

自己評価報告書

平成23年 3月25日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20540109

研究課題名（和文） 不均質環境における生物種の生存競争の数理解析

研究課題名（英文） Mathematical Analysis for competition between species
in heterogeneous environment

研究代表者

中村 健一 (Ken-Ichi Nakamura)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・助教

研究者番号：40293120

研究分野：応用解析学

科研費の分科・細目：数学・数学一般（含確率論・統計数学）

キーワード：進行波解、均質化極限、界面方程式、数理生態学

1. 研究計画の概要

生態系や生物多様性の観点から近年問題となっている在来種の保護への対処法を提案するために、生物種の生存競争の数理解析モデルとして広く用いられている2種競争系、およびその特異極限系として得られる界面方程式の進行波に関して、方程式の空間非一様性が進行波の伝播速度に与える影響を正確に見積もることにより、不均質環境下における外来種の空間的伝播に関する定量的かつ精密な評価を行う。また、適切な関数空間における進行波の安定性についても議論する。

2. 研究の進捗状況

(1) 再帰的環境を伝播する進行波の存在・安定性、および伝播速度

空間的に一様でない境界形状を持つ2次元帯状領域における2種競争系の特異極限として得られる界面方程式（曲線の発展方程式）の進行波の存在および安定性について考察し、以下の結果を得た。

①帯状領域の境界形状を再帰的関数（これは、準周期関数や概周期的関数を特別な場合として含む）としても、既存の進行波の概念を自然に拡張し、その存在や安定性を示すことができる。

②進行波の平均伝播速度は、境界形状が再帰的関数の場合は一般に定めることができないが、さらにエルゴード性を仮定すれば平均伝播速度が定義できる。

(2) 境界形状が非常に細くなるという均質化極限下での進行波

次に、進行波の伝播速度が境界形状のどのような情報に依存しているかを調べるために、境界形状が再帰的関数であり、しかも非常に細かい空間構造を持っている場合に、進行波の形状および平均伝播速度の均質化極限を調べ、以下の結果を得た。

①進行波の平均伝播速度の均質化極限は、境界形状の最大開き角（すなわち、境界形状を定める関数の微分の最大値）にのみ依存し、境界形状の他の幾何学量には全く依存しない。

②進行波の形状の均質化極限は、2次元のフラットな境界を持つ帯状領域を一定形状・一定速度で進む進行波となり、その境界における接触角は、境界形状の最大開き角から一意に決定される。

③比較関数の構成を工夫することで、進行波の平均伝播速度を上下から精密に評価した。特に、帯状領域の境界形状が空間周期的でかつ左右対称な場合に、進行波の伝播速度がその均質化極限に漸近するオーダーを厳密に決定することができた。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

当初の研究計画では、2種競争系、およびその特異極限系で得られる界面方程式の両

方を研究対象とする予定であったが、現在はより解析が容易な界面方程式の進行波についての研究に重点を置いている。これは、界面方程式の進行波に対して、予想していなかったほど多くの新たな知見を得ることができ、当初の計画以上に進展しており、また整数論など他分野との深い関係も明らかになり、より深い考察が必要になったためである。そのため、もとの2種競争系の進行波に対する解析は計画通りに進んでいないが、界面方程式の進行波の解析によって得られた知見は、2種競争系の進行波についても成り立つことが期待される。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 界面方程式の進行波に関しては、これまでの研究によって、境界形状が準周期的な場合に、進行波の伝播速度がその均質化極限に漸近するオーダーを求める問題が、無理数回転で生成されるクロネッカー列の分布と深く関係していることを見出されている。したがって、解析的数論の分野で得られている事実を援用しながら、さらに考察を深めていくことで漸近オーダーを決定する。

(2) もとの2種競争系の進行波に関しては、界面方程式の進行波の速度評価に利用した優解・劣解の情報を利用することで、進行波の平均伝播速度の精密な評価を得ることを目標とする。そのために、進行波の境界付近での振る舞いを漸近的な手法を用いて詳細に調べる。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

①中村健一, 均質化の基本的なアイデアと不均質媒体中のフロント伝播への応用, 数理解析研究所講究録, 1597, 2008年, 62-68, <http://hdl.handle.net/2433/81751>, 査読無.

[学会発表] (計2件)

①Ken-Ichi Nakamura, Homogenization limit of recurrent traveling waves in a 2D saw-toothed cylinder, The 8th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, 2010年5月27日, Dresden University of Technology, Germany.

②中村健一, 非一様な場を伝播する進行波の速度, 2008年度日本数学会秋季総合分科会, 応用数学分科会特別講演, 2008年9月27日, 東京工業大学.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他] なし