

平成 30 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（Ⅷ）

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

研究代表者 大橋正健（東大宇宙線研）

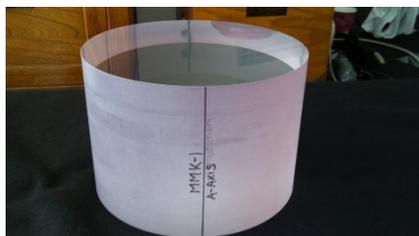
参加研究者 東大宇宙線研 梶田隆章、齋藤芳男、三代木伸二、内山隆、田越秀行、宮川治、苔山圭以子、廣瀬榮一、端山和大、牛場崇文、山本尚弘、横澤孝章、譲原浩貴、鈴木敏一、栗井恭輔、戸村友宣、早河秀章、上泉眞裕、大林由尚、霜出克彦、小野謙次、宮本昂拓、田中宏樹、長野晃士、長谷川邦彦、三代浩世希、山田智宏、謝秉樺、荒井滉矢、福永真士、新井友也、飯田健人、神津稜平、山本晃平

安東正樹（東大理）、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、300人以上

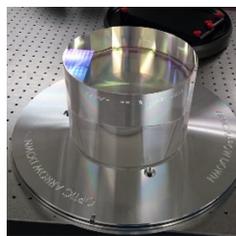
研究成果概要

1. サファイアミラーの製作

KAGRA のサファイアミラーは熱雑音を低減するため極低温（20K）に冷却されるが、そのために、一般的な光学特性だけでなく、熱伝導特性や光に対する低吸収性についても厳しい条件が課される。基材となるサファイア単結晶は、光学的な特性（屈折率の均一性、透過率）が非常に高く、冷却のために熱伝導特性が良く、ミラーでの発熱を抑えるために光の吸収が極めて低いものでなくてはならない。このような高品質のサファイア単結晶を製作できる会社は世界的にも非常に少ないが、最近では LED 基盤などへの応用があり、国内でも入手できるようになった。ダイヤモンドについて硬いサファイアの精密研磨も非常に難しいが、これもノウハウの蓄積を経て可能となった。コーティングはガラス製ミラーと同様である。長い時間を要したが、平成 30 年 7 月に 4 個のサファイアミラーの製作が完了した。



単結晶サファイア（直径 22 cm）

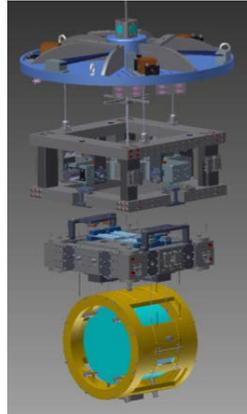


完成したサファイアミラー

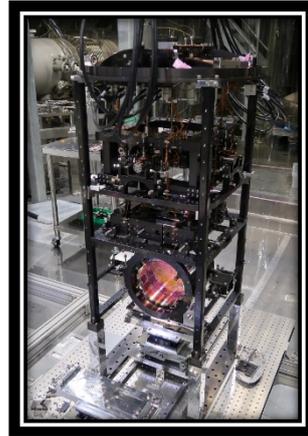
2. 低温懸架系

サファイアミラーを吊り下げた状態で冷却するための低温懸架系に課される性能は非常

に厳しい。ミラーは細いサファイアロッドで吊られるが、このロッドの熱伝導だけでミラーを冷却する、つまりサファイア結晶の光吸収で発生する熱を外に取り出す必要がある。通常の極低温実験で使われるような熱交換ガスは一切使わず、サファイアロッドの高い熱伝導特性に頼っているわけである。さらに、外部からの振動が混入しないように、サファイアミラーから冷凍機に至る熱伝導の経路（ヒートリンク）は防振されている必要がある。KAGRA では、ヒートリンクを 99.99%以上の純アルミ製リボンにしている。



低温懸架系のスケッチ



実際の低温懸架系

上記の低温懸架系については、既に低温容器は全て冷却性能試験が終わり、すべての低温懸架系が低温容器内に設置された。

3. 制御系

KAGRA の制御系は、茂住からリモートコントロールするように設計されており、既にデータ解析研究棟内にコントロール室が稼働している。



KAGRA コントロール室



KAGRA 坑内センターエリア

以上の準備が終わってコミッショニングが開始されており、2019 年中の国際共同観測参加が予定されている。