

平成 29 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：bKAGRA のモードクリーナーにおける高光強度化の影響の検討と技術開発
 英文：Technical development for effects on high optical power for bKAGRA mode cleaner

研究代表者 佐藤 孝

参加研究者 大河正志、鈴木孝昌、上原知幸、川村静児

研究成果概要

重力波検出器KAGRAでは、ショットノイズ雑音を低減するためbKAGRAに移行する段階で高強度のレーザーを使用する。レーザービームは真空中に吊り下げられた鏡等の各光学部品で反射、若しくは、透過する必要がある。ここで光学部品の内部ではわずかな散乱光が発生しても、その迷光はKAGRAの感度に影響を与える。本研究では、散乱光に対する対処、熱レンズ効果による影響の検討、および、その制御の技術の検討および開発を行った。特に、今年度は、散乱光を減衰させるビームダンパーに用いる素材として選定した、Silicon-Carbide (SiC)の散乱光を確認し、削減するため、実験並びに計算を行った。

具体的には、インプットオプティクスにおける散乱光のシミュレーションとダンピングを行うため、Lighttoolsにより光学シミュレーションを行うとともに、実験を行った。

図1は、反射率を求める実験系であり、図2はその反射率の実験結果とLighttoolsによるシミュレーション結果である。

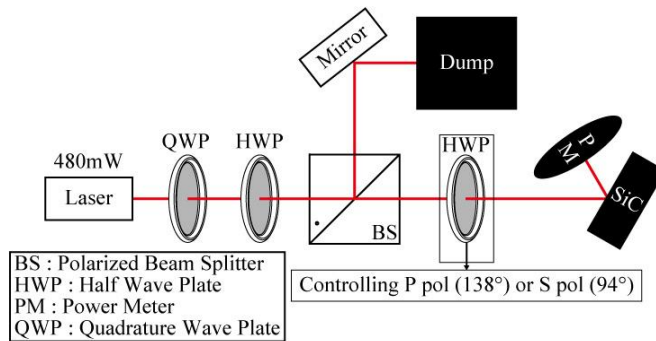


図1 反射率を求める実験系

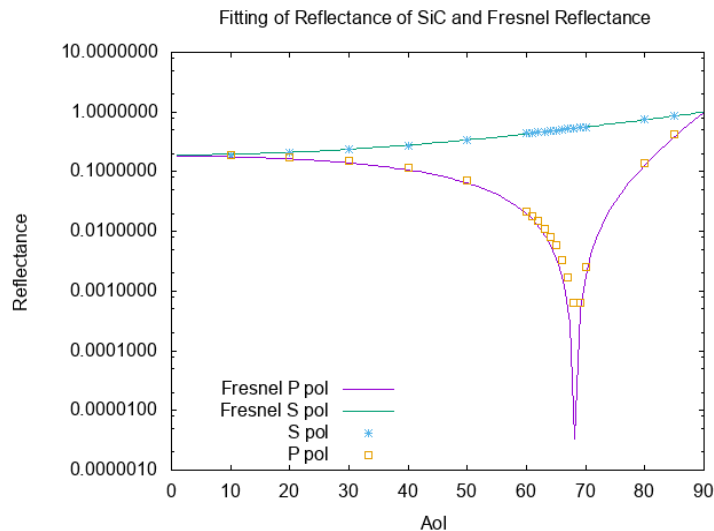


図2 反射率の実験結果とLighttoolsによるシミュレーション結果

図2の結果から、P偏光では、SiCに関するシミュレーションの通り、実測においても反射がほぼゼロになる点を確認され、S偏光では、これもシミュレーション通り一様に反射率が変化していることが確認された。

図3は、SiCのサンプルをよく磨いた場合と磨きが不十分な場合の後方散乱の実験結果であり、よく磨くことにより、後方散乱以外の散乱を抑えることができていることが分かる。

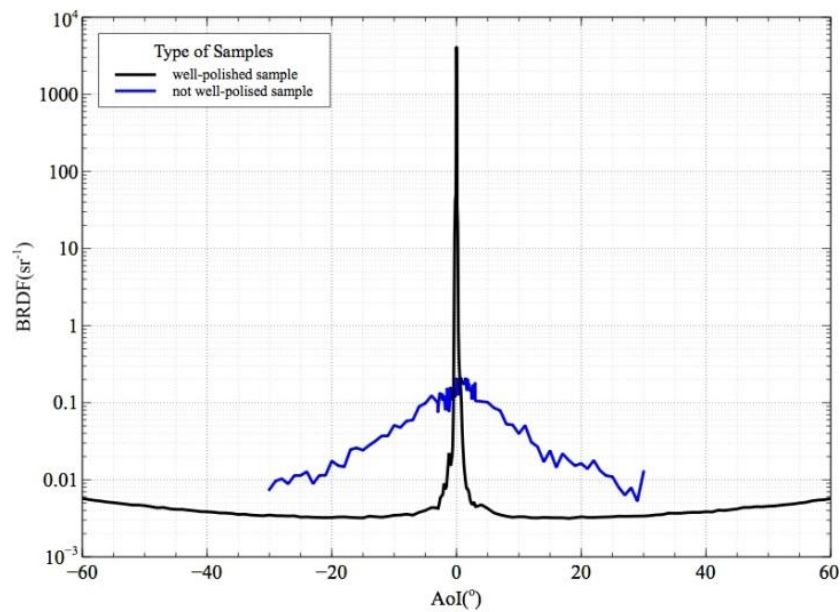


図3 SiCのサンプルの後方散乱の実験結果

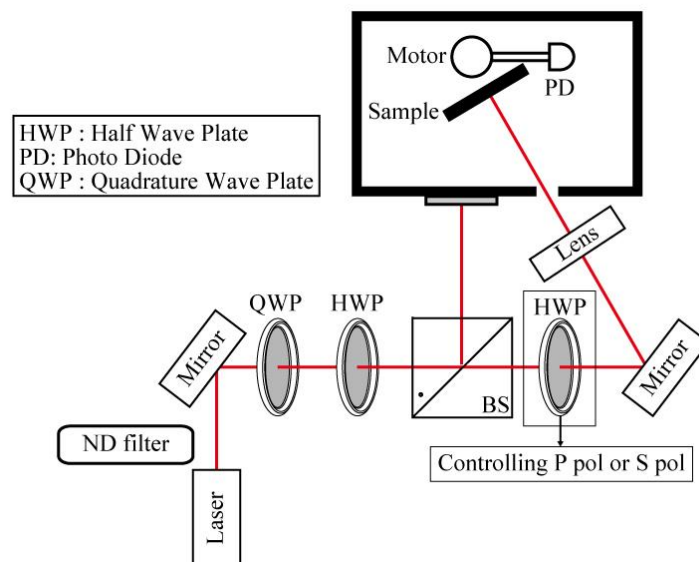


図4 半球散乱の実験系

図4 半球散乱の実験系では、ステッピングモーターを用いてPD(Photo Detector)の測定のための角度の調整を行っている。

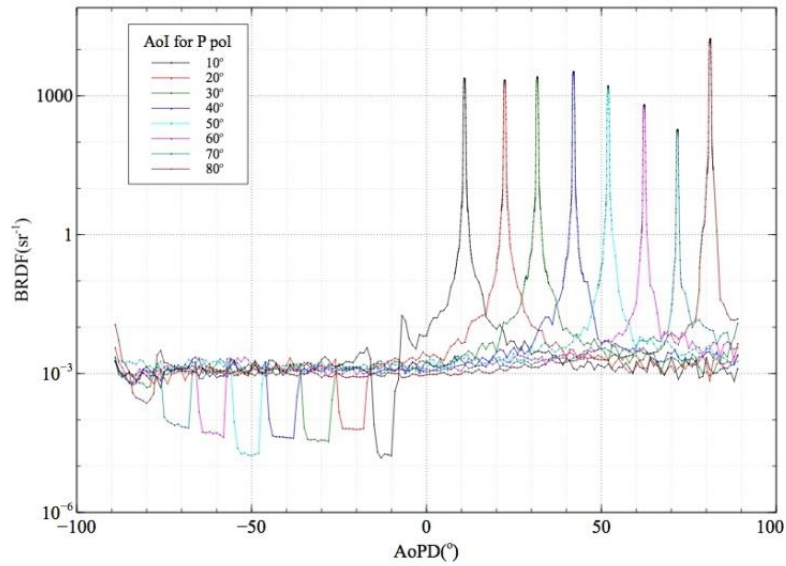


図 5 SiC に関する P 偏光の半球散乱

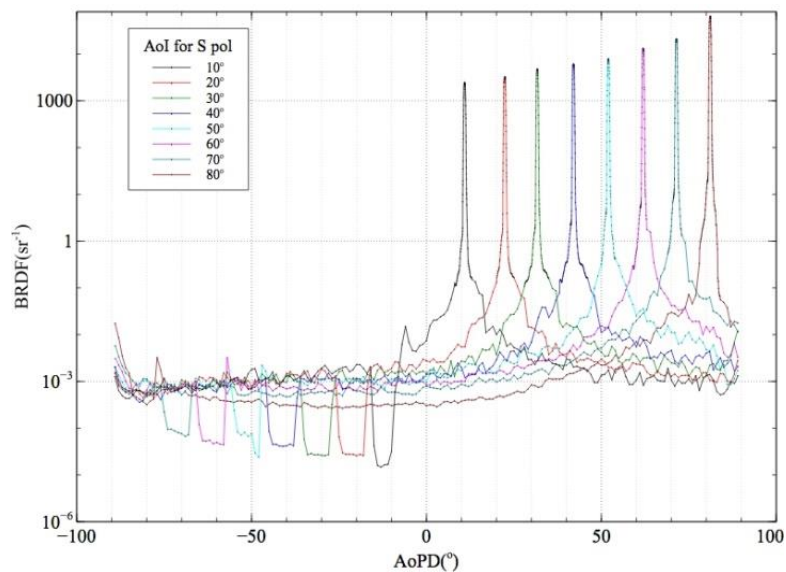


図 6 SiC に関する S 偏光の半球散乱

図 5 は、SiC に関する P 偏光の半球散乱の実験結果であり、横軸の角度(AoPD)は散乱光を観測する SiC の表面の法線方向に対する散乱光の反射角度であり、パラメーターとして変化させているのは SiC の表面へのレーザー光の入射角度 (AoI) である。そして、散乱光の角度依存性は、AoPD と AoI に関する関数である双方向反射率分布関数として表されている。

図 6 は図 5 と同様の観測を S 偏光で行ったものである。これらの観測結果ら、SiC に関する必要なパラメーターが求まったので、今後は、KAGRA のシステム内の迷光・ゴーストビームを低減させるために設計されている SiC を用いたビームダンプの最終的な設計に入り、ビームダンプを構成する 2 枚の SiC の板の角度の設計を行う。