

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	界面への接触エネルギーの効果
Title(English)	Effects of a contact energy for surfaces
著者(和文)	可香谷隆
Author(English)	Takashi Kagaya
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10389号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:利根川 吉廣,柳田 英二,磯部 健志,小野寺 有紹,栗田 和正
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10389号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		可香谷 隆	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	利根川 吉廣		教授	審査員	栗田 和正	准教授
	審査員	柳田 英二		教授			
		磯部 健志		准教授			
		小野寺 有紹		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は“Effects of a contact energy for surfaces”（界面への接触エネルギーの効果）と題し、英文全五章からなっている。

第一章“Introduction”では、三相問題における表面張力から導出される界面エネルギーと接触エネルギーの総合エネルギーについて記述されている。本研究ではこの総合エネルギーを扱っており、タイトルの通り接触エネルギーの効果を中心に解析し、勾配流と二相分離モデルを用いて考察することが書かれている。物理的な背景を用い、それらの研究の一貫性と意義を述べ、数学的な既存の結果との比較をすることにより、数学的な研究の意義についても述べている。

第二章“Stability of a traveling wave”では、第一章で導入した総合エネルギーの勾配流における解の漸近挙動の考察について書かれている。ここでは、二次元上の三相問題に対する総合エネルギーで、接触エネルギーがある種の非一様性を持つ場合が考察されている。接触エネルギーが一様の場合には総合エネルギーを最小とする状態が存在するため、勾配流はそのエネルギーを最小とする状態に漸近することが容易に想像できるが、非一様な接触エネルギーの場合には進行波解が存在し、局所指数安定性を持つことを示している。勾配流は接触角条件付きの面積保存型曲率流であり、この問題は自由境界値問題であるため、解の存在性や漸近挙動を考察するためには、関数の定義域の正規化を行う必要がある。この正規化についてはガウス写像等を用い工夫してある。方程式も非局所の項を含むため、比較原理や交点数の定理が成り立たず、それらの理論による安定性の解析が行えないが、本論文では線形化作用素に対するスペクトル解析を用いている。この安定性理論においては、曲線の曲率を用いた表記との組み合わせや、方程式で扱うべき制限付き関数の集合の関数空間への拡張など、他では見られない手法が用いられている。

第三章“Notations and basic definitions”では、後の第四章、第五章で扱う有界変動関数や varifold などの幾何学的測度論におけるいくつかの概念の定義を述べている。

第四章“A contact angle condition for general varifolds”では、上で述べた多様体の一般化にあたる varifold に対して、接触角の概念を新しく導入している。varifold に対して平均曲率の概念は既に変分的に定義されているが、これを拡張し、接触角の概念も変分的に導入している。さらに、Allard 型の単調性公式は varifold を解析する上では重要な公式であり、ここで定義した接触角条件付き varifold に対しても拡張された Allard 型の単調性公式が成り立つことを証明している。この単調性公式が導出できることから、本論文において定義された接触角が、性質の良いものであることを示唆している。

第五章“A phase separation model”では、二相分離モデルを用いて接触エネルギーが一様な場合の総合エネルギーに対するエネルギーの摂動が考察されている。二相分離モデルにおける摂動エネルギーに対する Γ 収束性については既に Modica によって研究されているが、この理論を臨界状態の収束性に拡張している。摂動エネルギーの臨界状態の極限先では、相分離に対応する状態に収束しており、分離した二相を隔てる曲面を varifold として記述し、第四章で導入した varifold に対する接触角の概念を使うことによって、特異極限として現れた varifold の角度を測っている。一方、総合エネルギーの臨界点において二相を隔てる曲面は接触角を生成し、その角度は界面エネルギーと接触エネルギーの比率によって決まる。その角度と特異極限として現れた varifold の接触角が等しいことを示し、二相分離モデルにおける摂動エネルギーの摂動の正当性を証明している。

以上要するに、本論文は、科学現象で現れる界面に対応する曲面の形状や接触角を解析することにより、総合エネルギーにおける接触エネルギーの効果について考察したものである。これらの考察方法は独創的な視点からのものであり、解析方法も独創的な工夫が多々見られ、理学的貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分な価値があると認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。