

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13622 号
------	---------------

氏 名 部 有 名

### 論 文 題 目

圧縮性乱流における物質混合過程の解明及び  
モデル化に関する研究

(A study on elucidation and modeling of mixing process in  
compressible turbulence)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	長田 孝二
委員	名古屋大学	教授	笠原 次郎
委員	名古屋大学	教授	辻 義之
委員	名古屋大学	准教授	森 浩一

## 論文審査の結果の要旨

邨有名君提出の論文「圧縮性乱流における物質混合過程の解明及びモデル化に関する研究」は、直接数値計算（DNS法）により圧縮性乱流中の物質混合過程を解明し、LES-粒子法に用いられる混合体積モデルと陰的LES法の計算結果をそれぞれDNSの計算結果と比較することで、圧縮性乱流における分子拡散効果の予測に対する混合体積モデルの有効性と圧縮性乱流中のパッシブスカラー散逸率の予測に対する陰的LES法の有効性を明らかにした。本論文は5章で構成されており、各章の概要は以下の通りである。

第1章は緒論であり、本研究の背景、関連の先行研究と目的について述べられている。

第2章では、パッシブスカラー混合を伴う圧縮性二次元噴流の直接数値計算（DNS法）を行った。噴流レイノルズ数（14000, 32000）と噴流マッハ数（0.6, 1.6, 2.6）と組み合わせた4つの計算条件に対して計算が行われた。圧縮性噴流中の巨視的および微視的混合特性を本章のDNS法で正確に計算できることを明らかにした。また、本DNS法で構築された計算結果はモデリング手法の有効性を調査するために重要なデータベースとなる。

第3章では、マッハ数0.6の亜音速噴流とマッハ数2.6の超音速噴流に対する数値計算を陰的LES法で行った。統計的な解析結果を前章のDNS結果と比較することで、圧縮性乱流中の混合特性に対する陰的LES法の予測有効性を確認した。また、パッシブスカラー散逸率を格子成分とサブ格子成分に分解してそれぞれ解析することにより、本章の陰的LESスキームの格子数依存性が弱いことを示した。さらに、陰的LESの数値粘性がLES-粒子法における分子拡散効果のモデリングに有用な散逸率情報を提供できることを明らかにした。

第4章では、非圧縮性流れの分子拡散項に対して考案された混合体積モデルを圧縮性乱流中の分子拡散項へと拡張し、噴流マッハ数0.6, 1.6, 2.6の時間発展型二次元噴流のDNSデータベースを用いたアプリオリ検証を行った。アプリオリ検証結果により混合体積モデルを用いることでパッシブスカラーの分子拡散項を精度よく予測できることがわかった。この結果から、混合体積モデルを組み込んだLES-粒子法の圧縮性流体の数値計算に拡張する可能性が示唆された。

第5章では、本研究の結論ならびに将来の課題と展望が述べられている。

以上のように本論文では、圧縮性噴流中の乱流混合現象を明らかにし、さらに、非圧縮性乱流中の分子拡散に対して開発された混合体積モデルの圧縮性乱流への適用性を明らかにした。これらの評価方法並びに得られた結果は、航空分野及び自動車分野によく見られる化学反応を伴う圧縮性乱流に対する数値計算方法の改良・開発を実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である邨有名君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。