

## 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のためのアウトプットモードクリーナー開発 英文：Development of the output mode-cleaner for KAGRA
研究代表者	宗宮健太郎
参加研究者	上田慎一郎（東工大）、糸田綾香（東工大）、 加藤準平（東工大）、大橋正健（宇宙線研）、 三代木伸二（宇宙線研）、内山隆（宇宙線研）、 宮川治（宇宙線研）、Daniel Friedrich（宇宙線研→天文台）
研究成果概要	<p>日本の第二世代干渉計型重力波検出器 KAGRA は、基線長 3km の干渉計全体を地下に設置し、鏡を 20K の極低温に冷却することで、地面振動雑音と熱雑音を軽減し、その感度はほぼ全ての観測帯域で量子雑音によって制限されている。量子雑音はレーザーのショットノイズとその反跳雑音である輻射圧雑音から成り、通常的位置測定ではハイゼンベルグの不確定性原理から要請される標準量子限界を超える感度は実現できないが、KAGRA では DC readout と呼ばれる量子非破壊計測を導入し、標準量子限界を超える感度の実現を目指している。</p> <p>本研究では、DC readout の要となる Output Mode-cleaner の設計と開発を行なっている。量子非破壊計測のためには制御用側帯波や空間高次モード光を除去することが重要であり、干渉計の出力ポートに Output Mode-cleaner という光共振器を設置して光の整形を行なう。重力波信号の軽減を抑えつつさまざまな周波数や空間モードの光を 4-5 桁軽減するためには、適切な共振器の設計が必要である。また、共振器自体の振動が雑音を混入させないために、長さ制御と姿勢制御を導入することも忘れてはならない。本研究では Modal Model に基づいた数値シミュレーションを用いて、KAGRA の要求値に合わせたミラーマップから予想される高次モード光を計算し、Output Mode-cleaner の設計を進めた。共振器の Gouy 位相を 37 度に合わせ、共振器長を 87cm とすることで、ショットノイズレベルを理想的な状態と比較して 5%以下の違いに抑えることが可能となることが分かった。</p> <p>また、長さ制御と姿勢制御の手法を開発するためのプロトタイプ共振器を作成し、東工大にて干渉計実験を行なっている。H25 年度は姿勢制御用の四分割光検波器とマウントを開発した。Output Mode-cleaner は板バネで防振されたブレッドボードに搭載されている。姿勢制御システムを導入することによる重量の変化を算出し、カーボン製の軽量ブレッドボードを調達した。また、姿勢制御のための数値シミュレーションの開発も進め、基本的な設計の見込みは立ったと言える。</p>
整理番号	G06