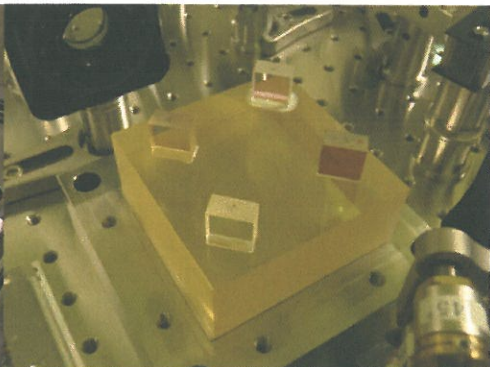


平成23年度国立天文台共同開発研究成果報告書

研究者 又は 研究代表者	氏 名	(ふりがな) さとう しゅういち 佐 藤 修 一
	所属研究機関 部局・職	法政大学・理工学部・准教授 電話 042 (387) 6226
研究テーマ	変位雑音フリー干渉計 (DFI) を用いた 標準量子限界観測の基礎研究	
研究実績	平成23年度天文台共同開発研究経費に基づいて、真空環境下におけるDFI干渉計(図1)の感度評価をおこなうと共に、モノリシック干渉計の設計・制作(図2)など雑音低減対策を進めた。 前年度までの実験結果を総合すると、干渉計を構成する光学素子の純粋な並進運動による変位雑音の他に、音響雑音の効果、大気揺らぎ、ミスマライメントの効果など、広い意味での干渉計の非対称性が干渉計の感度を制限していることが示されてきた。これら雑音の源あるいは伝播経路をひとつずつ排除することで余剰雑音を低減し、感度の向上をはかった。前年度の干渉計真空化に引き続き、今年度は干渉計部の固定化したモノリシック光学系を採用することで大幅な雑音の低減、感度向上を実現した。(図3、4)   図1：真空化されたDFI干渉計 図2：モノリシック干渉計- MZIを構成する。 図3に光学素子ホルダーを用いた通常の干渉計とモノリシック干渉計を用いた場合とでのシングルMZI干渉計の感度の比較を示す。DFI機構による変位雑音の相殺、および干渉計部の真空化などによる対処では改善しなかった主に1kHz以下の低周波領域での余剰雑音が一挙に低減している(図3)。これは一義的には変位雑音自身が抑圧された効果が顕著に見えていることに相当する。しかしながら、1kHz以下の周波数帯域ではスパイク状およびフロア状の雑音を含めて散射雑音よりレベルの大きい余剰雑音が顕著であり、これらについては更に次の対策が必要である。一方で、それ以外にも干渉計のある種の非対称性が抑えられる効果があり、これによって双方向の干渉計に関する感度の差が大幅に小さくなっている。これによって潜在的にはDFI機構の効率の改善が期待される。 モノリシック干渉計を用いたDFIの感度を図4に示す。シングルMZIで1kHz以下に残っていた余剰雑音の多くはDFI機構によって相殺されている。結果として、数	

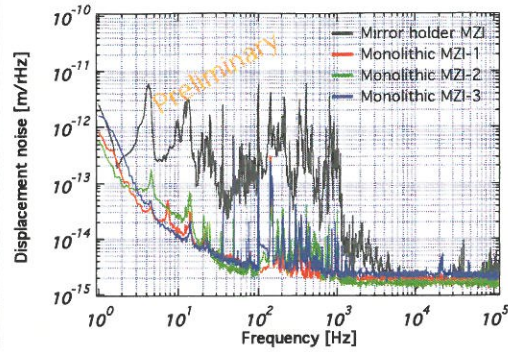


図3：MZIにおける感度の向上- モノリシックにすることで大幅に雑音が低減している。

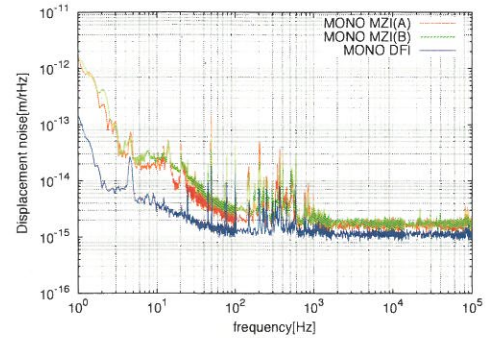


図4：モノリシックDFIの感度、10Hz付近まで散射雑音レベルに到達した。

10Hz以上の周波数帯域ではほぼ散射雑音レベルの感度を実現した。しかしながら数10Hz以下には依然相殺しきれないフロア状の余剰雑音が残存している。この周波数領域における散射雑音レベルでの計測では、突発的な地面振動励起によるスペクトルの悪化が無視できない。もう少し広い領域に渡る広い意味での防振が必要ということである。

以上より、現時点で当初の目的である「1Hz以上の全ての周波数帯域で読み出し量子雑音である光の散射雑音レベルに到達する」は厳密には達成できていないものの、数10Hz以上の周波数帯域では散射雑音レベルに到達できていること、および方法論として一定の明確な方向性が得られたことから、次のステップへ向けての着実な成果を上げることができたと考える。

研究の活用

1Hz程度までの周波数帯域で光の散射雑音レベルに到達する一定の目処がたったことから、計測システムとしては本来の目的である「標準量子限界観測」に大きく近づいたと考えてよい。今後は、更に必要とされる散射雑音レベルまで余剰雑音を低減することと自由質点を実装することによって標準量子限界へのアクセスを目指す。

注1) 研究成果報告書の公開にあたり支障を生ずるおそれがある場合は、当該部分とその理由を明記すること。