

審査結果の要旨

氏名 寺門大毅

博士(情報科学) 寺門大毅の論文は「Sound source characteristics in compressible turbulent flows (圧縮性乱流中の音源特性に関する研究)」と題し、6章からなる。

ロケットや超音速航空機に使用される超音速ジェットから発生する騒音レベルは非常に大きく、ロケットに搭載するパイロードの不具合や、周囲に住む人々のストレスの原因となりうる。したがって、超音速ジェットが発生する音響波の発生メカニズムの理解と予測法の開発はこれからの航空宇宙機の設計開発において重要である。本研究では、超音速ジェットが発生する音響波の発生メカニズムの理解と予測法の開発にむけて、超音速ジェットの乱流構造と音源に対して乱流マッハ数が与える影響を明らかにすること、および、超音速ジェットが発生する音響波へ移流マッハ数や温度比が与える影響を明らかにすることを目的としている。

第1章は序論であり、本研究の背景と先行研究、関連文献についてまとめた上で、本研究の位置づけと目的、本論文の構成を述べている。

第2章は、本論文で解析を行う一様等方性圧縮性乱流や時間発展圧縮性混合層に対する流れ場の問題設定を述べている。

第3章は、本論文で解析を行う数値計算手法を説明している。

第4章では、乱流変動から発生する音響波の性質を理解するために一様等方性圧縮性乱流の直接数値計算 (DNS) を行っている。はじめに、音源に対する乱流マッハ数の影響について考察し、乱流マッハ数によらずレイノルズ応力項が最も大きな割合となること、エントロピー項も無視できないことを示している。また、低乱流マッハ数の場合は渦が主要な音源であるが、高乱流マッハ数の場合には、渦と音源との間に明確な相関がみられず、渦以外の音響波生成メカニズムが存在することを示唆した。さらに、高乱流マッハ数条件では、高圧縮領域音源の寄与率が大きくなることを示した。流れ場を可視化することで、高乱流マッハ数においては強い乱流変動に伴って生じる shocklet が支配的な音源の1つとなることなどを明らかにした。

第5章では、圧縮性混合層内の音源に対する移流マッハ数依存性と温度比依存性について調べるために、時間発展圧縮性混合層の DNS を行っている。得ら

れた結果から移流マッハ数が上がるにつれて圧縮性効果により渦運動が弱められ音源強度が低下することを明らかにした。また、移流マッハ数が大きくなるとマッハ波の角度の変動が大きくなり、その主な原因として **shocklet** が考えられることを明らかにした。温度比依存性について調べるため、異なる密度比の時間発展圧縮性混合層の **DNS** を実施し、密度比が大きくなると、乱流構造が疎になり低密度側（高温側）で大きな渦構造となること、レイノルズ応力項とエントロピー項が相殺され音源レベルが低下すること、マッハ波の角度の変動が大きくなることなどを明らかにした。

第6章は結論であり、圧縮性乱流中の音源特性について得られた知見をまとめている。

以上要するに、本論文は、超音速ジェットが発生する音響波の発生メカニズムの理解を深めるため、一様等方性圧縮性乱流と時間発展圧縮性混合層が発生する音響波について深い解析を行っている。ここで得られた知見は、航空宇宙工学上貢献するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。