

## ドップラー効果を用いた移動縞投影法による振動分布計測

## Vibration Distribution Measurement by Moving Fringe Projection

宇大工<sup>1</sup>, 宇大 CORE<sup>2</sup> ○ 森田 優里<sup>1</sup>, 茨田 大輔<sup>1,2</sup>Fac. Eng., Utsunomiya Univ.<sup>1</sup>, CORE, Utsunomiya Univ.<sup>2</sup>, ○Yuri Morita<sup>1</sup>, Daisuke Barada<sup>1,2</sup>

E-mail: t162366@cc.utsunomiya-u.ac.jp

レーザーマイクロフォンは、非接触で振動検出する技術として知られており、振動物体からの反射により光路の変化を検出する方法、干渉縞の変化を検出する方法などが提案されている。それぞれの方法は、振動の大きさや振動の発生方法に応じて使い分ける必要がある。本研究では、ダイナミックレンジを変更可能なレーザー光による振動計測方法を提案する。

Fig.1 に提案手法の光学系を示す。振動源の例として約 440Hz の三角波で振動させたスピーカーを用い、波長 532nm のレーザー光源から分岐させた二つのビームによる干渉縞を照射した。このとき、一つのビームは一定速度でミラーに反射させたものを用いると、干渉縞の明暗が一定速度で移動する。ここでは、DC モーターの直進ステージにより、ビームスプリッターと逆方向に 1mm/s で移動させた。さらに、物体が振動している場合は、干渉縞の明暗の移動速度が変調される。この干渉縞の変化の様子を CMOS イメージセンサーで観察した。CMOS イメージセンサーのフレームレートは 100,000fps とし、256×256 ピクセルの画像を 48000 枚撮影した。このとき、ピクセル毎に周波数変調された時間信号が検出可能であるが、これをフーリエ解析することによって、振動面の変位を求めることができる [1]。

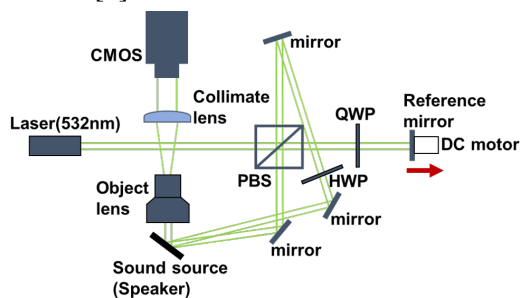


Fig. 1: Experimental setup

あるピクセルで観察された光強度の時間変化

により得られたビート周波数スペクトルを Fig.2 に示す。図を見ると、複数のピークが現れ、これは振動源と同じ基本周波数 440Hz の整数倍の位置に現れていることがわかる。また、三角波の特徴により、奇数次のピークが強く現れていることがわかる。このスペクトルの正領域を用い、複素ビート信号とその時間微分波形を求め、変位を算出した。その結果を Fig.3 に示す。図中の 3 つの線は、異なる 3 ピクセルにおいて検出された振動波形を示す。1/440  $\approx$  2 ミリ秒の周期性をもつ三角形状が見えることから、音源の振動分布を捉えることができていることが確認できる。ノイズも含まれるが、これはイメージセンサーのファンやステージの振動が原因であると考えられる。ここでは、振動面の形状は測定していないが、振動面の形状は縞解析によって測定可能であるため、形状と振動分布から音波の伝播を予測することも可能である。それについては今後検討する。

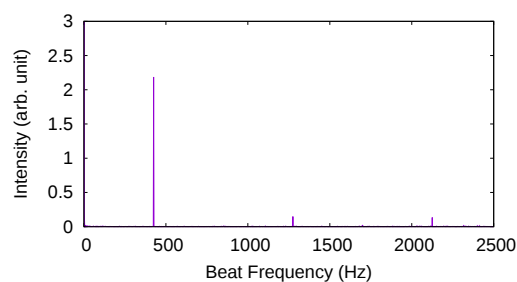


Fig. 2: Beat frequency spectrum

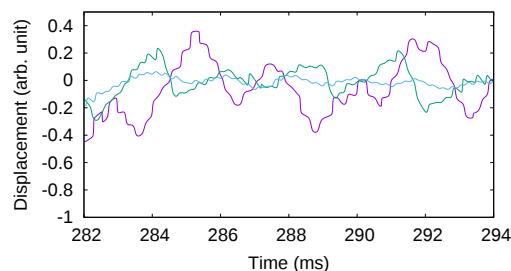


Fig. 3: Displacement of vibration surface

[1] D. Barada *et. al.*, IP2019, 96 (2019).