



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	On the pulse dynamics for reaction-diffusion systems on one-dimensional domains with various boundary conditions [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	島谷, 晴基
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第15270号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/89396">https://hdl.handle.net/2115/89396</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Haruki_Shimatani_review.pdf, 審査の要旨



## 学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (理学) 氏名 島谷 晴基

主査 教授 栄 伸一郎  
審査担当者 副査 特任教授 神保 秀一  
副査 准教授 黒田 紘敏

### 学位論文題名

On the pulse dynamics for reaction-diffusion systems on one-dimensional domains  
with various boundary conditions

(1次元領域上の反応拡散系に現れるパルスの様々な境界条件下におけるダイナミクスについて)

### 博士学位論文審査等の結果について (報告)

島谷氏はこれまで反応拡散系における局在定常解に関する安定性解析を精力的に行ってきたおり、大変興味深い成果をいくつか上げてきた。本学位論文では定常解の安定性解析として、複数ピークを有するような定常解に関する線形化固有値問題に注目し、1次元区間上の問題、およびメトリックグラフ上の問題を考察した。第1章では問題の背景と動機、第2章では共通する概念等の説明を準備として与えている。第3章は、1次元区間上において複数ピークを持つ定常解の線形化固有値問題に関する内容である。この問題に関しては、アレン・カーンタイプのスカラー方程式に対して、内部遷移層解の安定性解析が古くから行われていたが、手法的には変分法や最大値原理といった、スカラー方程式特有の性質を利用する解析がすべてで、反応拡散系におけるパルス型定常解などには応用できていなかった。それ以上に、線形化固有値問題に現れる固有値や固有関数のリーディング項が、非線形項の具体的形に依らず、ある一定の関数形によって表されることが知られていた。島谷氏はこの問題に関して、パルス相互作用という、これまでとは全く異なる手法を固有値問題の解析に応用することにより、アレン・カーンタイプのスカラー方程式にはある関数形が普遍的に現れることを示すと同時に、Gray-Scott モデルや Gierer-Meinhardt モデルなど、変分構造を持たない反応拡散型モデルに対しても固有値と固有関数のリーディング項を導出することに成功した。本学位論文ではその結果をノイマン境界条件と周期境界条件の場合に適用し、リーディング項に現れる普遍的な関数形を具体的に求めている。

4章以降ではメトリックグラフ上の反応拡散系を扱っている。第4章ではノードがただ一つのスター型メトリックグラフを考察した。この問題に関しては、アレン・カーンタイプのスカラー方程式に関して、その変分構造を用いることにより、フロント解の運動や定常解の安定性が解析されてきたが、島谷氏は一般の反応拡散系におけるパルス型解を扱うことができる形で、解の運動を記述する運動方程式を具体的に求めることに初めて成功しており、その結果は論文として既に出版済みである。本学位論文ではその中で扱われなかった他の様々な状況に問題を拡張している。第5章では複数のノードを持つ、より一般のメトリックグラフ上に結果を拡張することにより、複数のノードからのパルスダイナミクスへの影響をより明確にしている。第6章では、さらに太さに対応するパラメータが各グラフ上で異なる場合を考察し、定常問題に対してのみ知られていた、解を不安定化させるさまざまな要因をパルスダイナミクスの観点から統一的に扱うことに成功している。以上の結果により、不安定性を生む本質的メカニズムが明確な形でとらえられるようになったことは高く評価される。

よって、この論文の著者は、北海道大学博士 (理学) の学位を授与される資格あるものと認める。