

審査の結果の要旨

氏名 赤嶺 政仁

本論文は、「音響トリガ条件付抽出法を用いた超音速衝突噴流の音響波発生機構に関する研究」と題し、本文5章と付録から成っている。

第1章は「序論」であり、研究の背景と目的を述べている。まず、高速の噴流から生じる音響波に関する先行研究について述べた後に、本研究の動機となったロケット打ち上げ時の騒音問題、及びその現象としての超音速衝突噴流から生じる音響現象について、先行研究によって得られた知見を説明している。そして、この超音速衝突噴流から生じる音響現象では、自由噴流及び壁噴流から生じるマッハ波と噴流衝突領域から生じる音響波が重要であることが、先行研究の数値解析結果から示唆されているものの、その発生メカニズムに対する理解や衝突条件が音響現象に与える影響についての知見が不十分であることから、その解明を実験的に行うことを本研究の目的とすることを述べている。また、対象とする音響現象は広帯域騒音であり、その発生には間欠性を有しているため、従来の周波数解析手法では不十分であることを指摘し、新たに「音響トリガ条件付抽出法」を高速度シュリーレン可視化動画に適用することを提案し、その妥当性と有効性を明らかにすることも、本研究の目的とすると述べている。

第2章「実験手法」では、本研究で使用した風洞実験設備及び計測手法について説明している。計測手法に関しては、高速度シュリーレン可視化動画撮影、偏向板壁圧分布計測に加え、音響インテンシティベクトル計測とその解析手法、さらにその応用であるレイトレース手法について説明している。

第3章「音響トリガ条件付抽出法」では、本研究で新たに提案する本手法について説明した後に、超音速自由噴流のマッハ波を対象にした検証実験の結果について議論している。各フレームの平均化に必要なトリガイメント数について検証した後、トリガイメントとなったマッハ波が確かに可視化抽出されていること、その伝播方向が音響インテンシティベクトルの計測結果と一致していること、マッハ波の移流速度と波面角度が過去の文献で示されている値と良く一致していることを確認している。

第4章「結果と議論」では、ノズルー平板間距離と平板傾斜角を衝突条件パラメタとして、音圧分布、音響スペクトル、音響トリガ条件付抽出法によって得られた抽出可視化動画、偏向板表面の壁圧分布等を議論している。まずノズルー平板間距離を変化させた場合の比較を行い、衝突前の自由噴流領域から発生するマッハ波の影響が変化することを示した。すなわち、ノズルー平板間距離が短い場合には、マッハ波が発生する前に噴流が衝突するため、その影響が小さいのに対して、ノズルー平板間距離が長い場合には、衝突前の噴流から生じたマッハ波が偏向板で反射し、距離が短い場合に比べて偏向

板にほぼ垂直方向の音圧が 4dB 以上高くなることを示した。また、このマッハ波の影響については、音響インテンシティベクトル計測結果から得られるトレースラインを用いて、その影響領域を評価できることを示した。次に、ノズル平板間距離が短い場合で平板傾斜角を変えた場合を比較し、噴流衝突領域から生じる音響波は、偏向板表面に形成される衝撃波構造の強度と強い相関があることを示した。また抽出動画には、自由噴流のマッハ波をトリガイメントとして動画抽出した場合と同様の現象が自由噴流領域に見られることから、自由噴流内部の大規模乱流構造とも相関があることを示した。それらの結果、衝突領域から生じる音響波は、ジェット上流から移流してくる大規模乱流構造と偏向板表面に形成される衝撃波構造の干渉によって生じることを示した。また、上記以外の衝突条件下においても、これら二つの現象の影響の重ねあわせで説明できることを示した。

第5章は「結論」であり、本研究で得られた成果をまとめている。

以上要するに、本論文は、超音速衝突噴流から生じる広帯域音響現象について、その音響波発生に強い相関を持つ現象を効果的に抽出する「音響トリガ条件付抽出法」を新たに提案し、その妥当性と有効性を示した上で、超音速衝突噴流から生じる空力音響波の発生メカニズムと、衝突条件による音響現象の変化を明らかにしている。また、本研究で提案されている「音響トリガ条件付抽出法」は、衝突噴流だけでなく、様々な広帯域空力音響現象への適用が可能であることから、その波及効果も大きいと期待され、先端エネルギー工学、特に航空宇宙工学、空力音響工学の分野に貢献するところが大きい。

なお、本論文の第2章と第3章は岡本光司、Kent Gee, Tracianne Neilsen, 第4章は岡本光司との共同研究であるが、いずれも論文提出者が主体となって実験ならびに解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（科学）の学位を授与できると認める。

以上 1994 字