

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01135

研究課題名(和文)粘弾性流体に特有な渦の数理解析

研究課題名(英文) Numerical analysis of viscoelastic fluid flows

研究代表者

野津 裕史 (Notsu, Hirofumi)

金沢大学・数物科学系・教授

研究者番号：00588783

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：Lagrange座標系に基づく定式化を拡張した一般化Lie微分のアイデアに世界で初めて時間2次精度の離散化手法を与えました。なお、同手法は対数を用いて変換して得られる構成方程式にも適用可能です。今後の基礎となる結果であり、発展が期待されます。また、Oldroyd-B型の方程式の一つであるPTTモデルにおいて、Weissenberg数が大きくなると、円柱周りの流れにおいて非対称性が観察されました。高Weissenberg数の流れにおいて、より複雑な現象が起きる可能性を示唆しています。本研究課題において、以上のような成果が得られました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

代表的な粘弾性流体は高温に温められたプラスチックです。弾性効果があるため、水に代表される粘性流体とは異なる流れになることが知られています。しかしながら、粘弾性流体の数値シミュレーションは粘性流体のそれと比較して容易ではありません。本研究課題において、粘弾性流体のための新しい数値シミュレーション手法を開発し、また、粘弾性流体の興味深い性質を明らかにしました。学術的に意義深い結果が得られており、粘弾性流体の数値シミュレーションの分野での発展が期待できます。

研究成果の概要(英文)：We have presented a second-order temporal approximation of the upper-convected time derivative based on an idea of the generalized Lie derivative with the Lagrangian coordinate. This approximation technique can also be applied to the constitutive equation obtained by the logarithm transformation. The results are important for the future development of numerical methods for viscoelastic fluid flows in the research field of numerical analysis. In addition, in the PTT model, one of the Oldroyd-B type models, an asymmetry has been observed in the flow around the cylinder as the Weissenberg number increased. The results indicate that more complex phenomena may occur in high Weissenberg number flows.

研究分野：Numerical analysis

キーワード：粘弾性流体

## 1. 研究開始当初の背景

粘弾性流体は多くの研究者の興味の対象となっており、すでにくつもの数理モデルが提案されています。現在、数学的な面では、粘弾性流体の連続体数理モデルの非線形項を工夫して加えることにより性質のよい粘弾性流体の自由エネルギーを設定し、解の存在や一意性について議論されています [M. Lukáčová et al. *SIAM Journal on Mathematical Analysis* 49, 2017]。数値的な面では、自由表面をもつ粘弾性流体の3次元数値計算結果が示されています [Oishi et al. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* 166, 2011]。その他にも、多くの研究者によって粘弾性流体について活発に議論されています。しかしながら、粘性流体に比較して粘弾性流体の数値シミュレーション手法は未だ発展途上です。特に、弾性効果の指標で緩和時間に対応する Weissenberg 数が大きい場合、その数値シミュレーションは容易でないことがよく知られています。その一方で、粘性流体に対して、流体粒子の軌跡に沿う座標系である Lagrange 座標系と安定化手法を組み合わせた有限要素法である安定化 Lagrange-Galerkin 法の有効性が示されました。安定性および収束性に関する数学的理論が構築され [H. Notsu and M. Tabata. *ESAIM: M2AN* 50, 2016]、また、その粘弾性流体への応用がなされました [M. Lukáčová et al. *ESAIM: M2AN* 51, 2017]。物理的な視点から自然な Lagrange 座標系を用いた粘弾性流体のための数値解法の開発が待たれています。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、粘弾性流体の流れの構造を微分方程式の観点から理解することです。水に代表される粘性流体の円柱周りの流れでは、レイノルズ数が大きくなると「渦」(カルマン渦)が円柱後方に形成されます。これがよく知られた粘性流体の「渦」です。一方、弾性効果を併せもつ粘弾性流体では、緩和時間に対応する Weissenberg 数が大きい場合、円柱の前方に「渦」が形成されることが、あるマイクロ流体デバイス内での物理実験において報告されています [Y. Zhao, A.Q. Shen and S.J. Haward. Flow of wormlike micellar solutions around confined microfluidic cylinders. *Soft Matter* 12, 2016]。これが本研究で対象とする「粘弾性流体に特有な渦」です。本研究課題では、数理的な視点から、物理実験において観察された「粘弾性流体に特有な渦」の理解や応用を目指します。具体的には、すでに提案されている粘弾性流体のモデルでこの渦が発生するのか、また、どのような状況で発生するのか、を明らかにすることが目的です。また、本研究では、粘弾性流体の、特に Weissenberg 数が大きい場合の数値シミュレーション手法が必要であるため、粘弾性流体のための高精度かつロバストな数値計算スキームの構築も重要課題です。

## 3. 研究の方法

これまでに多くの粘弾性流体モデルが提案され、豊富な数値計算結果が報告されていますが、代表者の知る限り物体の上流に現れる「渦」を再現している文献は存在しません。物理実験では確認されているため、数値シミュレーションによる再現も容易と考えられるかもしれませんが、そうではありません。なぜなら、粘性流体での Navier-Stokes 方程式とは異なり、数理モデルが定まっておらず、また、数値シミュレーションが容易ではないからです。すなわち、「粘弾性流体に特有な渦」を再現する数理モデルを検討する前に、ロバストな数値計算スキームの開発が必要です。本課題の研究の方法は、対数変換を用いた数値計算スキームによる「粘弾性流体に特有な渦」の数理解析と、Lagrange 座標系に基づくスキームだけでなく、それを拡張した一般化リ-微分に基づく高精度かつロバストな数値計算スキームの開発を行うというものです。

## 4. 研究成果

### (1) 2018年度

Oldroyd-B モデルに代表される、粘弾性流体の支配方程式がもつ構造の理解を目指し、Maxwell 型の粘弾性体モデルが勾配流構造をもつことを明らかにしました。また、Maxwell 型の粘弾性体モデルのための有限要素スキームを提案し、離散的な勾配流構造をもつことを示しました [M. Kimura, H. Notsu, Y. Tanaka and H. Yamamoto. The gradient flow structure of an extended Maxwell viscoelastic model and a structure-preserving finite element scheme. *Journal of Scientific Computing* 78 2019]。1次元のバネとダッシュポットの概念図を基礎としつつも、明解に多次元モデル

の導出を行いました。これまで、エネルギー減衰の性質は知られていましたが、より踏み込んだ結果である勾配流構造を得ました。実際、エネルギー減衰の性質は勾配流構造から容易に導かれます。また、勾配流構造は、安定な数値シミュレーション手法構築にも貢献することが期待されます。

( 2 ) 2019 年度

数値シミュレーション手法について重点的に検討を行い、エネルギーに基づく数値シミュレーション手法の構築および粘弾性流体の構成方程式に現れる上対流微分を流れの軌跡に沿う Lagrange 座標系を用いて時間 2 次精度化しました。同アイデアは時間離散化で、有限差分法、有限要素法、有限体積法のどれとでも組合せ可能な汎用的な数学的結果です。また、空間 2、3 次元のアダプティブ・メッシュ・リファインメントの開発も進めました。

( 3 ) 2020 年度

物理的に自然な数値解法である Lagrange 座標に基づく定式化を拡張した一般化 Lie 微分のアイデアに基づいて、上対流微分の時間 2 次精度化に成功し、有限差分法において実装しました [D.O. Medeiros, H. Notsu and C.M. Oishi. Second-order finite difference approximations of the upper-convected time derivative. *SIAM Journal on Numerical Analysis* 59, 2021]。汎用的な時間離散化を与えており、有限差分法や有限要素法と組み合わせることが可能です。これを用いて高 Weissenberg 数の問題を調査し、ある程度の有効性を見出しました。また、Oldroyd-B 型の方程式の一つである PTT(Phan-Thien--Tanner)モデルを用いて、Weissenberg 数が大きくなると、円柱周りの流れにおいて非対称性が現れることがわかりました [S. Varchanis, C.C. Hopkins, A.Q. Shen, J. Tsamopoulos, and S.J. Haward. Asymmetric flows of complex fluids past confined cylinders: A comprehensive numerical study with experimental validation. *Phys. Fluids* 32, 2020]。この事実は、大きな Weissenberg 数かつ非定常な流れにおいて、より複雑な現象が起きる可能性を示唆しています。

( 4 ) 2021 年度(2022 年度への繰越を分含む)

粘弾性流体の研究において本質的に必要なのは、比較的大きな Weissenberg 数に対しても安定かつ高精度に数値シミュレーションを行える数値計算スキームです。特に、余剰応力テンソルに関する構成方程式に現れる上対流微分の離散化手法が重要となります。上対流微分は、Lagrange 座標に基づく定式化を拡張した一般化 Lie 微分のアイデアにより別表現が可能です。前年度に成功したこの別表現に基づいた上対流微分の時間 2 次精度離散化と有限要素法を組合せた数値計算スキームを提案し、その成果を学会で発表しました。さらに、同アイデアを応用することで、この離散化手法が、対数を用いて変換して得られる構成方程式においても適用可能であることを見出しました。発展的な研究成果を得ており、本課題の研究期間終了後も関連する研究成果を期待できます。

数値解析分野におけるトップジャーナルのひとつである *SIAM Journal on Numerical Analysis* に掲載された 2020 年度の結果 [D.O. Medeiros, H. Notsu and C.M. Oishi. Second-order finite difference approximations of the upper-convected time derivative. *SIAM Journal on Numerical Analysis* 59, 2021] は学術的に大きな意味があります。Lagrange 座標系に基づく定式化を拡張した一般化 Lie 微分のアイデアに世界で初めて時間 2 次精度の離散化手法を与えています。すでに述べている通り、同手法を応用することで、対数を用いて変換して得られる構成方程式にも適用可能です。今後の基礎となる結果であり、発展が期待されます。また、Oldroyd-B 型の方程式の一つである PTT モデルにおいて、Weissenberg 数が大きくなると、円柱周りの流れにおいて非対称性が観察されたことも大きな成果です。なぜなら、高 Weissenberg 数の流れにおいて、より複雑な現象が起きる可能性を示唆しているからです。本研究課題において、以上のような十分な成果が得られました。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計66件（うち査読付論文 66件 / うち国際共著 38件 / うちオープンアクセス 43件）

1. 著者名 M.M. RASID, M. Kimura, M.M. Murshed, E.R. Wijayanti, H. Notsu	4. 巻 11
2. 論文標題 A two-step Lagrange-Galerkin scheme for the shallow water equations with a transmission boundary condition and its application to the Bay of Bengal region-Part I: Flat bottom topography	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Mathematics	6. 最初と最後の頁 1633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/math11071633	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 K. Futai, N. Kolbe, H. Notsu, T. Suzuki	4. 巻 92
2. 論文標題 A mass-preserving two-step Lagrange-Galerkin scheme for convection-diffusion problems"	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Scientific Computing	6. 最初と最後の頁 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10915-022-01885-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 J.S.H. Simon, H. Notsu	4. 巻 41
2. 論文標題 A shape design problem for the Navier-Stokes flow with a convective boundary condition"	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Computational and Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40314-022-01876-5	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 J.S.H. Simon, H. Notsu	4. 巻 11
2. 論文標題 A shape optimization problem constrained with the Stokes equations to address maximization of vortices	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Evolution Equations and Control Theory	6. 最初と最後の頁 1873-1902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/eect.2022003	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 J.S.H. Simon, H. Notsu	4. 巻 128
2. 論文標題 A convective boundary condition for the Navier-Stokes equations"	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Mathematics Letters	6. 最初と最後の頁 107876
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aml.2021.107876	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 D.O. Medeiros, H. Notsu, C.M. Oishi	4. 巻 59
2. 論文標題 Second-order finite difference approximations of the upper-convected time derivative	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SIAM Journal on Numerical Analysis	6. 最初と最後の頁 2955-2988
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1137/20M1364990	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 K. Goto, K. Nakajima, H. Notsu	4. 巻 23
2. 論文標題 Twin vortex computer in fluid flow	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 New Journal of Physics	6. 最初と最後の頁 63051
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1367-2630/ac024d	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 R. Iqbal, A. Matsumoto, D. Carlson, K. Toda Peters, R. Funari, A. L. Sen, A. Q. Shen	4. 巻 623
2. 論文標題 Evaporation driven smart patterning of microparticles on a rigid-soft composite substrate	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Colloid and Interface Science	6. 最初と最後の頁 927-937
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcis.2022.05.087	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 D. Carlson, A. Q. Shen, S. Haward	4. 巻 923
2. 論文標題 Microtomographic particle image velocimetry measurements of viscoelastic instabilities in a three-dimensional microcontraction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Fluid Mechanics	6. 最初と最後の頁 R6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/jfm.2021.620	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 S. Chan, F. P.A. van Berlo, H A. Faizi, A. Matsumoto, S. J. Haward, P. D. Anderson, and A. Q. Shen	4. 巻 118
2. 論文標題 Torsional fracture of viscoelastic liquid bridges	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PNAS	6. 最初と最後の頁 e2104790118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2104790118	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 V. Calabrese, S. Varchanis, S.J. Haward, J. Tsamopoulos, A. Q. Shen	4. 巻 601
2. 論文標題 Structure-property relationship of a soft colloidal glass in simple and mixed flows	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Colloid and Interface Science	6. 最初と最後の頁 454-466
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcis.2021.05.103	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. Matsumoto, R. Yoshizawa, O. Urakawa, T. Inoue, A. Q. Shen	4. 巻 54
2. 論文標題 Rheological Scaling of Ionic Liquid-Based Polyelectrolytes in the Semidilute Unentangled Regime from Low to High Salt Concentrations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 5648-5661
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.1c00576	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 I.-J. Jeong, T. Yoneda	4. 巻 150
2. 論文標題 Quasi-streamwise vortices and enhanced dissipation for the incompressible 3D Navier-Stokes equations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of AMS	6. 最初と最後の頁 1279-1286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/proc/15754	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 T. Yoneda, S. Goto, T. Tsuruhashi	4. 巻 35
2. 論文標題 Mathematical reformulation of the Kolmogorov-Richardson energy cascade in terms of vortex stretching	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nonlinearity	6. 最初と最後の頁 1380-1401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6544/ac4b3b	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 T. Tsuruhashi, S. Goto, S. Oka, T. Yoneda	4. 巻 380
2. 論文標題 Self-similar hierarchy of coherent tubular vortices in turbulence	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Phil. Trans. R. Soc., A	6. 最初と最後の頁 20210053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsta.2021.0053	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 P. Matharu, B. Protas, T. Yoneda	4. 巻 441
2. 論文標題 On maximum enstrophy dissipation in 2D Navier-Stokes flows in the limit of vanishing viscosity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physica D	6. 最初と最後の頁 133517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physd.2022.133517	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 K. Sato, D. Umetsu	4. 巻 9
2. 論文標題 A Novel Cell Vertex Model Formulation that Distinguishes the Strength of Contraction Forces and Adhesion at Cell Boundaries	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Front. Phys.	6. 最初と最後の頁 704878
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphy.2021.704878	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 S. Okuda, K. Sato	4. 巻 121
2. 論文標題 Polarized interfacial tension induces collective migration of cells, as a cluster, in a 3D tissue	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biophysical Journal	6. 最初と最後の頁 1856-1867
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bpj.2022.04.018	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 S. Okuda, K. Sato, T. Hiraiwa	4. 巻 45
2. 論文標題 Continuum modeling of non-conservative fluid membrane for simulating long-term cell dynamics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Eur. Phys. J. E	6. 最初と最後の頁 69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epje/s10189-022-00223-0	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 S. Echigoya, K. Sato, O. Kishida, T. Nakagaki, Y. Nishigami	4. 巻 10
2. 論文標題 Switching of behavioral modes and their modulation by a geometrical cue in the ciliate <i>Stentor coeruleus</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Cell and Developmental Biology	6. 最初と最後の頁 1021469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fcell.2022.1021469	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 T. Nakazawa, T. Misaka, C. Poignard	4. 巻 16
2. 論文標題 Shape Optimization for Suppressing Coherent Structure of Two-dimensional Open Cavity Flow	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. of Fluid and Sci. Tech. (Recent Advances in Fluid Dynamics 2019)	6. 最初と最後の頁 JFST0002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jfst.2021jfst0002	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 T. Nakazawa	4. 巻 16
2. 論文標題 Shape Optimization Problem for Transient Non-Newtonian Fluid in Hybridized Discontinuous Galerkin Method	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. of Fluid and Sci. Tech. (Recent Advances in Fluid Dynamics 2020)	6. 最初と最後の頁 JFST0019
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jfst.2021jfst0019	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 T. Nakazawa, T. Misaka, Y. Hasegawa	4. 巻 GCFD 2051496
2. 論文標題 Optimal Design for suppressing time fluctuation part of two-dimensional jet in crossflow	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Computational Fluid Dynamics	6. 最初と最後の頁 112-124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10618562.2022.2051496	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 中澤嵩, 三坂孝志	4. 巻 JAXA-SP-21-008
2. 論文標題 2次元Jet-In-Cross Flowにおける時間変動場抑制に向けた形状最適化問題	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 JAXA Special Publication	6. 最初と最後の頁 175-183
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 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 Hopkins Cameron C., Haward Simon J., Shen Amy Q.	4. 巻 126
2. 論文標題 Tristability in Viscoelastic Flow Past Side-by-Side Microcylinders	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.126.054501	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 Calabrese Vincenzo, Haward Simon J., Shen Amy Q.	4. 巻 -
2. 論文標題 Effects of Shearing and Extensional Flows on the Alignment of Colloidal Rods	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.0c02155	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 Burshtein N., Zografos K., Shen A. Q., Poole R. J., Haward S. J.	4. 巻 33
2. 論文標題 Periodic fluctuations of streamwise vortices in inertia-dominated intersecting flows	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics of Fluids	6. 最初と最後の頁 014106 ~ 014106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0031712	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 Lee Doojin, Shen Amy Q.	4. 巻 12
2. 論文標題 Interfacial Tension Measurements in Microfluidic Quasi-Static Extensional Flows	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Micromachines	6. 最初と最後の頁 272 ~ 272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/mi12030272	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 Pimenta Francisco, Toda-Peters Kazumi, Shen Amy Q., Alves Manuel A., Haward Simon J.	4. 巻 61
2. 論文標題 Viscous flow through microfabricated axisymmetric contraction/expansion geometries	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Experiments in Fluids	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00348-020-03036-z	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 Varchanis Stylianos, Haward Simon J., Hopkins Cameron C., Syrakos Alexandros, Shen Amy Q., Dimakopoulos Yannis, Tsamopoulos John	4. 巻 117
2. 論文標題 Transition between solid and liquid state of yield-stress fluids under purely extensional deformations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 12611 ~ 12617
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1922242117	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 Iqbal R., Shen Amy Q., Sen A.K.	4. 巻 579
2. 論文標題 Understanding of the role of dilution on evaporative deposition patterns of blood droplets over hydrophilic and hydrophobic substrates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Colloid and Interface Science	6. 最初と最後の頁 541 ~ 550
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcis.2020.04.109	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 Funari Riccardo, Matsumoto Atsushi, de Bruyn John R., Shen Amy Q.	4. 巻 92
2. 論文標題 Rheology of the Electric Double Layer in Electrolyte Solutions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 8244 ~ 8253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.analchem.0c00475	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 Varchanis Stylianos、Hopkins Cameron C.、Shen Amy Q.、Tsamopoulos John、Haward Simon J.	4. 巻 32
2. 論文標題 Asymmetric flows of complex fluids past confined cylinders: A comprehensive numerical study with experimental validation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics of Fluids	6. 最初と最後の頁 053103 ~ 053103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0008783	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 Jeong In-Jee、Yoneda Tsuyoshi	4. 巻 34
2. 論文標題 Enstrophy dissipation and vortex thinning for the incompressible 2D Navier-Stokes equations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nonlinearity	6. 最初と最後の頁 1837 ~ 1853
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6544/abd52d	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 Jeong In-Jee、Yoneda Tsuyoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Vortex stretching and enhanced dissipation for the incompressible 3D Navier-Stokes equations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mathematische Annalen	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00208-020-02019-z	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 I.-J. Jeong and T. Yoneda	4. 巻 39
2. 論文標題 Three-dimensional Euler flow generating instantaneous vortex stretching and related zeroth law	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Fluid Mechanics: ながれ	6. 最初と最後の頁 230 ~ 239
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 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 Nakazawa Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Shape Optimization of Flow Fields Considering Proper Orthogonal Decomposition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mathematical Analysis of Continuum Mechanics and Industrial Applications III: Proceedings of the International Conference CoMFoS18	6. 最初と最後の頁 125 ~ 145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-6062-0_9	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 NAKAZAWA Takashi、MISAKA Takashi、POIGNARD Clair	4. 巻 16
2. 論文標題 Shape optimization for suppressing coherent structure of two-dimensional open cavity flow	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Fluid Science and Technology	6. 最初と最後の頁 JFST0002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jfst.2021jfst0002	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 Iijima Norihiro、Sato Katsuhiko、Kuranaga Erina、Umetsu Daiki	4. 巻 11
2. 論文標題 Differential cell adhesion implemented by Drosophila Toll corrects local distortions of the anterior-posterior compartment boundary	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-20118-y	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 M. Kimura, K. Matsui, A. Muntean, H. Notsu	4. 巻 36
2. 論文標題 Analysis of a projection method for the Stokes problem using an $\epsilon$ -Stokes approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 959-985
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13160-019-00373-3	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 T. Taniguchi, N. Akashi, H. Notsu, M. Kimura, H. Tsukahara, K. Nakajima	4. 巻 100
2. 論文標題 Chaos in nanomagnet via feedback current	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.174425	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 M.M. Murshed, K. Futai, M. Kimura, H. Notsu	4. 巻 -
2. 論文標題 Theoretical and numerical studies for energy estimates of the shallow water equations with a transmission boundary condition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Discrete & Continuous Dynamical Systems - S	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/dcdss.2020230	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 I. Wijaya, H. Notsu	4. 巻 -
2. 論文標題 Stability estimates and a Lagrange-Galerkin scheme for a Navier-Stokes type model of flow in non-homogeneous porous media	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Discrete & Continuous Dynamical Systems - S	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/dcdss.2020234	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 R. Iqbal, A. Matsumoto, A. Sudeepthi, A.Q. Shen, A.K. Sen	4. 巻 114
2. 論文標題 Substrate stiffness affects particle distribution pattern in a drying suspension droplet	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 253701-253701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5097620	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 A. Matsumoto, F. Del Giudice, R. Rotrattanadumrong, A.Q. Shen	4. 巻 52
2. 論文標題 Rheological scaling of ionic-liquid-based polyelectrolytes in ionic liquid solutions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 2759-2771
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.8b02544	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 S.M. Recktenwald, S.J. Haward, A.Q. Shen, N. Willenbacher	4. 巻 9
2. 論文標題 Heterogeneous flow inside threads of low viscosity fluids leads to anomalous long filament lifetimes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-43590-z	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 S.J. Haward, C.C. Hopkins, K. Toda-Peters, A.Q. Shen	4. 巻 114
2. 論文標題 Microfluidic analog of an opposed-jets device	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 223701-223701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5097850	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 S.T. Chan, J.T. Ault, S.J. Haward, E. Meiburg, A.Q. Shen	4. 巻 4
2. 論文標題 Coupling of vortex breakdown and stability in a swirling flow	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Fluids	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevFluids.4.084701	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 C.C. Hopkins, S.J. Haward, A.Q. Shen	4. 巻 16
2. 論文標題 Purely elastic fluid-structure interactions in microfluidics: Implications for mucociliary flows	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Small	6. 最初と最後の頁 1903872-1903872
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/smll.201903872	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 S. Shin, J.T. Ault, K. Toda-Peters, A.Q. Shen	4. 巻 5
2. 論文標題 Particle trapping in merging flow junctions by fluid-solute-colloid-boundary interactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Fluids	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevFluids.5.024304	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 G.Y. Kang, D.W. Carlson, T.H. Kang, S. Lee, S.J. Haward, I. Choi, A.Q. Shen, A.J. Chung	4. 巻 14
2. 論文標題 Intracellular nanomaterial delivery via spiral hydroporation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Nano	6. 最初と最後の頁 3048-3058
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnano.9b07930	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 T. Nakazawa	4. 巻 14
2. 論文標題 Shape optimization problem based on the generalized J integral considering RANS and Snapshot POD	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Fluid Science and Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jfst.2019jfst0015	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 T. Nakazawa, C. Nakajima	4. 巻 25
2. 論文標題 Optimal design by adaptive mesh refinement on shape optimization of flow fields considering proper orthogonal decomposition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Interdisciplinary Information Sciences	6. 最初と最後の頁 147-160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4036/iis.2019.B.02	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 T. Nakazawa	4. 巻 75
2. 論文標題 Generalized flow field shape optimization with snapshot POD	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. A2 (Applied Mechanics (AM))	6. 最初と最後の頁 I_135 ~ I_143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejam.75.2_I_135	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 O. Fuchiwaki, Y. Tanaka, H. Notsu, T. Hyakutake	4. 巻 22
2. 論文標題 Multi-axial non-contact in situ micromanipulation by steady streaming around two oscillating cylinders on holonomic miniature robots	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Microfluidics and Nanofluidics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10404-018-2098-5	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 M. Kimura, H. Notsu, Y. Tanaka, H. Yamamoto	4. 巻 78
2. 論文標題 The gradient flow structure of an extended Maxwell viscoelastic model and a structure-preserving finite element scheme	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Scientific Computing	6. 最初と最後の頁 1111-1131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10915-018-0799-2	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 S.J. Haward, J. Page, T.A. Zaki, A.Q. Shen	4. 巻 30
2. 論文標題 "Phase diagram" for viscoelastic Poiseuille flow over a wavy surface	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physics of Fluids	6. 最初と最後の頁 113101-113101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5057392	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 R. Iqbal, B. Majhy, A.Q. Shen, A.K. Sen	4. 巻 14
2. 論文標題 Evaporation and morphological patterns of bi-dispersed colloidal droplets on hydrophilic and hydrophobic surfaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Soft Matter	6. 最初と最後の頁 9901-9909
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8SM01915K	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 G.F. DeI, G. D'Avino, F. Greco, P.L. Maffettone, A.Q. Shen	4. 巻 10
2. 論文標題 Fluid viscoelasticity drives self-assembly of particle trains in a straight microfluidic channel	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevApplied.10.064058	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 N. Burshtein, A.Q. Shen, S.J. Haward	4. 巻 31
2. 論文標題 Controlled symmetry breaking and vortex dynamics in intersecting flows	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of Fluids	6. 最初と最後の頁 034104-034104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5087732	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 L. Lichtenfelz, T. Yoneda	4. 巻 21
2. 論文標題 A local instability mechanism of the Navier-Stokes flow with swirl on the no-slip flat boundary	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Mathematical Fluid Mechanics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00021-019-0424-7	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 E. Nakai, T. Yoneda	4. 巻 48
2. 論文標題 Applications of Campanato spaces with variable growth condition to the Navier-Stokes equation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hokkaido Mathematical Journal	6. 最初と最後の頁 99-140
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 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 G. Misiolek, T. Yoneda	4. 巻 370
2. 論文標題 Continuity of the solution map of the Euler equations in $H^s$ -older spaces and weak norm inflation in Besov spaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transactions of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 4709-4730
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/tran/7101	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 Y. Giga, S. Ibrahim, S. Shen, T. Yoneda	4. 巻 31
2. 論文標題 Global well posedness for a two-fluid model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Differential Integral Equations	6. 最初と最後の頁 187-214
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 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 S. Okuda, E. Kuranaga, K. Sato	4. 巻 116
2. 論文標題 Apical junctional fluctuations lead to cell flow while maintaining epithelial integrity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biophysical Journal	6. 最初と最後の頁 1159-1170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bpj.2019.01.039	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 T. Nakazawa	4. 巻 JAXA-SP-18-005
2. 論文標題 Flow control by the fusion between mathematical and data sciences	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JAXA Special Publication: Proceedings of the 50th Fluid Dynamics Conference / the 36th Aerospace Numerical Simulation Symposium	6. 最初と最後の頁 131-134
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 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82件(うち招待講演 43件/うち国際学会 46件)

1. 発表者名 野津裕史, 二井滉太, N. Kolbe, 鈴木佑
2. 発表標題 移流拡散問題のための質量保存2段 Lagrange-Galerkin スキーム
3. 学会等名 RIMS Workshop (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Notsu, K. Futai, N. Kolbe, T. Suzuki
2. 発表標題 A mass-preserving two-step Lagrange-Galerkin scheme for convection-diffusion problems
3. 学会等名 RIMS Workshop (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Notsu, D.O. Medeiros, C.M. Oishi
2. 発表標題 Second-order finite difference approximations of the upper-convected time derivative
3. 学会等名 WCCM-APCOM 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 Twin vortex computer in fluid flow and a related topic
3. 学会等名 RIMS Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Notsu, K. Goto, K. Nakajima
2. 発表標題 Twin vortex computer in fluid flow
3. 学会等名 International Conference: Differential Equations for Data Science 2021 (DEDS2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 A.Q. Shen
2. 発表標題 fluid viscoelasticity drives assembling particle trains in a straight microfluidic channel
3. 学会等名 PACIFICHEM 2021, 2021 International Chemical Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 V. Calabrese, S. Varchanis, S.J. Haward, J. Tsamopoulos, A. Q. Shen
2 . 発表標題 Structure-property relationship of a soft colloidal glass in simple and mixed flows
3 . 学会等名 British Society of rheology (BSR) (Virtual) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 A.Q. Shen, S.J. Haward, C. Hopkins, N. Burshtein
2 . 発表標題 Viscoelastic instabilities in microfluidic flows
3 . 学会等名 ISMIP10, The 10th International Symposium on Mixing in Industrial Processes (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 A. Matsumoto, C. Zhang, F. Scheffold, A.Q. Shen
2 . 発表標題 Microrheological Approach for Probing the Entanglement Properties of Polyelectrolyte Solutions
3 . 学会等名 POLYSOLVAT-13 (13th International IUPAC Conference on Polymer-Solvent Complexes & Intercalates) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 C. C. Hopkins, S. J. Haward and A. Q. Shen
2 . 発表標題 Tristability in viscoelastic flow past side-by-side microcylinders
3 . 学会等名 The Annual European Rheology Conference (Virtual) (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Yoneda
2. 発表標題 Mathematical reformulation of the Kolmogorov-Richardson energy cascade in terms of vortex stretching, Sapporo symposium
3. 学会等名 Sapporo symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Yoneda
2. 発表標題 Mathematical reformulation of the Kolmogorov-Richardson energy cascade and mathematical analysis of extreme dissipation in terms of vortex stretching
3. 学会等名 第77回東工大数理解析セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Yoneda
2. 発表標題 Mathematical reformulation of the Kolmogorov-Richardson energy cascade in terms of vortex stretching
3. 学会等名 RIMS Workshop Mathematical Analysis in Fluid and Gas Dynamics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Yoneda
2. 発表標題 Mathematical reformulation of the Kolmogorov-Richardson energy cascade in terms of vortex stretching and related topics
3. 学会等名 量子流体における数理解析の解明 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Yoneda
2. 発表標題 Mathematical reformulation of the Kolmogorov-Richardson energy cascade in terms of vortex stretching and related topics
3. 学会等名 2023 Winter Workshop on Mathematical Analysis of Fluids in Busan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Yoneda
2. 発表標題 Mathematical reformulation of the Kolmogorov-Richardson energy cascade in terms of vortex stretching and related topics
3. 学会等名 International Workshop on Ergodic Theory, Dynamical Systems, and Climate Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Yoneda
2. 発表標題 Mathematical reformulation of the Kolmogorov-Richardson energy cascade in terms of vortex stretching and related topics
3. 学会等名 RIMS workshop, Analysis of fluid dynamical PDEs (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Katsuhiko Sato
2. 発表標題 Left-Right Asymmetric Aggregation Patterns of Chlamydomonas under Symmetric Conditions
3. 学会等名 The 22nd RIES-Hokudai International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤勝彦
2. 発表標題 対称環境下で現れるクラミドモナスの非対称パターン
3. 学会等名 「ジオラマ環境で覚醒する原生知能を定式化する細胞行動力学」 領域会議（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤勝彦
2. 発表標題 細胞骨格の流れと基盤との摩擦によって誘起する細胞運動
3. 学会等名 日本応用数理学会2022年度年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤勝彦, 飯塚洸介, 神谷律, 若林憲一, 西上幸範, 中垣俊之
2. 発表標題 対称環境下で現れるクラミドモナスの非対称パターン
3. 学会等名 物理学会2022年秋季大会(物性)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中澤嵩
2. 発表標題 複雑流体場の形状最適化問題
3. 学会等名 計算工学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中澤嵩
2. 発表標題 2次元Jet-In-Cross Flowにおける時間変動場抑制に向けた形状最適化問題
3. 学会等名 流体力学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中澤嵩, 三坂孝志
2. 発表標題 複雑流体場の形状最適化問題
3. 学会等名 流体力学学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中澤嵩, 野々村拓
2. 発表標題 圧縮性Euler方程式の新規解法の基礎検討
3. 学会等名 数値流体シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中澤嵩
2. 発表標題 Snapshot PODを用いたモード間エネルギー輸送の解明と最適設計への応用
3. 学会等名 応用数学合同研究集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中澤嵩, 長谷川洋介
2. 発表標題 Snapshot PODを用いた乱流場の最適設計
3. 学会等名 東大生産研TSFDシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中澤嵩, 野々村拓
2. 発表標題 圧縮性Euler場の新規数値解放
3. 学会等名 JSIAM連合研究部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takashi NAKAZAWA, Taku NONOMURA
2. 発表標題 New calculation scheme for compressible Euler equation
3. 学会等名 ICJWSF7 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中澤嵩
2. 発表標題 運動エネルギー最小化問題とSnapshot PODの固有値最小化問題の関係性について
3. 学会等名 計算工学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中澤嵩
2. 発表標題 圧縮性Euler場の最適設計に向けて
3. 学会等名 計算工学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中澤嵩
2. 発表標題 非ニュートン流体場における最適設計
3. 学会等名 計算工学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takashi NAKAZAWA, Taku NONOMURA
2. 発表標題 New calculation scheme for compressible flows
3. 学会等名 WCCM-APCOM (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中澤嵩
2. 発表標題 圧縮性流体方程式の新規解法
3. 学会等名 JSIAM
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takashi NAKAZAWA
2. 発表標題 New numerical scheme for compressible flows
3. 学会等名 CoMFoS (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takashi NAKAZAWA
2. 発表標題 Logarithm conformation representationによる圧縮性流体方程式
3. 学会等名 数値流体シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中澤嵩
2. 発表標題 Logarithm conformation representationによる圧縮性流体ソルバーの開発
3. 学会等名 東大生産研TSFDシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 H. Notsu, K. Goto and K. Nakajima
2. 発表標題 Twin vortex computer in fluid flow
3. 学会等名 International Conference: Differential Equations for Data Science 2021 (DEDS2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 J.S.H. Simon and H. Notsu
2. 発表標題 Vorticity maximization for a fluid with a nonlinear do-nothing boundary condition: A shape design approach
3. 学会等名 第2回若手数学者交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 J.S.H. Simon and H. Notsu
2. 発表標題 Vorticity maximization of a linear fluid flow via volume and perimeter constrained shape optimization
3. 学会等名 Czech-Japanese Seminar in Applied Mathematics (CJS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Suzuki, K. Futai and H. Notsu
2. 発表標題 A mass-conservative Lagrange-Galerkin scheme of second-order in time for convection-diffusion problems
3. 学会等名 Czech-Japanese Seminar in Applied Mathematics (CJS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 A.M. Iknaningrum, H. Notsu, P.-Y. Hsu and T. Yoneda
2. 発表標題 Three dimensional numerical simulation of the Navier-Stokes equations in straight and curved cylindrical domains
3. 学会等名 Czech-Japanese Seminar in Applied Mathematics (CJS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 N. Kolbe and H. Notsu
2. 発表標題 An adaptive Lagrangian finite-volume method for convection-diffusion equations
3. 学会等名 Czech-Japanese Seminar in Applied Mathematics (CJS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野津裕史
2. 発表標題 不均質な多孔質媒体内の流れの安定性と数値計算
3. 学会等名 京都駅前セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 N. Kolbe, H. Notsu
2. 発表標題 A Lagrangian moving mesh scheme for advection-diffusion equations
3. 学会等名 2020年度応用数学合同研究集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Simon J. Haward and Amy Q. Shen
2. 発表標題 Non-Newtonian flows and instabilities in 3D glass microfluidic devices
3. 学会等名 JNNFM Complex Fluids Seminar Series (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Amy Q. Shen
2. 発表標題 New opportunities to probe complex flows and detect diseases by employing novel micro and nanofabrication techniques
3. 学会等名 ETH-EMPA (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daniel W. Carlson, Simon J. Haward, Amy Q. Shen
2. 発表標題 Illuminating views on viscoelastic vortices in 3D micro-contraction flows
3. 学会等名 Virtual American Physical Society Division of Fluid Dynamics (APS-DFD) 73rd Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Noa Burshtein, Konstantinos Zografos, Amy Q. Shen, Robert J. Poole, Simon J. Haward
2. 発表標題 Periodic fluctuations of streamwise vortices in inertia-dominated intersecting flows
3. 学会等名 Virtual American Physical Society Division of Fluid Dynamics (APS-DFD) 73rd Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Stylianos Varchanis, Cameron C. Hopkins, Amy Q. Shen, John Tsamopoulos, Simon J. Haward
2. 発表標題 Asymmetric flows of complex fluids past confined cylinders: A numerical study
3. 学会等名 Virtual International Congress on Rheology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Amy Q. Shen
2. 発表標題 Novel glass microfluidic devices for probing flow instabilities of complex fluids
3. 学会等名 Virtual International Congress on Rheology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Amy Q. Shen
2. 発表標題 New Nano/Microfluidic Platforms for Diagnostic Applications
3. 学会等名 10th International Colloids Conference (Virtual) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Simon J. Haward and Amy Q. Shen
2. 発表標題 Instabilities of viscoelastic flows around slender posts
3. 学会等名 Virtual workshop on Viscoelastic flow instabilities and elastic turbulence (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Amy Q. Shen
2. 発表標題 Using microfluidics to probe complex flows in biomimetic systems
3. 学会等名 The Australian Colloid and Interface Symposium (Virtual) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Yoneda
2. 発表標題 Quasi-streamwise vortices and enhanced dissipation for the incompressible 3D Navier-Stokes equations
3. 学会等名 Analysis and PDEs seminar, Cergy Paris Universite (online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Yoneda
2. 発表標題 Vortex stretching and enhanced dissipation for the incompressible 3D Navier-Stokes equations
3. 学会等名 International Workshop on Multi-Phase Flows: Analysis, Modelling and Numerics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中澤嵩
2. 発表標題 複雑流体場の形状最適化問題
3. 学会等名 JSIAM年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Nakazawa
2. 発表標題 Shape Optimization Problem for Suppressing Time Fluctuation Part of Transient Non-Newton Fluid
3. 学会等名 ICFD Sendai (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Nakazawa
2. 発表標題 Shape Optimization Problem for Complex Flows
3. 学会等名 Compsafe (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中澤嵩
2. 発表標題 2次元Jet-In-Cross Flowにおける時間変動場抑制に向けた形状最適化問題
3. 学会等名 数値流体シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 The gradient flow structure of an extended Maxwell viscoelastic model
3. 学会等名 MAFELAP 2019: The Mathematics of Finite Elements and Applications 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 A Lagrange-Galerkin scheme with adaptive mesh refinement for two-fluid flow problems
3. 学会等名 AFSI 2019: Advances in Computational Fluid-Structure Interaction and Flow Simulation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 Lagrange-Galerkin schemes for flow problems
3. 学会等名 The 142nd Everest Forum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 An extended Maxwell viscoelastic model: Derivation and FEM
3. 学会等名 Karlstad Applied Analysis Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 Numerical analysis of the stabilized Lagrange-Galerkin method
3. 学会等名 Karlstad Applied Analysis Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野津裕史, 二井滉太
2. 発表標題 移流拡散問題のための時間2次精度質量保存アダプティブ Lagrange-Galerkin スキームとその応用
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野津裕史
2. 発表標題 ラグランジュ-ガレルキン法(特性曲線有限要素法)の数値解析
3. 学会等名 東京大学大学院数理科学研究科, 集中講義(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野津裕史, 木村正人, 田中良巳, 山本大輝
2. 発表標題 Maxwell 型粘弾性モデルの勾配流構造
3. 学会等名 RIMS 研究集会: 諸科学分野を結ぶ基礎学問としての数値解析学(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 後藤健, 中嶋浩平, 野津裕史
2. 発表標題 Reservoir computing を用いた流体の情報処理能力の解析とその応用
3. 学会等名 2019年度応用数学合同研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 D. de O. Medeiros, H. Notsu, C.M. Oishi
2. 発表標題 Numerical studies of viscoelastic droplets
3. 学会等名 2019年度応用数学合同研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野津裕史
2. 発表標題 界面をもつポリマー流体の3次元挙動の数理解析
3. 学会等名 数学パワーが世界を変える2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野津裕史, 二井滉太
2. 発表標題 移流拡散方程式のための質量保存時間2次精度 Lagrange-Galerkin スキームとその2流体問題への応用
3. 学会等名 日本応用数理学会 第16回研究部会連合発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 The gradient flow structure of the Maxwell viscoelastic model and a structure-preserving finite element scheme
3. 学会等名 Conference on Mathematical Fluid Dynamics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 The gradient flow structure of the Maxwell viscoelastic model and a structure-preserving finite element scheme
3. 学会等名 KSIAM 2018 Spring Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 A mass-conservative Lagrange-Galerkin scheme of second-order in time with adaptive mesh refinement for convection problems
3. 学会等名 CoMFoS18 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 Numerical analysis of Lagrange-Galerkin schemes for flow problems
3. 学会等名 International Workshop on Computational Science 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 A mass-conservative Lagrange-Galerkin scheme of second-order in time with AMR for convection problems
3. 学会等名 CJK2018: The Seventh China-Japan-Korea Joint Conference on Numerical Mathematics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野津裕史
2. 発表標題 特性曲線を用いた流れ問題のための有限要素スキームの開発
3. 学会等名 山形大学グリーンマテリアル成形加工研究センター 第42回合同セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 二井滉太, 野津裕史
2. 発表標題 アダプティブ Lagrange-Galerkin スキームによる 3次元移流問題の数値計算
3. 学会等名 第23回計算工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Notsu
2. 発表標題 Development of an accurate Lagrange-Galerkin scheme with adaptive mesh refinement
3. 学会等名 Extended Kanazawa Analysis Seminar (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 二井滉太, 野津裕史
2. 発表標題 時間2次精度質量保存アダプティブ Lagrange-Galerkin スキームと2流体問題への応用
3. 学会等名 2018年度応用数学合同研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 二井滉太, 野津裕史
2. 発表標題 2, 3次元 ALBERTA 型アダプティブ・メッシュ・リファインメントアルゴリズム
3. 学会等名 日本応用数理学会環瀬戸内応用数理研究部会第22回シンポジウム
4. 発表年 2018年

## 〔図書〕 計1件

1. 著者名 米田剛	4. 発行年 2020年
2. 出版社 サイエンス社	5. 総ページ数 114
3. 書名 数理流体力学への招待	

## 〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 数値シミュレーション装置、数値シミュレーション方法および数値シミュレーションプログラム	発明者 野津 裕史	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-197392	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

## 〔取得〕 計0件

## 〔その他〕

Scheme.HN <a href="http://scheme.hn/">http://scheme.hn/</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
研究分担者	中澤 嵩 (Nakazawa Takashi) (20726765)	大阪大学・数理・データ科学教育研究センター・准教授  (14401)	
研究分担者	米田 剛 (Yoneda Tsuyoshi) (30619086)	一橋大学・大学院経済学研究科・教授  (12613)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	SHEN Amy  (SHEN Amy)  (70740314)	沖縄科学技術大学院大学・マイクロ・バイオ・ナノ流体ユニット・教授   (38005)	
研究分担者	佐藤 勝彦  (Sato Katsuhiko)  (90513622)	北海道大学・電子科学研究所・准教授   (10101)	

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4件

国際研究集会 International Conference: Differential Equations for Data Science 2021 (DEDS2021)	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 CoMFoS19: Mathematical Aspects of Continuum Mechanics	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 International Conference: Differential Equations for Data Science 2022 (DEDS2022)	開催年 2022年～2022年
国際研究集会 CoMFoS22: Mathematical Aspects of Continuum Mechanics	開催年 2022年～2022年

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		
ブラジル	Sao Paulo State University		