究所の戦略的中型宇宙科学ミッション候補として選定され、一方、相手国米国では、NASAのMission of opportunity衛星計画に、相手国拠点研究代表者Adrian Lee教授を主任研究者(PI)とするグループが候補として選定された。これらの二つの選定を受けて、本事業においても、研究交流活動を始動し、具体的には、以下の活動を進めた。</p> <p>米国とLiteBIRDのシミュレーション及び望遠鏡光学系のサイドロープについて共同研究を開始し、系統誤差推定のためのシミュレーションの準備、すなわち、技術インターフェースの定義及び調整を行った。また、LiteBIRDに向けた広帯域反射防止加工技術開発について、ドイツ及び米国と加工技術及び評価を、カナダとはLiteBIRD衛星における室温電子回路の開発を、そして、フランス・ドイツとは複数周波数帯域の観測データを使って銀河系内の前景放射をいかに効率良く分離するかをテーマにした研究を行う体制を整えた。さらに、フランスとは、LiteBIRDにおける系統誤差の研究、系統誤差シミュレーションの検討と、サブケルビン冷凍機候補として断熱消磁冷凍機と希釈冷凍機の技術検討打合せを行い、研究交流体制を構築、強化している。</p> <p>国際交流として、エディンバラで開催されたSPIE国際会議に3名を派遣し、成果発表と情報交換を行った。またカナダのマギル大学で行われた国際的なセミナー(B mode from Space)に本事業研究費により10名を派遣し(本事業参加者の参加は計17名)、上記の点について深い議論を行った。</p> | | | | |

| | |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 28年度の 研究交流活動 から得られた 成果 | <p>今年度は、日本側で JAXA/ISAS による国際レビューおよび Phase-A1 計画審査があり、H28 年 9 月に合格した。また、米国側は、NASA Missions of Opportunity において、CSR (Conceptual Study Report) を H28 年 7 月に提出し、NASA 側からの米国研究拠点への訪問による審査が H29 年 1 月に行われた。H29 年 1 月には、カナダのモントリオールにあるマギル大学において、第二回目のセミナー(B mode from Space)が開催され、日本、アメリカ、ヨーロッパからの研究者が集い、LiteBIRD についての議論が行われた。セミナーでは、前景放射の除去に関する研究報告、系統誤差評価の進捗報告と体制構築、偏光変調器の開発に関する報告と技術的な議論、科学衛星に関連するハードウェア・ソフトウェア全般にわたり深く議論され、国際的な枠組みをより一層強固にすることができた。また、セミナーの後は、TV 会議システムを用いた国際的な打ち合わせがさらに活発化され、その結果、Phase-A1 中間審査に向けた土台を築くことができた。</p> <p>また、セミナーでは若手研究者や大学院生による発表も行われた。英語を用いた議論をすることにより、より深い国際的な経験を積むことができ、また、海外の研究者との交流に刺激され、より研究意欲を高めることができた」と好評であった。</p> |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

7-2 セミナー

| | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 整理番号 | S-01 |
| セミナー名 | (和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「宇宙背景放射 B モード偏光観測ワークショップ」 |
| | (英文) JSPS Core-to-Core Program “B-mode from Space Workshop 2017” |
| 開催期間 | 平成29年1月23日～平成29年1月25日(3日間) |
| 開催地(国名、都市名、会場名) | (和文) カナダ、モンリオール、マギル大学 |
| | (英文) Canada, Montreal, McGill University |
| 日本側開催責任者 氏名・所属・職 | (和文) 松村 知岳・東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構・特任准教授 |
| | (英文) Tomotake MATSUMURA・Kavli IPMU, Univ. Tokyo, Associate Professor |
| 相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合) | (英文) Matt DOBBS, McGill University, Professor |

参加者数

| 派遣先 派遣元 | セミナー開催国 (カナダ) | |
|-------------------------|------------------|---------|
| | A. | B. |
| 日本 〈人／人日〉 | A. | 17/ 119 |
| | B. | 2 |
| 米国 〈人／人日〉 | A. | 4/ 20 |
| | B. | 11 |
| カナダ 〈人／人日〉 | A. | 1/ 4 |
| | B. | 0 |
| チリ 〈人／人日〉 | A. | 0/ 0 |
| | B. | 0 |
| 仏国 〈人／人日〉 | A. | 1/ 5 |
| | B. | 4 |
| ドイツ 〈人／人日〉 | A. | 1/ 5 |
| | B. | 0 |
| イタリア (第三国) 〈人／人日〉 | A. | 0/ 0 |
| | B. | 1 |
| イギリス (第三国) 〈人／人日〉 | A. | 0/ 0 |
| | B. | 1 |
| 合計 〈人／人日〉 | A. | 24/ 153 |
| | B. | 19 |

A. 本事業参加者（参加研究者リストの研究者等）

B. 一般参加者（参加研究者リスト以外の研究者等）

※日数は、出張期間（渡航日、帰国日を含めた期間）としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

| | | | |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <p>セミナー開催の目的</p> | <p>CMB 偏光観測を目的とした将来衛星計画 LiteBIRD に向けた実現性の検討状況を共有する機会として、本プログラムに関わる日本側及び相手国側を含む研究者が一同に介し、理論的、実験的な観点からそれぞれの研究成果の発信を行う。また、大学院生を含む若手研究者が研究進捗報告や研究計画を発表する機会を設ける。具体的には、若手研究員には口頭発表を優先的に、大学院生にはポスター発表の時間をとり活発な議論を促す。また、衛星計画のプロジェクトマネージメントについても議論を行い、より長期的に実現性のある衛星プロジェクトの確立を目指す。さらに、シニア層研究者を中心に、グローバルに活躍できるプロジェクト・マネージャー人材をテーマに、若手研究者育成計画の進捗を確認しあうことも実施する。</p> | | |
| <p>セミナーの成果</p> | <p>米国、カナダ、フランス、ドイツ等交流相手国に加え、イギリスからも参加があり、計 43 名(のべ約 100 名)の参加と大盛況であった。期間中の 43 講演および 3 件のポスターセッションでの議論に加え、積極的に大学院生をミーティングにも参加させ、経験を踏ませることで、世界と伍して研究開発を進めるということを体感する機会になったと好評であった。また、米国 Lawrence Berkeley National Laboratory で Space Science Labo の衛星開発に携わるエンジニアが参加したことにより NASA 流の衛星計画の進め方について考え方を共有する機会になった。こうして、3 日間に渡り、若手研究者、シニア研究者共に、有意義な議論を行なうことができ、さらに、次回開催地を米国とする合意にも至った。</p> | | |
| <p>セミナーの運営組織</p> | <p>組織委員長 Matt DOBBS (McGill) 組織委員 Adrian T LEE (UC Berkeley) 運営委員 Akito KUSAKA (LBNL)</p> | | |
| <p>開催経費 分担内容 と金額</p> | <p>日本側</p> | <p>内容 外国旅費 参加費 外国旅費などに係る消費税</p> | <p>金額 2,154,182 円 金額 129,337 円 金額 176,001 円</p> |
| <p>米国側</p> | <p>内容 海外旅費</p> | | |
| <p>カナダ側</p> | <p>内容 会場費</p> | | |
| <p>フランス側</p> | <p>内容 海外旅費</p> | | |
| <p>ドイツ側</p> | <p>内容 海外旅費</p> | | |

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外でどのような交流（日本国内の交流を含む）を行ったか記入してください。

| 日数 | 派遣研究者 | | 訪問先・内容 | | 派遣先 | |
|-------|----------|-----------------------------|---------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| | 氏名・所属・職名 | 氏名・所属・職名 | 氏名・所属・職名 | 内容 | | |
| 6 日間 | 1-14 | Shibo SHU・東京大学大学院・博士課程1年 | | | 5th Workshop on the Physics and Applications of Superconducting Microresonatorsでの発表（ミラノ） | イタリア |
| 8 日間 | 1-14 | Shibo SHU・東京大学大学院・博士課程1年 | | | SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentationでの発表（エジンバラ） | イギリス |
| 5 日間 | 1-10 | 関本 裕太郎 国立天文台・准教授 | | | 5th Workshop on the Physics and Applications of Superconducting Microresonatorsでの発表（ミラノ） | イタリア |
| 7 日間 | 1-10 | 関本 裕太郎 国立天文台・准教授 | | | SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentationでの発表（エジンバラ） | イギリス |
| 6 日間 | 1-12 | Agnes DOMINJON 国立天文台・研究員 | | | 5th Workshop on the Physics and Applications of Superconducting Microresonatorsでの発表（ミラノ） | イタリア |
| 9 日間 | 1-39 | 菅井 肇 東京大学・特任准教授 | | | SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentationでの発表（エジンバラ） | イギリス |
| 31 日間 | 1-9 | 森 太郎 総合研究大学院大学・博士課程3年 | Joseph CONLON, Oxford University, Professor | | Multi-Field Inflation Modelに関する研究打合せ（オックスフォード大学） | イギリス |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応
該当なし

8. 平成28年度研究交流実績総人数・人日数

8-1 相手国との交流実績

| 派遣先 派遣元 | 四半期 | 日本 | アメリカ | カナダ | チリ | フランス | ドイツ | イタリア(第三国) | イギリス(第三国) | 合計 |
|------------|-----|------------|--------------|--------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|--------------|
| 日本 | 1 | | 2 11 () | () | 1 18 () | () | () | 3 17 () | 3 24 () | 9 70 (0/0) |
| | 2 | | 13 95 () | () | () | () | () | () | () | 13 95 (0/0) |
| | 3 | | 4 21 () | () | () | () | () | () | 1 31 () | 5 52 (0/0) |
| | 4 | | () | 10 62 (7/42) | () | () | () | () | () | 10 62 (7/42) |
| | 計 | | 19 127 (0/0) | 10 62 (7/42) | 1 18 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 3 17 (0/0) | 4 55 (0/0) | 37 00 (7/42) |
| アメリカ | 1 | () | | () | () | () | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 2 | () | | () | () | () | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 3 | () | | () | () | () | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 4 | () | | 4 20 () | () | () | () | () | () | 4 20 (0/0) |
| | 計 | 0 0 (0/0) | | 4 20 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 4 20 (0/0) |
| カナダ | 1 | () | () | | () | () | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 2 | () | () | | () | () | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 3 | () | () | | () | () | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 4 | () | () | | () | () | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 計 | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) |
| チリ | 1 | () | () | () | | () | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 2 | () | () | () | | () | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 3 | (1/11) | () | () | | () | () | () | () | 0 0 (1/11) |
| | 4 | () | () | () | | () | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 計 | 0 0 (1/11) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (1/11) |
| フランス | 1 | () | () | () | () | | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 2 | () | () | () | () | | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 3 | () | () | () | () | | () | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 4 | () | () | 1 5 () | () | | () | () | () | 1 5 (0/0) |
| | 計 | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 1 5 (0/0) | 0 0 (0/0) | | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 1 5 (0/0) |
| ドイツ | 1 | () | () | () | () | () | | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 2 | () | () | () | () | () | | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 3 | () | () | () | () | () | | () | () | 0 0 (0/0) |
| | 4 | () | () | 1 5 () | () | () | | () | () | 1 5 (0/0) |
| | 計 | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 1 5 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 1 5 (0/0) |
| イタリア(第三国) | 1 | () | () | () | () | () | () | | () | 0 0 (0/0) |
| | 2 | () | () | () | () | () | () | | () | 0 0 (0/0) |
| | 3 | () | () | () | () | () | () | | () | 0 0 (0/0) |
| | 4 | () | () | () | () | () | () | | () | 0 0 (0/0) |
| | 計 | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) |
| イギリス(第三国) | 1 | () | () | () | () | () | () | () | | 0 0 (0/0) |
| | 2 | () | () | () | () | () | () | () | | 0 0 (0/0) |
| | 3 | () | () | () | () | () | () | () | | 0 0 (0/0) |
| | 4 | () | () | () | () | () | () | () | | 0 0 (0/0) |
| | 計 | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | | 0 0 (0/0) |
| 合計 | 1 | 0 0 (0/0) | 2 11 (0/0) | 0 0 (0/0) | 1 18 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 3 17 (0/0) | 3 24 (0/0) | 9 70 (0/0) |
| | 2 | 0 0 (0/0) | 13 95 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 13 95 (0/0) |
| | 3 | 0 0 (1/11) | 4 21 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 1 31 (0/0) | 5 52 (1/11) |
| | 4 | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 10 62 (7/42) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 10 62 (7/42) |
| | 計 | 0 0 (1/11) | 19 127 (0/0) | 10 62 (7/42) | 1 18 (0/0) | 0 0 (0/0) | 0 0 (0/0) | 3 17 (0/0) | 4 55 (0/0) | 37 00 (7/42) |

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

8-2 国内での交流実績

| 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 合計 | | |
|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|---------|
| 21/ | 28 | () | 55/ | 75 | () | 30/ | 86 | () | 27/ | 101 | () | 133/ | 290 | (0/0) |
| | | | | | | | | | | | | | | |

9. 平成28年度経費使用総額

(単位 円)

| | 経費内訳 | 金額 | 備考 |
|---------|------------------------|------------|-------------------|
| 研究交流経費 | 国内旅費 | 2,843,434 | |
| | 外国旅費 | 10,540,586 | |
| | 謝金 | 0 | |
| | 備品・消耗品 購入費 | 0 | |
| | その他の経費 | 541,561 | |
| | 外国旅費・謝 金等に係る消 費税 | 869,872 | 会議参加費、海 外旅行保険料 |
| | 計 | 14,795,453 | |
| 業務委託手数料 | | 1,485,000 | |
| 合 計 | | 16,280,453 | |

10. 平成28年度相手国マッチングファンド使用額

| 相手国名 | 平成28年度使用額 | |
|------|-----------------|------------|
| | 現地通貨額[現地通貨単位] | 日本円換算額 |
| 米国 | 12,700 [USD] | 138.2 万円相当 |
| カナダ | 3,000 [CAD] | 24.5 万円相当 |
| チリ | 0 [USD] | 0 万円相当 |
| フランス | 9,150 [euro] | 106 万円相当 |
| ドイツ | 1,805 [euro] | 20.9 万円相当 |

※交流実施期間中に、相手国が本事業のために使用したマッチングファンドの金額について、現地通貨での金額、及び日本円換算額を記入してください。