

大型研究計画に関する進捗評価について（報告）

「大型低温重力波望遠鏡（KAGRA）計画」

平成28年12月6日

科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会
学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会

目 次

はじめに	1
「大型低温重力波望遠鏡（KAGRA）計画」について	
1. 進捗評価の実施方法	2
2. 計画の概要	3
(1) 概要と主な内容	
(2) 施設整備	
(3) 実施体制	
(4) 年次計画及び予算規模	
3. 計画の進捗状況	7
(1) 地下大型レーザー干渉計の建設	
(2) 社会や国民からの支持を得るための取組、情報発信の状況	
4. 計画の進捗評価と今後の留意点	8
(1) 計画の進捗状況を踏まえた評価	
(2) 今後の事業の推進に当たっての留意点	
科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会 委員等名簿	13

はじめに

文部科学省においては、学術研究の大規模プロジェクトへの安定的・継続的な支援を図るべく、平成24年度に「大規模学術フロンティア促進事業」を創設した。

この事業は、世界が注目する大規模プロジェクトについて、「学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想 ロードマップの策定」¹等に基づき、社会や国民の幅広い理解・支持を得つつ、国際的な競争・協力に迅速かつ適切に対応できるよう支援し、戦略的・計画的な推進を図ることを目的としている。

各プロジェクトの推進に当たっては、本作業部会が「大規模学術フロンティア促進事業の年次計画（以下、「年次計画」という。）」を作成し、進捗管理を行っているところである。「大型低温重力波望遠鏡（KAGRA）計画」の年次計画においては、留意事項として、「地下大型レーザー干渉計が完成し、観測を開始する前に、実験計画等の進捗評価を実施する」ことが記載されており、このたび本作業部会において進捗評価を実施した。

進捗評価に当たっては、関係分野の専門家の助言を得つつ、委員による研究現場の状況を確認するための現地調査、ヒアリング及びそれらを踏まえた審議を実施し、評価結果を取りまとめた。

¹ 本作業部会は、平成26年2月、日本学術会議が策定した「マスタープラン2014」を踏まえ、学術研究の大型プロジェクト推進に当たっての優先度を明らかにする観点から、学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想「学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想 ロードマップの策定—ロードマップ2014—」を取りまとめた。

URL http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/1351171.htm

「大型低温重力波望遠鏡（KAGRA）計画」について

1. 進捗評価の実施方法

現地調査・ヒアリング

進捗評価に当たっては、研究現場の状況を確認するとともに、調査後の意見交換や若手研究者などからの意見聴取を通じて、より丁寧な状況把握に努めることとし、下記のとおり、作業部会委員及びアドバイザー総数12名が岐阜県飛騨市神岡町にある宇宙線研究所重力波観測研究施設を訪問し、調査を行った。

(1) 日時 平成28年10月12日（水）9：55～17：10

(2) 参加委員（敬称略）

本現地調査に参加した作業部会委員等は、以下のとおり。（○現地調査の主査）

作業部会委員：伊藤早苗、井本敬二、川合知二、小林良彰、瀧澤美奈子、

○永宮正治、松岡彩子、山中佳子、横山広美

アドバイザー：井上邦雄、藏重久弥、中野貴志

(3) 概要

・実施責任機関からのヒアリング（30分）

計画の概要、進捗状況などについて、実施責任機関から説明を聴取した後、質疑応答を行った。

【説明者】梶田隆章 宇宙線研究所長、大橋正健 重力波観測研究施設長、

川村静児 重力波観測研究施設教授、齋藤芳男 重力波観測研究施設特任教授

・現地調査（40分）

大型低温重力波望遠鏡（KAGRA）設置場所において、レーザー干渉計の構造、低温鏡システム、防振対策、地下水対策などについての説明を受け、状況の確認を行った。その後、データ収集・解析棟において、レーザー干渉計の制御方法についての説明を受け、状況の確認を行った。

・若手研究者からのヒアリング（40分）

干渉計のデジタル制御、制御システムの構築、観測データの解析、低温鏡開発を担当する若手研究者から、研究現場で感じている課題などについてヒアリングを実施し、意見交換を行った。

・現地調査後の実施責任機関との意見交換（30分）

年次計画に盛り込まれているレーザー干渉計設置状況、地下水対策、重力波に関する国際状況や今後の計画推進などの具体策について、忌憚のない意見交換を行った。

・まとめ（15分）

現地調査を踏まえた研究の進捗状況についての確認を行い、その後、今後の計画方策や研究推進に当たっての留意点などを検討し、その結果概要を実施責任機関へ伝達した。

学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会での審議

(1) 日時 平成28年12月6日（火）13：00～15：00

(2) 概要 進捗評価報告書（案）の審議

2. 計画の概要

(1) 概要と主な内容

KAGRA計画は、岐阜県飛騨市の神岡鉱山の地下に、一辺の長さがそれぞれ3 kmあるレーザー干渉計などで構成される大型低温重力波望遠鏡（以下「KAGRA」という。）を設置し、アインシュタインの一般相対性理論で予言されている重力波を観測することによって、重力波天文学の創成に貢献しようとする計画である。

重力波とは、周囲の時空をゆがめるような非常に重たい天体が加速しながら動くときに起こす波のことである。「時空のさざ波」と形容されるように極微な波であり、その検出は極めて難しいとされているが、平成27年9月14日、米国が設置した重力波望遠鏡「LIGO」によって、連星ブラックホール合体イベントで発生した重力波の信号を世界で初めて観測することに成功した。

KAGRAは、平成23年度から建設が開始され、平成25年度からは、大規模学術フロンティア促進事業に位置付けられた。年次計画では、設備整備終了後、テスト観測等を経て、平成30年度から本格観測を行うこととされている。

本格観測後においては、一般相対性理論の検証や、中性子星やブラックホール連星の合体、超新星爆発、ブラックホール発生の瞬間などの観測を目指している。また、米国の改良型LIGOや欧州の改良型VirgoなどKAGRAと同程度の感度を目指す他の重力波望遠鏡と共同して国際観測ネットワークを形成し、重力波によって宇宙を観測するという天文学の新分野である「重力波天文学」を創成する計画としている。



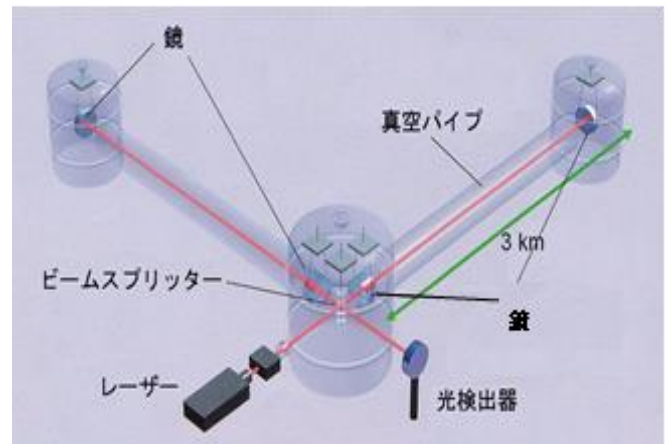
大型低温重力波望遠鏡（KAGRA）イメージ図

(2) 施設整備

KAGRAは、一辺の長さがそれぞれ3 kmあるL字型のマイケルソン型レーザー干渉計である。以下の装置で構成されており、地面振動を避けるために地下に設置されるほか、最先端研究を結集し、防振化・低温化を行い、7億光年先までの連星中性子星合体現象による重力波を捕捉できる高感度性能を目指している。

レーザー干渉計

重力波の検出に使用するレーザー干渉計は、光が時空の歪みに沿って「まっすぐ」走るといふ性質を利用し、重力波によって歪んだ空間を走った光とそうでない光の到達時間の差を検出するものである。具体的な検出方法は、一つの光源から出たレーザー光線を直角二方向に分光させ、それぞれ 3 km 先に配置したミラーとの間で約 1,000 回反射させた後、分光地点に戻ってくる光の波長の違いを判定する。時空の歪みが有った場合、光が進んだ距離に違いがでるため、明滅の信号が得られる。

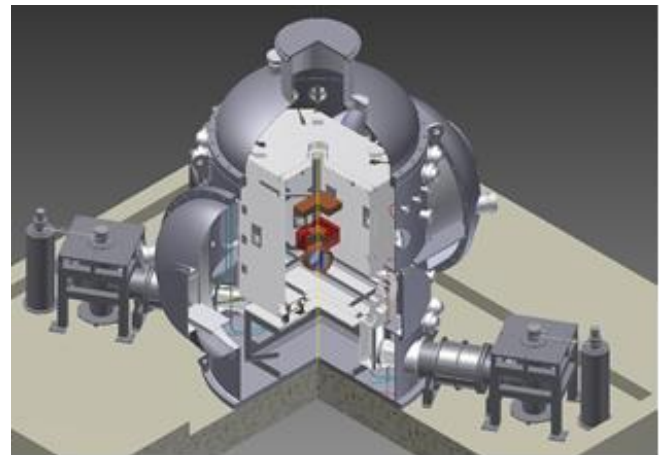


レーザー干渉計の構成図

低温鏡システム

KAGRA を高感度化させるため、地下という地面振動が少なく温度・湿度の安定する環境に設置するだけでなく、熱雑音を低減するため、サファイアミラーを極低温（マイナス 253 度）まで冷却する設計としている。

また、極低温の鏡は、防振装置の起点から鏡まで約 14 m という世界最大の防振装置で吊るされ、地面振動による雑音を極小化するとともに熱的に外界と遮断する設計としている。



低温鏡システム（低温容器、懸架装置）

(3) 実施体制

KAGRA は、東京大学宇宙線研究所がホスト機関となり、自然科学研究機構国立天文台、高エネルギー加速器研究機構を共同ホスト機関として、密接な連携協力のもとで装置を建設している。

東京大学宇宙線研究所は、KAGRA 本体のインフラを整備し、レーザー干渉計の建設を担当している。冷却および懸架装置は高エネルギー加速器研究機構が担当、防振装置については国立天文台が担当し、それぞれ試作機による試験を行っている。

また、京都大学、大阪大学、大阪市立大学、カリフォルニア工科大学（米）、ルイジアナ州立大学（米）、精華大学（中国）、高麗大学（韓国）、西オーストラリア大学（豪）

など国内外の研究機関と連携しており、現在、国内外から200人を超える共同研究者が参加し、活発な国際協力が進みつつある。

平成24年度に岐阜県飛騨市から地元公民館の一部の無償貸与を受け、重力波推進室を立ち上げ、学内配分により事務職員1名を配置している。さらには、隣接地を地元から無償で借り受け、KAGRAデータ収集・解析棟を建設した。平成28年度からは研究所附属施設として重力波推進室を学内組織に格上げ、宇宙線研究所附属重力波観測研究施設を設置し、計9名の職員（非常勤含む）が事務的業務や施設に来訪する共同研究者の対応、及び技術的な対応に貢献できる体制を整備している。このほか、国立天文台から2名が常駐し、高エネルギー加速器研究機構からも研究者が常駐に近い形で神岡に滞在している。また、富山大学とも研究上密接な連携を進めている。

本格運転が開始され、軌道に乗った暁には、参加している共同研究者の輪番による24時間運転を実施する予定としている。また、本格運転のために、平成28年度末に導入される計算機システムの準備を進めており、KAGRAデータの保管やデータ転送、データの質保証に責任を持つ体制を整える予定としている。

安全対策としては、入出坑管理、緊急避難、保護具等に関するKAGRA安全規則を定め、宇宙線研究所の教職員、学生、学外共同利用研究者、その他KAGRA坑内を利用する全ての関係者の安全を守る体制を整えている。また、出口のないXエンドにはシェルターを設置し、救出まで最低限の生活ができるために十分な空気や水・食料を備蓄している。さらに他の地下実験施設の安全責任者を招いての国際レビューや坑内避難訓練などを実施し安全管理体制の強化を図るとしている。

(4) 年次計画及び予算規模

本計画に係る年次計画及び予算規模は以下の通りである。

大規模学術フロンティア促進事業の年次計画

計画名称	大型低温重力波望遠鏡（KAGRA）計画									
実施主体	【中心機関】 東京大学宇宙線研究所 【連携機関】 国立天文台、高エネルギー加速器研究機構、東京大学、電気通信大学【外4機関】									
所要経費	建設費総額 164億円程度 年間運用経費 4.5億円程度	計画期間	建設期間 平成23年度～28年度 試運転期間 平成28年～29年度 運転期間 平成29年度以降10年以上 (平成34年に計画を見直し) 事前評価 平成22年7月							
計画概要	我が国独自の低温技術を盛り込む観測装置を神岡の地下に設置して、重力波の世界初検出を目指し、その後、世界的観測ネットワークの一翼を担う。									
研究目標 (研究テーマ)	1. 地下大型レーザー干渉計の建設 2. 重力波の検出と重力波による天体の観測 3. 国際的観測ネットワークの構築や他の観測機器との連携により重力波天文学を創成									
年次計画	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34
1. 地下大型レーザー干渉計の建設 連星中性子星の合体現象を7億光年先まで検出できる感度（年数回から数十回検出可能な感度）を持つ日本独自の低温鏡技術を用いた地下大型レーザー干渉計を建設										
2. 重力波の検出と重力波による天体の観測 ・中性子星の合体により生じる重力波等を直接検出し、一般相対性理論を検証 ・連星中性子星の合体により生じる重力波から中性子星質量を決定。また、超新星爆発による重力波から中性子星コアの振動の直接観測や、ブラックホール準固有振動の観測、連星ブラックホールの合体やブラックホールへの星の落下、宇宙背景重力波などの事象を観測。										
3. 国際的観測ネットワークの構築や他の観測機器との連携により重力波天文学を創成 ・日本はアジア・オセアニア地域の拠点として、欧米で進められている重力波望遠鏡と共同して重力波観測網を構成 ・ニュートリノ検出器やガンマ線衛星等の最先端観測装置と連携 これらを通じて重力波天文学を創成										
評価の実施時期	-	-	-	進捗評価	-	-	-	-	-	期末評価

【これまでの予算】

建設費 : 平成22年度～平成24年度 139.6億円
 平成25年度～平成28年度 24.4億円
 計 164.0億円
 運転・実験経費 : 平成26年度～平成28年度 4.4億円

3. 計画の進捗状況

(1) 地下大型レーザー干渉計の建設

① 空洞掘削工事

平成22年度から開始された空洞掘削工事については、東日本大震災の影響に加えて、重金属含有ズリ（土砂）や大量の湧き水の発生、地下水対策のために、当初計画より時間を要し、1年遅れの平成25年度末に完了した。湧き水や地下水についても装置へ影響を与えないように対処を行っている。

② レーザー干渉計の製作・設置

平成24年度からレーザー干渉計の製作と地下実験室高度化を開始し、平成25年度には干渉計制御・データ収集棟を建設した。その間、大量の湧水が発生し、実験装置に影響を与えないよう対策を講じたが、半年以上の時間を要した。

また、平成26年度以降は、地下空洞における環境整備工事、真空容器や真空パイプ等の設置・接続作業を実施した。平成27年度には、試験運転用の防振系・光学系の設置・調整及びネットワークを含む計算機制御システム構築を完了させ、平成28年3月には、試験運転を実行した。平成28年度からは、鏡の低温化（高感度化）を進めるとともに、平成29年度末からの本格運転に向けた調整を行っている。

③ 低温鏡システム

鏡を極低温に冷却するために、低温技術を活用して超高純度素材による外部からの熱輻射^{ねつぷくしゃ}を制限する断熱真空設備を組み込んだ低温容器や、極低温下でも超低振動で稼動する冷凍機を整備している。また極低温鏡の間をつなぐ超高真空ステンレスパイプにはレーザー光の散乱を防ぐためのバッフル等の超高真空技術が^{つぎ}込まれており、国内最大規模の超高真空容器となっている。

また、防振装置については、国立天文台との共同開発により、平成27年度に試作機による防振装置試験を実施した。極低温鏡懸架システムについては、高エネルギー加速器研究機構との共同開発により、平成28年に試作機を製作し、調整を進めている。このほか、サファイアミラー研磨については、ビーム強度が強い直径14cmの範囲で研磨精度平均誤差0.24nm、直径18cmの範囲で研磨精度平均誤差0.48nmという設計仕様を満たす研磨を行っている。

④ 試験運転の実施

試験運転用の防振系・光学系の設置・調整及びネットワークを含む計算機制御システムを構築し、常温下での初期運転として平成28年3月25日から3月31日にかけて第1期試験運転を実行した。その後、試験運転時に明らかになった課題や問題点を洗い出したうえで、同年の4月11日から25日までにかけて第2期試験運転を実行した。二度の試験運転により、観測装置が設計通りに稼働することを確認している。

(2) 社会や国民からの支持を得るための取組、情報発信の状況

重力波は、「ブラックホール」や「アインシュタインの一般相対性理論」といった社会や国民が比較的関心を寄せやすい事柄と密接に関連することから、その関連性等を分かりやすく説明することなどを通して、本計画やその科学的重要性について社会や国民からの支持を得るための取組を進めてきた。

これまでの広報活動としては、マスメディア取材への対応、動画配信等を含むインターネットによる広報、地元住民や学生を対象とするイベント、全国各地での講演会等に積極的に取り組んでいる。

平成27年度は、計17件の講演活動を行い、KAGRA市民見学会の350人、2回実施した一般相対性理論誕生100年記念市民講演会の計220人を含めて、1,500人の参加者があった。11月6日には第一期実験施設完成プレス見学会及び記者会見を行った。平成28年2月の重力波観測施設LIGOの研究グループによる記者発表を受け、その翌日には記者会見を行い、ホームページにも即座にコメントを発表した。翌3月の試験運転はテレビ・新聞で数多く取り上げられ、平成27年度を通して、国内の新聞・科学雑誌で100件以上紹介された。

さらに、地元行政と連携した取組みに力を入れており、上述の飛騨市民や富山市民を主な対象とする公募制のKAGRA見学会や一般講演会、区への出張講演会や地元高校への出張授業や交流など、様々な形態での活動を行っている。

これらの活動の結果、例えば真空機器などを仮置きする倉庫の貸与や、研究棟を建設する土地の無償貸与などの形で地元からの協力を得られている。

4. 計画の進捗評価と今後の留意点

(1) 計画の進捗状況を踏まえた評価

我が国独自の低温技術を盛り込む観測装置を神岡の地下に設置して、重力波の世界初検出を目指し、その後、世界的観測ネットワークの一躍を担う計画として、研究計画1. 地下大型レーザー干渉計の建設、研究計画2. 重力波の検出と重力波による天体の観測、研究計画3. 国際的観測ネットワークの構築や他の観測機器との連携により重力波天文学を創成するとしている。

計画の進捗評価としては、下記のとおりである。

① 地下大型レーザー干渉計の建設について

東日本大震災や大量の湧水の発生などにより空洞掘削の完了が1年遅れたことから、年次計画からの遅れが生じている。具体的には3kmのビームを往復させる高感度化前の段階の「iKAGRA」で初期運転を実施し、観測装置として機能しているこ

との確認を平成27年度中に行ったが、年次計画で予定していた観測開始には至っていない。

湧き水・地下水については一応対処が完了しているものの、応急処置的なものであるとの印象は否めない。現状としては、天井から水滴が落ちている箇所も見受けられ、真空系の装置を稼働する環境としては決して良いものとは言えず、湿度によって装置の老朽化が早く進むことが危惧される。

世界初の重力波観測は成らなかったが、重力波の検出方法の妥当性が確認されたことで、これまでの天文学でのアプローチである「光学」「電波」とは異なる「重力波」により宇宙を観測する重力波天文学の幕開けが現実的になった。

KAGRAは、振動の少ない地下に建設され、低温化、防振化などの日本独自の先端技術を駆使することにより、LIGOやVirgoなどの他国の重力波望遠鏡より特徴ある性能を有することを目指している。特に、地下設置により長期安定観測が可能になることと、低温ミラーとの相乗効果で低周波域での感度向上が見込まれる。

また、KAGRAが重力波の国際観測ネットワークに参入することによって、重力波の発生源をより正確に知ることが可能となる。このようにKAGRAは重力波天文学の創成に重要な役割を担うものであることから、今後は、計画の遅れを取り戻すべく装置整備のスケジュールや作業の一層の効率化を図り、平成31年度からの本格観測開始を確実なものとすることを期待したい。

② 実施体制について

宇宙線研究所、国立天文台及び高エネルギー加速器研究機構の三機関で装置の重要な技術開発を分担しているが、一体的な運営を行うために必要な強力なマネジメント体制が十分に構築されているかの懸念がある。

KAGRAは建設・立ち上げ期にあるため、共同利用・共同研究者などの協力を得るのは困難であるが、そのような時期に富山大学からの協力を得たことは評価できる。

また、LIGOでの経験を有する若手研究者が精力的に担当していることに加え、重力波天文学の創設に向けて常駐の研究者が高い士気を有していることも評価できる。

しかしながら、研究者が技術者の役割も担うなど多くの作業を兼務せざるを得ない状況にあるため、早急な人員体制の強化が求められる。

③ 社会や国民からの支持を得るための取組、情報発信について

情報発信の対応については、報道などで触れる機会が多く、良く対応できていると評価できる。重力波天文学は夢のあることなので、社会や国民に向けて、より一層重力波やKAGRA計画について分かりやすく情報発信を行っていくことが求められる。

以上を総合的に勘案すると、本計画は多少の遅れはあるものの、今後の本格観測の実施に向けて、概ね順調に進捗しているものと評価できる。

(2) 今後の事業の推進に当たっての留意点

上記の進捗状況を踏まえ、今後の事業推進にあたっては、以下の点について留意が必要である。なお、以下の留意点については、今後本格観測が行われる前までに進捗評価を実施し、その対応状況の確認を行うものとする。

① マネジメント体制の構築と推進体制の強化について

KAGRAの長所を活かし、これ以上の遅れが生ずることなく本格観測を実施できるようにし、国際連携ネットワークに確実に参入するためには、関係する三機関において、これまで以上に強力なマネジメント体制を構築することが必要と考えられる。特に、高感度化の段階である「bKAGRA」に向けて防振化と低温化という二つの課題を解決するためには、役割と責任分担を明確にし、優れたプロジェクトマネージャーによるマネジメント力の強化とそれを支える高い知識を有するエンジニアを増員することなどにより、推進体制を強化することが必要である。

② 本格運用に向けた運用体制の在り方について

KAGRAの本格運用（24 時間運転）が開始されると、装置の管理・運用のみならず、多くのデータを管理・処理することが必要となる。試験運転では、共同研究者の輪番で上手く運用できたが、本格運用では、その状態を長期間続ける必要がある。そのためにも、本格運用に向けた今後の運用体制の在り方について、十分な検討を行うことが必要である。

③ 社会や国民からの支持を得るための取組について

重力波の世界初検出という目標を達成することができなくなったことを踏まえて、重力波に関する国際連携ネットワークを構築することの意義や目標とする科学的成果などについて、国民や社会に分かりやすく発信し、本計画の意義について理解や支持が得られるよう努力することが必要である。

用語解説

○ 重力波

時空の歪みが波動として光速で伝播するもの。1916年にアインシュタインの一般相対性理論により予言された。超新星爆発、連星中性子星や連星ブラックホールの合体、ブラックホールへの天体の落下などの際に放出される。特に、ブラックホールが生まれる瞬間を観測する手段となる。連星中性子星の観測により間接的に存在が確認されていたが、2015年9月14日に米LIGOによりついに連星ブラックホール合体現象からの重力波が直接観測された。

○ レーザー干渉計

レーザー光の波の干渉を利用して微小な変位を計測する装置であり、高感度に計測するためのさまざまな工夫が加えられている。

○ 低温鏡

レーザー干渉計に使用する反射鏡は、熱振動により雑音となるが、その振動を温度を低下させることにより下げ、雑音を小さくできる。この目的のために絶対温度で20K (-253°C) にまで冷却した鏡を使用する。

○ 一般相対性理論

アインシュタインが生み出した重力と時空に関する理論で、我々の住む太陽系のような重力のもとでは、ニュートンの重力法則に帰着するように作られているが、当初、謎だった水星の近日点の移動を解明できたことや光が太陽の重力で曲げられる現象を予言してその通りに観測されたことなどから広く信じられるようになった。今では、ブラックホールや宇宙の膨張などを正しく表すことができると信じられている。

○ L I G O

アメリカの東西両海岸に一台ずつ設置された基線長4kmのレーザー干渉計型重力波天文台。2015年9月14日に14億光年離れた連星ブラックホール合体で発生した重力波を検出した。

○ 重力波天文学

今までの天文学は、光を含む様々な波長の電磁波を観測することで発展してきた。これに対して重力波を測定することで、重力に起因した超新星爆発、連星中性子星や連星ブラックホールの合体などの天体現象を観測して、今までに得られた天体の情報とは質的に違う情報から宇宙を探る新しい天文学分野のこと。

○ 中性子星

半径が10km程度、質量が太陽の1.4倍ぐらいの非常に高密度なコンパクト星である。いわば宇宙に浮かぶ巨大な原子核のような星で、規則正しい電波を発するものはパルサーと呼ばれている。

○ Virgo

フランスとイタリアが、イタリアのピサに共同建設した基線長 3 km のレーザー干渉計型重力波天文台。LIGO と共同観測するためにグレードアップしているところである。

○ ブラックホール

中性子星の質量はほぼ太陽質量の 1.4 倍であるが、これよりも質量が重くなると中性子自身が重力に耐えられずに崩壊することが予見されている。これがブラックホールである。このようなブラックホールの連星が連星ブラックホールである。

○ マイケルソン型レーザー干渉計

光のビームを 2 つの経路に分割し、反射させて再び合流させることで干渉縞を生み出す。2 つの経路の長さの差を高感度に検出できる。光速度一定（特殊相対性理論）の検証にも利用された。

○ 連星中性子星

中性子星が対になって互いの周りを公転運動している連星系である。公転運動に伴う重力波放出により次第にエネルギーを失うことが公転周期の長年に亘る観測データから確認されており、最終的には合体してブラックホールになると考えられている。

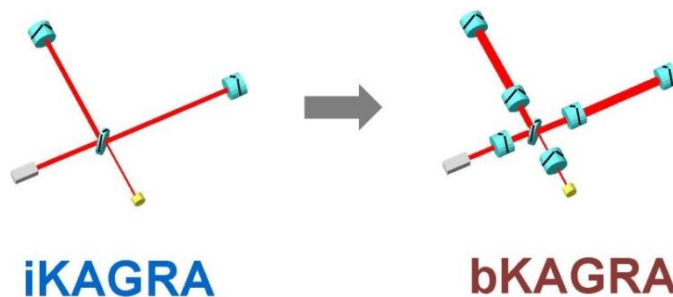
○ バッフル

散乱光の影響を低減するために、真空パイプ等に装着されるリング。光の反射が少ない物質で製作されている。

○ iKAGRA、bKAGRA

左図：最初に動作させる干渉計。3km のアームから戻ってきたレーザー光をビームスプリッターで干渉させ、その出力を検出する単純な構成。

右図：低温鏡およびリサイクリング光学系を設置して高度化した干渉計。3km のアームから入射光側及び出力側に戻ってきたレーザー光を鏡により反射させて 3km のアームに戻し再利用する干渉計。この工夫によって重力波に対する感度が向上する。



科学技術・学術審議会学術分科会研究環境基盤部会
学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会 委員等名簿

(委員)

西 尾 章治郎 大阪大学総長

(臨時委員)

海 部 宣 男 自然科学研究機構国立天文台名誉教授
川 合 知 二 大阪大学産業科学研究所特任教授
伊 藤 早 苗 九州大学理事・副学長
井 本 敬 二 自然科学研究機構生理学研究所長
大 島 ま り※ 東京大学大学院情報学環教授、東京大学生産技術研究所教授
小 林 良 彰 慶應義塾大学法学部教授
瀧 澤 美奈子 科学ジャーナリスト
横 山 広 美※ 東京大学大学院理学系研究科准教授

(専門委員)

鈴 木 洋一郎※ 東京大学国際高等研究所加^αリ数物連携宇宙研究機構特任教授
永 宮 正 治 理化学研究所研究顧問、
高エネルギー加速器研究機構名誉教授
新 野 宏※ 東京大学大気海洋研究所教授
松 岡 彩 子 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所准教授
山 中 佳 子 名古屋大学大学院環境学研究科准教授

評価にご協力いただいた専門家

井 上 邦 雄 東北大学ニュートリノ科学研究センター教授・センター長
藏 重 久 弥 神戸大学先端融合研究環・環長
中 野 貴 志 大阪大学核物理研究センター教授・センター長

(敬称略、五十音順)

〔 ※大島委員、横山委員、鈴木委員、新野委員は、「大型低温重力波望遠鏡 (KAGRA)」計画の
利害関係者であるため、進捗評価には参加していない。 〕