

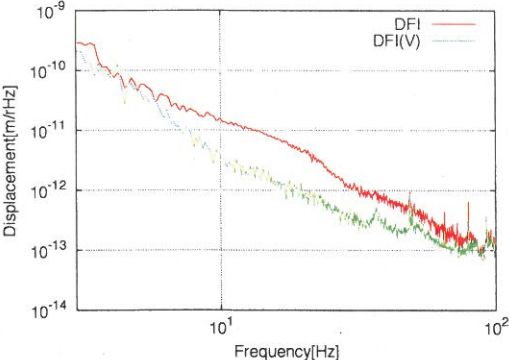
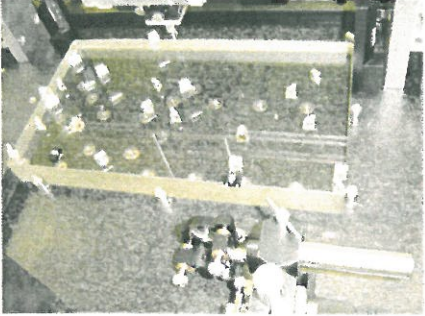


研究者 又は 研究代表者	氏名	(ふりがな) さとう しゅういち 佐藤 修一	
	所属研究機関 部局・職	法政大学・工学部・准教授 電話 042 (387) 6226	
研究テーマ	変位雑音フリー干渉計 (DFI) を用いた 標準量子限界観測の基礎研究		
研究実績	<p>平成22年度天文台共同開発研究経費に基づいて、真空環境下におけるDFI干渉計の構築(図1)と感度評価をおこなうと共に、モノシック干渉計の設計・制作(図3)、光検出器の真空化等雑音低減対策を進めました。</p> <p>前年度までの実験結果を総合すると、変位雑音の相殺効果は定常的に60dB程度が上限になっていることが確認されました。信号処理系の非対称性でできる相殺効果の上限は140dB程度あることがわかっているので、これは干渉計そのものに起因する非対称性が相殺効果の上限を制限していることが考えられます。これら非対称性の原因のひとつとして、直接に地面振動を介する擾乱ではなく、音響擾乱・空気揺らぎの影響であることがこれまでのレーザー干渉計開発の経験と併せて強く示唆されたことから実験系の真空化を進めてきました。これはDFI光学系を真空容器に格納し、大気を媒介にする擾乱を抑えることで劇的に改善すると期待されます。予備的な計測結果によると、実際に低周波領域においておよそ1桁の雑音レベルの低減の効果が確認されました(図2)。これは干渉計システムの調整・最適化によってさらなる低減効果が期待されると考えています。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>図1:真空層と干渉計</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図2:真空化による感度向上</p> </div> </div> <p>一方で、今回の干渉計真空化によって抑えきれない雑音があることも見えてきました。つまり空気を媒介としない別経路の雑音の混入機構が存在するという事です。一般に如何なる雑音も、雑音源から伝搬経路を通して信号として現れる訳ですが、雑音の寄与の大きさは雑音源×伝搬経路(例えば非対称)で決定されるため、双方を小さく抑えることによって効果的に雑音を低減することができます。例えば地面振動が雑音源の場合、伝搬経路としては直接的なもの、間接的なもの(干渉計の非対称性、散乱光など)まで考慮すると雑音機構は多岐に渡ります。そこで差動変動信号を生成する干渉計部分について、雑音源である地面振動を徹底的に低減する(広い意味で防振する)というアプローチを取りました。低膨張基材の上に光学素子を直接接着するモノシック光学系を制作しています(図3)。</p>		

	<p>この手法による光共振器を用いた周波数安定化の計測によると、系の安定度は基材の熱雑音レベルまで達することが報告されており、現状で考える最も安定なプラットフォームです。現在制作が進行中であり、引き続きインストール、コミッショニングを行う予定です。この結果により、本来の目標である「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」ための指針をえること、更には光検出器の真空化等の対策と併せて早期の目標実現をめざします。</p>	
	<p style="text-align: right;">図3:モノリシック光学系の例</p>	
	<p>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」は達成できていないものの、着実に雑音源の同定と対処を進めることができていると考えます。</p>	
	<p><b>【査読論文】</b>          [1] Shuichi Sato, Seiji Kawamura, Atsushi Nishizawa and Yanbei Chen, “Noisecancellation properties of displacement noise free interferometer”, J.Phys.: Conf. Ser. 228 (2010) 012026</p> <p><b>【学位論文】</b>          「変位雑音フリー干渉計の開発」 角谷昌憲(法政大学)</p>	
<p>研究の活用</p>	<p>真空環境下におけるDFI干渉計の構築、モノリシック干渉計の設計・制作および光検出器の真空化等雑音低減対策を進めました。これらを用いた実験結果の評価から雑音源を同定し抑圧することによって、本研究の本来の目的である「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」ことに活かすことを考えています。</p>	

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。