

平成24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（LCGT）の低温懸架系の研究 英文：Research on cryogenic payload for LCGT
研究代表者	山元 一広
参加研究者	東京大学 宇宙線研究所：教授・黒田 和明、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 東京大学 理学系研究科 物理学専攻：教授・坪野 公夫、助教・麻生 洋一、 博士課程1年・榊原 裕介、関口 貴令、修士課程2年・牛場 崇文、柴田 和憲 東京大学 理学系研究科 天文学専攻：博士課程1年・陳 たん 東京大学大学院 工学系研究科 物理工学専攻：博士研究員・大前 宣昭 東京工業大学大学院 理工学研究科 基礎物理学専攻：准教授・宗宮 健太郎 自然科学研究機構 国立天文台：助教・阿久津 智忠、研究技師・石崎 秀晴 高エネルギー加速器研究機構：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>研究目的</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LCGT干渉計の建設が始まっている(2012年1月、LCGTの新しいニックネーム、KAGRAが発表された)。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

本年度、東芝京浜事業所において KAGRA のクライオタットの建造および輻射シールド冷却試験が行われた。このシールド冷却試験に際し我々は以下の2つの実験を試みた。一つは実物の半分のサイズのダミーの低温懸架系を製作し、これをシールド内に懸架し、初期冷却時間を測定した（冷却時間短縮のため懸架系の表面は鏡をのぞき輻射の効果を増大させる Diamond Like Carbon coating を施した）。もう一つは検出器の雑音となりうる輻射シールドの振動を測定するために、真空かつ低温で動作可能な加速度計を開発し、シールド内に設置した。双方の実験とも既に終了した。結果はまだ解析および整理中であるが、速報として最後に記したように国際ワークショップで発表した。

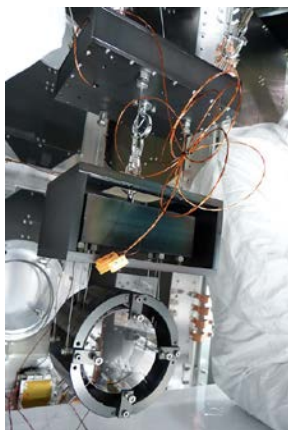


図1：シールド内に懸架したダミー
低温懸架系

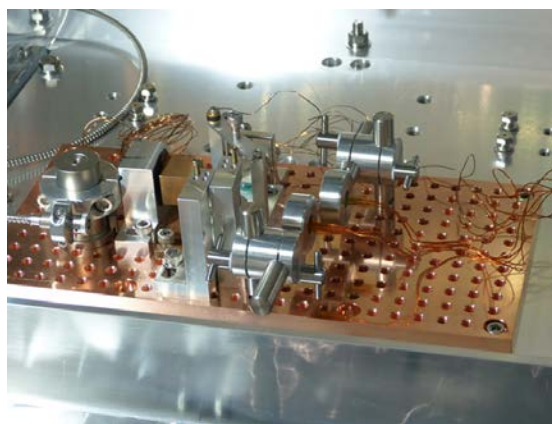


図2：シールド内に設置した
低温加速度計

(2) 低温縦防振用バネ

低温懸架系にとって縦防振用のバネは重要項目である。座屈を利用して低い共鳴周波数を実現する Euler spring の開発を行っている。プロトタイプを作成した。低温での試験をこれから行う予定である。

成果発表等

2013年4月19日にイタリア文化会館（東京）で開催された workshop（Opening a new era for the astrophysics: The future detectors of gravitational waves）で以下の報告を行った。

K.Yamamoto, “Introduction of the recent progress in Japan”

Y. Sakakibara, “Verification of cooling time reduction for KAGRA”

D. Chen, “Vibration measurement of the KAGRA radiation shield”

整理番号