

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：12611

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H01859

研究課題名（和文）次元と対称性に着目した流体界面のトポロジー転移における普遍性の探求

研究課題名（英文）Hydrodynamic topology transitions: dimensionality and symmetry

研究代表者

奥村 剛 (Okumura, Ko)

お茶の水女子大学・基幹研究院・教授

研究者番号：80271500

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,100,000円

研究成果の概要（和文）：流体界面が、ちぎれたり、合一したりして、界面形状に特異な形状が現れる特異動力学現象は、相転移における臨界現象との類似性もあり、多くの物理学者や応用数学者の注目を集めてきた。本代表は、こうした特異動力学の研究を、擬二次元系の液滴やバブルの界面動力学を通して、実験・理論の両面から展開してきた。本研究では、一連の研究を、次元や対称性に着目してさらに展開した。その結果、複数の異なる自己相似動力学を見出し、それを特徴づけるマスターカーブが閉じ込めのパラメーターに強く依存することを示した。背後に、豊富な物理が潜んでいることが予想され、今後、繰り込み群理論に基づいた理論的展開も含んだ更なる展開が期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、特異動力学という自然科学の広い分野で見られる現象を、一般の人々が親しみのある現象の中からとりだし、その臨界現象とのアナロジーを、臨界現象に本質的な次元と対称性に着目して探求した。その結果、驚くほど豊富な物理が見え始めており、今後、現代物理学の発展を支える臨界現象の物理への人類の理解の深まりが、さらに期待できる。最先端の物理学が、目に見える日常現象を題材に発展することは、一般の人々の科学に対する興味を啓発することにも大きく貢献するポテンシャルがある。この可能性を探るために、本代表は、本研究をテーマとした一般啓蒙書を出版し、さらに、一般向け一般向けの雑誌に1年間のエッセイ連載も行った。

研究成果の概要（英文）：When fluid breaks up or merges, a singular shape appears. Such a singular dynamics of fluid-fluid interface has attracted considerable attention from physicist as well as applied mathematician, partly because its similarity to critical phenomena in thermodynamic transitions. We have conducted experimental as well as theoretical research on such singular dynamics observed in breakup or coalescence of liquid drops in a quasi-two dimensional space. In this study, we further develop this line of research focusing on dimensionality and symmetry. As a result, we found different self-similar dynamics characterized by master curves and the curves do depend sensitively on confinement parameters. These results indicate the existence of rich physics behind them and, thus, further development of the study, including theoretical development based on renormalization group theory, is highly expected.

研究分野：ソフトマター物理学

キーワード：滴・バブルの動力学 擬二次元系 融合・分離

1. 研究開始当初の背景

滴の分離は一つのものが二つになる現象であり、液滴の融合は二つのものが一つになる現象であり、ともに、トポロジー転移現象であり、転移点では、界面形状が特異性を示す。これらの流体界面が絡むトポロジー転移現象は、その日常性とインクジェット印刷などの応用にかかわる重要性から、1990年代から、いくつもの有名論文が出版されてきている(Shi et al., Science 1994 など)。臨界現象の物理との類似性も指摘され、理論物理や応用数学の分野からも注目されている(Barenblatt, Scaling, Cambridge U Press, 1996; Eggers and Fontelos, Singularities, Cambridge U Press, 2015)。しかし、これらの現象については、軸対称性を持った「3次元系」での研究ばかりがなされてきた。つまり、臨界現象の物理との対比において重要となると予想される次元や対称性に関する探索が殆どなされてこなかった。

一方、本代表は、これまでに、オリジナルな液体や粉粒体の擬二次元系に着目して、実験・理論の両面から展開し数々の成果を上げてきた。特に、粘性液体中での空気の引きちぎれ現象において、特異点近傍での流体界面の形状を特徴づける長さスケールが「唯一になる」という、今までに知られていない例を相次いで発見し、さらにその一例について転移点近傍で厳密となる解析的な表式を導くことに成功するなどしてきた。

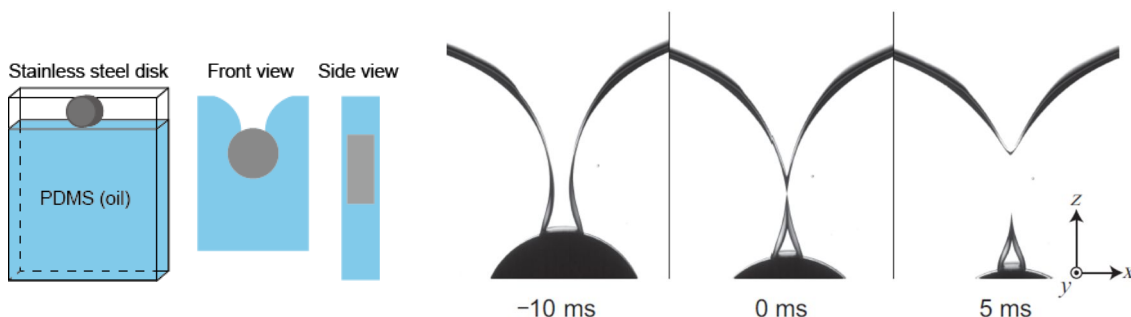
2. 研究の目的

本研究では、核心をなす学術的な「問い」を、「次元や対称性をコントロールすることで、流体界面が絡むトポロジー転移現象の動力学に現れる普遍性(スケーリング則)がどのような影響を受けるか」と設定した。臨界現象とのアナロジーを考えれば、次元と対称性に着目することは重要であり、このような研究を積み重ねていけば、例えば、非平衡相転移、界面揺らぎ成長などの問題でなされてきているように(Livi and Politi, Nonequilibrium ..., Cambridge U Press, 2017) 流体界面が絡むトポロジー転移現象について、例えば、ユニバーサリティクラスについて議論することも可能になってくることも期待した問題設定である。

このような独自性の高い視点から、本代表らは、前述のように、現象の次元性や対称性をコントロールできる擬二次元系に着目し、流体や粉粒体の様々な問題を研究してきて、数々の成果を上げてきている。特に、流体界面のトポロジー転移の動力学を実験と理論の両面から研究してきている。本研究は、これらの一連の研究をさらに発展させることで、上述の学術的な「問い」に答えに迫ることとする。

3. 研究の方法

本研究では次の3つのカテゴリーに分けて研究を展開した。



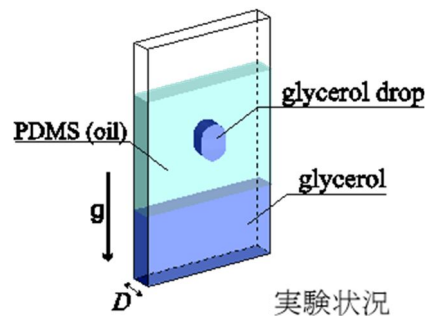
引き込まれた空気の引きちぎれ: Nakazato, Yamazaki & Okumura, Phys. Rev. Fluids 1998 より転載

(1) 固体ディスクによる粘性液体への空気の引き込み現象

本項目では、上図の左のような実験装置を用いる。固体円盤によって、粘性液体内部に空気が引き込みこまれ、やがて、それが引きちぎれる。その様子は、上図の右に示されている(0msが臨界点に相当)。この現象では、セルの厚みを変化させることで、引き込まれた空気の次元性と対称性が制御できることが分かっていた。そこで、セルの厚みを系統的に変化させて自己相似動力学がどのように変化するかを詳細に調べた。さらに、引きちぎれた後、界面が水平に戻っていく過程についても自己相似動力学の観点から、研究を進めた。

(2) 擬二次元の液中液滴の融合の動力学

この項目では下図に示したようなセットアップを用いて、液中液滴の融合について研究を進めた。類似のセットアップを用いた周期的なバブル生成の実験も進めた。



Yokota & Okumura, PNAS 2011 より転載

(3) その他

この他、バブルの上昇現象などの実験も進めた。また、本研究の精神・戦略に基づいて展開してきている擬二次元粉粒体系について、引きずり抵抗の研究や雪崩現象、そして偏析効果に着目した研究テーマも展開した。閉じ込められた流体界面の移動現象である毛管上昇の基礎的な問題についての研究も展開した。

4. 研究成果

(1) 固体ディスクによる粘性液体への空気の引き込み現象

第1年度：擬二次元のセルに粘性液体を入れた容器に固体ディスクを落下させるときに生じる空気の液体への引き込み現象に伴う、気体の引きちぎれ(分離)の問題に関する研究を進めた。引きちぎれる気体がシート状の場合とコーン状の場合があり、当該年度は、シート状の場合について、分離前の動力学を第一原理的な式から定式化し、成果を物理学会などで発表した。

第2年度：当該年度は、コーン状の場合について論文を投稿した。シート状の場合の第一原理からの理論も進展を内外の学会で発表した。

第3年度：当該年度は、コーン状の場合についての論文が Phys.Rev.Research 誌での発表に至った。セルの厚みを系統的に変える実験にも着手した。

第4年度：ディスクの厚みを固定しセルの厚みを系統的に変える実験では、前年度、新しいタイプの自己相似性が見いだされてきていたが、その詳細が明らかになってきた。引きちぎれ後の動力学の研究も進展した。

第5年度：ディスクの厚みを固定しセルの厚みを系統的に変える実験にも着手し、再現性の高い成果が得られ、驚くべき新しいタイプの自己相似性が見いだされつつあり、今後の進展が大

きく期待される。

(2) 擬二次元の液中液滴の融合の動力学

第1年度： 擬二次元のセルに水と油などの交じり合わない2つの液体を入れて、二層分離状態を作り、その中で、どちらかの液体の滴がその液体の層と融合する現象の動力学について、融合の初期に着目して、条件を変えて実験を進め、成果を物理学会などで発表した。

第2年度： 融合の初期に着目して、条件を変えて実験を進めた結果、初期の動力学は粘性ではなく慣性が支配していることがわかってきた。これらの成果を、内外の学会で発表した。

第3年度： 初期の動力学は粘性ではなく慣性が支配していることがわかってきていたが、本年度はその成果を J.Phys.Soc.Jpn で発表した。また、項目に関連する海外との共同研究も進め国際会議での発表も行った。

第4年度： J.Phys.Soc.Jpn で発表した成果を受けて、前年度着手した、粘度比を逆転して電場をかける実験は、中期・後期領域で明確なデータコラプスを得て、その物理的な説明にもある程度成功した。さらに、バブル生成の研究でも大きな進展があった。

第5年度： 前年度、J.Phys.Soc.Jpn で発表した成果を受け、粘度比を逆転して電場をかける実験に着手し、さらに、バブル生成の研究も展開した。また、関連する海外との共同研究も継続し、前年度に引き続き国際会議での発表も行った。

(3) その他

第1年度： 擬二次元のセル中でのバブルの破裂・生成・上昇の動力学に関する研究も進め、成果を物理学会で発表し、バブルの上昇については国際学術誌に論文を発表した。この他、毛管上昇の基礎的な問題についても研究の進展があった。啓蒙書の出版や高校生対象の授業などのアウトリーチ活動も積極的に行った。

第2年度： 擬二次元のセル中でのバブルの破裂・生成・上昇の動力学に関する実験・理論・シミュレーションによる研究も進め、成果を物理学会で発表した。毛管上昇の基礎的な問題についても、論文誌や内外の学会で成果を発表した。本研究の精神で行った擬二次元粉粒体系の論文も論文誌に成果を発表した。一般読者に向けた本研究の内容に関連するエッセイについて R03 年4月からの1年の月刊誌連載に向けた準備も開始した。

第3年度： 擬二次元のセル中でのバブルの破裂・生成・上昇の動力学に関する実験・理論・シミュレーションによる研究も継続し、成果を物理学会で発表した。毛管上昇の基礎的な問題についても成果を会議等で発表した。本研究の精神で行った擬二次元粉粒体系の論文も論文誌にさらに成果を発表した。R03 年4月から1年の月刊誌連載で、一般読者に向け本研究の内容に関連するエッセイを発表した。

第4年度： 擬二次元セルでのバブルの上昇の研究も展開し、成果の一部を Phys. Rev. Research に Letter として発表し、国際会議でも発表した。本研究の精神・戦略に基づいて展開してきている擬二次元粉粒体系の研究は引き続き抵抗の研究では、過去の研究をサポートする結果を得た。さらに、雪崩現象に着目した研究も継続した。毛管上昇の基礎的な問題についても研究を継続し成果をアメリカ物理学会を含む内外の会議で発表した。

第5年度： 本研究の精神・戦略に基づいて展開してきている擬二次元粉粒体系の研究は引き続き抵抗の研究に加え、雪崩現象や偏析効果に着目した研究テーマも展開した。毛管上昇の基礎的な問題についても研究を継続し成果をアメリカ物理学会を含む内外の会議で発表した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Umehara Mika, Okumura Ko	4. 巻 249
2. 論文標題 How universal is the vibration-velocity controlled granular convection?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 EPJ Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 03019 ~ 03019
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/epjconf/202124903019	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Koga Yukina Margaret, Okumura Ko	4. 巻 91
2. 論文標題 Inertial Coalescence of a Liquid Drop Surrounded by Viscous Liquid	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 025001-1 ~ 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.025001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Nakazato Hana, Okumura Ko	4. 巻 4
2. 論文標題 Air entrained into viscous liquid by a disk: Confinement induced suppression of breakup	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 013150-1 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.4.013150	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 奥村剛	4. 巻 25
2. 論文標題 印象派物理学の窓 (Science Essay) : 飛沫感染としずくの物理	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 My健康経営 (明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 26
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : アサリのパスタと界面エネルギー	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 27
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : 小さな滴(しずく)に秘められた物理	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 28
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : 表面エネルギーとパツタ	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 29
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : 表面エネルギーと表面張力	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 30
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : ラプラス圧と “ のびのび包帯 ”	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 31
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : 小さな滴(しずく)が丸いわけ 毛管長	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 32
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : 円の面積とスケーリング則	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 33
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : 印象派物理学とノーベル物理学賞	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 34
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : ソフトマターとは？	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 35
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : スケーリング則と臨界現象	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥村剛	4. 巻 36
2. 論文標題 印象派物理学の窓(Science Essay) : 高分子と臨界現象	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 My健康経営(明治安田生命保険相互会社)	6. 最初と最後の頁 15-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Andre Julie, Okumura Ko	4. 巻 36
2. 論文標題 Capillary Replacement in a Tube Prefilled with a Viscous Fluid	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 10952 ~ 10959
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.0c01612	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Then Hui Zee, Sekiguchi Teruyo, Okumura Ko	4. 巻 16
2. 論文標題 Rising obstacle in a one-layer granular bed induced by continuous vibrations: two dynamical regimes governed by vibration velocity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Soft Matter	6. 最初と最後の頁 8612 ~ 8617
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0SM01021A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Murano Mayuko, Okumura Ko	4. 巻 2
2. 論文標題 Rising bubble in a cell with a high aspect ratio cross-section filled with a viscous fluid and its connection to viscous fingering	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 013188 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.013188	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計61件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット、奥村剛
2. 発表標題 粘性流体中の液滴融合における慣性的な動力学
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会 (2022年)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroki Yasuga, Ko Okumura
2. 発表標題 Dynamics of capillary replacement between two mutually immiscible liquids on an open channel
3. 学会等名 APS March Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yukina M Koga, Ko Okumura
2. 発表標題 Inertial coalescence of a liquid drop surrounded by viscous liquid
3. 学会等名 APS March Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 勝又佑佳、奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間における周期的なバブル生成
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会(2022年)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢菅浩規、奥村剛
2. 発表標題 開放流路における非混和性の2液体の自発的置換
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会(2022年)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 臼井優佳、奥村剛
2. 発表標題 格子ボルツマン法による液滴の動力学の研究II
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会(2022年)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Haipeng Zhang*, Ko Okumura and Sangjin Ryu (*:presenter)
2. 発表標題 Confinement Effects on Drop Coalescence: An Experimental Study Using Hele-Shaw Cell
3. 学会等名 Session T17: Drops: Coalescence; 74th Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, November 21-23, 2021; Phoenix Convention Center, Phoenix, Arizona (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥村剛
2. 発表標題 印象派物理学への誘い: 流体・粉粒体・界面科学などの研究から
3. 学会等名 日本機械学会 第99期 流体工学部門 講演会(オンライン開催) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥村剛
2. 発表標題 Critical phenomena and scaling: from bubble breakup to kirigami mechanics
3. 学会等名 Stat&QuantPhys Autumn School 2021 (SQP2021), online, September 27-28, 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 勝又佑佳、奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間における周期的なバブル生成
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会(物性)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 臼井優佳、奥村剛
2. 発表標題 格子ボルツマン法による液滴の動力学的研究
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会(物性)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット、奥村剛
2. 発表標題 2次元液中液滴の融合
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会(物性)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢菅浩規、奥村剛
2. 発表標題 開放流路における非混和性の2液体の自発的置換 III
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会(物性)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥村剛
2. 発表標題 How universal is the vibration-velocity controlled granular convection?
3. 学会等名 Powders & Grains 2021, Buenos Aires+online, July 5, 13, 21, 29 and Aug 6, 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥村剛
2. 発表標題 印象派物理学入門 臨界現象とスケーリング: 切り紙の伸長から滴の融合・分離まで
3. 学会等名 第41回数理の翼夏季セミナー(オンライン開催)(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥村剛
2. 発表標題 Various scaling regimes for drag friction at low Reynolds numbers
3. 学会等名 Biofluid Symposium, Online, July 21-24, 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ko Okumura
2. 発表標題 Rising and breakup of air in viscous fluids in confined geometries
3. 学会等名 APS March Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mika Umehara and Ko Okumura
2. 発表標題 Brazil nut effect controlled by vibration velocity
3. 学会等名 APS March Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuka Miyabe and Ko Okumura
2. 発表標題 Breakup of a thin air film surrounded by viscous liquid : derivation of self-similar solution
3. 学会等名 APS March Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yukina M. Koga and Ko Okumura
2. 発表標題 Quasi-two-dimentional coalescence of liquid in another liquid
3. 学会等名 APS March Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroki Yasuga and Ko Okumura
2. 発表標題 Capillary replacement between two mutually immiscible liquids on an open channel
3. 学会等名 APS March Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥村剛
2. 発表標題 転移現象とスケーリング:切り紙、亀裂進展から流体界面まで
3. 学会等名 第95回高分子若手研究会[関西](オンライン開催)(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥村剛
2. 発表標題 転移現象とスケーリング:切り紙の伸長から滴の融合・分離まで
3. 学会等名 一般社団法人 企業研究会 第34期CMMフォーラム 本例会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥村剛
2. 発表標題 閉じ込められた空間における流体界面のトポロジー転移の動力学
3. 学会等名 第69回高分子討論会(オンライン開催) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梅原美香、奥村剛
2. 発表標題 擬二次元セル中の粉粒体に生じる振動誘起の偏析現象
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢菅浩規、奥村剛
2. 発表標題 開放流路における非混和性の2液体の自発的置換 II
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット、奥村剛
2. 発表標題 2次元液中液滴の融合
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎真琴、奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブルの破裂の動力学
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白井優佳、奥村剛
2. 発表標題 格子ボルツマン法による粘性流体の動力学の研究
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮部由佳、奥村剛
2. 発表標題 液中における気体薄膜の引きちぎれ:自己相似解の第一原理からの導出
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梅原美香、奥村剛
2. 発表標題 擬二次元セル中の粉粒体に生じる振動誘起の偏析現象
3. 学会等名 第19回関東ソフトマター研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢管浩規、奥村剛
2. 発表標題 非混和性の2液体の自発的置換現象の探究: マイクロ流体工学への応用を目指して
3. 学会等名 第19回関東ソフトマター研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット、奥村剛
2. 発表標題 2次元液中液滴の融合
3. 学会等名 第19回関東ソフトマター研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎真琴、奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブルの破裂の動力学
3. 学会等名 第19回関東ソフトマター研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 臼井優佳、奥村剛
2. 発表標題 バブルの上昇の動力学の研究を目指した数値計算プログラムの改良
3. 学会等名 第19回関東ソフトマター研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮部由佳、奥村剛
2. 発表標題 液中における気体薄膜の引きちぎれ:自己相似解の第一原理からの導出
3. 学会等名 第19回関東ソフトマター研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 勝又佑佳、奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブル生成
3. 学会等名 第19回関東ソフトマター研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梅原美香、奥村剛
2. 発表標題 振動下の粉粒体における大きさによる分離現象
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢管浩規、奥村剛
2. 発表標題 開放流路における非混和性の2液体の自発的置換
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット、奥村剛
2. 発表標題 2次元液中液滴の融合
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎真琴、奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブルの破裂の動力学
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 臼井優佳、奥村剛
2. 発表標題 バブルの上昇の動力学
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮部由佳、奥村剛
2. 発表標題 液中における気体薄膜の引きちぎれ:自己相似解の第一原理からの導出
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yukina M. Koga and Ko Okumura
2. 発表標題 Quasi-two-dimensional coalescence of liquid in another liquid
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (Yokohama Symposia) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット, 奥村剛
2. 発表標題 2次元液中液滴の融合V
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 名古屋大学(東山キャンパス)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩崎愛, 奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブル生成IV
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 名古屋大学(東山キャンパス)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎真琴, 奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブルの破裂の動力学
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 名古屋大学(東山キャンパス)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮部由佳, 奥村剛
2. 発表標題 液中における気体薄膜の引きちぎれ:自己相似解の第一原理からの導出II
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会 名古屋大学(東山キャンパス)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット, 奥村剛
2. 発表標題 擬二次元系における液中液滴の融合II
3. 学会等名 第9回ソフトマター研究会(名古屋大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット, 奥村剛
2. 発表標題 2次元液中液滴の融合IV
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会(物性) 岐阜大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩崎愛, 奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブル生成III
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会(物性) 岐阜大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎真琴, 奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブルの破裂の動力学: 粘性・慣性クロスオーバー
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会(物性) 岐阜大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット, 奥村剛
2. 発表標題 2次元液中液滴の融合V
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 名古屋大学(東山キャンパス)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩崎愛, 奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブル生成IV
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 名古屋大学(東山キャンパス)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎真琴, 奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブルの破裂の動力学
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 名古屋大学(東山キャンパス)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮部由佳, 奥村剛
2. 発表標題 液中における気体薄膜の引きちぎれ:自己相似解の第一原理からの導出II
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会 名古屋大学(東山キャンパス)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット, 奥村剛
2. 発表標題 擬二次元系における液中液滴の融合II
3. 学会等名 第9回ソフトマター研究会(名古屋大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古賀由希菜マーガレット, 奥村剛
2. 発表標題 2次元液中液滴の融合IV
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会(物性) 岐阜大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩崎愛, 奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブル生成III
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会(物性) 岐阜大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎真琴, 奥村剛
2. 発表標題 擬二次元空間におけるバブルの破裂の動力学: 粘性・慣性クロスオーバー
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会(物性) 岐阜大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮部由佳, 奥村剛
2. 発表標題 液中における気体薄膜の引きちぎれ: 自己相似解の第一原理からの導出
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会(物性) 岐阜大学
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 奥村 剛	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日本評論社	5. 総ページ数 224
3. 書名 印象派物理学入門	

〔産業財産権〕

〔その他〕

OKUMURA GROUP / 奥村研究室
<http://www-p.sci.ocha.ac.jp/okumura-phys/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
米国	University of Nebraska at Lincoln			
フランス	Ecole Polytechnique			