

## 平成25年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：KAGRA 用レーザービーム位置検出器及びレーザービーム位置制御器の開発  
英文：Development of beam position monitoring and controlling systems for KAGRA

研究代表者 佐藤孝

参加研究者 大河正志 清水直弥 飯島音浩 上原知幸 斉藤高大

### 研究成果概要

重力波検出器 KAGRA の真空中に吊り下げた各光学部品は pitch および yaw のアライメント安定化を必要とする。KAGRA に使用する鏡の中心とレーザーのビーム位置がずれると光の強度で鏡が揺れ熱雑音が発生するとともに鏡が揺れ続け振動による雑音が発生する。光学部品の大きな揺れは特に共振周波数付近で起こり、この動きが検出器の感度を制限する。このため、揺れを制限するために本研究では光学素子端面から反射するビームの角度を計測する四分割受光素子および CCD カメラを用いたビーム位置検出の技術を開発する。また、各光学素子の要所においてビームの通る位置を記憶させることにより再現性を向上させる基礎技術を構築することを目的とする。

主な目的は、

1. ビームの位置および角度を検出する。
2. ビーム位置を鏡の中心に一致させる制御を行う。
3. ビームの通る位置を記憶する。

であり、その内本年度実行した実験は以下の通りである。

1. 四分割光検出器の特性評価を行う。いくつかの光検出器を比較検討する。具体的には光検出器の応答速度、信号帯雑音比などの諸特性評価を行う。
2. ビーム位置の可視化を行う。この目的のため四分割フォトディテクタの信号を電子計算機により可視化する。

入出射光学系では、レーザービームを各鏡の中心で反射し、要所々々でビームの通る/反射する位置を記憶して再現することが求められる。そこで、我々が実現すべき項目は、透過、部分反射したビームを QPD(4 分割 PD)で受け、ミラーの中心にビームがあることをモニターできるシステムを構築することである。

本研究では、QPD(S5980)に加えて、2次元 PSD (S5990-01) を用いて、PD のビームスポット位置に対する出力電圧を測定し、比較した。方法としては、マイクロメータを用いて、ビームスポットをずらし、そのときの出力電圧を測定した。図 1、図 2 はそれぞれの PD のビームスポット位置に対する出力電圧特性である。ビームスポット位置に対する出力電圧の線形範囲は PSD(8mm)の方が、QPD(0.5mm)に比べて広いことが分かった。

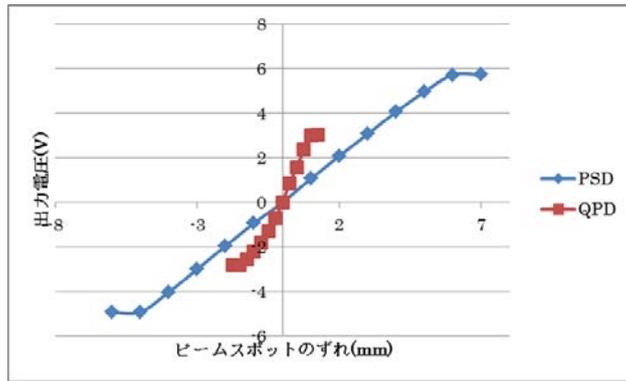


図1 X軸方向のビームスポット位置－出力電圧特性

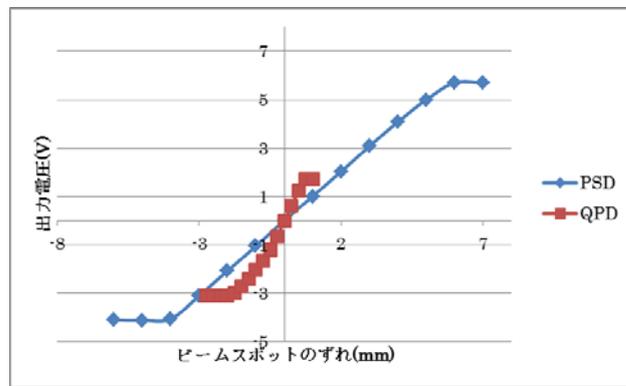


図2 Y軸方向のビームスポット位置－出力電圧特性

以上の結果、レーザー光を QPD(4分割 PD)で受けることで中心からの制御信号を「ずれ」を示す誤算信号を検出することができることが分かった。

平成 26 年度は、この誤差信号をピエゾ素子等にフィードバックすることで、レーザービームの制御を進める予定である。