


平成29年度国立天文台共同開発研究成果報告書

平成30年4月27日

国立天文台長 殿

研究代表者	氏名	(ふりがな) さとう たかし 佐藤 孝	
	所属・職	新潟大学自然科学系（工学部）・教授	
研究課題名	大型低温重力波望遠鏡KAGRAにおけるメインビームの散乱光対策に関する研究		
研究実績	<p>重力波の直接観測はアメリカのLIGOで実現され、日本の重力波観測計画である「大型低温重力波望遠鏡KAGRA」も、今後の重力波天文学の発展において重要な1つの観測拠点になることが期待されている。そのLIGOで原因が分かっていない光雑音は、散乱光雑音であろうと考えられている。本研究は、その散乱光雑音対策に関するもので、KAGRAでは散乱光雑音のメインビームに対するパワー比を10^{-16}以下にする必要があると見積もられている。このパワー比を実現するには、迷光を完全に遮断することが必要である。そこで本研究では、あらかじめビームダンパーをKAGRAの真空槽内に配置できるように設計し、迷光から生じる散乱光をなくして光学雑音にならないようにすることを目的として実験系を準備し実験を行った。</p> <p>国立天文台で開発しているビームダンパーは、平成30年中に稼働が予定されているKAGRAシステム全体の雑音レベルを低減するために重要であり、申請者等はビームダンパーの最適な設計と設置位置について、シミュレーションと新たな工夫として「ダンパーに振動を加える加振実験」を行い、散乱光雑音の低減を実現することを目的として、実験をスタートさせた。実験系は、本共同開発研究の予算で購入した波長$1.064\mu\text{m}$のレーザーを用いて構築し、ビームダンパーの最適な設計並びに設置位置については、東京大学宇宙線研究所との共同利用研究において整備している「ソフトウェアLightTools」を用いて光路計算を行った。その際、計算のノウハウを得るために本ソフトのセミナーを受講し、迷光のメイン光軸への再合流の大きさを求めると共に、全体の設計を進めているところである。現在は、レーザー装置以外の光学素子も準備し、申請者の研究室の測定装置や光学実験システムを用いて、様々な光学素子により特性が異なると予想される迷光の特徴に合わせた、ビームダンパー特性の確認実験を以下の干渉実験系を用いて行い、継続して測定しているところである。</p> <p>図1に示す干渉実験で、 piezo素子 (Piezo) に周波数20Hzと900Hzの信号を印加し、干渉信号を観測している。そしてこの干渉信号を同期検波することで、非常に小さな信号でも雑音を取り除き増幅する事ができることを確認した(図2)。そして、同期検波による観測に必要な散乱光のパワーの下限を求めめるため、光フィルターの挿入実験を準備しているところである。</p>		
研究の活用	<p>平成30年度は、この基礎実験を継続することからスタートする。そして、干渉測定に同期検波による雑音低減の手法を加味し、観測に必要な散乱光のパワーの下限を求めめる。そしてその結果を用いて、実際にKAGRAのシステムにビームダンパーを挿入した際に、迷光から生じる散乱光をなくして光学雑音にならないようにするために必要なビームダンパーの製作を行う。そして、閉校して行っているビームダンパーの設置位置に関するシミュレーションを進め、KAGRAシステム内部の迷光から来る散乱光をなくし、KAGRA全体の雑音低減に貢献することを目指す。</p>		

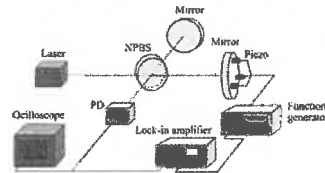


図1 干渉実験系

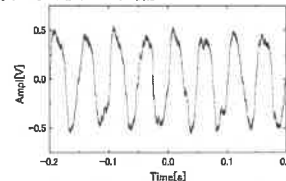


図2 周波数20Hzの測定波形