

斜め平板に衝突する超音速噴流から発生する音響波に関する研究

中西佑太, 佐々木聖, 岡本光司 (東大新領域)

寺本進, 奥抜竹雄 (東大工学系), 堤誠司 (JAXA)

実験期間: 平成24年10月1日から10月5日

平成24年11月5日から11月9日

ロケットの打上げ時には, 排気プルームが火炎偏向板に衝突することにより強大な圧力波(音響波)が発生する. この圧力波がペイロードに到達すると搭載貨物を加振し破損する可能性が指摘されている. この問題を回避した射点設計には, 衝突噴流から発生する音響現象の予測が不可欠だが, その発生メカニズム等に不明確な点が多く残されており, 十分な精度での音響予測は困難となっている. そのため, 衝突噴流から生じる音響現象の理解と発生メカニズムの解明が求められている.

そこで本研究では衝突噴流を模擬した実験を行い, 音響等を実際に計測することにより, そこから発生する音響現象を探った. 複雑な火炎偏向板形状が衝突噴流に与える影響や離散周波数音の特異的な現象を除いた基礎的な物理現象に着目するため, $M_j = 1.8$ の適正膨張噴流を傾斜平板に衝突させた. このときノズル出口径は $D = 20$ [mm] であり, 噴流軸上のノズル出口から衝突板までの距離は $5D$ と定めた. ここでは特に, 可視化画像から得られる流動場の密度勾配変動, マイクロフォン計測から得られる音響スペクトル, 偏向板壁圧計測結果のそれぞれに対して周波数解析を行い, 特に偏向板に対して垂直方向に伝播する音響波に着目して, その現象を議論した.

まず可視化画像から, その音響波の基点となっている位置を絞り込んだ上で, その近辺の偏向板上の圧力変動を解析したところ, 音響スペクトルは $10\text{--}20\text{kHz}$ にピークを持っているのに対して, 壁圧変動は 4kHz 付近にピークがあることが分かった. 一方, 噴流衝突点付近の壁圧変動には約 4kHz と 10kHz にピークが見られたが, その計測点と音響波の起点との間に存在するプレートショックの振動は約 5kHz にピークを持っており, 周波数の観点からは, これらの現象の間に直接的な関係を見出せないことが明らかとなった.

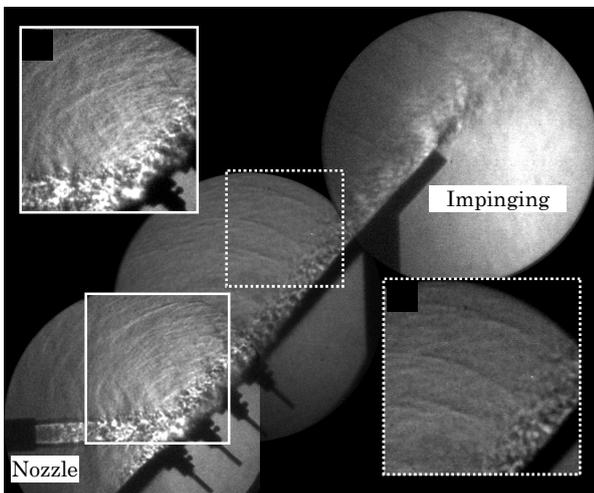


Fig. 1 Schlieren image of $M_j = 1.8$ supersonic jet impinging on an inclined plate

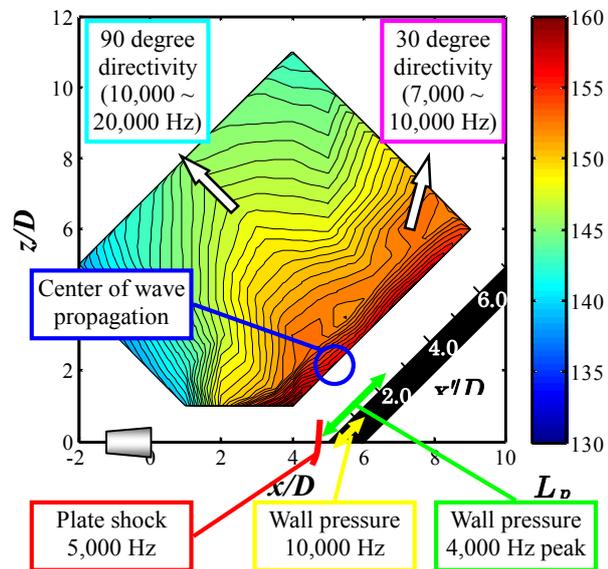


Fig. 2 Spatial relationship among each phenomenon

参考文献

- 中西佑太, 佐々木聖, 岡本光司, 寺本進, 奥抜竹雄(東大), 堤誠司(JAXA), “傾斜平板へ衝突する適正膨張噴流に関する音響現象と衝撃波振動”, 日本航空宇宙学会第 53 回航空原動機・宇宙推進講演会講演論文集 CD-ROM Proceedings, 倉敷, 2013 年 3 月