

令和 3 年度 (2021) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：高性能極低温鏡制御系の開発			
英文：Development of High Performance Cryogenic Mirror Control System			
研究代表者 都丸 隆行 (国立天文台)			
参加研究者			
佐藤直久	自然科学研究機構 国立天文台	先端技術センター	研究技師
Rishabh Bajpai	総合研究大学院大学	加速器科学専攻	D2
牛場崇文	東京大学	宇宙線研究所	助教
鈴木敬一	東京大学	宇宙線研究所	研究員
木村誠宏	東京大学	宇宙線研究所	准教授
野手綾子	東京大学	宇宙線研究所	研究支援員
西野輝平	東京大学	理学部天文学専攻	M1
清水洋孝	高エネルギー加速器研究機構	加速器研究施設	助教
荒木栄	高エネルギー加速器研究機構	加速器研究施設	技師
山田智宏	高エネルギー加速器研究機構	加速器研究施設	研究員
Ettore Majorana	INFN, Roma	Physics Dpartment	Professor
Helios Vocca	Perugia University	Physics Dpartment	Associate Professor
Flavio Travasso	Camerino University	Physics Dpartment	Assistant Professor

研究成果概要

本共同利用研究は、KAGRA の極低温鏡懸架システムの制御方法を確立させるためのものであり、これまでの研究で①アクチュエーター、②位置センサー、③傾き制御、④制御エレクトロニクス、⑤制御ソフトウェアの開発を行ってきた。O3 観測時にはこれら制御システムを用いて極低温鏡懸架システムの運転（極低温運転の実績は得られているものの O3 での実際の運転はほぼ室温だった）も行ったが、特に②位置センサーと③傾き制御に課題があり、O4 を前に改良を行った。

まず、②の位置センサーについては、非接触反射型フォトセンサーでは感度が悪いため、新たに Length Sensing OpLev と呼ばれる長さ方向と傾きに感度を持つ光テコ式変位センサーを Marionette 段と Platform 段に導入した。特に Marionette 段の制御は鏡へのフィードバック制御に重要であるため、この新しいセンサーの導入で大幅に制御ノイズの低減を実現出来た。

次に、③の傾き制御に関しては、錘を水平移動させて重心移動を引き起こし、Marionette 段を傾ける Moving Mass と呼ばれる手法が用いられているが、錘の水平移動機構に一般的なボールネジを用いたために極低温での動作信頼性が低く、たびたび動かなくなってしまうという問題に遭遇していた。これを完結するため、2020 年度にロープウェイ式と呼ばれる新しい水平移動機構を開発し、十分高い信頼性を持って極低温駆動を実現した。2021 年度は Marionette 段の全数の Moving Mass をこのロープウェイ式に置き換えた。これにより低温動作の信頼度が各段に向上した。

以上のように、KAGRA の極低温鏡懸架システム制御の改良は無事完了した。

整理番号 G03
