

平成 29 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：大型低温重力波望遠鏡に関する研究（VII）

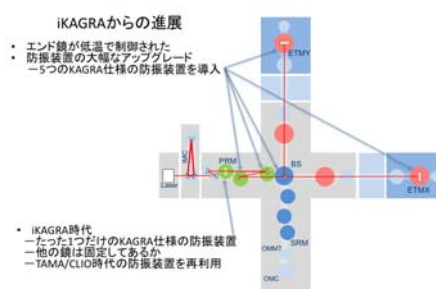
英文：Research of Large-scale Gravitational wave Telescope (VII)

研究代表者 川村静児（東大宇宙線研→名古屋大学）

参加研究者 梶田隆章（東大宇宙線研）、大橋正健（東大宇宙線研）、齊藤芳男（東大宇宙線研）、安東正樹（東大）Raffaele Flaminio（国立天文台）、神田展行（大阪市大）、都丸隆行（KEK）、森脇喜紀（富山大）他、計 303 名

研究成果概要

平成 29 年度は、bKAGRA の初期段階として、装置全体のアップグレードを進めてきた。iKAGRA からの一番の大きな変化は防振装置である（右図参照）。iKAGRA 時には KAGRA 仕様の防振装置は PR3 用だけであったが、平成 29 年度には、更に PR2、PRM、BS、ETMX、ETMY の 5 つの KAGRA 仕様の多段防振装置のインストールが完了し、防振装置としての稼働が始まった。



中でも特筆すべきは、Type A（右図参照）と呼ばれるエンドエリアに組み込まれた長さ 13 メートルの防振装置に、サファイア鏡をインストールし、冷却するに至ったことである。サファイア鏡には HCB 接合と呼ばれる方法によって、別のサファイア部品が耳として取り付けられていて、そこに懸けられたサファイアファイバーを介して鏡全体が冷却され、鏡の温度は目標の 16K 程度にまで下がっている。



このような状況の中、10 月には国際協力の一環として、LIGO、Virgo などから干渉計に携わる研究者を呼び、入射光学系などを用いて集中的なコミッションングを行い、将来のノイズハンティングなどの技術を確認した。なお、平成 30 年度初めには低温鏡を含めた初のマイケルソン干渉計のロックを試し、一週間程度の動作運転を行う予定である。

以下、各サブシステムに関する研究成果の詳細を列挙する。

・ 施設：各実験室と腕部との接続領域に、実験室への汚染物質の侵入を防ぐための緩衝空間を建設し、実験室内のクリーン環境の向上を図った。

・ 真空：bKAGRA Phase1 に関連する真空容器、真空ダクトを全て締結し、真空排気を行った。数カ所のリークはあったが、ほぼ全ての領域で $10^{-6} \sim 10^{-5}$ Pa の真空が得られた。

・ レーザー：bKAGRA Phase2 に向けて、高出力レーザーの設置準備を進めた。運転に必要な電源設備をサイトのレーザー室に増設した。

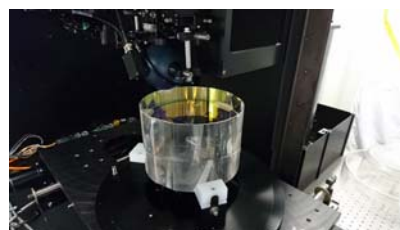
・ 入射光学系：周波数安定化システムを、レーザー光源と AOM にフィードバックさせる構成へとアップグレードした。周波数安定度の性能評価も行われ、VCO の位相雑音、

クリーンブースのファンなどによる影響が安定度を制限していることが判明した。さらに、インプットモードマッチングテレスコープをインストールした。

- ・主干涉計：温度勾配がある場合のサスペンション熱雑音の定式化を行い、干涉計パラメータの最適化を行った。また、様々な干涉計構成での観測運転の可能性を検討した。

- ・補助光学系：広角散乱バツフルの冷却試験が始まった。また、3km 透過光軸の揺れを検知するための透過光モニターのインストールが1台終了した。

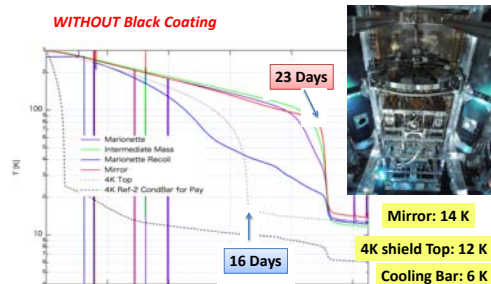
- ・鏡：サファイアエンド鏡はコーティングが終了し、コーティング性能はすべて仕様を満足するものが完成した(右図参照)。サファイアインプット鏡については、ふたつとも研磨が終了し、一つはコーティング終了、もうひとつはこれからコーティングで、今年夏までにすべての KAGRA ミラーが完成予定である。



- ・防振系：Type-A 2台、Type-B 1台、Type-Bp 3台、Type-C 2台のインストールを行った。これにより bKAGRA phase1 の準備が完了した。

- ・低温系：極低温鏡懸架システムの第一号機を Y-end クライオスタットにインストールした。これは世界で最初の本格的な極低温鏡システムであり、国際的にも非常に注目されている。極低温鏡懸架システムでは、サファイア鏡にサファイア製の耳を Hydroxide Catalysis Bonding で接合し、準モノリシックなサスペンションを実現した。なお、テスト機で冷却試験を実施し、設計よりも良好な冷却性能を得た(上図参照)。

Test Installation & Operation Aug. 26, 2017



- ・アナログ・デジタル系：制御系計算機や回路類を増設することで、より複雑な制御体系に対応できた。また、ストレージの増強も行い、本格観測のための準備を進めている。

- ・キャリブレーション：カメラシステムを用いて、低温鏡の表面状態やレーザー光の監視を行った。また、輻射圧キャリブレーターを Y-end に設置し評価試験を行っている。

- ・検出器特性評価：雑音源の特定に資するために、環境に擾乱を加えて望遠鏡の応答を定量的に調べる方法の確立に向けて、ソフトウェアの開発、環境モニタの整備を行った。

- ・データ管理：柏キャンパスに設置された主データ保管装置の運用を開始した。また、データ転送ソフトウェアを開発・調整し、連続転送を開始した。

- ・データ解析：bKAGRA での観測へ向けに解析パイプラインの開発整備を継続して行った。特に平成 30 年春の bKAGRA phase-1 試験運転へ向けた準備を行った。

- ・地物干涉計：Xアームに沿って建設された基線長 1500m のレーザー伸縮計を用いて地震や地球潮汐に伴う地殻歪を観測し、地球科学的な知見が得られた。