

平成 29 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（高エネルギー加速器研究機構）					
参加研究者					
木村誠宏	高エネルギー加速器研究機構	准教授	Kieran Craig	東京大学	研究員
Rahul KUMAR	高エネルギー加速器研究機構	博士研究員	牛場崇文	東京大学	研究員
荒木栄	高エネルギー加速器研究機構	技師	宮本昂拓	東京大学	D2
萩原綾子	高エネルギー加速器研究機構	研究支援員	田中宏樹	東京大学	D2
上田綾子	高エネルギー加速器研究機構	研究支援員	山田智宏	東京大学	M2
寺嶋慎一	高エネルギー加速器研究機構	研究支援員	越智聡郎	東京大学	M1
生井義一	高エネルギー加速器研究機構	研究支援員	宍戸高治	総合研究大学院大学	M1
鈴木敏一	東京大学	研究員	高田卓	自然科学研究機構	助教
山元一広	東京大学	助教	井上優貴	高エネルギー加速器研究機構	協力研究員
宮本昂拓	東京大学	M1	William Creus	高エネルギー加速器研究機構	来訪研究員
高田卓	自然科学研究機構	助教			
研究成果概要					
<p>本研究では KAGRA 極低温鏡懸架システムの姿勢制御を実現するため、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 極低温用電磁石 2) 極低温で磁化率温度依存性の小さなマグネット 3) 鏡の位置変化を検出するローカルフォトセンサー 4) センサーを駆動させるドライバー系とコントロール系 <p>の4つの開発を行うものであるが、H29年度は特に3)についての研究を行った。</p> <p>これまでの研究から近赤外用のダイオードであるInGaAsフォトダイオード（PD）とInAlAs LEDが4Kの極低温でも動作可能であることが分かっていた。しかし、浜松ホトニクス製のこれら素子で温度特性を調べたところ、温度の依存性が非常に大きく、室温から極低温までの涼気で使用するKAGRAの光変位センサーとしては適さないことが分かった。このため、他のメーカーの素子の温度特性を1つ1つ調べ、最終的にソーラボ社で販売するInGaAs PDおよびInAlAs LEDは温度依存性が比較的小さい事を突きとめた。現在のところ数コのPDで試験を行い、個体差もあまりない結果が得られている。</p> <p>しかし、温度依存性はやはり存在するため、室温から極低温まで実用化するためには、もう一工夫が必要であった。そこで、幾何学的配置で性能が決められる反射型光センサーの構成を採用し、変位の計測を実施した。この結果、4Kと300Kで変位-光センサー出力のプロファイルは変化せず、絶対値のみファクター倍異なる事を突きとめた。KAGRAでは室温・低温間での位置の変化はたかだか数mm以下であるため、この範囲において線形性も維持出来ることが分かった。</p> <p>この光センサーをKAGRAの極低温鏡懸架システムに実装し、懸架システムの位置計測・制御に適用したところ、無事防振系の共振信号を捉えることができた。さらにこの信号を用いてダンピング制御を行う事もできた。</p> <p>本実験の極低温懸架システムは実機1号機であり、世界で初めて極低温鏡懸架システムの運転に成功したことは特筆すべき成果である。極低温鏡懸架システムおよびそこで実用化したローカルセンサー技術は、論文として発表すべく準備を進めているところである。</p>					
整理番号 F03					