

## 2019 (令和元) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：KAGRA におけるレーザー強度安定化のためのR&D 英文：R&D for the intensity stabilization of the laser system in KAGRA
研究代表者	富山大学学術研究部理学系 森脇喜紀
参加研究者	富山大学学術研究部理学系 山元一広 同上 小林かおり 同上 中野雅之 東京大学宇宙線研究所 三尾典克 富山大学工学部 吉岡聡也 同上 杉本良介 同上 伊藤光希 同上 開発輝一 同上 黒宮勇樹 同上 森有紀乃
研究成果概要	<p>1. レーザー強度安定化：</p> <p>これまで音響光学変調器(AOM)を用いたレーザー強度安定化のシステムを構築し、ノイズ軽減のための方式検討とノイズ測定をすすめており、サンプル光出力58mW(out of loop)でのノイズ測定のデータは図1のように100～2 KHzの領域ではほぼショットノイズレベルとなっている。KAGRAのPSLと同じシステムをインストールしたが、PLSの光学系とIMCを通過した後のビームの強度安定度はこのシステムの有無によらず<math>10^{-4}/\text{Hz}^{1/2}</math>のレベルであり、これ等の光学系による強度ノイズを低減することが本質的である。そこで、IMMT外の定盤に2nd ループの光学系を構築し調整を行ったところ図2に示すように、サンプル光出力4.8mW (out of loop) で<math>10^{-7}/\text{Hz}^{1/2}</math> 程度のレベルまで強度安定化でき、O3参加に必要なレベルに到達した。46Hz付近のピークおよび30Hzより低周波側ではQPD信号との相関があり、ビームジッタによるものと考えられる。</p>

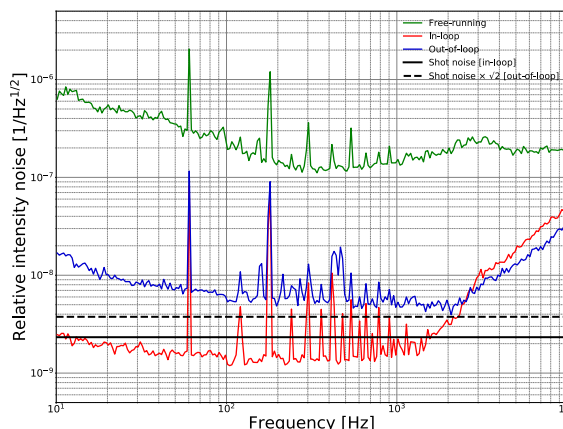


図1 富山大実験室での相対強度雑音。緑：制御なし，赤：inner loop 制御あり，青：outer loop 制御あり，黒実線：ショット雑音，黒破線：ショット雑音 $\times\sqrt{2}$ 。

2. グリーンレーザーの周波数ロックと光学系の設計, KAGRA への設置腕干渉計のロックに必要となるグリーンレーザーの 10~100Hz 領域の周波数ノイズの要因が伝送用のファイバーであることが分かった。ファイバー透過光の一部をファイバーに戻して往復した光とレーザー出射後の光との位相差を誤差信号としてファイバー入射前のレーザー光の位相を変調することで、ノイズ削減を行った。現在は PZT 付鏡により位相変調を行っているが、今後は光軸の安定性を高めるため AOM による変調を導入する準備を行っている。

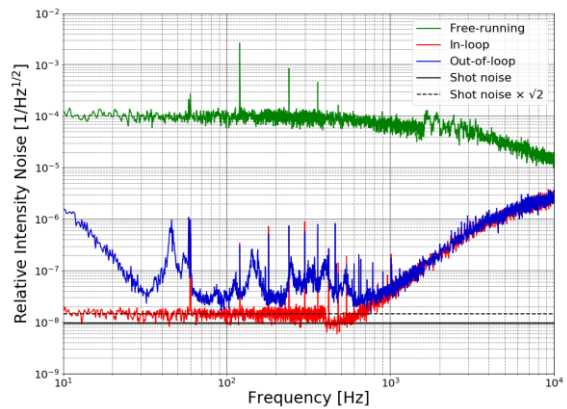


図2 KAGRA IMMT 外での相対強度雑音。緑: 制御なし, 赤: inner loop 制御あり, 青: outer loop 制御あり, 黒実線: ショット雑音, 黒破線: ショット雑音\* $\sqrt{2}$

### 3. 富山大学重力波研究実験室クリーンブースの稼働

富山大学学長裁量経費により KAGRA の基礎研究と準備試験を富山大学内で行える場所として用意したクリーンルームでは上記の準備実験をおこなった。この他, ACADEMIA SINICA 灰野等との協力で KAGRA に導入するハイパワーレーザーの稼働試験, および, PCAL の WS の運用を行っている。