

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 23 日現在

機関番号：32682

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26610031

研究課題名(和文) 極地の雪結晶を含む中谷・小林ダイヤグラムの拡張と雪結晶サイズによる三次元化の数理解析

研究課題名(英文) Three dimensional extension of Nakaya-Kobayashi diagram including snow crystals in Antarctica

研究代表者

矢崎 成俊 (Yazaki, Shigetoshi)

明治大学・理工学部・専任教授

研究者番号：00323874

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：負結晶，あるいは空像のモデル化およびその数学解析，数値解析を行った．中谷宇吉郎博士が考察したことの数学的な裏付けができた．また，幾何学的選別の効果的な方法についての萌芽的研究も進んだ．これらの研究成果は，広い意味で，雪結晶成長に関わるものである．これらの結果に加えて，Hele-Shaw流れについての数理解析も進んだことは，今後の研究に寄与するであろう．

研究成果の概要(英文)：We studied negative crystals, or vapor figures in the ice block, and their mathematical and numerical analysis were done. These results are mathematical justification of Dr. Ukichiro Nakaya's observation. We also considered the pioneering idea about geometric selection. These results are related to growth of snow crystals in wider sense. In addition, we studied Hele-Shaw flow, which contribute the future works.

研究分野：応用数学

キーワード：界面現象 移動境界問題 クリスタライン曲率流 ヘレ・ショウ流れ

1. 研究開始当初の背景

1936年、中谷宇吉郎は世界初の人工雪結晶を作成に成功した。人工雪を使って中谷は様々な雪結晶形状の分類を、「温度」と「過飽和度(湿度)」の2次元平面上に表し、1951年にそのダイアグラムを発表した。1961年、小林禎作はこの中谷ダイアグラムをより精緻にしたダイアグラムを発表した。雪結晶形状の雪氷学的分類はこれで一段落着いたが、中谷・小林ダイアグラムを再現する決定的な雪結晶成長の支配方程式はなく、ダイアグラムの外に属する南極で発見された特異な雪結晶の分類も未完了である。また、ダイアグラムに第三の基軸を加えた拡張型も提案されている。

2. 研究の目的

本申請研究の目的は、これらの未解決問題や提案に回答できるモデル方程式の構築と既知の結果を再構成することである。

3. 研究の方法

数理モデルの構築、数学解析、および数値シミュレーションの3本柱が研究の方法である。

4. 研究成果

負結晶、あるいは空像のモデル化およびその数学解析、数値解析を行った。中谷宇吉郎博士が考察したことの数学的な裏付けができた。また、幾何学的選別の効果的な方法についての萌芽的研究も進んだ。これらの研究成果は、広い意味で、雪結晶成長に関わるものである。これらの結果に加えて、Hele-Shaw流れについての数理解析も進んだことは、今後の研究に寄与するであろう。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計8件)

1. K. Sakakibara and S. Yazaki,
Method of fundamental solutions with weighted average condition and dummy points,
JSIAM Lett. 9 (2017.5.20) 41--44.
[DOI: 10.14495/jsiaml.9.41](https://doi.org/10.14495/jsiaml.9.41)

2. H. Tani and S. Yazaki,
Instability of a free boundary in a Hele-Shaw cell with sink/source and its parameter dependence,
JSIAM Lett. 9 (2017.5.18) 37--40.
[DOI: 10.14495/jsiaml.9.37](https://doi.org/10.14495/jsiaml.9.37)
3. K. Sakakibara and S. Yazaki,
On invariance of schemes in the method of fundamental solutions,
Appl. Math. Lett. 73 (Online: 2017.4.22, Print: 2017.11) 16--21.
[DOI: 10.1016/j.aml.2017.04.018](https://doi.org/10.1016/j.aml.2017.04.018)
4. 谷村優太, 友枝明保, 木下修一, 矢崎成俊,
自己駆動粒子モデルにおける「群れ」の特徴付け,
武蔵野大学数理工学センター紀要 2 (2017) 20--38.
5. P. Pau \check{v} s and S. Yazaki,
Exact solution for dislocation bowing and a posteriori numerical technique for dislocation touching-splitting,
JSIAM Lett. 7 (2015.9.5) 57--60.
[DOI: 10.14495/jsiaml.7.57](https://doi.org/10.14495/jsiaml.7.57)
6. K. Osaki, H. Satoh and S. Yazaki,
Towards modelling spiral motion of open plane curves,
Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series S, Vol. 8, Issue 5 (online: 2015.07, print: 2015.10) 1009--1022.
[DOI: 10.3934/dcdss.2015.8.1009](https://doi.org/10.3934/dcdss.2015.8.1009)
7. S. Yazaki,
A numerical scheme for the Hele-Shaw flow with a time-dependent gap by a curvature adjusted method,
Nonlinear Dynamics in Partial

Differential Equations,
[Adv. Stud. Pure Math.](#), 64, Math.
Soc. Japan, Tokyo (2015.4.30)
253--261.

8. T. Ishiwata and [S. Yazaki](#),
A fast blow-up solution and
degenerate pinching arising in an
anisotropic crystalline motion,
Discrete Contin. Dynam. Systems A,
34, Issue 5 (online: 2013.10,
print: 2014.5) 2069--2090.
[DOI: 10.3934/dcds.2014.34.2069](#)

[学会発表](計 22 件)

1. [矢崎成俊](#),
界面現象に現れる移動境界の追跡法,
日本数学会 2016 年度年会(応用数学
分科会), 特別講演,
首都大学東京 (2017.3.27).
2. [榊原航也](#)・[矢崎成俊](#),
``基本解近似解法を用いた
Hele-Shaw 問題の数値計算について
'',
日本数学会 2015 年度秋季総合分科会
(応用数学分科会),
京都産業大学 (2015.9.16).
3. Petr Pau \forall {s}・[佐藤健太郎](#)・[矢崎成俊](#),
``ある画像輪郭抽出法の直接法と等
高面の方法の比較'',
日本数学会 2015 年度秋季総合分科会
(応用数学分科会),
京都産業大学 (2015.9.15).
4. [榊原航也](#)・[矢崎成俊](#),
``基本解近似解法と一様配置法を用
いた Hele-Shaw 問題の数値解法
'',
日本応用数理学会 2015 年度年会, 研
究部会 OS: 連続体力学の数理

(4),
金沢大学 (2015.9.11).

5. Petr Pau \forall {s}・[佐藤健太郎](#)・[矢崎成俊](#),
``Comparison of parametric and
level-set method for image
segmentation'',
日本応用数理学会 2015 年度年会, ポ
スター発表, 金沢大学
(2015.9.9).
6. 他, 国内研究集会 11 件, 国際会合 6
件

[図書](計 4 件)

1. [長岡亮介](#), [渡辺浩](#), [矢崎成俊](#), [宮部賢志](#),
新しい微積分 上, 下,
講談社 (2017.2.7).
2. [矢崎成俊](#),
[界面現象と曲線の微積分](#),
共立出版 (2016.8.26).
3. [矢崎成俊](#),
[実験数学読本: 真剣に遊ぶ数理実験
から大学数学へ](#),
日本評論社 (2016.6.20).
4. [矢崎成俊](#),
[大学数学の教則: 数学ライセンス取
得のためのノート](#),
東京図書 (2014.10.25).

[産業財産権]

出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

矢崎 成俊 (Yazaki, Shigetoshi)

明治大学・理工学部・専任教授

研究者番号：00323874

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()