HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	On a mathematical treatment of a particle-reaction-diffusion model [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	岡本, 守
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14290号
Issue Date	2020-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/80280
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Mamoru_OKAMOTO_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　岡本　守

審査担当者
主 査　教 授　長山　雅晴
副 査　教 授　栄　伸一郎
副 査　教 授　久保　英夫

学 位 論 文 題 名

On a mathematical treatment of a particle-reaction-diffusion model
（ある粒子反応拡散系モデルの数学的取り扱いについて）

博士学位論文審査等の結果について（報告）

アクティブマターと呼ばれる自己駆動体の運動の中で固体の運動を記述する数理モデルとして反応拡散-粒子モデルがある。この数理モデルは、界面活性剤濃度のダイナミクスを記述する反応拡散方程式とその濃度勾配から生じる表面張力差が駆動力となって運動する粒子（自己駆動体）運動モデルから成り立っている。このモデルの特徴は、粒子運動に伴って反応拡散系に含まれる供給項の変化であり，この供給項はステップ関数やδ関数の場合が考えられ，解が一意に存在することは必ずしも自明ではない。このモデルを使った理論研究は数学・理論物理学の分野で進んできたが、数理モデルに対する近似解析や計算機援用解析行う研究はあっても、特殊解の存在や数理モデルに対する解の存在・一意性等の数学的基盤については解析されていなかった。この博士論文では、空間１次元の粒子-反応拡散系モデルに対する数学的保証を与えている。最初に、全空間の粒子-反応拡散系モデルに対して，N 個の粒子運動まで一般に拡張し、解の一意存在について議論しており、適切な関数空間のもと解の一意存在性について縮小写像を用いて示している。次に全空間における特殊解の１つである２峰進行波解の存在・非存在条件を示した。２峰進行波解とは２つの粒子が接近して等速運動する解である。岡本氏は、２峰進行波解が存在するための十分条件を中間値の定理を用いて示した。さらに、2 峰進行波解の非存在の十分条件として、界面活性剤濃度の関数である表面張力が、下に凸な単調減少関数であることを示した。次に、実際に実験にみられる運動に対応する、対称回転解、非対称回転解について解の存在条件の研究を行った。実験が円環領域での実験であるため、数学の問題として周期境界条件下での解析を行った。対称回転解は全空間での進行波解に対応し、非対称回転解は２峰進行波解に対応している。岡本氏は、速度０の解を含めた対称回転解の存在定理を示し、非対称回転解の存在条件および非存在条件を示した。非存在条件は全空間の場合と同様に、界面活性剤濃度の関数である表面張力が、下に凸な単調減少関数であることを示した。これによって、数理モデルの記述精度に依存しているが、表面張力関数形について少なくとも上に凸な部分をもつ単調減少関数である可能性を示すことができた。現象に対する数学からの示唆を与えたことは応用数学上重要であると考えられる。

よって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。