

2019 (令和元) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：高性能極低温鏡懸架系の開発 英文：Development of High Performance Cryogenic Mirror Control System		
研究代表者 都丸 隆行		
参加研究者		
木村誠宏	高エネルギー加速器研究機構	共通基盤研究施設
荒木栄	高エネルギー加速器研究機構	加速器研究施設
萩原綾子	高エネルギー加速器研究機構	共通基盤研究施設
上田綾子	高エネルギー加速器研究機構	共通基盤研究施設
生井義一	高エネルギー加速器研究機構	共通基盤研究施設
山元一広	富山大学	理学部
鈴木敏一	東京大学	宇宙線研究所
牛場崇文	東京大学	宇宙線研究所
田中宏樹	東京大学	宇宙線研究所
長谷川邦彦	東京大学	宇宙線研究所
山田智宏	東京大学	宇宙線研究所
宍戸高治	総合研究大学院大学	加速器科学専攻
Rishabh Bajpai	総合研究大学院大学	加速器科学専攻
高田卓	自然科学研究機構	核融合科学研究所
Ettore Majorana	INFN, Roma	Physics Department
Helios Vocca	Perugia University	Physics Department
Flavio Travasso	Camerino University	Physics Department

研究成果概要

本研究は、KAGRA 計画の目玉の 1 つである極低温鏡懸架システムの制御システムに関するものであり、具体的には下記のセンサー・アクチュエータ開発と制御実証を目的としている。

- 1) 制御アクチュエータ (コイル-マグネットアクチュエータ)
- 2) 傾き制御 (Moving Mass)
- 3) 位置センサー (非接触反射型フォトセンサー)
- 4) 制御エレクトロニクス

2019 年度は、計画に基づき、反射型光位置センサーの課題解決と KAGRA サイトにおける低温懸架系のダンピング制御を実施した。

まず、反射型光センサーについてであるが、KAGRA 低温懸架システムの実機では、LED ビーム形状のバラツキ等よりも光の反射面が悪影響を与えていることが明らかとなった。具体的に述べると、この LED-PD 反射型光位置センサーはコイルマグネットアクチュエータと一体構造になっており、光の反射面近くにコイル台座を固定するボルト頭がある。この部分で光の散乱が起これ、光位置センサーの性能を悪化させる。この課題を解決するため、ボルトの頭を隠すように平らな反射板を新たに設けるようなデザインを考案した。このデザインを元にテストを実施し、特性が改善することを確認した。

次に、極低温鏡懸架システム実機のダンピング制御であるが、これには上記の反射型光センサーと光テコ式角度・変位センサーを用いる。これらの変位信号を鏡や上段の中間マス、マリオネットにフィードバックし、極低温下でのダンピング制御に成功した。これらの試行により極低温動作する反射型光位置センサーは有用であるが、最終的にノイズを考慮して高精度の制御を行うにはより感度の高い光テコ式センサーの強化が必須であり、今後より多くの自由度を制御出来るように光テコ式センサーの増設を行う事とした。これらの新たな課題は、2020 年 5 月より行われる O4 へ向けた改修作業において逐次対応することとした。

以上のように、本研究で目標とする極低温鏡懸架システムの制御実証は無事達成されたが、重力波を実際に検出出来るまで感度を向上させるためにはいくつかの改良が必要であり、O4 前の改修で実現する予定である。

整理番号 F02