

Title	Blowup and asymptotic behavior of solutions to compressible isentropic fluid equations
Author(s)	村上, 尊広
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58263
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	むら かつ なる ひろ 村 上 尊 広
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学位記番号	第 24638 号
学位授与年月日	平成23年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学位論文名	Blowup and asymptotic behavior of solutions to compressible isentropic fluid equations (圧縮性,等エントロピー流体方程式の解の爆発と漸近挙動)
論文審査委員	(主査) 教 授 鈴木 貴 (副査) 教 授 名和 範人 教 授 河原 源太 情報科学研究科教授 松村 昭孝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、我々は 圧縮性, 等エントロピー-Euler 方程式に対して、空間多次元の全空間の場合に、ある仮定の下で、正の密度をもつ渦なしの C1 古典解が時間大域的に存在しないことを示した。証明の概要としては、まず、全質量と全エネルギーが保存されることを厳密に示した後、Perthame(02)による kinetic formulation の議論を用い、初期密度の2次モーメントの可積分性を仮定したときに全圧力の減衰評価を導いた。次に、渦なしの場合にもとの系が Hamilton 形式になることを利用して、大きい時刻で全エネルギーが負の値をとることを示し、物理現象的に矛盾になることを導き、滑らかな解が有限時刻で爆発することを示した。また、渦なしの有界な星型障害物の外部領域での流れに対し、同じ仮定を満たす場合、または渦なしより少し弱い条件である Beltrami 流に対し、全エネルギーが初期速度のソレノイダル成分の L^∞ ノルムで下から評価される場合についても同様の結果を示した。関連する結果としては、Sideris (85) が、空間3次元で初期密度が遠方である正定数の場合に、解が存在しないことを示している。また、空間多次元の場合で、初期密度と速度がサポートコンパクトを持つ場合では Xin(98) により滑らかな解の非存在が確認されている。これらの結果は、一般に、Euler 方程式は、密度が正定数の近くでは波の多次元的拡散性で blow up が起こりにくくなり、真空の近くでサポートコンパクトなデータなら波が真空境界に集中し blowup を起こし易くなることが予想される代表的な結果である。本論文はちょうどこの狭間を埋める場合に対応し、多次元的初期値でしかも任意に小とできる初期値を含むある初期値クラスで blowup が起こることを示したものである。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

流体力学に現れる基礎方程式は、粒子密度、速度、圧力等の空間分布の時間変化をいくつかの物理的な基本原理によって記述したものであり、実験との整合性や現象の予測を通して、科学技術と基礎科学の基盤の一つとして大きな役割を果たしてきた。一方、その非線形性の高さからこれらの方程式の解析は多くの困難をもたらし、その研究からは多くの数学的技術や理論の進展を動機付けている。本論文は、このうちで非粘性気体の運動を記述する圧縮性Euler方程式に、等エントロピー条件と状態方程式を課した連立系の数学的研究である。ラグランジュの渦定理によって、非粘性流体は渦の有無によって分類される。このうちで、主定理では、渦なしの場合には古典解が有限時刻を越えて存

在し得ないことを示している。この結果は真空がない場合を含むという点と、渦の役割についての通常理解を反転させているという点で注目すべき結果であり、非粘性圧縮性流体の研究に一石を投ずるものである。またその証明では、方程式系をハミルトン形式に書き直すという新しい定式化が有効に働いており、今後の圧縮性流体方程式の研究動向に影響を与えるべき斬新さを備えている。また後半の半導体流体モデルの解の漸近挙動の解明も先駆的な研究であり、非線形数学の工学応用、特にモデルの基礎付けをしたという点で高く評価される。以上により、本論文は博士(理学)の学位論文として価値のあるものと認める。