HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | On the study of a reaction-diffusion particle model for clustering of self-propelled oil droplets on a surfactant solution [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review] |
| Author(s) | Kim, Minsoo |
| Citation | 北海道大学. 博士(理学) 甲第14640号 |
| Issue Date | 2021-09-24 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/83458 |
| Rights(URL) | https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ |
| Type | theses (doctoral - abstract and summary of review) |
| Additional Information | There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL. |
| File Information | Minsoo_Kim_review.pdf (審査の要旨) |

Instructions for use

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　キム ミンス

審査担当者
主 査　教 授　長山 雅晴
副 査　教 授　栄 伸一郎
副 査　准教授　田﨑 創平

## 学 位 論 文 題 名

On the study of a reaction-diffusion particle model for clustering of self-propelled oil droplets on a surfactant solution
（界面活性溶液上の自走油滴の集団運動に対する反応拡散-粒子モデルの研究）

## 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系に対する実験や理論研究が多数報告されており、近年になってその集団運動に対する実験結果もいくつか報告されるようになってきた。その中で界面活性溶液上で運動するサリチル酸エステル（ES）液滴の集団運動の結果が、田中ら（広島大学）によって報告された。その研究では、シャーレ上に浮かべた複数の ES 液滴が相互作用しながら、集合離散を繰り返し、最終的には液滴集団が自己集積し静止することが示されている。しかしながら、その集団運動のメカニズムは全くの不明であり、横毛管力による引力効果で液滴集団が形成されるのではないかと予想されていた。著者は、この自己集積現象のメカニズムを理論的に解明するために、円環水路で見られる ES 液滴の自己集積現象に対して、数理モデル化を行い、数値シミュレーションによって現象を再現した。その結果、自己集積現象は ES 液滴間に働く横毛管力がなくても生じることを明らかにした。さらに、自己集積現象において、ES 分子と界面活性溶液に含まれる SDS 分子が複合体を形成することで、ES 液滴周囲の水溶液界面での SDS 濃度勾配が生じることが数値計算から示された。その結果、複数の ES 液滴が SDS 濃度勾配による相互作用で集合し、複数の ES 液滴によるクラスター化が行われることがわかった。そして、ES 液滴クラスター間の相互作用はクラスター周囲の SDS 濃度勾配によって生じること、小クラスター（ES 液滴数の少ないクラスター）がより大きなクラスターに引き寄せられるように集合していき、最終的に大きな 1 つのクラスターになることを明らかにした。さらに、この研究で構成した数理モデルの妥当性を検討するために、自己集積する時間の液滴数に対する依存性を実験と数理モデルで評価した。その結果、液滴数が多い場合、クラスター形成完了までの時間は、実験結果と数値計算結果で定量的に同じ時間オーダーで起こることがわかった。また、システムサイズを固定して液滴数を 20 個以上にすると、最初の小クラスター形成が行われるまでの時間オーダーについても実験結果と数値計算結果で定量的に同じであることがわかった。この結果から、著者の構築した数理モデルは実験系と矛盾していないことがわかり、数理モデルの結果は信用するに値すると評価できる。その結果として自己集積運動の生じるメカニズムが、水溶液中に含まれる SDS 分子の水面近傍での濃度勾配にあることが示された。実験では測定困難である水面近傍の SDS 濃度勾配が自己集積現象のメカニズムであることを、数理モデリングを通した理論研究によって解明することができた点は，非線形現象の数理科学研究として評価の高い成果である。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。