

平成 30 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
荒木栄	高エネルギー加速器研究機構
萩原綾子	高エネルギー加速器研究機構
上田綾子	高エネルギー加速器研究機構
生井義一	高エネルギー加速器研究機構
井上優貴	高エネルギー加速器研究機構
山元一広	富山大学
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
宮本昂拓	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
福永真士	東京大学宇宙線研究所
宍戸高治	総合研究大学院大学
Rishabh Bajpai	総合研究大学院大学
高田卓	自然科学研究機構核融合科学研究所
小坂井 千紘	日本学術振興会

研究成果概要

本研究の目的は、KAGRA の最も重要な特徴である極低温鏡懸架システムのアラインメントおよび制御機構の開発と、低ノイズ化を実現することである。主な開発項目には

- 1) 極低温コイル-マグネットアクチュエータ
- 2) 傾き制御機構 (Moving Mass)
- 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・アクチュエータのエレクトロニクス

などがあり、すでに基礎開発と実機への搭載は完了している。H30 年度はこれらの性能評価と改良に焦点を当てた。

Moving Mass については、現在半導体業界での需要から代替のボールネジを短期間で調達することが難しく、今年度中に予備の用意や新しいものをテストすることは断念した。KAGRA の極低温懸架系では、マリオネットステージに 2 台、プラットフォームステージに 2 台の Moving Mass を搭載しているが、これまでの経験から特に重要なものはマリオネットステージの Pitch 方向であることが分かっているので、ボールネジの内、動きの良いものをこの用途に当てるとともに、プラットフォームステージの Moving Mass の 1 つをマリオネットステージに移し、この pitch 方向の moving mass を 2 つとすることで冗長性を持たせる様に改造を行った。これにより観測中に傾きコントロールがなくなるリスクを低減させた。

次に、反射型 LED-PD ローカル位置センサーについては、詳しい特性評価を実施した。特に、センサーの個体差調査と長期安定性、ノイズレベルを評価した。まず、30%もの大きなセンサー特性の個体差が見つかっており、これは主として LED のビームプロファイルの違いや取り付け誤差などから来ていることを突きとめた。また、長期安定性については特に低温で高く、3 ヶ月で 0.8%しか変化が無い事を確認した。また、KAGRA で実際に使っている制御システムを使ってノイズを確認したところ、 10^{-7} m/rHz 程度であり、要求値内にあることを確認した。この研究は、東大院物理専攻の学生の修士論文となっており、また、観測衛星等への応用も考えられることから、投稿論文も考えている。

以上のように、今年度の研究開発は順調に進展した。