

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：KAGRA への出力モードクリーナのインストール 英文：Installation of the output mode-cleaner for KAGRA
研究代表者	宗宮健太郎
参加研究者	小田部荘達 中島良介 内山隆 桐井真
研究成果概要	<p>重力波望遠鏡 KAGRA は、地下設置と鏡の低温化によって高い感度を実現するため、ほぼ全ての観測帯域で光の量子雑音によって感度が制限されている。光の量子雑音を軽減するためには、光バネや量子非破壊計測のような、他の望遠鏡が導入していない先端技術を用いることが必要となり、そのためには高性能な出力モードクリーナ (Output Mode-Cleaner=OMC) の使用が必須である。我々は 2013 年から KAGRA OMC のためのプロトタイプ実験とシミュレーションを行ってきたが、2017 年度までに基本的な部分の技術開発は完了しており、2018 年度の目標はいよいよ実機の神岡へのインストールと調整作業を行うことであった。</p> <p>4 月から 9 月までの間に前年度に作成できなかったフォトデテクタ周りやケーブリング関連の部品を完成させ、10 月に東工大クリーンルーム内で OMC とその前段に配置される出力アイソレータ (OFI) のアセンブリを行った。KAGRA と同じプロファイルのビームを入射して、光共振器の透過光がフォトデテクタの中心に照射されるよう調整を行った。ケーブリング部分以外を完成させた状態でトランスポートフィクスチャと呼ばれる箱の中に梱包し、ペリカンボックスに入れてエアサス車で神岡まで輸送した。</p> <p>10 月 11 日に神岡坑内で OMC と OFI および設置用光学部品一式を受け取り、KAGRA の出射系エリアで開梱し、損傷がないことを確認した。その後、業者に外注していたサスペンションフレームに OMC を懸架する作業を行った。KAGRA の光軸高さに OMC 定盤の位置を合わせ、カウンターマスでバランスをとり、もう一度ネジで固定して真空槽内に移動して所定の位置に設置してからリリースした。</p> <p>10 月後半から 11 月にかけては、外部光を用いて OMC の制御実験を遂行した。最終的には KAGRA の出射光を用いて制御しなければならないが、この時点では KAGRA の主干渉計</p>

からは、まだ光が来ていないため、外部光を用いたものである。また、OMCの手前にある出力モードマッチングテレスコープ(OMMT)と呼ばれる鏡もこの時点ではまだインストールされておらず、固定鏡をマイクロメータで動かして光軸を調整している。このように、OMCのインストールは4段階に分かれる：(i)外部光と固定鏡を用いた制御、(ii)外部光とOMMTを用いた制御、(iii)主干涉計光とOMMTを用いた制御、(iv)主干涉計をダークフリッジにした状態での制御。このうち(iii)までが我々が担当する部分であり、(iii)の途中からKAGRAの主干涉計グループに担当が移管する、という役割分担になっている。11月3日に初めてOMCの制御に成功した。外部光の光軸を調整した後、OMC共振器を構成する鏡をピエゾで掃引して制御信号を生成し、それを同じピエゾにフィードバックして共振器長を波長の整数倍に保持したものである。これはOMC開発にとって大きなマイルストーンであった。その後、フォトデテクタ回路の改良などを行い、11月半ばに最初のインストール作業を終了した。

12月にOMMTのインストールが完了したので、12月末にOFIをインストールし、2月に再び神岡へ赴き、(ii)(iii)の制御実験を行った。いくつかの問題が見つかったが、無事にOMCの干涉信号を取得することができ、2019年後半に予定されている初観測への準備がおおよそ整ったと言える。

整理番号 F10