



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	On stability of spatial patterns for mass-conserved reaction-diffusion systems [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	祐川, 翼
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第15597号
Issue Date	2023-09-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/90739">https://hdl.handle.net/2115/90739</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	Tsubasa_Sukekawa_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 祐川 翼

主査 特任教授 栄 伸一郎  
審査担当者 副査 特任教授 神保 秀一  
副査 准教授 田崎 創平

### 学位論文題名

On stability of spatial patterns for mass-conserved reaction-diffusion systems  
(保存量をもつ反応拡散系における安定な空間パターンについて)

### 博士學位論文審査等の結果について (報告)

当論文の著者はこれまで、細胞極性に関わる数理モデルの一つである、質量保存型反応拡散モデルに注力し、パターン形成メカニズムの数理的理解を目標にいくつかの重要な成果を上げてきた。細胞極性とは細胞に方向性を与える現象であり、細胞分裂や刺激応答に重要な役割を果たしていると考えられている。これは理論的にはピークを一つだけ持つ解に対応しており、その発生メカニズムを理論的に解明することが目的となる。本学位論文では定常問題の詳細な空間形状と安定性解析に注目し、ピークを一つだけ持つ解の性質、および複数ピークを持つような定常解の不安定性に関連する解析を行った。特に不安定化を与える固有関数の形状を詳細に調べることにより、複数のピークを持つ状態から出発して、最終的にピーク一つの定常解に収束していくメカニズムの一端を明らかにした。本学位論文は2部構成であり、第1部では、変数係数線形楕円型問題を、第2部では質量保存型のコンパートメントモデルを考察している。

第1部ではピーク一つの定常解に対する線形化固有値問題から帰着される問題として、特定の位置に一つのピークを持つような変数係数の2階線形楕円型問題の解を解析した。その結果、変数係数の持つピーク位置に方程式の解が局在した形状を持つことを示すことに成功した。これは対応する現象において、さまざまな物質が極性近傍に集中して生成されるという事実に対する理論的解釈を与えたことになる。

第2部ではコンパートメントモデルという、領域を2つに分割してその境界で拡散結合を課したモデルを扱った。これまでピークが2つある解の解析は困難であり、特に固有関数の形状など詳細な性質が解明されていなかった。本学位論文ではコンパートメントモデルにおいて、ピークが2つある解を、ピークを各領域において1つだけ持つ定常解の和として表現することにより、固有関数の空間形状の情報を含む形でその安定性解析を行った。その成果として、これまで経験的に予想されていた安定性のための条件を、はじめて理論的に導出することに成功した。コンパートメントモデルは、ある極限では領域一つの問題に帰着されることから、元々の極性モデルに対する理論的理解に新たな知見を与えた結果として評価される。

このように著者は当論文の1部2部において極性モデルにおける解の形状に関して顕著な結果を得ている。よって、当論文の著者は、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。