氏名	川島秀一（かわしましゅういち）
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第872号
学位授与の日付	昭和59年9月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科数理工学専攻
学位論文題目	Systems of a Hyperbolic–Parabolic Composite Type, with Applications to the Equations of Magnetohydrodynamics （双曲－放物混合型の方程式系，その磁気流体力学の方程式への応用）
論文調査委員	（主査）教授 大矢勇次郎　教授 布川昊　教授 上田顯

論文内容の要旨

本論文は，数理物理学に現われる偏微分方程式及び系において基礎的な位置を占める，準線形対称双曲－放物型方程式系に対し，初期値問題の時間につき大域的な解の存在・漸近安定性並びに解の近似を論じると共に，その結果の磁気流体力学方程式系への応用について述べたもので，6章29節（付録の2節を除く）から成っている。

第1章では問題の歴史的背景と本論文の目的が述べられている。

第2章では，準線形対称双曲－放物型方程式系という枠組設定が行われ，続いて，それに対する初期値問題の時間的局所解の存在が示されている。解は線形理論に基づいて構成された逐次近似列の一様収束極限として得られている。

第3章では，前章の枠組に属する系の時間的大域解の存在と漸近安定性が考察されている。まず，自明解で線形化して得られる定数係数方程式系が，消散的（リヤプノフの意味で安定）になるための条件を具体的な形で与え，それを用いて，基本解の時間的減衰評価と，最初の準線形方程式系に対するエネルギー不等式を求める。この減衰評価とエネルギー評価とを併せ用いることで，小さい解に対するアプリオリ評価が得られる。初期値が小さければ，そのアプリオリ評価を用いて，第2章の局所解を時間につき大域的に接続することが可能であり，従って大域解の存在が示される。この結果は，空間次元が3以上のとき有効である。

第3章に続く付録では，第3章で用いた定数係数方程式系に対する既知の結果が整理されている。

第4章では，第2章の枠組に属する系のうち保存則形に書けるものが考察されている。この場合，系が第3章の意味で消散的であれば，空間次元に対する条件なしに，解の大域存在と漸近安定性がいえる。更に，この場合の解は，充分時間が経過すれば，空間次元が2以上なら対応する（定数係数）線形系の解で，空間1次元なら対応する半線形系の解で，それぞれ近似できるということも示されている。

第5章は，保存則形の対称双曲－放物型系で，粘性項を零に近づける極限問題を扱っている。粘性項の

大きさに関して一様なエネルギー不等式が成り立つことを示し，それを用いて解が，時間局所的には粘性項を零とした系の解に一様収束することが示されている。

第6章では，第2～4章の結果の応用として，電気伝導性の圧縮性流体の方程式系の統一的取扱いが試みられている。前半は電磁流体力学の系の解析である。この系は双曲－放物型とみなせるが，一般には対称形ではない。しかし，空間2次元ならば対称形になる場合があることを示し，その場合の系ですべての消散効果（粘性・熱伝導・電気伝導の3種）を考慮すれば，第3章の意味で消散的になることを確かめて大域解の存在を示している。

後半は磁気流体力学の系を扱っている。この系に対しても，対称双曲－放物型でしかも保存則形に書けること，上記すべての消散効果を考慮すれば消散的になることを確かめて，大域解の存在を示している。また，特に空間1次元なら，上記3種の消散効果のうちその一部を考慮するだけで充分なことも証明している。更にここでの解析は，通常の流体力学の系においても有効であることに言及している。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

数理物理学に現われる非線形偏微分方程式及び系に対する研究では，時間につき大域的な解の存在・安定性，解の近似等が重要な問題である。しかし，系の非線形性と複雑さのゆえ，その一般的取扱いは極めて困難である。本論文は，準線形対称双曲－放物型系という非常に重要でしかも可成り一般な枠組を設定し，それに対して，初期値問題の解の大域存在と漸近安定性を示すための稍々統一的な手法を確立すること，また解の近似を行うことを目標としている。

得られた結果の要旨は次の通りである。

1. 準線形対称双曲－放物型方程式系に対する初期値問題において，時間的局所解の存在は既に知られていた。著者は，系が消散的（リヤプノフの意味で安定）になるための条件を見い出し，その条件のもと，局所解を時間大域的に延長することを許すアプリオリ評価を導き出し，解の大域存在と漸近安定性を，空間次元が3以上で初期値が小さい場合に示した。更に，系が保存則に書ける場合には，空間次元に条件をつけずに，大域解の存在と漸近挙動の詳細についての結果を得た。

基本解の減衰評価とエネルギー不等式を示し，更にそれらを併せ用いて大域解の存在を証明する方法は，個々の方程式又は系においては以前から用いられていたが，それをこのような稍々一般な枠組で組織的に用いたのは興味深い。

2. 双曲型方程式系の解を，粘性項を付け加えて得られる放物型方程式系の解の，粘性項を零に近づける極限として求める方法を粘性消滅法という。これは方程式系の解の存在やその解の近似とも関わり，数学のみならず，物理学的工学的にも大切な問題である。著者は，この粘性消滅法を，流体力学や磁気流体力学の方程式系を含む稍々一般な枠組で，初期値問題の時間的局所解の場合に正当化した。

3. 流体力学の系，磁気流体力学の系，更に電磁流体力学の一部の系は，準線形対称双曲－放物型という枠組で捉えることができる。著者は，これらの系に対して，物理的に妥当な条件のもと，既に確立した一般論が適用できることを具体的計算により確かめ，初期値問題の大域解の存在と安定性を示した。このように，流体力学等の複雑な物理系に対する解の大域存在問題を，稍々統一的に論じたのは，本論文が最

初と思われる。

以上を要するに，本論文は，非線形偏微分方程式系の解の大域存在・安定性問題及び解の近似問題の研究に貢献したもので，数理物理学のいくつかの準線形方程式系を統一的手法を用いて解析し，新しい結果を導いている。その手法並びに結果は，理論上はもとより，非線形現象を解析する工学的問題においても少なからざる応用が期待される。

よって本論文は，工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また昭和59年５月17日，論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果，合格と認めた。