

**平成 30 年度研究拠点形成事業  
(A. 先端拠点形成型) 実施報告書**

### 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) 側拠点機関：	カリフォルニア大学バークレー校
(カナダ) 側拠点機関：	マギル大学
(チリ) 側拠点機関：	チリ大学
(仏国) 側拠点機関：	国立科学研究センター
(ドイツ) 側拠点機関：	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

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

研究交流課題に係るウェブサイト：

<http://litebird.jp/eng/>,

<http://bolo.berkeley.edu/polarbear/>

<https://simonsobservatory.org/>

### 3. 採択期間

平成 27 年 4 月 1 日 ~ 平成 32 年 3 月 31 日

(4 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・職名・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・大栗 博司

コーディネーター (所属部局・職名・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・職名・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：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・職名・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：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：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：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：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る、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他国が優位な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ができる。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 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、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30年度研究交流目標

### <研究協力体制の構築>

R-01 POLARBEAR 実験に関しては、関係相手国機関との緊密な連携の下、インフレーション探索に関する最初の結果報告を目指す。今年度は POLARBEAR-2 検出器の統合試験を完了させ、チリへの輸送・望遠鏡への搭載と本観測の開始を目指す。さらに本観測開始後はデータ解析を速やかに開始できるように拠点間の協力体制を強化する。

R-02 LiteBIRD プロジェクトでは、アメリカ側拠点およびヨーロッパ側拠点の研究者との研究体制を一層強固にし、特に Planck 衛星経験者の技術を取り入れながら、ジョイント・スタディ・グループ活動を引き続き行い、平成 30 年度末に行われる JAXA/ISAS 内の衛星計画の審査に合格できるよう、衛星の概念設計を完遂する。

R-03 Simons Observatory 実験では、予定したスケジュールでの観測開始実現に向けて、引き続きアメリカ側拠点との研究協力体制の強化を進めていく。

夫々の実験グループでは、週に 1 回～数回の zoom, uberconference 等のテレコンファレンスシステムを利用した遠隔会議を行っており、また年に一回程度の頻度で全体会議(コラボレーションミーティング)を行っている。平成 30 年度に関しては、R-01 は 6 月 6-8 日にコロラド州ボルダーで、R-02 は 7 月 29 日—8 月 1 日にカリフォルニア州サンディエゴで、R-03 は 6 月 18-20 日にペンシルバニア州フィラデルフィアで開催される。

### <学術的観点>

R-01 POLARBEAR 実験では平成 24 年度の観測において、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)に世界で初めて成功しているが、平成 30 年度は 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データの解析を進め、結果をまとめて報告するのが目標である。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、チリにおいて運用を開始するまでが平成 30 年度の目標である。

R-02 LiteBIRD プロジェクトでは、系統誤差・前景放射・較正手法の開発を行うための解析パイプラインの構築とともに、ハードウェアである偏光変調器・光学系・ミッション部システムの要求をまとめ、システム全体の定義の策定までを平成 30 年度の目標とする。

R-03 Simons Observatory 実験では、平成 29 年度に構築した概念設計に基づき、冷却光

学系のメカニカル設計と試作、評価試験をおこなっていくことが平成 30 年度の目標である。翌平成 31 年度に望遠鏡受信機の製作し、平成 32 年度に観測をスタートするというプロジェクトの計画を遂行する上で重要なマイルストーンの達成を目指す。

3 つの研究計画を通して、大規模実験計画において若手の積極的な参加を促すと共に、各実験グループ内で研究をリードしてゆく事を目標とする。

#### <若手研究者育成>

**R-01 POLARBEAR** 実験で行っている POLARBEA-2 の開発では、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し、チリ・アタカマ高地での望遠鏡への搭載まですべてを若手研究者が中心となって推進する。昨今実験の規模が大型化し、研究の分業化が進む中で、一連の作業を通して経験できる機会は非常に重要であり、次世代の実験でも中心的役割を担える研究者の育成に貢献できる。平成 30 年度は若手研究者にチリ長期滞在の機会を与え、現地の研究者との協働で研究推進にあたらせる予定である。また、協力機関である横浜国立大学から東京大学大学院に進学する大学院生 1 名を拠点機関で受入れ、育成していく予定である。

**R-02 LiteBIRD** プロジェクトでは、積極的に若手研究者（大学院生・ポスドク）に海外での国際会議での講演、研究室でのセミナー発表での経験を積ませる。また、海外の研究者との人的繋がりを作る場を多く設定し、グローバルに活躍できる研究者の育成を目指す。

**R-03 Simons Observatory** 実験では、現在日本側拠点で JSPS 外国人特別研究員として受け入れている日系人の若手研究者にも、相乗効果を期待して本務に支障のない範囲で研究に参加してもらっている。この研究者は、米国側拠点にて博士号を取得しており、JSPS 国際交流事業による研究期間終了後は、日本側拠点にて博士研究員として雇用されることが決定し、日米拠点をつなぐ大きな推進力となることが期待されている。今後もポテンシャルの高い若手研究者の育成を積極的に支援していく予定である。

#### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

本事業費を用いた企画ではないが、日本側拠点である Kavli IPMU や、日本側拠点参加者が多く所属している高エネルギー加速器研究機構での一般公開の際には、例年通り CMB 実験について、学術的な意義を含めて来場された一般の方々に分かり易く説明する機会を設ける予定である。基礎科学研究推進の重要性について、多くの方々の理解と賛同を得られるように今度も努めていく。

## 6. 平成30年度研究交流成果

### <研究協力体制の構築>

R-01 POLARBEAR 実験に関しては、関係相手国機関との毎週の遠隔会議を通して緊密な連携の下、インフレーション探索に関するデータ解析を進めた。ブラインド解析の思想に基づいたフレームワークを確立し、取得したデータのクオリティチェックを終え、解析によるバイアス等が十分小さく抑えられている事を確認した。間も無く最初の結果報告を行う予定である。POLARBEAR-2 検出器に関しても、関係機関との協力の下、実験室における統合試験を終え、チリへの輸送・移設を完了している。現在現地でのコミッショニング作業を精力的に進めており、早期の観測開始を目指している。

R-02 LiteBIRD 実験では、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た。平成30年度は、LiteBIRD のコラボレーション会議が6月にアメリカのボルダーで開かれた。また、ヨーロッパコンソーシアムによる会議が4月にドイツのミュンヘン、10月にフランスのツールーズ、1月にイタリアのローマで開催された。

R-03 Simons Observatory 実験では、予定したスケジュールでの観測開始実現に向けて、引き続きアメリカ側拠点との研究協力体制の強化を進めた。週に数回の zoom, uberconference 等のテレコンファレンスシステムを利用した遠隔会議を行い、さらに世界中の共同研究者が一堂に会した全体会議を6月18-20日にペンシルバニア州フィラデルフィアで開催した。

### <学術的観点>

R01 POLARBEAR 実験では平成24年度の観測において、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)に世界で初めて成功しているが、平成30年度は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データの解析を引き続き進めた。結果の報告までは達成していないが、解析フレームの構築は完了しており、データクオリティのチェックと系統誤差等の評価はほぼ完了している。来年度早々の結果の報告を目指している。また現在の約6倍の感度を誇る POLARBEAR-2 検出器は開発と基本特性の評価を終え、観測サイトであるチリ・アタカマ高地への移設を完了させている。

R-02 LiteBIRD 衛星計画では、モンテカルロシミュレーションによるデータ解析を行い、実現性を検証する。このパイプラインの開発をフランス・ドイツ・アメリカ・イタリアの研究者と共同で行う。解析パイプラインの構築と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。海外の研究者とは毎週TV会議を行い、頻繁な情報交換を行っている。情報は LiteBIRD 専用の wiki ページに集約され、会議録とともに共有される。これまでの成果は、平成30年10-12月に宇宙科学研究所で行われた、Phase-A1 終了審査に提出する内部資料としてまとめられ、審査の対象になった。

R-03 Simons Observatory 実験では、平成29年度に構築した概念設計に基づき、冷却光学

系のメカニカル設計と試作、評価試験を行った。望遠鏡受信機の心臓部である曲低温光学筒の1号機を製作した。次年度にはこれを受信機に組み込み、次々年度に観測をスタートするというプロジェクトの計画を遂行する上で重要なマイルストーンを達成した。

#### <若手研究者育成>

**R-01 POLARBEAR** 実験で行っているPOLARBEAR-2の開発では、実験室における統合試験から、チリ・アタカマ高地での望遠鏡への搭載まですべてを若手研究者が中心となって推進した。搭載時には多くの若手研究者がチリに長期滞在をし、自分たちの手で開発・組立した装置を自らの手で望遠鏡に組み込んだ。無事にデータが取得出来た時の感動は、昨今の大型・長期化した大実験では得がたいものがあり、今後研究を進めていく上での貴重な経験となったと共に、その経験・知見は次世代実験に生かされると思われる。H30年7月には米国拠点機関であるカリフォルニア大学サンディエゴ校において、POLARBEAR 実験グループのグループミーティングが開催され、若手研究者を派遣して発表等を行った。また協力機関である高エネルギー加速器研究機構において行ったPOLARBEAR-2 レシーバ試験に米国若手研究者が多数参加した。

**R-02 LiteBIRD** プロジェクトでは、積極的に若手研究者（大学院生・ポスドクを海外の国際会議やグループミーティングに送り出し、ポスター発表も含む、講演を行い、それらの会議では海外の研究者との人的繋がりを作り、グローバルに活躍できる研究者を育成できた。

**R-03 Simons Observatory** 実験では、現在日本側拠点でJSPS 外国人特別研究員として受け入れている日系人の若手研究者にも、相乗効果を期待して本務に支障のない範囲で研究に参加してもらった。この研究者は光学シミュレーションによる研究で活躍し、日米拠点を繋ぐ大きな推進力となった。今後もポテンシャルの高い若手研究者の育成を積極的に支援していく予定である。

#### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

拠点機関（カブリIPMU）、協力機関(KEK)では機関の一般公開の際に、実験室を公開して研究者による説明を行い、大変好評だった。また、参加研究者が朝日カルチャーセンター（横浜）、科学技術館科学ライブショー、つくば市エキスポセンター七夕講演会等で講演を行うなど、学術的な意義を含めて来場された一般の方々に分かり易く説明した。

#### <今後の課題・問題点>

今年度は代表者も含めて多くの研究者がチリ・アタカマ高地に赴いて実験（R-01）の準備し、ファーストライトを観測するなど、交流よりは実験が中心となった。R-02に於いては宇宙航空研究機構におけるフェーズが一つ進むことが確定した。R-03の国際共同研究グループのコスポークスパーソンが来日するなどの交流も行われた。来年度は最終年度であり、これまで交流が比較的少なかったドイツにおいてセミナーを開催し、またチリからエンジニアを迎えるなど、研究交流を深め、国際的な研究拠点を形成して行きたい。

## 7. 平成30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
共同研究課題名	(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・ 職名・研究者番号	(和文) 長谷川 雅也・高エネルギー加速器研究機構・研究機関講師・1-7 (英文) Masaya HASEGAWA・High Energy Accelerator Research Organization (KEK)・Lecturer・1-7				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文) 1. Arian Tae-Jin LEE・University of California, Berkeley・Professor・2-1 2. Matt DOBBS・McGill University・Associate Professor・3-1 3. Luis CAMPUSANO・University of Chile・Professor・4-1 4. Jacques DELABROUILLE・National Center for Scientific Research・Research Director・5-1				
30年度の 研究交流活動	<p>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に関して、最初の結果をまとめるためデータ解析を進めている。7 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では、体制構築をさらに一歩進めるため、日本から 6 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、カナダの拠点で主に開発した読み出し回路と米国拠点で開発したセンサーを日本の拠点施設で開発したレシーバシステムに組み入れ、ノイズレベル等の基本特性の評価を行い、統合試験を完了した。レシーバをチリの観測サイトに移設し、米国・チリの共同研究者と協力して望遠鏡に搭載し、ファーストライトを達成した。8 名の研究者をそれぞれ 1.5 ヶ月程度(述ベ~250 日程度)チリに派遣し、移設作業を行った。7月のグループミーティングでは、POLARBEAR-2 の移設のスケジュールやコミショニングプランについて議論を詳細に交わし、合意を得た。</p>				

<p>30年度の 研究交流活動 から得られた 成果</p>	<p>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データの解析に関する進展に加えて、雲による偏光生成に関する詳細なスタディ、ハーシェル宇宙望遠鏡による赤外線データとの相互相関解析による宇宙大規模構造の詳細研究に関する論文を報告した。前者についてはすでにジャーナル誌に掲載済みである。</p> <p>POLARBEAR-2 レシーバの開発については、上述の通り、今年度チリへの移設・設置を完了した。ファーストライトも達成し、本格観測に向けて準備を進めている。CMB 偏光観測の精密化に向けて大きなステップであると共に、拠点機関を中心とした共同研究により達成した大きな成果と言える。</p> <p>データ解析、レシーバの準備等々、本分野では、国際協力無しには実験を遂行することは出来ない。各種課題に関し、きめ細かい検討を重ね、合意を重ねていく。今年度も、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事が出来た。</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
共同研究課題名	(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・職名・ 研究者番号	(和文) 石野 宏和・岡山大学・教授・1-23 (英文) Hirokazu ISHINO・Okayama University・Professor・1-23				
相手国側代表者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(英文) 1. Arian Tae-Jin LEE・University of California, Berkeley・Professor・2-1 2. Matt DOBBS・McGill University・Associate Professor・3-1 3. Eiichiro Komatsu・Max Planck Institute for Astrophysics・Director・6-1 4. Jacques DELABROUILLE・National Center for Scientific Research・ Research Director・5-1				
30年度の 研究交流活動	<p>LiteBIRD 計画は宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所における戦略的中型機科学衛星候補として、平成 27 年 7 月、ミッション定義の審査に通過した。平成 28 年 5 月に国際レビューを受け、9 月にはシステム要求を導くための Phase A1 審査を合格し、システム要求を検討する基本設計のフェーズへと進んだ。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た。平成 30 年度は、LiteBIRD のコラボレーション会議が 6 月にアメリカのボルダーで開かれた。また、ヨーロッパコンソーシアムによる会議が 4 月にドイツのミュンヘン、10 月にフランスのツールーズで開催された。</p> <p>LiteBIRD ではモンテカルロシミュレーションによるデータ解析を行い、実現性を検証する。このパイプラインの開発をフランス・ドイツ・アメリカ・イタリアの研究者と共同で行う。解析パイプラインの構築と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。海外の研究者とは毎週 TV 会議を行い、頻繁な情報交換を行っている。情報は LiteBIRD 専用の wiki ページに集約され、会議録とともに共有される。これまでの成果は、平成 30 年 10-12 月に宇宙科学研究所で行われた、Phase-A1 終了審査に提出する内部資料としてまとめられ、審査の対象になった。</p> <p>若手を含めた研究者を、LiteBIRD 関係の会議にアメリカ・ドイツ・フランスに総計 20 名×1 週間ほど派遣し、一部を本事業経費により支援した (6 名×1 週間程度)。海外からは相手国のマッチングファンド等ももちいてフランスなどの研究者を 6 名×1 週間ほど受け入れた。</p>				

<p>30年度の 研究交流活動 から得られた 成果</p>	<p>平成 30 年度においては、国際的な協力により、観測機器の仕様や較正精度への要求を評価し、ベースラインとなるデザインを構築した。前景放射除去に必要な周波数範囲とバンド数を確定し、系統誤差の要因を徹底的に洗い出した。原始重力波の強度に相当するスカラー・テンソル比の誤差について、前景放射を含めた統計誤差と系統誤差をそれぞれ算出し、総誤差を予備的な結果ではあるが評価した。また、衛星システムの設計、特に検出器・冷凍機システム・読み出しシステム・サービスモジュールの検討が進んだ。LiteBIRD 計画で鍵となる偏光変調器の開発も大幅に進み、実現性が見えてきた。以上の成果は、文章として総計 1000 ページでまとめられ、Phase-A1 審査会に提出された。最終的な審査結果は平成 31 年度初頭に発表される予定である。上記の文書の作成においては、LiteBIRD の国際的な研究活動によって得られた成果である。ドイツ・アメリカ・フランス・イギリス・イタリアにおいて国際的な会合を開き、その都度研究交流を行うことにより衛星設計に関する検討を進めてきた。Planck や WMAP といった前衛星計画で得られた Lessons Learned も取り入れることに成功した。</p>
---	--

整理番号	R-03	研究開始年度	平成 29 年度	研究終了年度	平成 31 年度
共同研究課題名	(和文) Simons Observatory での研究 (英文) Project "Simons Observatory"				
日本側代表者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(和文) 田島 治・京都大学・准教授・1-6 (英文) Osamu TAJIMA・Kyoto University・Associate Professor・1-6				
相手国側代表者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(英文) 1. Arian Tae-Jin LEE・University of California, Berkeley・Professor・2-1 2. Matt DOBBS・McGill University・Associate Professor・3-1 3. Luis CAMPUSANO・University of Chile・Professor・4-1 4. Jacques DELABROUILLE・National Center for Scientific Research・ Research Director・5-1				
30年度の 研究交流活動	Simons Observatory 実験では、予定したスケジュールでの観測開始実現に向けて、引き続きアメリカ側拠点との研究協力体制の強化を進めた。週に数回の zoom, uberconference 等のテレコンファレンスシステムを利用した遠隔会議を行ってきた。 6月18-20日には、世界中の共同研究者が一堂に会した全体会議をペンシルバニア州フィラデルフィアで開催し、6名の研究者が派遣された。 (本経費では1名派遣)				
30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	平成 29 年度に構築した概念設計に基づき、冷却光学系のメカニカル設計と試作、評価試験を行った。望遠鏡受信機の心臓部である曲低温光学筒の1号機を製作した。 メカニカル設計に際しては、個々のパーツを試作し、極低温冷却試験を行い、設計の正しさを実験検証しながら進めた。また、高い光学特性の確保に欠かせない「黒体」の開発も、3D プリンタを駆使した手法を発案し、評価試験によってその技術を確立した。 以上、プロジェクトの計画を遂行する上で重要なマイルストーンを達成した。次年度にはこれを受信機に組み込み、次々年度に観測をスタートする計画である。				

7-2 セミナー

整理番号	S-1 (中止・申請書提出済)
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業 「 」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “ ”
開催期間	平成 年 月 日 ~ 平成 年 月 日 (日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 中止のため該当なし (英文)
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号 (参加研究者 リストに記載している研究 者番号を記入)	(和文) 中止のため該当なし (英文) 中止のため該当なし
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号 (参加研究者 リストに記載している研究 者番号を記入) (※日本以外での開催の場 合)	(英文) 中止のため該当なし

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (国名)		備考
		A.	B.	
日本	A.			
	B.			
(国名)	A.			
	B.			
(国名)	A.			
	B.			
合計 <人/人日>	A.	0/0		
	B.	0		

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)

※人/人日は、2/14 (=2人を7日間ずつ計14日間派遣する) のように記載してくだ

さい。

※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、備考欄にその内訳等を記入してください。

セミナー開催の目的	中止のため該当なし		
セミナーの成果	中止のため該当なし		
セミナーの運営組織	中止のため該当なし		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容	金額
	( ) 側	内容	
	( ) 側	内容	

### 7-3 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

#### ①評価コメント（抜粋）：

共同研究 R-02 (LiteBIRD)、R-03(Simons Observatory)により新規に開拓した研究分野について効率的に経費を使用し、より交流を広げることの方策を具体化し、実行していくことを期待したい。

対応：

LiteBIRD, Simons Observatory 研究グループの共同研究者会議にそれぞれ本事業の参加者を送り交流を深めた

#### ②評価コメント（抜粋）：

学術的側面については、現時点で原著論文が 2 年間で 2 本と少ないが、今後は、原著論文などの科学成果創出がさらに加速すると期待出来る。

対応：

本年度は、Polar bear 実験の成果報告、Simons Observatory のサイエンスのホワイトペーパー、LiteBIRD 衛星計画の為の技術開発、解析手法など 5 本の論文を発表した

#### ③評価コメント（抜粋）：

意識的に海外から日本の流れを作り出すよう努力し、双方向の交流を目指すことが重要となるだろう。

対応：

各国で状況が大きく異なっている為、双方向の交流が行いにくい面もあるが、来年度にはチリからエンジニアが来日し共同研究を行い、これまで交流の少なかったドイツでセミナーを開催するなどを予定している。

## 8. 平成30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

先	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)	合計
日本	1		4 / 24 ( 0 / 0 )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	4 / 24 ( 0 / 0 )
	2		7 / 43 ( 0 / 0 )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	7 / 43 ( 0 / 0 )
	3		/ ( / )	/ ( / )	4 / 187 ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	4 / 187 ( 0 / 0 )
	4		1 / 4 ( / )	/ ( / )	7 / 119 ( / )	1 / 7 ( / )	/ ( / )	2 / 15 ( / )	11 / 145 ( 0 / 0 )
	計		12 / 71 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	11 / 306 ( 0 / 0 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	2 / 15 ( 0 / 0 )	26 / 399 ( 0 / 0 )
アメリカ	1	/ ( 6 / 30 )		/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 6 / 30 )
	2	/ ( 2 / 15 )		/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 2 / 15 )
	3	/ ( / )		/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )
	4	/ ( / )		/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )
	計	0 / 0 ( 8 / 45 )		0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 8 / 45 )
カナダ	1	/ ( 2 / 10 )	/ ( / )		/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 2 / 10 )
	2	/ ( / )	/ ( / )		/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )
	3	/ ( / )	/ ( / )		/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )
	4	/ ( 1 / 5 )	/ ( / )		/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 1 / 5 )
	計	0 / 0 ( 3 / 15 )	0 / 0 ( 0 / 0 )		0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 3 / 15 )
チリ	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 )
フランス	1	/ ( 2 / 5 )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )		/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 2 / 5 )
	2	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )		/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )
	3	/ ( 1 / 5 )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )		/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 1 / 5 )
	4	/ ( 6 / 30 )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )		/ ( / )	/ ( / )	0 / 0 ( 6 / 30 )
	計	0 / 0 ( 9 / 40 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )		0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 9 / 40 )
ドイツ	1	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )		/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )
	2	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )		/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )
	3	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )		/ ( / )	0 / 0 ( 0 / 0 )
	4	/ ( 2 / 15 )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )	/ ( / )		/ ( / )	0 / 0 ( 2 / 15 )
	計	0 / 0 ( 2 / 15 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )		0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 2 / 15 )
合計	1	0 / 0 ( 10 / 45 )	4 / 24 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	4 / 24 ( 10 / 45 )
	2	0 / 0 ( 2 / 15 )	7 / 43 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	7 / 43 ( 2 / 15 )
	3	0 / 0 ( 1 / 5 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	4 / 187 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	4 / 187 ( 1 / 5 )
	4	0 / 0 ( 9 / 50 )	1 / 4 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	7 / 119 ( 0 / 0 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	2 / 15 ( 0 / 0 )	11 / 145 ( 9 / 50 )
	計	0 / 0 ( 22 / 115 )	12 / 71 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	11 / 306 ( 0 / 0 )	1 / 7 ( 0 / 0 )	0 / 0 ( 0 / 0 )	2 / 15 ( 0 / 0 )	26 / 399 ( 22 / 115 )

### 8-2 国内での交流実績

第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	合計
36 / 39 ( / )	27 / 32 ( / )	0 / 0 ( / )	6 / 22 ( / )	69 / 93 ( 0 / 0 )

## 9. 平成30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	661,600	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	11,540,426	
	謝金	0	
	備品・消耗品 購入費	1,558,833	
	その他の経費	177,054	
	不課税取引・ 非課税取引に 係る消費税	912,087	
	計	14,850,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,485,000	研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。
合 計		16,335,000	