

平成 28 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 (VI)

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

研究代表者 川村静児 (東大宇宙線研)

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)、鈴木敏一 (KEK)、松島房和 (富山大) 他、計 295 名

研究成果概要

まず、前年度に完成した iKAGRA の、第 2 期の試験運転 (2016 年 4 月 11 日～4 月 25 日) を行った。干渉計の構成は、第 1 期に引き続きマイケルソン干渉計 (一部、真空) であったが、干渉計のロックに関しては、第 1 期はシンプルなミッド・フリンジ・ロックであったが、第 2 期試験運転の開始前に、最終的なロック方式である、RF 変調・復調を用いたダーク・フリンジ・ロックを組み込み、第 2 期試験運転中はその方式を用いて干渉計を動作させた。それにより、最も静かな状態でのストレイン感度は 1 期目の $3 \times 10^{-15} \text{ Hz}^{-1/2} @ 100 \text{ Hz}$ から $6 \times 10^{-16} \text{ Hz}^{-1/2} @ 100 \text{ Hz}$ に改善された。また、干渉計のさまざまなシステムをより安定にすることにより、稼働率も 1 期目の 85.2% から 90.4% に改善された。観測シフトは第 1 期に引き続き、エキスパートメンバー 1 人を含む 3 人で 8 時間交代のシフト制で行われた。

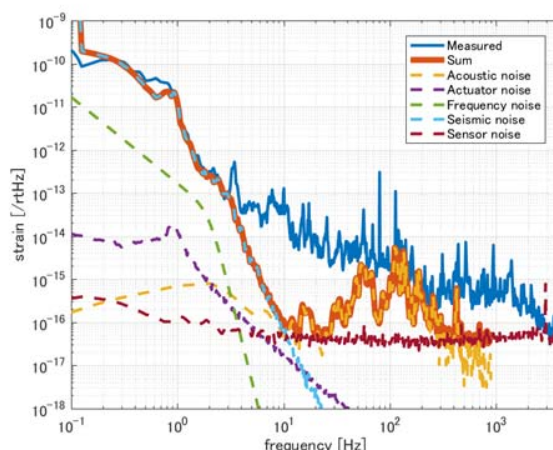


図 1. 第 2 期試験運転のストレイン感度。

この試験運転においては、PR3 防振装置を安定的に運用することができた。その後、bKAGRA に向けたフルスケール防振装置のインストール準備を進め、現在ビームスプリッター用 Type-B 防振装置、PR3 用 Type-Bp 防振装置、Y エンド用 Type-A 防振装置 (長さ 14 m の大型防振装置)、IMMT 用サスペンションのインストール作業が進んでいる。特に、PR3 用防振装置ではダミーミラーを用いたインストール試験が成功した。

クライオスタットの冷却試験では、クライオスタットの冷却試験を実施し、一部想定よりも高い温度の場所があっ



図 2. Type-A 防振装置のインストール作業。

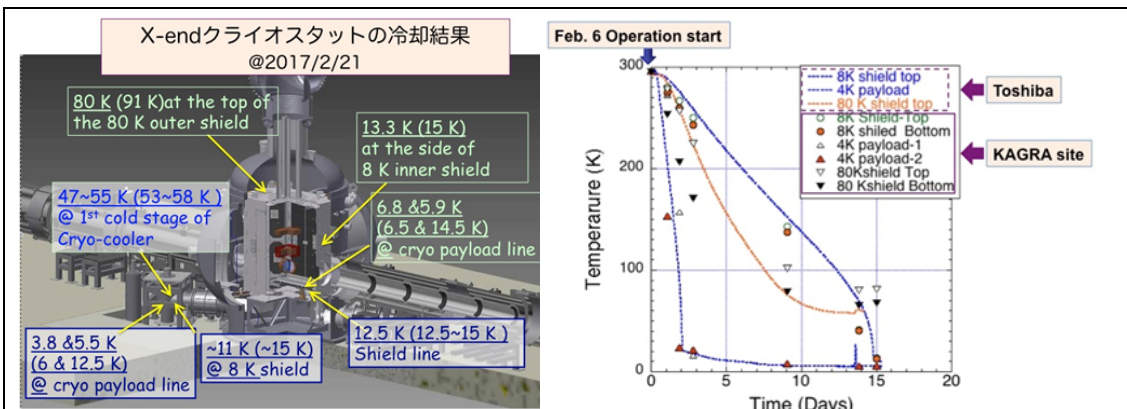


図 3. X-end クライオスタットの冷却結果。

たものの、工場試験時に得られた冷却速度並びに最低到達温度等の要求性能をほぼ再現することができた。クライオスタット振動試験では、宇宙線研で開発したレーザー干渉計型加速度計の他、国際協力に基づくローマ大の加速度計を用いた同時計測を行い、一部大きな振動が確認された。この結果に基づき振動源の解析を進めている。低温懸架系の開発では、低温振り子のシミュレーションによるノイズ推定や制御試験などを実施した。また、試験用のサファイアバルクを用いて、サファイア部品の HCB 接合を実施し、十分な強度と位置精度を確認した。



図 4. サファイア鏡と耳。

また、真空装置に関しては、2 台の透過光学系用超高真空容器の製作及び設置を行い、各種真空ポンプを追加購入し、真空排気系の能力増強を行った。bKAGRA 用の光源に関しても開発を継続して行った。また、インプット・モード・クリーナーとモード・マッチング・テレスコープの整備を行った。iKAGRA 試験運転後に、ローカルセンサーのノイズ・ハンティングを行い、直径 1m の大型バツフル 2 枚をインストールし、bKAGRA の運転に不可欠な補助的機器の用意をおこなってきた。サファイア・エンド鏡は研磨が終了し、全ての仕様を満足することを確認した。サファイア・インプット鏡に関しては吸収率の要求値を満たすことに成功し、現在研磨作業をすすめている。全ての石英ミラーの製作も完了した。干渉計制御及びデータ取得システムのさらなる安定化と稼働率の向上のため、独立したテストベンチを立ち上げ、bKAGRA に向けた各種テスト開発を行ってきた。さらに、bKAGRA へ向けて、計算機から回路を制御する機能をより推し進める形で、大量の回路群の製作を継続して続けている。また、望遠鏡診断ツールの開発を進め、それらを用いて iKAGRA データの特徴付け、クオリティ評価を行った。さらに、基線長モニターおよび地球科学的な地殻歪の観測のため、Xアームに沿って基線長 1500m のレーザー伸縮計を建設した。