

## 研究拠点形成事業 平成 27 年度 実施計画書

- A. 先端拠点形成型、~~B. アジア・アフリカ学術基盤形成型~~ (※)  
(※ 該当しない交流形態を削除してください。)

### 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/eng/>

### 3. 採用期間

平成 27 年 4 月 1 日 ~ 平成 32 年 3 月 31 日

(1 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 斉

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) Universidad Católica

(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. 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3月に日本学術会議の『第22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2014)の重点大型研究計画27件のひとつに選ばれている。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、観測衛星実現に向けた若手育成のため、地上観測による共同研究プロジェクトPOLARBEARを行い、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。

## 6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

平成 27 年度から開始。

## 7. 平成 27 年度研究交流目標

### <研究協力体制の構築>

CMB 偏光精密観測プロジェクトは、最先端技術の粋を集めた装置、細心の注意を払った観測、複雑かつ膨大なデータ解析、人類の知の限界を試すような宇宙論的考察、が全てそろって成立するものである。これを一国で閉じて達成することは現実的ではない。本プログラムでは、お互いの拠点が得意とする分野を出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る。超伝導センサー、データ解析、データ読み出しなどの基盤技術については技術移転を含む密接な関係を築く。これは、東大 Kavli IPMU を中心とした全世界的な CMB 観測コンソーシアムの形成を意味する。CMB 観測分野の将来計画が他分野の大型計画との競争の中で適切なサポートを得ていくためには、この分野に携わる世界の研究者が相互サポートをする必要があり、このコンソーシアムはその役割を担う。

また、若手研究者が早期に外国人若手研究者と深く学問的、かつ人間的に交わる場となるような共同研究、研究交流体制とすることも、重要な目標である。チリ、アタカマ高地 (標高 5000m) における POLARBEAR 実験は極限状態における実験であり、国際協力なしには実験を遂行することはできない。若手研究者を成長させる機会である。

特に、平成 27 年度は、下記①～③を目標に進めていく。

- 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「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する。平成 27 年度は観測を継続しつつ、二台目の望遠鏡と検出器 (POLARBEAR-2) の開発を進める。
- ②日本の拠点で観測衛星をテーマに「JSPS インフレーション宇宙実証研究拠点形成国際会議」(以下では JSPS 国際会議) を開催し、衛星開発とその前哨となる地上観測について討議する。
- ③日本側の衛星計画若手プロジェクトマネージャーを抜擢し、各国際拠点を足踏し集中討議を行う。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) 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する。このために日本側拠点を中心とした「星形交流」を行う。

#### <学術的観点>

POLARBEAR プロジェクトでは平成 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、27 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るまでが 27 年度の目標である。

#### <若手研究者育成>

POLARBEAR プロジェクトでは、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ほぼ同時進行で行う。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、将来業界を背負って立つ研究者の育成に貢献できる。27 年度は、重力レンズに関する世界第一級の観測データの解析を通して、世界に名の通ったデータ解析及び物理解釈のエキスパートと、POLARBEAR-2 の開発を通して、超伝導センサー、データ読み出し、光学系及び冷却系という次世代の衛星計画で基盤となる各技術のエキスパートを育成する事を目指している。

#### <その他(社会貢献や独自の目的等)>

国際共同研究、日本での国際セミナー(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創っていく。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。

## 8. 平成27年度研究交流計画状況

### 8-1 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				
参加者数	日本側参加者数	11 名			
	(米国) 側参加者数	5 名			
	(カナダ) 側参加者数	3 名			
	(チリ) 側参加者数	3 名			
	(仏国) 側参加者数	9 名			
27年度の 研究交流活動 計画	① チリ・アタカマ高地における CMB 偏光の広天域観測、②観測データ解析の 為のパイプライン構築、③POLARBEAR-2 検出器の開発を軸として下記の通り 研究を行う。 ① POLARBEARは24年度より CMB 偏光観測をチリのアタカマ高地にて開始し、 空の大きさを $3^{\circ} \times 3^{\circ}$ という狭い範囲を集中的に観測するという手法で重力 レンズ効果による偏光 B モードの (CMB 偏光データのみを用いた) 直接観測を 世界で初めて実現した。26年度より、インフレーション起源の偏光 B モード の観測を目指して広天域観測を開始している。初期結果を出すのに十分なデ ータ収集を行うため 27年度も観測を継続する。観測はチリの拠点と共同で 推進する。 ② ①で述べた広天域観測を開始するにあたり、POLARBEAR では半波長板 (HWP) を用いた変調機構を主焦点に配置し、広天域を観測する際に問題とな る低周波ノイズを抑制している。ただし、HWP を用いる事で検出器の出力か ら偏光情報を得る手法が大きく変わるため、新たにデータ解析の為のソフト ウェアツール (パイプライン) が必要となる。データ解析を主導する日本の				

	<p>若手研究者を中心に、米国、フランスの拠点と共同で推進する。</p> <p>③ POLARBEAR プロジェクトでは、感度を大幅に向上し、かつ銀河等からの偽信号の強度を精度良く抑える為に複数の周波数帯域に感度を持たせた、新しい検出器 (POLARBEAR-2) の開発を行っている。27 年度は日本、アメリカ、カナダの拠点で行っている要素開発を完了し、日本の拠点で検出器のインテグレーションを行って、チリに輸送する事を予定している。</p>
<p>27 年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果</p>	<p>①研究交流活動を通して安定した広天域観測が実現すれば、インフレーション起源の偏光Bモード探索の初期の結果を発表するために十分なデータの取得が完了する見込みである。また、観測サイトにて機器の較正を行い、データ解析の際の系統誤差の評価に必要な基礎データの取得も期待出来る。</p> <p>②データ解析を主導する若手研究者が一堂に会して集中的に解析パイプラインの開発を行うことで、広天域観測データ解析のためのソフトウェアの準備が完了する見込みである。①で取得したデータの解析にも速やかに移行できる。また、半波長板を用いた変調機構は将来の衛星実験でも系統誤差抑制のために用いる予定であり、それに向けた知見が得られることも見込まれる。</p> <p>③POLARBEAR-2 検出器は、実現に向けて鍵となるいくつかの技術的課題を各国の拠点が分担して現在開発を行っている。最終的に開発が終了したかどうかの判断は、課題によっては別の拠点の開発要素と統合して試験をすることで判断できるものもあり、研究交流活動を通して行われる。27 年度中にすべての技術開発に関する原理検証が完了し、さらに全ての構成要素の統合が日本の拠点機関で行われ、その後チリに向けて輸送を完了する事が期待出来る。</p>

8-2 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 “
開催期間	平成 27 年 8 月 日 ～ 平成 27 年 8 月 日 (3 日間) ※
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本・千葉・東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構
	(英文) Japan・Chiba・The University of Tokyo
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 松村 知岳・宇宙航空研究開発機構・研究員
	(英文) Tomotake MATSUMURA・Institute of Space and Astronautical Science, Institute of Space and Astronautical Science・Researcher
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文)

参加者数



派遣先 派遣		セミナー開催国 (日本)
日本 〈人／人日〉	A.	40/ 120
	B.	
米国 〈人／人日〉	A.	5/ 25
	B.	
カナダ 〈人／人日〉	A.	5/ 25
	B.	
チリ 〈人／人日〉	A.	0/ 0
	B.	
フランス 〈人／人日〉	A.	5/ 25
	B.	
ドイツ 〈人／人日〉	A.	5/ 25
	B.	
合計 〈人／人日〉	A.	60/ 220
	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）

※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。

セミナー開催の目的	本プログラムに関わる日本側研究者及び相手国側研究者が本拠点に一同に介し、それぞれの研究成果の発信を行うとともに、本拠点構想や研究ビジョンの共有を主題に、最新研究状況を共有し、国際共同研究の加速を狙う。また、若手研究者が研究進捗報告や研究計画を発表する機会「デビュタントセミナー」を設けるとともに、本国際会議イベントにも積極的にかかわらせ、多様な能力を養う場とする。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。
-----------	---

期待される成果	事業初年度に、日本でセミナーを開催することで、多くの海外研究者と出会うことは、日本側若手研究者にとり今後の研究を進めていくうえで、有利に働く。また、ホームということで、本拠点構想に入る敷居を低くすることや、積極的に、オーガナイズの作法を学ぶことも可能になる。これらも含めて、本拠点のビジョンを世界に発信することが期待できる。	
セミナーの運営組織	組織委員長 片山伸彦(東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構) 運営委員長 松村知岳(宇宙航空研究開発機構) 運営委員 長谷川雅也(高エネルギー加速器研究機構) 運営委員 石野宏和(岡山大学) 運営委員 西野玄記(東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構) 事務局 東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構研究戦略室	
開催経費 分担内容	日本側	内容 会議費 国内旅費
	(アメリカ)側	内容 外国旅費
	(カナダ)側	内容 外国旅費
	(フランス)側	内容 外国旅費
	(ドイツ)側	内容 外国旅費

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

所属・職名 派遣者名	派遣・受入先 (国・都市・機関)	派遣時期	用務・目的等
東京大学・D2・ 関口繁之	仏・グルノーブル・WTC Congress Center	2015.7.19-25	Low temperature detector 参加
東京大学・M2・ Shibo SHU	仏・グルノーブル・WTC Congress Center	2015.7.19-25	Low temperature detector 参加
宇宙航空研究 開発機構・研究 員・松村知岳	仏・グルノーブル・WTC Congress Center	2015.7.19-25	Low temperature detector 参加
岡山大学・准教 授・石野宏和	仏・パリ・宇 宙天体物理学 研究院	2015.8.31-9.6	検出器、運用関連打合せ
宇宙航空研究 開発機構・研究 員・酒井和宏	米・カリフォルニア・UCB	2015.8.31-9.6	LiteBIRD への TES 検出器と読み出しの 対応に関する打合せ
宇宙航空研究 開発機構・開発 員・西城邦俊	米・カリフォルニア・UCB	2015.8.31-9.6	LiteBIRD への TES 検出器と読み出しの 対応に関する打合せ
国立天文台・研 究員・Agnes Dominjon	仏・リヨン・ Lyon convention center	2015.9.5-11	European Conference on Applied Superconductivity 参加
東京大学・D3・ 関根正和	仏・リヨン・ Lyon convention center	2015.9.5-11	European Conference on Applied Superconductivity 参加
宇宙航空研究 開発機構・研究 員・松村知岳	仏・リヨン・ Lyon ドイツ・ハノ ーバー・レー ザーツェント ルムハノーバ	2015.9.5-10 2015.9.11-14	European Conference on Applied Superconductivity 参加 レーザー加工に関する打合せ

	ー		
名古屋大・教授・杉山直	仏・オルセー・核物理研究所	2015.9.13-19	新しいアイデアに基づく宇宙論のための共同研究打合せ
名古屋大・講師・田代寛之	仏・オルセー・核物理研究所	2015.9.13-19	新しいアイデアに基づく宇宙論のための共同研究打合せ
国立天文台・准教授・関本裕太郎	オランダ・ノールトウェイク・欧州宇宙技術研究センター	2015.10.5-11	ESA Antenna Workshop on Antennas and RF Systems for Space Science 参加とSRON 打合せ
大阪府立大学・研究員・木村公洋	オランダ・ノールトウェイク・欧州宇宙技術研究センター	2015.10.5-11	ESA Antenna Workshop on Antennas and RF Systems for Space Science 参加とSRON 打合せ
総合研究大学院大学・D2・森太朗	イギリス・ポーツマス・ポーツマス大	2016.2.1-29	複数場インフレーションモデルの解析手法習得のため

8-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応  
該当なし

## 9. 平成27年度研究交流計画総人数・人日数

### 9-1 相手国との交流計画

派遣元	日本 〈人/人日〉	米国 〈人/人日〉	カナダ 〈人/人日〉	チリ 〈人/人日〉	フランス 〈人/人日〉	ドイツ 〈人/人日〉	オランダ 〈人/人日〉	イギリス 〈人/人日〉	合計 〈人/人日〉
日本 〈人/人日〉		12/ 181 ( )	0/ 0 ( )	1/ 30 ( )	8/ 61 ( )	1/ 5 ( )	2/ 14 ( )	1/ 29 ( )	25/320
米国 〈人/人日〉	( 5/ 25 )			( )		( )	( )	( )	0/ 0 (5/25)
カナダ 〈人/人日〉	( 5/ 25 )			( )		( )	( )	( )	0/ 0 (5/25)
チリ 〈人/人日〉	( 0/ 0 )	( )	( )		( )				0/ 0 (0/0)
フランス 〈人/人日〉	( 5/ 25 )			( )		( )	( )	( )	0/ 0 (5/25)
ドイツ 〈人/人日〉	( 5/ 25 )	( )	( )		( )				0/ 0 (5/25)
合計 〈人/人日〉	( 20/ 100 )	12/ 181 (0/0)	0/ 0 (0/0)	1/ 30 (0/0)	8/ 61 (0/0)	1/ 5 (0/0)	2/ 14 (0/0)	1/ 29 (0/0)	25/320 (20/100)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流する人数・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。

### 9-2 国内での交流計画

40/205    〈人/人日〉
------------------

10. 平成27年度経費使用見込み額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	1,774,000	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	11,187,000	
	謝金	0	
	備品・消耗品 購入費	0	
	その他の経費	500,000	
	外国旅費・謝 金等に係る消 費税	894,000	
	計	14,355,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,435,500	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		15,790,500	