

レーザ音響計測手法を用いた超音速噴流から発生する乱流混合騒音の計測

松本一希, 岡本光司, 赤嶺政仁, 澤田祐一郎, 高巢凌吾(東京大学)

実験期間: 2023年9月12日から2023年9月15日, 2023年12月18日から2023年12月22日, 2024年1月9日から12日

航空宇宙工学分野において、超音速旅客機から発生する排気噴流騒音の低減は、機体や周囲環境へ与える影響が大きいことから、重要課題の一つとして挙げられる。超音速噴流騒音の複雑な音場が持つ特徴や音源位置を明らかにするために、噴流近傍で音響計測を行い、解析するという試みがなされている。しかし、噴流近傍において、既存のマイクロホン計測を行う場合、音場や流れ場がマイクロホン筐体との干渉によって乱される可能性がある。そこで、本研究室では、遠方から非接触で音響を計測する手法として、レーザ光を用いた音響計測が提案され、その妥当性が議論されてきた。先行研究では、超音速噴流から生じるマッハ波とスクリーチ音が計測対象とされ、音波伝播方向と音圧が正確に計測可能であることが明らかになった。そこで、本研究では、超音速噴流から発生する、もう一つ別の騒音現象である、ファインスケールの乱流混合騒音を対象にレーザ計測を行った。特にこの現象は、先行研究で対象とした現象と比べて音圧が低く、音源が分布している特徴を有していることから、本研究ではこれらの特徴を考慮した新たな解析手法を提案し、その妥当性を議論することを目的とした。

初めに、音圧が低い特徴に対する妥当性の検証として、遠方におけるマッハ波の計測を行った。先行研究では、Over All Sound Pressure Level(以下、OPASL)が140[dB]以上のマッハ波が計測対象とされてきたが、今回の遠方におけるマッハ波の計測結果から、OASPLが130[dB]程度の低い音圧を有する音波について、レーザ計測の妥当性が確認された。次に、音圧が低い特徴と、音源が分布している特徴を有するファインスケールの乱流騒音の計測を行った。レーザ計測による解析結果から、音源が分布していることによって、周波数帯域ごとに音源位置が異なることが確認された。従来のレーザ計測では、全ての周波数帯域の騒音が、単一の音源から発生すると仮定して音圧算出を行っていたため、音源が分布している音波であるファインスケールの乱流騒音の音圧スペクトルを算出すると、Fig.2(左)に示すように、低周波側においてマイクロホン計測とレーザ計測による音圧に差異が生じた。そこで、音源が分布している特徴に対応した新たな解析手法として、周波数帯域ごとに音源位置を推定し、音圧算出を行う手法を提案した。その結果、Fig.2(右)に示すように、従来手法と比べて今回提案した手法では、マイクロホン計測とレーザ計測による音圧が低周波側で一致しない問題が改善され、OASPLは0.7[dB]から0.3[dB]の差に減少した。以上のことから、提案手法がファインスケールの乱流混合騒音のレーザ計測に有効であると結論付けられた。

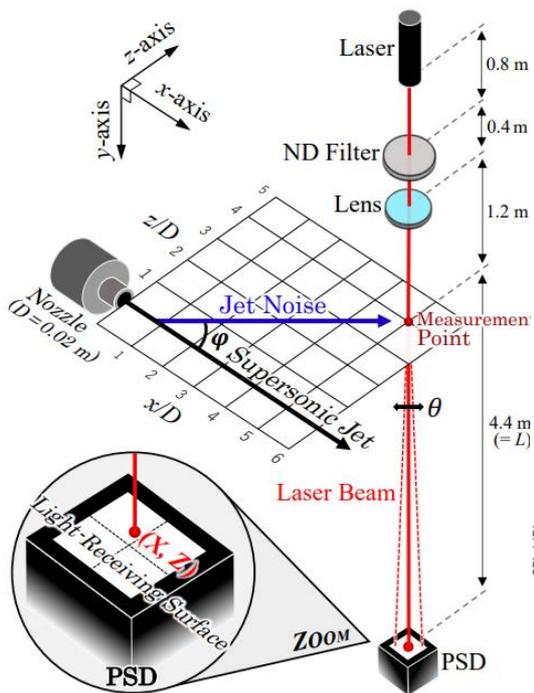


Fig.1 レーザ光学系セットアップ

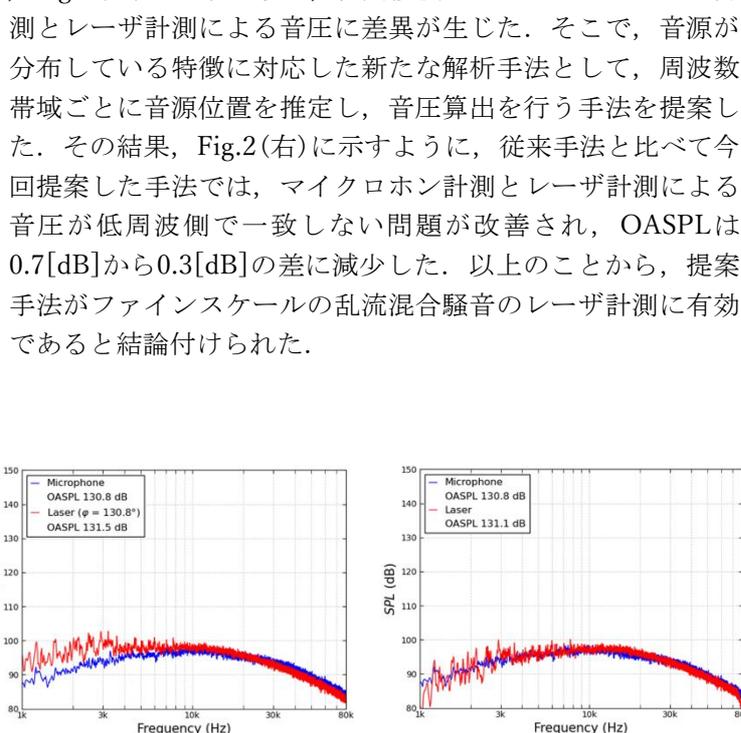


Fig.2 従来手法(左)と提案手法(右)による音圧スペクトル

成果の発表先, 関連文献

1. 松本一希, 権寧河, 岡本光司, 赤嶺政仁, 寺本進, “レーザー光と位置検出素子を用いた超音速ジェット騒音計測の妥当性に関する研究,” 第51回日本ガスタービン学会定期講演会, B-8, 福井市, 福井県, 2023年10月4日-10月6日
2. 松本一希, 権寧河, 岡本光司, 赤嶺政仁, 寺本進, “Development and evaluation of laser acoustic measurement system for supersonic jet noise,” Acoustic Sydney 2023, 5aNSa6, Sydney, Australia, 2023年12月4日-8日