

平成25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（KAGRA）の低温懸架系の研究 英文：Research on cryogenic payload for KAGRA
研究代表者	山元 一広
参加研究者	<u>東京大学 宇宙線研究所</u> ：教授・黒田 和明、客員教授・中谷 一郎、 准教授・大橋 正健、准教授・三代木 伸二、助教・内山 隆、特任助教・高橋 竜太郎、 技術職員・東谷 千比呂、技術補佐員・上泉 眞裕、技術補佐員・岩崎 詩子 <u>東京大学 理学系研究科 物理学専攻</u> ：教授・坪野 公夫、助教・麻生 洋一、 博士課程2年・榊原 裕介、関口 貴令、博士課程1年・牛場 崇文、柴田 和憲、修士課程2 年・中野 雅之 <u>東京大学 理学系研究科 天文学専攻</u> ：博士課程1年・陳 たん <u>東京大学大学院 工学系研究科 物理工学専攻</u> ：博士研究員・大前 宣昭 <u>東京工業大学大学院 理工学研究科 基礎物理学専攻</u> ：准教授・宗宮 健太郎 <u>自然科学研究機構 国立天文台</u> ：助教・阿久津 智忠、研究技師・石崎 秀晴 <u>高エネルギー加速器研究機構</u> ：教授・鈴木 敏一、准教授・木村 誠宏、 技師・小池 重明
研究成果概要	<p>目的</p> <p>重力波は一般相対論から予言される光速で伝搬する時空のさざ波である。これの直接検出は物理学、天文学において大きな意味を持つが未だ実現されていない。第1世代大型干渉計型重力波検出器による観測はすでに終了し、感度を10倍向上させた第2世代干渉計への改良もしくは建設がアメリカ(Advanced LIGO)、イタリア(Advanced Virgo)、ドイツ(GEO-HF)で進められている。日本の第2世代干渉計としてKAGRA干渉計の建設が始まっている。これら第2世代の干渉計によって重力波が検出されることはほぼ確実と予想されており、できるだけ早い第2世代検出器による観測が望まれている。</p> <p>KAGRAが他の第1, 2世代干渉計と大きく異なる特徴の一つとして干渉計の原理的な熱雑音を低減するために鏡とその懸架系を20K程度まで冷却することがあげられる。第2世代よりさらに感度を10倍向上させた第3世代検出器計画の議論がヨーロッパで進められており(Einstein Telescope)、ここでも低温技術が採用される。つまり低温鏡は単に重力波初検出(第2世代)だけでなくその後の感度向上(第3世代)でも重要な位置を占める。</p> <p>本研究の目的はKAGRAの低温懸架系の性能評価を行い、低温懸架系の技術を確立させることである。</p>

結果

(1) 東芝京浜事業所における実験

昨年度に引き続き、再度、東芝京浜事業所において KAGRA のクライオスタット冷却試験が行われた。昨年度の実験も含め、得られたデータの解析と整理を行い、終了した。懸架系のマスを **Black coating** を施すことよっての冷却時間が半分に短縮できることを確認した (図 1)。輻射シールドの振動の測定も無事終了し (図 2)、懸架系設計に活かされる。

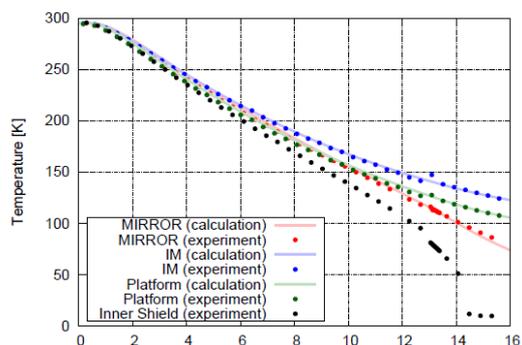


図 1 : ダミー懸架系冷却試験。予想通り **black coating** により冷却時間が半分に短縮出来ることを確認した。

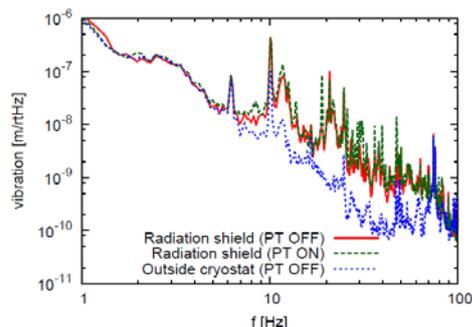


図 2 : 冷却されたシールド振動測定の結果。

(2) プロトタイプ用サファイアバルク

プロトタイプ (光学的特性は問わない) として KAGRA の鏡とほぼ同じ大きさのサファイアバルクを購入した。

(3) 金属ワイヤの Q の測定

低温懸架系のサファイア鏡以外のマスは金属ワイヤで懸架される。このワイヤの Q 値は低温で高くなければならない。候補としてベリリウム銅やタングステンが挙げられるが、これらのワイヤを購入し、Q を測定した。アニールされたタングステンの Q が高いことを確認した。

成果発表(国際会議)

K. Yamamoto, “Cryogenic payload for KAGRA”, 5th Einstein Telescope Symposium, 22nd October 2013, Hannover, Germany.

C. Dan, “Study of radiation shield vibration in KAGRA cryostat”, 2nd ELiTES general meeting, 5th December 2013, Tokyo, Japan.

Y. Sakakibara, “Verification of cooling time reduction of interferometric cryogenic gravitational wave detectors using high emissivity coating”, Gravitational Wave Detectors for the Next Decade Workshop, 24th May 2013, Isola d’Elba, Italy.