

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04189

研究課題名（和文）部分混和系におけるKorteweg効果を伴う界面流体力学の数値解析

研究課題名（英文）Numerical analysis of interfacial fluid dynamics with Korteweg effect in partially miscible systems

研究代表者

長津 雄一郎（Nagatsu, Yuichiro）

東京農工大学・工学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：60372538

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：研究代表者らが初めて実験で発見した、2種類の液体が一部だけ混ざり合う部分混和性により二流体の粘度差に由来する流動界面がトポロジカルに変化する現象を、数値的に再現することに初めて成功した。これは、部分混和性に由来して生じる相分離とその相分離の際に自発的に発生する液体の流れの効果（Korteweg効果）を、従来の二流体の粘度差に由来する流動界面を記述する流体力学方程式群に組み込んだ新たな数理モデルを構築し、それを数値シミュレーションすることで得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今後、この数理モデルを用いた数値シミュレーションから、部分混和系粘性フィンガリングの新しいダイナミクスを見出し、それを実験的に検証するというアプローチが可能になる。また部分混和系の粘性フィンガリングが、地層からの石油回収プロセスや地層へのCO2圧入プロセスで発生していることがわかっており、本研究成果は、それらのプロセスにおける現象予測の高精度化や、部分混和性を利用した当該プロセスの新たな制御法の創出へ寄与することが期待される。

研究成果の概要（英文）：The present study has succeeded for the first time in numerically reproducing a topological change of classical interfacial hydrodynamics, which is driven by a partial miscibility. This is obtained by that we design a new mathematical model that incorporates the phase separation resulting from partial miscibility and the effect of the spontaneously generated liquid flow during the phase separation into a set of equations of fluid dynamics that describes conventional viscous fingering.

研究分野：化学流体力学

キーワード：Viscous fingering 相分離

### 1. 研究開始当初の背景

多孔質媒質内で粘性の高い流体が粘性の低い流体に押しつけられるとき、二流体の界面が指のようなパターンを形成する現象は、粘性フィンガリングと呼ばれ、古典的な界面流体力学問題の一つとして1950年代から研究されている。しかしその特性は、二流体が完全混和であるか非混和であるかで大別されるのが通説であり、部分混和性の粘性フィンガリングの研究が、数値シミュレーションによって報告されたのは、ここ最近の2017年になってからのことである。これまで部分混和性の場合の研究がほとんど行われなかったのは、原因がある。部分混和の度合いが「どの程度混和した状態が熱力学的に最も安定か」ということにより決定されるため、界面流体力学を化学熱力学と組み合わせる考えなければならない学際的な研究分野であるためだった。

これまで部分混和系の特性は、完全混和や非混和の系と質的な違いはないことが報告されていた。研究代表者は、2020年に世界で初めて、部分混和系粘性フィンガリングの実験研究を成功させ、部分混和系ではフィンガリング界面がトポロジカル変化する、すなわち、千切れ液滴を形成するという、完全混和系や非混和系とは質的に異なる特性を有することを発見した。また当該論文は、2020年度日本流体力学会論文賞を受賞した。この研究では、フィンガリング界面のトポロジカル変化は、部分混和性に由来して生じる相分離とその相分離の際に自発的に発生する液体の流れがその原因であることを提示した。このメカニズムの完全解明には、フィンガリング界面が千切れ液滴を形成する現象の実験結果を再現する数理モデルおよびその数値シミュレーションが必要とされた。

### 2. 研究の目的

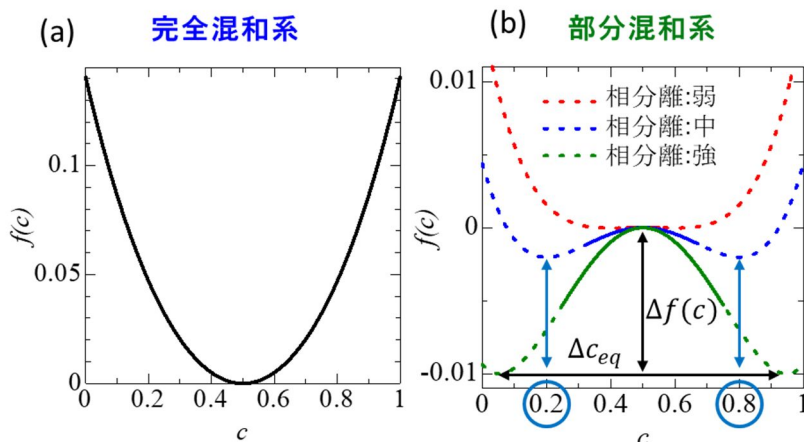
本研究では、部分混和系での相分離とその相分離の際に自発的に発生する液体の流れを伴う粘性フィンガリングの数値解析を行い、研究代表者が提示しているメカニズムの正当性を実証する。

### 3. 研究の方法

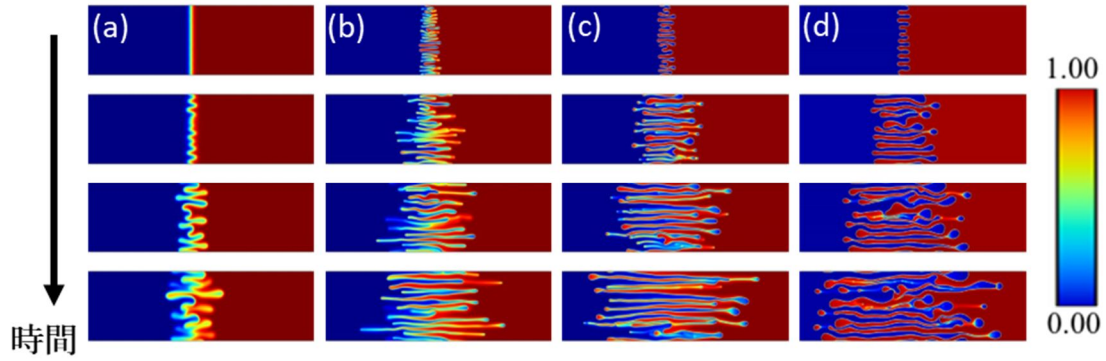
本研究では、従来知られている完全混和系粘性フィンガリングの流体力学方程式群に、相分離を表現できる最も単純なモデルである二重井戸型化学熱力学的自由エネルギー(図1)を組み合わせ、さらに、流れの自発的発生を表現するために、Korteweg力と呼ばれる力を流体力学方程式の外力項に付与した。

### 4. 研究成果

従来知られている完全混和系粘性フィンガリングの流体力学方程式群に、相分離を表現できる最も単純なモデルである二重井戸型化学熱力学的自由エネルギー(図1)を組み合わせ、さらに、流れの自発的発生を表現するために、Korteweg力と呼ばれる力を流体力学方程式の外力項に付与した。相分離とKorteweg力の効果は、既往の部分混和性の粘性フィンガリングに関する数値シミュレーションでは考慮されず、本研究において初めて考慮されたものである。この数理モデルでは、相分離の強さを、二重井戸型自由エネルギーのエネルギー最小値と二つの平衡濃度の差により表現することができる(図1)。また相分離が強いほど、Korteweg力が大きいことを仮定した。これらを変化させ、相分離がない条件(完全混和系)と異なる相分離の強度の条件で、数値シミュレーションを実行し、相分離の強度が大きくなると、粘性フィンガリングから液滴形成パターンに変化してゆくことを数値的に示した(図2)。これは、本モデルが先の部分混和系粘性フィンガリングの実験結果を再現でき、かつ実験で発見されたフィンガリング界面が千切れ液滴を形成する現象が、相分離とその相分離の際に自発的に発生する液体の流れによることを理論的に示すものである。



**図1 本研究で用いた自由エネルギー $f(c)$  ( $c$ は無次元濃度)** (a)完全混和系、 $c=0.5$ で最小値をとる常に下に関数となっている。(b)部分混和系、赤、青、緑線がそれぞれ、相分離の度合いが、強、中、弱の場合である。相分離：中(青色)では $c=0.2$ と $c=0.8$ で自由エネルギーの最小値をとり、このときの $c=0.2$ と $c=0.8$ を平衡濃度 $c_{eq}$ という。このとき、平衡濃度の差 $\Delta c_{eq}$ は $\Delta c_{eq}=0.8-0.2=0.6$ となる。 $\Delta f(c)$ がエネルギー最小値の絶対値である。平衡濃度の差、エネルギー最小値の絶対値が大きいほど、相分離は強くなる。赤、青、緑の各線で実線部分が $f(c)$ の $c$ による2階微分が負の領域で、 $c$ がこの領域になると、二つの平衡濃度に相分離する。



**図2 数値シミュレーション結果(濃度場 $c$ )の時間発展** (a)完全混和系、(b)部分混和系(相分離：弱)、(c)部分混和系(相分離：中)、(d)部分混和系(相分離：強) 縦が時間発展であり、それぞれ無次元時間 $t=1000, 2000, 3000, 4000$ の図。(a)完全混和系では、典型的な粘性フィンガリングが形成されている。(b~d)部分混和系では、相分離の強度が大きくなると、粘性フィンガリングから液滴形成パターンに変化してゆく。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Ryuta X. Suzuki, Yuichiro Nagatsu, Manoranjan Mishra, and Takahiko Ban	4. 巻 898
2. 論文標題 Phase separation effects on a partially miscible viscous fingering dynamics	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Fluid Mechanics	6. 最初と最後の頁 A11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/jfm.2020.406	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 Keiichiro Omori, Yuichiro Nagatsu	4. 巻 10
2. 論文標題 Numerical simulations of miscible viscous fingering involving viscosity changes of the displacing fluid by A + B + C chemical reactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 95014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0024220	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 Yuichiro Nagatsu, Kizuna Abe, Kaori Konmoto, Keiichiro Omori	4. 巻 34
2. 論文標題 Chemical Flooding for Enhanced Heavy Oil Recovery via Chemical-Reaction-Producing Viscoelastic Material	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Energy Fuels	6. 最初と最後の頁 10655-10665
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.energyfuels.0c01298	査読の有無 有
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 Ryuta X. Suzuki, Risa Takeda, Yuichiro Nagatsu, Manoranjan Mishra, Takahiko Ban	4. 巻 10
2. 論文標題 Fluid Morphologies Governed by the Competition of Viscous Dissipation and Phase Separation in a Radial Hele-Shaw Flow	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Coatings	6. 最初と最後の頁 960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/coatings10100960	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 Ryuta X. Suzuki, Fu Wei Quah, Takahiko Ban, Manoranjan Mishra, Yuichiro Nagatsu	4. 巻 10
2. 論文標題 Experimental study of miscible viscous fingering with different effective interfacial tension	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 115219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0030152	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 A. Franco-Gomez, H. Onuki, Y. Yokoyama, Y. Nagatsu, Y. Tagawa	4. 巻 62
2. 論文標題 Effect of liquid elasticity on the behaviour of high-speed focused jets	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Experiments in Fluids	6. 最初と最後の頁 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00348-020-03128-w	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 Reiko Tsuzuki, Ryohei Tanaka, Takahiko Ban, and Yuichiro Nagatsu	4. 巻 31
2. 論文標題 Deviation from capillary number scaling of nonlinear viscous fingering formed by the injection of Newtonian surfactant solution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Fluids (selected as Editor ' s picks)	6. 最初と最後の頁 42108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5090827	査読の有無 有
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 Sotheavuth Sin, Tetsuya Suekane, Yuichiro Nagatsu, Anindityo Patmonoaji	4. 巻 4
2. 論文標題 Three-dimensional visualization of viscous fingering for non-Newtonian fluids with chemical reactions that change viscosity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Fluids	6. 最初と最後の頁 54502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevFluids.4.054502	査読の有無 有
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 Reiko Tsuzuki, Qian Li, Yuichiro Nagatsu, and Ching-Yao Chen	4. 巻 4
2. 論文標題 Numerical study of immiscible viscous fingering in chemically reactive Hele-Shaw flows: Production of surfactants	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Fluids	6. 最初と最後の頁 104003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevFluids.4.104003	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Ryuta X. Suzuki, Yuichiro Nagatsu, Manoranjan Mishra, and Takahiko Ban	4. 巻 4
2. 論文標題 Fingering pattern induced by spinodal decomposition in hydrodynamically stable displacement in a partially miscible system	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Fluids	6. 最初と最後の頁 104005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevFluids.4.104005	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Seya Shoji, Suzuki Ryuta X., Nagatsu Yuichiro, Ban Takahiko, Mishra Manoranjan	4. 巻 938
2. 論文標題 Numerical study on topological change of viscous fingering induced by a phase separation with Korteweg force	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Fluid Mechanics	6. 最初と最後の頁 A18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/jfm.2022.158	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 Hirano Sae, Nagatsu Yuichiro, Suzuki Ryuta X.	4. 巻 7
2. 論文標題 Reversal of effects from gel production in a reacting flow dependent on gel strength	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Fluids	6. 最初と最後の頁 23201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevFluids.7.023201	査読の有無 有
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 Ban Takahiko, Tanaka Ryohei, Suzuki Ryuta X., Nagatsu Yuichiro	4. 巻 14
2. 論文標題 Growing Interface with Phase Separation and Spontaneous Convection during Hydrodynamically Stable Displacement	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 6089 ~ 6089
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma14206089	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 Wang Weicen, Zhang Chunwei, Patmonoaji Anindityo, Hu Yingxue, Matsushita Shintaro, Suekane Tetsuya, Nagatsu Yuichiro	4. 巻 33
2. 論文標題 Effect of gas generation by chemical reaction on viscous fingering in a Hele-Shaw cell	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics of Fluids	6. 最初と最後の頁 093104 ~ 093104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0062588	査読の有無 有
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 Suzuki Ryuta X., Kobayashi Shuntaro, Nagatsu Yuichiro, Ban Takahiko	4. 巻 125
2. 論文標題 Tunable Hydrodynamic Interfacial Instability by Controlling a Thermodynamic Parameter of Liquid-Liquid Phase Separation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 7508 ~ 7514
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.1c01335	査読の有無 有
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 Mahardika Mohammad Azis, She Yun, Shori Fujiura, Patmonoaji Anindityo, Matsushita Shintaro, Suekane Tetsuya, Nagatsu Yuichiro	4. 巻 35
2. 論文標題 Enhanced Heavy Oil Recovery by Calcium Hydroxide Flooding with the Production of Viscoelastic Materials: Study with 3-D X-Ray Tomography and 2-D Glass Micromodels	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Energy & Fuels	6. 最初と最後の頁 11210 ~ 11222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.energyfuels.1c00963	査読の有無 有
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 Suzuki Ryuta X., Tada Hikari, Hirano Sae, Ban Takahiko, Mishra Manoranjan, Takeda Risa, Nagatsu Yuichiro	4. 巻 23
2. 論文標題 Anomalous patterns of Saffman-Taylor fingering instability during a metastable phase separation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 10926 ~ 10935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CP05810F	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Sharma Vandita, Othman Hamirul Bin, Nagatsu Yuichiro, Mishra Manoranjan	4. 巻 916
2. 論文標題 Viscous fingering of miscible annular ring	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Fluid Mechanics	6. 最初と最後の頁 A14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/jfm.2021.124	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Mohd Rasidek Noor Azwani, Mad Nordin Mariam Firdhaus, Tokuyama Hideaki, Nagatsu Yuichiro, Mili Norlisa, Zaini Ahmad Syahmi, Idham Zuhaili, Che Yunus Mohd Azizi	4. 巻 47
2. 論文標題 Subcritical water-based pectin from banana peels (Musa Paradisiaca Cv.Tanduk) as a natural gelation agent	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Today: Proceedings	6. 最初と最後の頁 1329 ~ 1335
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matpr.2021.02.815	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 She Yun, Mahardika Mohammad Azis, Hu Yingxue, Patmonoaji Anindityo, Matsushita Shintaro, Suekane Tetsuya, Nagatsu Yuichiro	4. 巻 202
2. 論文標題 Three-dimensional visualization of the alkaline flooding process with in-situ emulsification for oil recovery in porous media	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Petroleum Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 108519 ~ 108519
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.petrol.2021.108519	査読の有無 有
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 -



〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Yuichiro Nagatsu
2. 発表標題 Influences of physicochemical effects on interfacial hydrodynamics
3. 学会等名 第6回理論応用力学シンポジウム（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植木 敏允・飯島 淳・多川 慧・長津 雄一郎
2. 発表標題 2019年度化学工学会粒子・流体プロセス部会 フロンティア賞受賞記念講演 化学反応前後の流体の物性値では予測できない高分子反応流の流動ダイナミクス: ATR-FTIR 分光法による分子診断を伴う流体力学
3. 学会等名 化学工学会第86 年会 2020 年粒子・流体プロセス部会 部会セミナー・総会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木龍汰・長津 雄一郎・Manoranjan Mishra・伴貴彦
2. 発表標題 2020年度化学工学会粒子・流体プロセス部会 フロンティア賞受賞記念講演 部分混和系での流体力学的に安定な置換におけるスピノーダル分解により引き起こされるフィンガリングパターン
3. 学会等名 化学工学会第86 年会 2020 年粒子・流体プロセス部会 部会セミナー・総会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前田 太郎
2. 発表標題 擬2Dケミカルガーデンパターンに関する界面レオロジーの研究
3. 学会等名 第25回東日本支部修士発表会（関東地区修士発表会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野 紗愛, 飯島 淳, 長津 雄一郎
2. 発表標題 化学反応前後の物性値では予測できない高分子溶液の流動を引き起こす条件の一般化への検討
3. 学会等名 日本機械学会 関東支部 第27期総会・講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬谷 昇治, 鈴木 龍汰, 伴 貴彦, Mishra Manoranjan, 長津 雄一郎
2. 発表標題 部分混和系におけるViscous fingeringの安定化
3. 学会等名 日本機械学会 関東支部 第27期総会・講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taro Maeda, Yuichiro Nagatsu
2. 発表標題 Investigation on Chemical Garden Pattern in Hele-Shaw cell by Interfacial Rheology
3. 学会等名 Annual Meeting of Division of Fluid Dynamics, American Physical Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryohei Tanaka, Reiko Tsuzuki, Takahiko Ban, Yuichiro Nagatsu
2. 発表標題 Deviation from capillary number scaling of nonlinear viscous fingering formed by the injection of Newtonian surfactant solution
3. 学会等名 Annual Meeting of Division of Fluid Dynamics, American Physical Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryuta Suzuki, Shoji Seya, Takahiko Ban, Manoranjan Mishra, Yuichiro Nagatsu
2. 発表標題 Stabilization of viscous fingering in a partially miscible system
3. 学会等名 Annual Meeting of Division of Fluid Dynamics, American Physical Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Tanaka, R. Tsuzuki, T. Ban, Y. Nagatsu
2. 発表標題 Deviation from Capillary Number Scaling of Nonlinear Viscous Fingering Formed by the Injection of Newtonian Surfactant Solution
3. 学会等名 16th International Conference of Flow Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Maeda, Y. Nagatsu
2. 発表標題 Investigation on Confined Chemical Garden Pattern by Interfacial Rheology
3. 学会等名 16th International Conference of Flow Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木龍汰、長津雄一郎、Manoranjan Mishra、伴 貴彦
2. 発表標題 日本流体力学会論文賞 受賞記念講演「部分混和系Viscous fingering ダイナミクスに及ぼす相分離の効果」
3. 学会等名 日本流体力学会年会2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬谷昇治、鈴木龍汰、長津雄一郎、伴 貴彦、Manoranjan Mishra
2. 発表標題 Korteweg力を伴う相分離によるViscous fingeringのトポロジカルな変化に関する数値解析
3. 学会等名 日本流体力学会年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 龍汰、長津 雄一郎、Manoranjan Mishra、伴 貴彦
2. 発表標題 部分混和系での流体力学的に安定な置換におけるスピノーダル分解により引き起こされるフィンガリングパターン、2020年度 化学工学会 粒子・流体プロセス部会フロンティア賞受賞記念講演
3. 学会等名 化学工学会年会、2021（招待講演）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 PETROLEUM PORODUCTION METHOD	発明者 Nagatsu, Omori, Yoshida, Mishra	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/011714	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<a href="http://web.tuat.ac.jp/~nagatsu/">http://web.tuat.ac.jp/~nagatsu/</a> <a href="http://web.tuat.ac.jp/~nagatsu/index.html">http://web.tuat.ac.jp/~nagatsu/index.html</a>
--

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
---------	---------