

研究拠点形成事業 平成29年度 実施計画書

A. 先端拠点形成型

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	東京大学 宇宙線研究所
(米国) 拠点機関：	カリフォルニア工科大学
(ドイツ) 拠点機関：	マックスプランク研究機構
(英国) 拠点機関：	グラスゴー大学
(オランダ) 拠点機関：	原子物理学高エネルギー物理学研究所
(イタリア) 拠点機関：	ヨーロッパ重力観測所
(オーストラリア) 拠点機関：	西オーストラリア大学
(韓国) 拠点機関：	高麗大学
(中国) 拠点機関：	北京師範大学
(中国) 拠点機関：	上海師範大学
(台湾) 拠点機関：	国立清華大学
(インド) 拠点機関：	天文・宇宙物理共同利用機関
(ベトナム) 拠点機関：	ハノイ師範大学
(フランス) 拠点機関：	フランス国立科学研究センター

2. 研究交流課題名

(和文)： 重力波天文学の創成
(交流分野： 重力波天文学)

(英文)： Establishment of gravitational wave astronomy
(交流分野： Gravitational Wave Astronomy)

研究交流課題に係るホームページ：<http://gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/>

3. 採用期間

平成 25 年 4 月 1 日 ～ 平成 30 年 3 月 31 日
(5 年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：東京大学 宇宙線研究所

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名)：宇宙線研究所・所長・梶田隆章

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：宇宙線研究所・教授・川村静児

協力機関：東京大学、大学共同利用機関法人自然科学研究機構、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構、東京工業大学、独立行政法人産業技術総合研究所、大阪市立大学、大阪大学、電気通信大学、独立行政法人情報通信研究機構、富山大学、新潟大学、防衛大学校

事務組織：東京大学宇宙線研究所

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） California Institute of Technology

（和文） カリフォルニア工科大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）

（英文） Division of Physics, Mathematics and Astronomy ・ Professor ・

Rana ADHIKARI

協力機関：（英文） University of Florida

（和文） フロリダ大学

協力機関：（英文） Rochester Institute of Technology

（和文） ロチェスター工科大学

協力機関：（英文） University of Minnesota

（和文） ミネソタ大学

協力機関：（英文） Syracuse University

（和文） シラキュース大学

協力機関：（英文） Louisiana State University

（和文） ルイジアナ州立大学

協力機関：（英文） MIT

（和文） マサチューセッツ工科大学

協力機関：（英文） LIGO Laboratory

（和文） レーザー干渉計型重力波天文台研究所

経費負担区分（A型）： パターン1

（２）国名：ドイツ

拠点機関：（英文） Max Planck Society

（和文） マックスプランク研究機構

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：

（英文） Albert Einstein Institute ・ Senior Researcher ・ Harald LUECK

協力機関：（英文） Friedrich Schiller University Jena

（和文） フリードリヒ・シラー大学イェーナ

協力機関：（英文） Leibniz Universitaet Hannover

(和文) ハノーファー大学

経費負担区分 (A型) : パターン 1

(3) 国名 : 英国

拠点機関 : (英文) University of Glasgow

(和文) グラスゴー大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名) :

(英文) Institute for Gravitational Research・Professor・Sheila ROWAN

協力機関 : (英文) University of the West of Scotland

(和文) 西スコットランド大学

経費負担区分 (A型) : パターン 1

(4) 国名 : オランダ

拠点機関 : (英文) NIKHEF

(和文) 原子物理学高エネルギー物理学研究所

コーディネーター (所属部局・職・氏名) :

(英文) National Institute for Subatomic Physics・Professor・Jo VAN DEN BRAND

経費負担区分 (A型) : パターン 1

(5) 国名 : イタリア

拠点機関 : (英文) European Gravitational Observatory

(和文) ヨーロッパ重力観測所

コーディネーター (所属部局・職・氏名) :

(英文) Professor・Michele PUNTURO

協力機関 : (英文) University of Rome

(和文) ローマ大学

協力機関 : (英文) University of Sannio

(和文) サニオ大学

協力機関 : (英文) INFN

(和文) 核物理研究所

経費負担区分 (A型) : パターン 1

(6) 国名 : オーストラリア

拠点機関 : (英文) University of Western Australia

(和文) 西オーストラリア大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名) :

(英文) Faculty of Life and Physical Sciences・Professor・David BLAIR

協力機関 : (英文) University of Adelaide

(和文) アデレード大学
協力機関：(英文) Australian National University
(和文) オーストラリア国立大学
経費負担区分 (A型)： パターン1

(7) 国名：韓国

拠点機関：(英文) Korea University
(和文) 高麗大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：

(英文) Department of Physics・Professor・Tai Hyun YOON

協力機関：(英文) Inje University
(和文) 仁濟大学校

協力機関：(英文) Pusan National University
(和文) 釜山大学校

協力機関：(英文) Seoul National University
(和文) ソウル大学校

協力機関：(英文) Hanyang University
(和文) 漢陽大学校

協力機関：(英文) National Institute for Mathematical Sciences
(和文) 数理科学国立研究所

協力機関：(英文) Korea Institute for Science and Technology Information
(和文) 韓国科学技術情報研究院

協力機関：(英文) Myongji University
(和文) 明知大学校

協力機関：(英文) Sogang University
(和文) 西江大学校

経費負担区分 (A型)： パターン2

(8) 国名：中国

拠点機関：(英文) Beijing Normal University
(和文) 北京師範大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：

(英文) Astronomy・Professor・Zong-Hong ZHU

協力機関：(英文) Ting-Hua University
(和文) 清華大学

協力機関：(英文) University of Science and Technology of China
(和文) 中国科学技術大学

協力機関：(英文) The Chinese University of Hong Kong

(和文) 香港中文大学

経費負担区分 (A型): パターン2

(9) 国名: 中国

拠点機関: (英文) Shanghai Normal University

(和文) 上海師範大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名):

(英文) Shanghai United Center for Astrophysics・Professor・Xiang-Hua ZHAI

経費負担区分 (A型): パターン2

(10) 国名: 台湾

拠点機関: (英文) National Tsing-Hua University

(和文) 国立清華大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名):

(英文) Institute for Photonics Technologies・Professor・Shiuh CHAO

経費負担区分 (A型): パターン2

(11) 国名: インド

拠点機関: (英文) Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics

(和文) 天文・宇宙物理共同利用機関

コーディネーター (所属部局・職・氏名):

(英文) Astrophysics division・Professor・Sanjeev V. DHURANDHAR

協力機関: (英文) Indian Institute of Science Education and Research

(和文) インド科学教育研究所

協力機関: (英文) RRI

(和文) ラマン研究所

協力機関: (英文) CMI

(和文) チェンナイ数学研究所

協力機関: (英文) TIFR

(和文) タタ基礎研究所

協力機関: (英文) RRCAT

(和文) ラジャ・ラマンナ先端技術センター

協力機関: (英文) ICTS

(和文) 理論科学国際センター

経費負担区分 (A型): パターン2

(12) 国名: ベトナム

拠点機関: (英文) Hanoi National University of Education

(和文) ハノイ師範大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名) :

(英文) Department of Physics・Associate Professor・NGUYEN Quynh Lan

経費負担区分 (A型) : パターン2

(13) 国名 : フランス

拠点機関 : (英文) Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)

(和文) フランス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) Laboratoire des Matériaux Avancés (LMA)・Professor・Gianpietro

CAGNOLI

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

重力波は、アインシュタインの一般相対性理論により予言され、2015年9月に Advanced LIGO により初検出された。これは、地球から約13億光年離れたところで起こった、太陽の30倍程度の質量を持つブラックホール連星の合体から発生した重力波だった。この発見により、中性子星やブラックホールの連星合体、超新星爆発、パルサー、インフレーションなどについて重力波を用いて観測する、いわゆる重力波天文学が誕生した。

我々は、重力波天文学をより発展させていくために、大型低温重力波望遠鏡 KAGRA 計画を推進している。KAGRA は3kmの基線長を持ち、Advanced LIGO や Advanced Virgo などの重力波検出器の標準である第2世代技術に加えて、『地下設置による地面振動や重力場雑音の低減』、『低温鏡による熱雑音の低減』という、第3世代重力波検出器に必要な2つの特徴を持つ。

本研究拠点形成事業の目標は、(1) アメリカの LIGO グループと、KAGRA の第2世代技術を中心とする共同研究および、(2) ヨーロッパの第3世代検出器 ET 開発グループと KAGRA の第3世代技術を中心とする共同研究を行い、(3) アジア・オセアニア地域の各国の研究者に、KAGRA に本格的に参加していただくことにより、我が国と世界各国の研究教育拠点機関をつなぐ持続的な協力関係を確立し、世界の重力波ネットワークの中核的拠点、特にアジア・オセアニア地域における研究交流拠点を構築することである。また、これらの国々との双方向の研究者交流やワークショップの開催を通じて、次世代の重力波研究を担う若手研究者を育成する。そして、KAGRA を成功へと導き、重力波観測のネットワークに参加する。また本事業の終了後も中核的な国際研究交流拠点として継続的な研究交流を行い、重力波天文学のさらなる発展を目指していく。

6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

(1) アメリカの LIGO グループと、KAGRA の第2世代技術および Advanced LIGO の技術を中心とする共同研究を主に双方向の研究者の交流により引き続き行った。特に、

KAGRA では、bKAGRA 用のレーザー安定化システムの開発を行っており、一方 Advanced LIGO ではレーザー安定化システムの重要な要素であるプリ・モードクリーナーの改造に取り組んでいた。そこで、日本の研究者が Advanced LIGO のプリ・モードクリーナーの改造に協力するとともに、LIGO の研究者には日本を訪問してレーザー安定化システムの開発に協力していただいた。また、入射光学系のハイパワー電気光学素子の共同開発を行い、最終的に bKAGRA で使うハイパワー電気光学素子を完成させることができた。また、双方の検出器の防振システムに存在するクラックリング雑音に関する共同研究も継続して行った。さらに低温技術、量子雑音の低減などに関する第 3 世代技術の開発に関しても情報交換などが行われた。また、KAGRA と LIGO のそれぞれのコラボレーション会議にお互いの研究者を派遣し、双方の現状報告を行い、今後の研究協力について議論した。特に、Advanced LIGO のコミッショニングについてのノウハウを KAGRA 側に教えていただいた。

(2) ヨーロッパの第 3 世代検出器 ET 開発グループと、KAGRA の第 3 世代技術を中心とする共同研究を引き続き行った。特に、熱雑音の低減を目指した極低温サファイア技術や冷却技術などを主テーマとして、積極的な交流・協力を行った。具体的にはイタリアやイギリスとサファイア接合およびサファイア・サスペンションについて研究協力を実施し、また、イタリアとはクライオスタットの振動計測で共同研究を実施した。オランダ及びイギリスとは、LIGO パイプラインによる連星合体重力波のパラメータ推定について技術的な交流を行った。また、ドイツで行われた熱雑音に関するサマースクールに KAGRA から研究者および 5 名の大学院生が参加し熱雑音低減に関する議論を行った。本サマースクールは今回で 4 回目を数えるもので、日独の学生および研究者の交流を促し、KAGRA と ET の知見を交換する貴重な場となっている。また、イタリアで開かれた、ワークショップ GWADW に KAGRA から多数の研究者、大学院生が参加し、主として第 3 世代の干渉計技術に関する議論を行った。また KAGRA と Virgo のそれぞれのコラボレーション会議にお互いの研究者を派遣し、双方の現状報告を行い、今後の研究協力について議論した。特に、Advanced LIGO のコミッショニングについてのノウハウを KAGRA 側に教えていただいた。イギリスで行われた ET 会議にも KAGRA から大学院生が参加し、KAGRA と ET との共同研究に関する議論を行った。

(3) アジア・オセアニア地域の各国の研究者との KAGRA に関する共同研究を引き続き行った。韓国との間では、彼らが開発したチルト・センサーを、KAGRA のサイトでテストした。チルト・センサーは、マッハツェンダー干渉計タイプの計測器でターゲットの傾きを高い感度で計測する新しいセンサーである。韓国側の研究者 2 名が 2 度来日し、KAGRA 側の研究者と協力してインストレーションと計測を行った。チルト計測のターゲットは、KAGRA のモードクリーナーの 3 つあるミラーのうちのひとつである。実験ではチルト・センサーが正しくミラーの傾きを計測できることを示した。また現在用いられているオプティカル・レバーと呼ばれる傾きセンサーより、高周波で感度が良いことを実証した。実験結果は論文として発表予定である。また、韓国の研究者と協力して、iKAGRA の運転データを韓国のサイトに複製保管した。また、韓国で行われた First International Workshop on KAGRA に KAGRA から多数の研究者、大学院生が参加し、KAGRA の共同研究に関する

議論を行った。中国からは大学院生が来日し、前年度から引き続き KAGRA の防振システムのクラックリング雑音の研究に数か月間参画し、第 2 段階の実験を完了させた。また、中国で開かれた Second International Workshop on KAGRA に KAGRA から多数の研究者、大学院生が参加し、KAGRA の共同研究に関する議論を行った。台湾に関しては、台湾のポスドク 1 名が東大宇宙線研究所柏キャンパスおよび、高エネルギー加速器研究機構に 10 月から 1 月にかけて長期滞在し、極低温懸架系の開発研究活動に従事した。また、台湾では KAGRA Tier1 データセンターとして、iKAGRA 観測以降のデータを定常的にミラーして、データの保全に努めている。そして、これに関連する議論などで、台湾の研究者が KAGRA を訪問した。また iKAGRA 観測シフトでは、台湾から数名が参加するとともに、KAGRA の国内会議にも複数回参加した。オーストラリアに関しては、オーストラリアの研究者を東工大に招へいして共同研究した内容をもとに、東工大の大学院生が西オーストラリア大を訪問し、共同研究を行った。その結果として、KAGRA のアウトプット・モード・クリーナの懸架系開発を加速的に進めることができた。インドに関しては引き続きデータ解析の研究協力が行われた。ベトナムに関しては、KAGRA の研究者が先方を訪問し、まず、国際協力や学生の学位取得の援助を通じた、KAGRA への研究参加支援の可能性について議論した。その後、薄膜コーティングを専門とする研究者と、第三世代重力波望遠鏡の鏡に必要な薄膜コーティング技術の可能性について議論した。さらに、大学院学生の学位取得のため、数ヶ月だけ日本で研究活動を行い、その成果でベトナムの学位を取得する可能性について議論した。

以上の研究交流活動により、我が国と欧米の研究教育拠点機関をつなぐ持続的な協力関係を一段と強固なものにし、また、世界の重力波ネットワークの中核的拠点、特にアジア・オセアニア地域における研究交流拠点としての活動をさらに充実させることに成功した。

7. 平成 29 年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

(1) アメリカの LIGO は現在、第 2 世代検出器 (Advanced LIGO) の目標感度の 3 分の 1~2 分の 1 が達成されたところであり、現在は第 2 回目の観測を行っているところである。観測のあとはノイズハンティングを行い、さらに感度の向上を目指していく予定である。KAGRA と Advanced LIGO には、レーザー技術、干渉計技術、制御システム、データ取得システムなど共通技術が多く、お互いの優れた点や経験を共有することにより、それぞれの装置の信頼性や完成度が高まることが期待できる。これらに関する共同研究を、主に双方向の研究者交流により継続していく。また、第 2 世代技術に関する共同研究も引き続き行っていく。さらに、第 3 世代技術の開発に関しても、KAGRA の特に低温技術や量子雑音についての共同研究を継続して行っていく予定である。

(2) ヨーロッパのドイツ、英国、イタリア、オランダ、フランスでは第 3 世代検出器 ET の準備研究が進められている。これらの研究者と第 3 世代技術を中心とする共同研究を双方向の人材交換により引き続き行っていく。イタリアの第 2 世代検出器 Advanced Virgo

は現在、観測に向けて最終段階のコミッショニングが行われているところでありそれに関する研究者交流も行う。

(3) アジア・オセアニア地域の各国の研究者を、KAGRA に質・量ともによりよい形で参加していただくよう引き続き努力していく。韓国については、強固な研究協力体制のもと双方向の研究者交流によりこれを行っていく。特に KAGRA で実際に使うものの開発に力を入れる。中国に関しては、主に大学院生を日本に招へいすることにより引き続き共同研究を進める。台湾に関しては、宇宙線研究所および高エネルギー加速器研究機構と MOU を結び、データ解析や低温懸架システムに関する共同研究を行い、より多くの研究者に KAGRA に参加していただく。また、台湾の若手研究者に日本に来てもらい共同研究を行う。オーストラリアについては、KAGRA の装置に関する共同開発を進める。インドとは、データ解析について共同研究を進めていく。ベトナムともデータ解析などについて共同研究を進めていく。

<学術的観点>

KAGRA は、前年度中に第一段階の Initial KAGRA の試験運転を終了させ、最終段階の baseline KAGRA のインストレーションを行ってきた。今年度は低温マイケルソン干渉計の動作と観測を目指していく。それに伴って以下のような研究交流を行う予定である。

(1) 先行するアメリカの LIGO グループから、引き続きインストレーションの手順や特に気を付けるべき点などを学び、その経験を KAGRA に応用することにより、最終段階の装置のインストレーションをスムーズに行うことが期待できる。特に防振システムのクラッキング雑音の研究や量子雑音に関する共同研究を推し進めていく。また、LIGO との間で、重力波ネットワーク観測に影響を与える環境雑音の洗い出しとその対策、また各観測点での環境雑音の影響を調べ、その知見を共有し、より安定した重力波観測ネットワークを構築する。

(2) 第3世代検出器にとっては、『地下設置による地面振動や重力場雑音の低減』、『低温鏡による熱雑音の低減』が必要不可欠の技術であることから、KAGRA の当該技術に関する共同研究を、引き続き主に双方向の研究者交流により行う。これにより、KAGRA の地下および低温の技術をより確かなものにすることができ、最終段階の装置である baseline KAGRA をより信頼性の高いものにすることが可能となる。特に、極低温サファイア技術関係では、イタリアの研究者を宇宙線研の雇用経費を財源として客員教員として迎え、夏に日本に招いてサファイア接合を実施する予定である。これらの研究交流から、KAGRA 低温懸架系 2 セットをインストールする。また、ドイツとは ET の研究および GEO-HF のアップグレードに関する研究で交流を進めていく予定である。また、Virgo と共に、重力波ネットワーク観測に影響を与える環境雑音の洗い出しとその対策、また各観測点での環境雑音の影響を調べ、その知見を共有し、より安定した重力波観測ネットワークを構築する。

(3) アジア・オセアニア地域の各国の研究者に、baseline KAGRA に関する開発に参加していただいたり、実際の現場で KAGRA のインストレーションに参加していただいたりすることにより、装置の建設を迅速に進めていく。韓国との間では、チルト・センサー

を高感度を保ったままより安価に制作し、インプット・モード・クリーナーのすべてのミラーにインストールする。このセンサーをインプット・モード・クリーナー共振器制御の総合的なシステムの一つとして、各ミラーの傾き計測を行い、ミラーの振り子を利用したミラー揺れのダンピングや、インプット・モード・クリーナー共振器の動作点引き込みの安定化を行う。また、KAGRA の新しい主データ保管装置に対応したデータ転送ならびに複製保管の方針をさだめ、ソフトウェアによるデータ転送の仕組みを更新する。また、主に多変量解析による偽検出率の低減法の共同開発を進め、iKAGRA 試験観測データを用いた重力波探査に、偽検出率低減法を適用していく。中国との間ではデータ解析に関する共同研究を行う。台湾に関しては、重力波干渉計のキャリブレーション、及びデータ解析等を中心に研究活動と研究交流を深めていく。また、KAGRA の新しい主データ保管装置に対応したデータ転送ならびに複製保管の方針をさだめ、ソフトウェアによるデータ転送の仕組みを更新する。さらに、極低温冷却技術および低温懸架系制御技術では台湾から引き続き研究員を受け入れて KEK および神岡を拠点として共同研究を実施する予定である。オーストラリアとは引き続きアウトプット・モード・クリーナーの懸架系の開発で交流を進めていく予定である。インドに関しては、データ解析について、コンパクト連星合体重力波解析やラジオメトリに関して技術的な交流を行う予定である。ベトナムに関しては、重力波の理論、検出器、データ解析などについての共同研究を進めていく。

<若手研究者育成>

(1) 若手研究者、特に大学院生を、アメリカの LIGO グループに派遣して共同研究を行うことにより、LIGO の技術を学んでもらい、それを KAGRA の建設に役立ててもらおう。特に今年度は、LIGO は第 2 回の観測後に高度なノイズハンティングを行う予定であるので、その手法を学んでもらう。また、第 3 世代技術の開発に関する共同研究により若手の技術を高める。

(2) ヨーロッパの研究機関からの研究者と共同研究を行うことにより、第 3 世代技術を習得してもらい、それを baseline KAGRA の設計に役立ててもらおう。特に、低温懸架システムの開発は非常に重要な段階であるので引き続きこれを中心に行う。これと並行して、Advanced Virgo との間で、若手研究者の交流も行う。

(3) アジア・オセアニア地域の各国の若手研究者に、KAGRA に本格的に参加していただくことにより、彼らを将来のアジア・オセアニア地域の重力波研究を担うことのできる研究者へと育てていく。特に、大学院生に将来 KAGRA に参加していただくことも視野に入れてこれを行う。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

本共同研究で得られた研究成果を、インターネット、一般講演会、研究機関の一般公開、新聞・雑誌などを通じて広く社会に伝えていく。

8. 平成29年度研究交流計画状況

8-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成 25 年度	研究終了年度	平成 29 年度
研究課題名	(和文) 重力波天文学の創成 (英文) Establishment of gravitational wave astronomy				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 川村静児・東京大学宇宙線研究所・教授 (英文) Seiji KAWAMURA・Institute for Cosmic Ray Research・The University of Tokyo, Professor				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	(英文) Rana ADHIKARI・California Institute of Technology・Professor Harald LUECK・Max Planck Society・Senior Researcher Sheila ROWAN・University of Glasgow・Professor Jo VAN DEN BRAND・NIKHEF・Professor Michele PUNTURO・European Gravitational Observatory・Professor David BLAIR・University of Western Australia・Professor Tai Hyun YOON・Korea University・Professor Zong-Hong ZHU・Beijing Normal University・Professor Xiang-Hua ZHAI・Shanghai Normal University・Professor Shiuh CHAO・National Tsing-Hua University・Professor Sanjeev V. DHURANDHAR・Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics・Professor NGUYEN Quynh Lan・Hanoi National University of Education・Associate Professor Gianpietro CAGNOLI・Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)・Professor				
29年度の 研究交流活動 計画	1. Advanced LIGO への研究者の派遣を行う。特に若手研究者（大学院生を含む）1名を1か月の期間にわたり派遣し、コミッショニングに参加させる。また、研究者1名を2週間程度派遣し、第3世代検出器に関する共同研究も行う。また、アメリカで開催される重力波の国際会議にKAGRAから数名を派遣しコミッショニングや第3世代技術に関する議論を行う。LIGOの研究者1～2名にKAGRAに来ていただきKAGRAのコミッショニングに参加していただく。 2. ETとの研究者の双方向交流による第3世代検出器に関する共同研究を行う。特に研究者1名を1週間の期間にわたりイタリアへ派遣し、低温技術等に関する共同研究を行う。また、若手研究者（大学院生を含む）1名を1か				

	<p>月の期間にわたり Advanced Virgo に派遣し、コミッショニングに参加させる。また、フランスで開催される重力波の国際会議(GWPAW, Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop)に KAGRA から 1 名を派遣し、データ解析に関する議論を行う。また、ET の研究者 1~2 名に KAGRA に来ていただき KAGRA のコミッショニングに参加していただく。</p> <p>3. 韓国との KAGRA で使うシステムや手法に関する共同研究を行う。特にチルトセンサーの開発に関して、KAGRA の研究者が 1 名 1 週間程度韓国を訪れ、またチルトセンサーの KAGRA へのインストレーションのために、韓国の研究者 2 名が 2 週間程度 KAGRA を訪れる。</p> <p>4. 中国に、研究者 1 名 1 週間派遣し、各種共同研究に関する打ち合わせを行う。また中国の研究者（大学院生を含む）2 名 2 週間程度 KAGRA に招へいし、データ解析や防振システムに関する共同研究を行う。</p> <p>5. 台湾で行われる KAGRA に関するワークショップに KAGRA から約 10 名を派遣し、低温システムや較正システムその他の共同研究に関する議論を行う。また、台湾の若手研究者 2 名を各 2 か月間以上招聘し、上記の共同研究を進める。</p> <p>6. オーストラリアで行われる重力波の国際会議(GWADW, Gravitational-wave Advanced Detector Workshop)に、KAGRA の研究者を数名派遣し、出射モードクリーナーの防振システムなどの共同研究について議論する。</p> <p>7. インド・ベトナムに、それぞれ KAGRA の研究者を 1 名 1 週間程度派遣しデータ解析等に関する共同研究を進める。</p> <p>8. これらの共同研究を進める上でメールや skype 等を用いて定期的に情報交換を行う。またセミナーの際には進捗状況を直接確認する機会を設ける。</p>
<p>29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. Advanced LIGO への研究者の派遣により、baseline KAGRA のインストレーションがスムーズに行われる。</p> <p>2. ET との研究者の双方向交流により、baseline KAGRA の特に低温懸架システムについて KAGRA にインストールすることができる。</p> <p>3. 韓国との共同研究により baseline KAGRA の開発とインストレーションを加速する。</p> <p>4. 中国との共同研究によりデータ解析をより有効に行える。</p> <p>5. 台湾でとの共同研究により低温懸架システムやキャリブレーションの進展が期待できる。</p> <p>6. オーストラリアとの共同研究によりアウトプット・モード・クリーナーの設計が確立できる。</p> <p>7. インド・ベトナムとの共同研究により KAGRA 全般の技術の底上げが行われる。</p> <p>8. アジア諸国の研究者の招へい、特に若手研究者（大学院生を含む）を数</p>

	<p>か月以上の期間にわたる招へいし、KAGRA のための開発研究を行ってもらい、将来のアジア地域の重力波研究を担う若手研究者の育成を行う。</p> <p>9. 重力波に関する国際会議での成果発表を行い、それらに関する議論を通して、研究状況の客観的評価を行い今後の進め方を議論し決定する。</p>
--	--

8-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「第3回 KAGRA 国際ワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “3rd KAGRA international workshop”
開催期間	平成 29年 5月 21日 ~ 平成 29年 5月 22日(2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 台湾、台北市、中央研究院
	(英文) Taiwan, Taipei, Academia Sinica
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 川村静児・東京大学宇宙線研究所・教授
	(英文) Seiji KAWAMURA・Institute for Cosmic Ray Research・The University of Tokyo・Professor
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) Sadakazu HAINO・Academia Sinica・Associate Research Fellow

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (台湾)	
	A.	B.
日本 〈人/人日〉	A.	10/ 20
	B.	
台湾 〈人/人日〉	A.	10/ 20
	B.	20 40
中国 〈人/人日〉	A.	5/ 10
	B.	
韓国 〈人/人日〉	A.	4/ 8
	B.	
アメリカ 〈人/人日〉	A.	1/ 4
	B.	
ドイツ 〈人/人日〉	A.	1/ 4
	B.	
オランダ 〈人/人日〉	A.	1/ 4
	B.	
合計 〈人/人日〉	A.	32/ 70
	B.	20

- 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>本セミナーは、昨年度から開催された「KAGRA 国際ワークショップ」の第3回である。参加国は開催国(アジアのいずれかの国)を中心に主にアジアの各国の参加が見込まれるものである。また、欧米豪からも若干の参加者が見込まれる。本セミナーの目的は、現在継続中の共同研究についての進捗状況の発表を行い、それらに関する議論を通して、研究状況の客観的評価を行い、今後の進め方を議論し決定することである。さらに、今後のアジアの若手研究者の招へいについても、日程や実験の詳細についての検討をおこなう。</p>			
<p>期待される成果</p>	<p>本ワークショップの開催により、特にアジア各国との共同研究をより一層進めることができる。特に台湾からは、昨年度から多くの研究者が KAGRA に新規参加している。中央研究院はキャリブレーションサブシステムを担当して、輻射圧キャリブレータの開発などを台湾の研究者を中心に行っているとともに、Tier1 データセンターとして、iKAGRA 観測以降のデータを継続的にミラーしてデータの保全に努めている。また、台湾師範大学を中心としたグループはデータ解析に関して日本と共同研究を進めようとしている。これらのことから、本セミナーの開催が KAGRA の成功に寄与するであろうことが期待できる。また、本セミナーによりアジアの若手研究者の招へいをスムーズそしてタイムリーに行うことが可能となる。</p>			
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>日本とアジア各国そしてヨーロッパから数名出し合い、Scientific Organizing Committee (SOC)を組織する。プログラムの設定はSOC が中心になって行う。また、会場などの担当は、台湾側研究者数名による Local Organizing Committee (LOC)が行う。</p>			
<p>開催経費 分担内容</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">日本側</td> <td style="width: 40%;">内容 日本研究者の渡航費</td> <td style="width: 40%;">金額 800,000 円</td> </tr> </table>	日本側	内容 日本研究者の渡航費	金額 800,000 円
日本側	内容 日本研究者の渡航費	金額 800,000 円		

	(台湾) 側	内容 日本研究者の滞在費
	(中国) 側	内容 中国研究者の渡航費・滞在費
	(韓国) 側	内容 韓国研究者の渡航費・滞在費
	(アメリカ) 側	内容 アメリカ研究者の渡航費・滞在費
	(ドイツ) 側	内容 ドイツ研究者の渡航費・滞在費
	(オランダ) 側	内容 オランダ研究者の渡航費・滞在費

セミナー

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「第4回 KAGRA 国際ワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “4th international workshop on KAGRA”
開催期間	11月(2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 中国、香港、香港中文大学
	(英文) China, Hong Kong, The Chinese University of Hong Kong
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 川村静児・東京大学宇宙線研究所・教授
	(英文) Seiji KAWAMURA・Institute for Cosmic Ray Research・The University of Tokyo・Professor
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) Tjonnie LI・The Chinese University of Hong Kong・Assistant Professor

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (中国)	
日本 〈人／人日〉	A.	10/ 20	
	B.		
中国 〈人／人日〉	A.	15/ 30	
	B.		
韓国 〈人／人日〉	A.	6/ 12	
	B.		
台湾 〈人／人日〉	A.	4/ 8	
	B.		
合計 〈人／人日〉	A.	35/ 70	
	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	本セミナーは、前年度から開催されている「KAGRA 国際ワークショップ」の第4回である。参加国は開催国（アジアのいずれかの国）を中心に主にアジアの各国の参加が見込まれるものである。また、欧米豪からも若干の参加者が見込まれる。本セミナーの目的は、現在継続中の共同研究についての進捗状況の発表を行い、それらに関する議論を通して、研究状況の客観的評価を行い、今後の進め方を議論し決定することである。さらに、今後のアジアの若手研究者の招へいについても、日程や実験の詳細についての検討をおこなう。
期待される成果	本ワークショップの開催により、特にアジア各国との共同研究をより一層進めることができ、本セミナーの開催が KAGRA の成功に寄与するであろうことが期待できる。また、本セミナーによりアジアの若手研究者の招へいをスムーズそしてタイムリーに行うことが可能となる。

セミナーの運営組織	日本とアジア各国そして日米豪から数名出し合い、Scientific Advisory Committee (SAC)と Scientific Organizing Committee (SOC)を組織する。プログラムなどの設定はSOCが中心になって行う。また、会場等の担当は開催国側研究者数名による Local Organizing Committee (LOC)が行う。	
開催経費 分担内容	日本側	内容 日本研究者の渡航費 金額 800,000 円
	(中国)側	内容 日本研究者の渡航費
	(韓国)側	内容 韓国研究者の渡航費・滞在費
	(台湾)側	内容 台湾研究者の渡航費・滞在費

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外の交流（日本国内の交流を含む）計画を記入してください。

特になし

8-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

以下の各項目において中間評価の指摘事項に従った。

1. アジア諸国からの学生やポスドクのより長期的な受け入れを行うことにした。
2. 「KAGRA 国際ワークショップ」を年間2回行う。
3. アジア・オセアニア諸国との間の共同研究を具体的に進めていく。

9. 平成29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

派遣先 派遣元	日本 〈人/人日〉	米国 〈人/人日〉	ドイツ 〈人/人日〉	英国 〈人/人日〉	オランダ 〈人/人日〉	イタリア 〈人/人日〉	オーストラリア 〈人/人日〉	韓国 〈人/人日〉	中国(北京) 〈人/人日〉	中国(上海) 〈人/人日〉	台湾 〈人/人日〉	インド 〈人/人日〉	ベトナム 〈人/人日〉	フランス 〈人/人日〉	合計 〈人/人日〉
日本 〈人/人日〉	()	8/112 (6/40)	1/7 ()	2/14 ()	1/7 ()	2/14 ()	5/35 (5/35)	1/7 ()	11/27 ()	1/5 ()	10/30 ()	1/8 ()	1/8 ()	1/7 ()	2/15 (0/0)
米国 〈人/人日〉	(1/30)	()	()	()	()	()	()	()	()	()	(1/4)	()	()	()	0/0 (1/30)
ドイツ 〈人/人日〉	(1/7)	()	()	()	()	()	()	()	()	()	(1/4)	()	()	()	0/0 (1/7)
英国 〈人/人日〉	(1/7)	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	0/0 (1/7)
オランダ 〈人/人日〉	(1/7)	()	()	()	()	()	()	()	()	()	(1/4)	()	()	()	0/0 (1/7)
イタリア 〈人/人日〉	(1/60)	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	0/0 (1/60)
オーストラリア 〈人/人日〉	(1/14)	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	0/0 (1/14)
韓国 〈人/人日〉	10/123 ()	()	()	()	()	()	()	()	(6/12)	()	(4/8)	()	()	()	10/123 (0/0)
中国(北京) 〈人/人日〉	7/52 ()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	(5/10)	()	()	()	7/52 (0/0)
中国(上海) 〈人/人日〉	1/5 ()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	1/5 (0/0)
台湾 〈人/人日〉	12/86 ()	()	()	()	()	()	()	()	(4/8)	()	()	()	()	()	12/86 (0/0)
インド 〈人/人日〉	2/28 ()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	2/28 (0/0)
ベトナム 〈人/人日〉	1/6 ()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	1/6 (0/0)
フランス 〈人/人日〉	(1/7)	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	0/0 (1/7)
合計 〈人/人日〉	33/300 (7/132)	8/112 (6/40)	1/7 (0/0)	2/14 (0/0)	1/7 (0/0)	2/14 (0/0)	5/35 (5/35)	1/7 (0/0)	11/27 (10/20)	1/5 (0/0)	10/30 (12/30)	1/8 (0/0)	1/8 (0/0)	1/7 (0/0)	35/315 (7/132)

※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

15/45 <人/人日>

10. 平成29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	5,350,000	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	9,000,000	
	謝金	100,000	
	備品・消耗品購入費	100,000	
	その他の経費	700,000	国際会議の参加登録費を含む
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	750,000	外国旅費及びその他経費に含まれる国際会議参加登録費が不課税分取引の対象となる支出
	計	16,000,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,600,000	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		17,600,000	