

ある反応拡散方程式の縮約系と2次元パターンについて

(研究課題番号 10640143)

平成10年度～平成13年度科学研究費補助金 (基盤研究 (C)(2))
研究成果報告書

平成14年3月

研究代表者 辻川 亨
(宮崎大学・工学部)

はしがき

本報告書は平成10年度～平成13年度科学研究費補助金
基盤研究 (C)(2)
「ある反応拡散方程式の縮約系と2次元パターンについて」
(研究課題番号 10640143)

の研究成果報告書である。

本研究の研究組織および研究経費は次の通りであった。

研究組織

研究代表者： 辻川 亨 (宮崎大学・工学部)

交付決定額 (配分額) (金額単位：千円)

	直接経費	間接経費	合計
平成10年度	2,100	0	2,100
平成11年度	600	0	600
平成12年度	500	0	500
平成13年度	500	0	500
総計	3,700	0	3,700

研究協力者：

三村 昌泰 (広島大学・教授)
八木 厚志 (大阪大学・教授)
舟木 弥夫 (広島商船高等専門学校・助教授)
大崎 浩一 (大阪大学・研究生)

第 1 部 研究課題報告

研究課題

「ある反応拡散方程式の縮約系と2次元パターンについて」

宮崎大学・工学部・教授 辻川 亨

研究概要

1. 走化性を持つ細胞性粘菌の個体群密度の時間・空間変化を記述したモデル方程式、及び金属触媒による化学反応をモデル化した方程式は移流項を含む反応拡散方程式という枠組みの中で扱うことができる。我々は、それらの発展方程式の局所解が一意に存在することを半群の一般論から示した。また、異なるアプリオリ評価及び比較定理を応用することにより、解の一意有界性は各方程式に含まれる移流項の形が異なるにも関わらず示すことができる。これにより、大域解の存在が証明される。重要な点は、如何に適切な関数空間を設定できるかである。次に、方程式が持つ力学系を規定するひとつの概念である、Temam らにより流体方程式に対して導入された指数アトラクターについて、存在とそのフラクタル次元が有限であることを **Squeezing property** の成立により示した。(論文1, 2)
2. フラクタル次元を具体的に求めることは、空間1次元の場合を除いて難しい問題である。それを示す第一段階として、すべての定常解等の存在を示す必要がある。走化性モデル方程式については、特別な対称性を持つ(軸対称なもの、平面パルス波、進行フロント波)解の存在を示した。(論文3) それら以外に数値計算により、いくつかの単純な形状を持つもの、及び複雑な構造をもつ進行波解の存在が示唆されている。例えば、密度が高い(集合)領域が棒状に一定の形を保ちながら伸縮するもの、3つの集合帯状領域が1つに集まるような進行波解については、方程式が含むあるパラメーター(拡散係数)が十分小さいと仮定することにより得られる縮約系を用いて、その存在を示す研究を進めている。
3. 縮約系は元の方程式が持つ性質の本質的な部分を残した形で作られていることは、三村らにより示された、初期値が近い場合、それぞれの発展解もまた適切な関数空間の中で近いという結果から示唆される。一方、定常解、進行波解の存在及び安定性についてこの系を解析すれば十分であることが、すでに我々により走化性モデル方程式について証明された。従って、金属触媒のモデル方程式についても縮約系を求めることは重要な問題であり、現在 Mikhailov らと共に研究を進めている。

研究発表

1. Tohru Tsujikawa and Atsushi Yagi, Exponential attractor for an absorbate-induced phase transition model, Kyusyu Journal of Mathematica, 2002
2. Koichi Osaki, Tohru Tsujikawa, Atsushi Yagi and Masayasu Mimura, Exponential attractor for a chemotaxis-growth system of equations, Nonlinear

Analysis TMA, 2002

3. Mitsuo Funaki, Masayasu Mimura and Tohru Tsujikawa, Traveling front solutions arising a chemotaxis-growth model, Journal of Mathematical Biology, 2002

口頭発表

平成10年度

1. 辻川 亨、Traveling front solutions arising in a Chemotaxis-growth model, 研究集会“相転移とその数学解析のセミナー”、北海道大学理学部、1998.9.10.
2. 辻川 亨、走化性モデル方程式における2次元パターンについて、研究集会“非線形問題—その応用解析と数値解析—”、日本大学理工学部八海山セミナーハウス、1998.11.6.
3. 辻川 亨、Two-dimensional aggregating patterns in a chemotaxis-growth model, 研究集会“非線形問題に現れる特異性の解析‘98”、関西セミナーハウス、1998.12.1.

平成11年度

1. Tohru Tsujikawa, Traveling front solutions arising in a chemotaxis-growth model, in Fifth SIAM conference on “Applications of dynamical systems”, Utah, USA, 1999.5.25.
2. 辻川 亨、走化性モデル方程式に於ける2次元パターンについて、研究集会“非線形発展方程式とその応用”、京都大学数理解析研究所、1999.10.18.
3. 辻川 亨、Singular limit of a reaction diffusion system with a drift term, 研究集会“非線形系における解の空間構造とダイナミクス”、東京大学数理科学研究科、2000.1.27.
4. 辻川 亨、移流のある反応拡散方程式とその界面方程式、研究集会“九州における偏微分方程式”九州大学国際ホール、2000.2.3.

平成12年度

1. 辻川 亨、吸着現象における界面の運動方程式について、研究集会“界面現象に対する実験解析・数値解析・数学解析についてII”、神戸インスティテュート、2000.11.23.
2. Tohru Tsujikawa, Dynamics of aggregating patterns in a chemotaxis-growth model, Seminar in FHI, Max Planck Society, Germany, 2001.3.12.

平成13年度

1. 辻川 亨、Traveling waves in chemical and biological systems, Workshop on “traveling waves”, 神戸インスティテュート、2001.10.25.
2. 辻川 亨、移流項を含む反応拡散方程式の2次元進行波解について、第105回日本数学会九州支部例会特別講演、宮崎大学、2001.10.3.
3. Tohru Tsujikawa, Triple junction patterns in a chemotaxis-growth model, Seminar in FHI, Max Planck Society, Germany, 2002.2.18.