研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 4 年 5 月 2 7 日現在

機関番号: 14501

研究種目: 基盤研究(B)(一般)

研究期間: 2019~2021

課題番号: 19H02497

研究課題名(和文)高分子溶液流動場中の高分子と周囲との力学的相互作用が流動場全体に与える影響の解明

研究課題名(英文)Effect of mechanical interactions between polymers and fluids on flow dynamics of the polymer solution

研究代表者

日出間 るり (Hidema, Ruri)

神戸大学・工学研究科・准教授

研究者番号:20598172

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文):本研究は,流体中で「高分子と流体」間,「高分子とその周囲の高分子」間に生じる力学的な相互作用を,流動場に浸した高分子の流動抵抗を直接測定することにより調べた.高分子の流動抵抗を測定するとともに,高分子の形態をモデル化し,そのモデルから計算される流動抵抗を実測値と比較して,良い一致を見た.提案したモデルは高分子の分子量,種類,周囲流体の粘度や高分子の有無を変えても変化させても 適用できた.

研究成果の学術的意義や社会的意義 本研究は,工業的に用いられているにも関わらず学術的背景が明らかでない乱流抑制,弾性不安定,潤滑など,低濃度高分子溶液が示す複雑な流動挙動の原因を,高分子と流体の相互作用の直接的な計測により明らかにすることを目指した.高分子の流体中の形態を予測し,流動抵抗の実測値と比較した例はこれまでになかったが,この技術は生体高分子解析の発展にも貢献できる.このように,本研究は学術的,社会的な意義がある.

研究成果の概要(英文): To quantify polymer-fluid and polymer-polymer interactions in a flow, this study measured drag force of polymers by combining a flow channel and a scanning probe microscope (SPM). A cantilever probe where polymers were attached by a covalent bonding was held by the SPM. The cantilever probe was immersed in a flow, and therefore, polymers were subjected to the flow. The drag force of polymers in the flow was measured by the SPM. The force was compared to the drag force calculated by assuming a polymer conformation model proposed in this study; both values were very close. The proposed model was applicable for several kinds of polymers with different molecular

研究分野: 複雑流体のレオロジー

キーワード: 高分子の形態 流動抵抗 マイクロレオロジー

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等に ついては、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1.研究開始当初の背景

微量の高分子を含む流体は,ニュートン流体とは異なる複雑な流動挙動を示し,複雑流体と呼ばれる.この複雑な流動挙動は,観察する長さのスケールや,時間のスケールに依存する.例えば高分子 0.001wt% 水溶液はメートル(m)スケールの流路中で乱流を抑制し流体を層流化させる(乱流抑制)が,マイクロメートル(μ m)スケールの流路中では,レイノルズ数が低くとも不安定な現象を引き起こす(弾性不安定).これらの複雑な流動挙動には,流体中で高分子が変形,緩和する現象と,注目する流動現象中の特徴的な構造が,時間的にも空間的にも相互に影響しあうことが関係していると考えられる.

高分子 1 本の変形と、その高分子変形に起因する力の実験的な測定については、原子間力顕微鏡(AFM)のカンチレバーで、溶液中または大気中に静置した基板に末端を付着させた高分子を釣り上げるナノフィッシングという方法が提案されており、これまでに多数の研究が行われている.これらの研究では、高分子の弾性に周囲の溶媒が与える影響、タンパク質の unfolding など高分子内部の構造変化に起因する力学特性の変化が解明されてきた.一方、流動場中の高分子変形については、末端を固定した DNA(生体高分子)の流体中での変形と、変形した DNA の流動抵抗を予測した数値計算[F. Brochard-Wyart, Europhys. Lett., 30, 387 (1995)]、および、流体中の DNA 形態変化の蛍光による可視化実験がこれまでに行われた[J. K. Fisher et al., PNAS, 106, 9250, (2009)、T. Roy et al., Soft Matt., 13, 6189 (2017)].これらの研究の主眼は、DNA 解析への応用のために DNA を伸長させることであり、複雑流体中の高分子といった視点は薄い、流体中で高分子が受ける力と、その力による変形、また、変形したことにより上昇する流動抵抗など、「力(流動抵抗) \rightleftarrows 変形」といった高分子と流体の相互作用の視点は不足していた.

そこで本研究では,流体中での「高分子と流体」間および「高分子とその周囲の高分子」間の相互作用を,流体中での高分子の変形と,これに起因する力の測定を行うことにより定量化し,これを乱流抑制や弾性不安定など高分子溶液の複雑な流動挙動の理解につなげたいと考えた.

2.研究の目的

乱流抑制や弾性不安定など高分子溶液の複雑な流動挙動に高分子が与える影響を明らかにするために,流動場中で工業的に多用される高分子が周囲の流体や他の高分子と相互作用することにより生じる力を実験により測定し,その力を生じさせる高分子の形態をこれまでに提案されたモデルから予測する(Step1).しかし Step1 で用いる高分子はサイズが小さく可視化できないため,可視化できるサイズの DNA を用いて,流体中で DNA が受ける力の実測値と DNA の変形を対応させ,力⇒変形の関係を検証する.そして DNA が周囲の流体に与える影響を,流動抵抗算出により検証する(Step2).本研究では実験とモデル化を組み合わせ,流体中の「高分子と流体」間,「高分子とその周囲の高分子」間の相互作用が,流体全体の挙動に与える影響を,周囲の流体の物性,高分子の分子量や剛直性の影響も含めて一般化することまでを目指す.

3.研究の方法

(1)測定システムの開発と力測定

実験装置と力測定:流動場中の高分子に起因する力を測定するため,走査型プロープ顕微鏡 SPM(Innova: Bruker Nano)の試料台に流路を取り付けた測定システムを開発した.流量はシリンジポンプでコントロールし,流動場の速度分布は粒子追跡法(PTV 法)により調べた(図 1a-c).溶液が静止中・流動中に,流動場に浸した金コートされたカンチレバーにかかる力の差を SPM で計測した(図 1d).

(2)高分子に起因する力測定

流動場中の高分子に起因する力を測定するため以下の手順を行った.

探針に何も付着して いないカンチレバー を,実験 で高分子 にかかる流動抵抗を 調整する目的で粘度 調整した 5~35wt% グ リセリン水溶液,グ リセリン水溶液と粘 度が同程度の高分子 水溶液(溶液の詳細は)を流動させた流路 に浸し,力を測定し た(図 2a,b) . ここでカ ンチレバーには金コ ートされた探針を有 するものを選んだ.

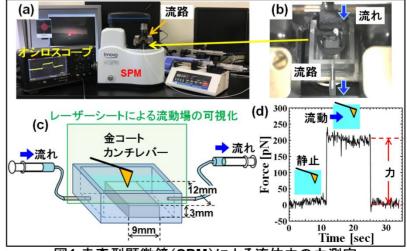


図1.走査型顕微鏡(SPM)による流体中の力測定

高分子に起因する流動抵抗を調べるため、 高分子をカンチレバーの探針に付着させ た. 本研究では, 末端にチオール基(-SH基) を有するポリエチレングリコール(PEG)で あるメトキシポリエチレングリコールチオ ール(mPEG-SH,分子量は10k,20k,40k)水 溶液を用意し,カンチレバーを浸した.-SH 基は金と配位結合するため,探針を溶液に 浸すだけで、金コートされたカンチレバー 探針に mPEG-SH を結合できる. 付着した mPEG-SH の数は水晶振動子測定システム (QCM)による測定と先行研究から予測し

測定される力の差で高分子の効果を検出 (a) 流れ グリセリン溶液 高分子溶液 (c) (d) 相互作用 グリセリン溶液 高分子溶液

mPEG-SH 付着のカンチレバーを SPM に取 図2.高分子-流体, 高分子-高分子の相互作用 り付け,グリセリン水溶液,PEG 水溶液の流動場に浸し,力を測定した(図 2c,d).カンチレ バー探針への mPEG-SH の付着の有無,周囲流体中の粘度,周囲の流体中の高分子の有無に よって, 感知される力に影響が出るかを調べた.mPEG-SH の分子量の影響も調べた.周囲 流体の粘度はグリセリンで調整し,さらに,周囲に高分子がある場合の測定では,付着させ た高分子と同じ種類,同じ分子量の高分子を周囲流体に溶かした.このようにして,粘度を 調整したうえで,「高分子と流体」間および「高分子とその周囲の高分子」間の相互作用を 定量化した.

高分子が付着したカンチレバー周囲の流体に高分子が存在する場合に,SPM により計測さ れる力の差を調べた.

(3)流体中の高分子形態の予測と形態から予測される流動抵抗

高分子に起因する力の増加を,高分子の 流動抵抗であるとして,この流動抵抗を生 じさせる高分子の形態を予測した. 予測に あたっては,片末端を固定した流動場中の 高分子形態を予測した先行研究の Stem and Flower モデル[F. Brochard-Wyart, *Europhys*. Lett., 1995, 30, 387.]を,高分子のグラフト距 離を考慮して Flower 部分が楕円型に変形 した Stem and 楕円型 Flower モデルを提案 した(図 3). Stem 部分の長さと, 楕円型 Flower 部分の大きさは 、Stem 部分にかかる

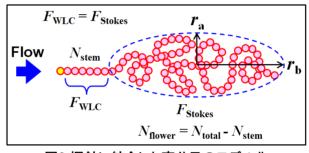


図3.探針に結合した高分子のモデル化

力と楕円型 Flower 部分にかかる力のつり合いから求めた .Stem 部分が引き伸ばされると ,Worm like chain モデルから予測される力が発生(F_{WLC})するとし, 楕円型 Flower 部分には周囲流体の流 速により流動抵抗(F_{Stokes})がかかるとした.このようにして求めた高分子の形態から,カンチレバ ー探針に付着した 1 本の高分子の流動抵抗は F_{Stokes} であるとする . また , カンチレバー探針には 多数の高分子が飽和付着している.ここで,流動場中で探針表面に生じる境界層を考えると,探 針の後端に付着した高分子のみが流れにさらされていることが予想された.そこでグラフト距 離から後端に付着した高分子の数を求め ,これらの高分子1つ1つが Fstokesの力を生じさせると 予測した.そして Stem and 楕円型 Flower モデルから,後端に付着した高分子の数を考慮し計算 により求めた高分子に由来する流動抵抗と,実験により測定した力を比較した.この際,FStokes 計算には,周囲流体の粘度を考慮した.さらに周囲流体に高分子が存在する場合は,これらの高

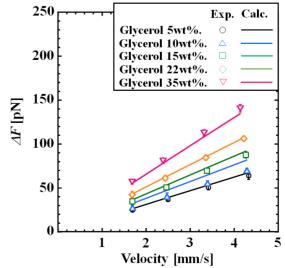
分子が探針に付着した高分子に絡まり合って いるとして、見かけ上大きな分子量の高分子 が付着しているとして計算した.

(4)モデルの一般性の検証

上記(2)と同様の実験を , ポリ(N-イソプロピ ルアクリルアミド)(PNIPAM)(分子量は 6k)お よびλ-DNA でも行い,測定された流動抵抗を (3)の Stem and 楕円型 Flower モデルから計算 し ,モデルの一般性について検討した .λ-DNA の測定では,周囲流体を塩溶液とした.

4.研究成果

本研究で提案した Stem and 楕円型 Flower モデルと, SPM 計測による実測値を比較する と,きわめて良い一致が見られた.図4には, mPEG-SH 20k の流動抵抗をグリセリン水溶液 中で測定した例を示した、どの濃度のグリセ リン水溶液中でも,実験値(Exp.)と計算値 図4.高分子の流動抵抗実測値と計算値の比較



(Calc.)が一致している.またグリセリン水溶液と,粘度が同じになるように調整した PEG 水溶液中でも同様の実験を行い,計算値と比較した.この場合は,周囲流体の高分子が探針に付着した高分子に絡まっていると考えると,実験値とよく一致した.これらの傾向は,mPEG-SH の分子量が,10k, 40k の場合も同じであった.さらに,PNIPAM による測定, λ -DNA による測定でも,モデルと実験値はよく一致した.このことから,Stem and 楕円型 Flower モデルの一般化の可能性が拡がった.本研究で目指した「高分子と流体」間および「高分子とその周囲の高分子」間の相互作用を実測し,モデル化できたといえる.

5 . 主な発表論文等

雌誌論文 〕 計3件(うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件) .著者名	4 . 巻
Ruri Hidema, Kengo Fukuashima, Ryohei Yoshida, Hiroshi Suzuki	285
.論文標題	
Vortex deformation and turbulent energy of polymer solution in a two-dimensional turbulent flow	2020年
. 雑誌名	6.最初と最後の頁
Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics	104385
 載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	 査読の有無
10.1016/j.jnnfm.2020.104385	有
ープンアクセス	国際共著
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	-
.著者名	4 . 巻
Ruri Hidema, Taiki Oka, Yoshiyuki Komoda, Hiroshi Suzuki	31
. 論文標題	5.発行年
Effects of flexibility and entanglement of sodium hyaluronate in solutions on the entry flow in micro abrupt contraction-expansion channels	2019年
. 雑誌名	6.最初と最後の頁
Physics of Fluids	072005-1-13
 載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	<u> </u> 査読の有無
10.1063/1.5096781	有
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
カーノンアクセスとはない、又はカーノンアクセスが凶無	-
. 著者名	4 . 巻
Ruri Hidema, Seika Hayashi, Hiroshi Suzuki,	4
. 論文標題	5.発行年
Drag force of polyethyleneglycol in flow measured by a scanning probe microscope	2019年
. 雑誌名	6.最初と最後の頁
Physical Review Fluids	074201-1-17
載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	 査読の有無
10.1103/PhysRevFluids.4.074201	有
- ープンアクセス	国際共著
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	-
学会発表 〕 計24件(うち招待講演 11件/うち国際学会 8件) .発表者名	
・光秋自石 武部眞ノ介,日出間るり,鈴木洋	

流動場に浸したカンチレバー振動解析のマイクロレオロジー計測適用への検討

3 . 学会等名

化学工学会第87年会

4.発表年

2022年

1 . 発表者名 日出間るり
ing o >
2 . 発表標題
複雑流体のマイクロレオロジー計測
3 . 学会等名
化学工学会粒子流体プロセス部会熱物質流体工学分科会 熱物質流体工学セミナー2021(招待講演)
4 . 発表年
2021年
1. 発表者名
Ruri Hidema
2 . 発表標題
Characteristic energy transfer in a polymer-doped two-dimensional turbulent flow and microfluidic approach to detect drag coefficients of polymers
3 . 学会等名
Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics Complex Fluids Seminar Series(招待講演)(国際学会)
4.発表年
2021年
1.発表者名
Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki
2.発表標題
Polymer-fluids interaction quantified by the drag force of polymers in a flow
3.学会等名
The 21st International Union of Materials Research Societies International Conference in Asia (IUMRS-ICA2020)(招待講演)
(国際学会) 4.発表年
2021年
1. 発表者名
日出間るり
2.発表標題
複雑流体流動挙動の階層性を溶液内部の不均一さの観点から明らかにする実験研究
2
3 . 学会等名 第 38 回コロイド界面技術シンポジウム(招待講演)
4 . 発表年
2021年

1 . 発表者名 日出間るり
2 . 発表標題 複雑流体流動挙動の階層性を誘発する溶液内部の不均一さ
3.学会等名第403回高分子分析研究懇談会(招待講演)
4.発表年 2021年
1 . 発表者名 日出間るり
2 . 発表標題 溶液内部の不均一さに由来する複雑流体流動挙動の階層性
3. 学会等名 岡山地区化学工学懇話会 第68回コロキウム (招待講演)
4 . 発表年 2021年
1.発表者名 武部眞ノ介,日出間るり,鈴木洋
2 . 発表標題 水和が流体中の高分子の粘弾性や流動抵抗に与える影響の検討
3 . 学会等名 化学工学会関西大会2021
4.発表年 2021年
1 . 発表者名 日出間るり,藤戸健矢,鈴木洋
2.発表標題 ポリエチレングリコールの流動抵抗計測に分子量と周囲の高分子が与える影響
3 . 学会等名 日本レオロジー学会第48年会
4 . 発表年 2021年

1.発表者名 武部眞ノ介,日出間るり,鈴木洋
2 . 発表標題 カンチレパーの振動解析による高分子の流動抵抗測定の検討
2 24 6 47 47
3.学会等名 化学工学会第86年会
4.発表年
2021年
1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋
2.発表標題
2 . 光な標題 流動場中の高分子との絡まりあいに起因するポリエチレングリコールの流動抵抗の変化
2
3.学会等名 化学工学会第51回秋季大会
4.発表年
2020年
1.発表者名 日出間るり
2 . 発表標題 基調講演: 高分子溶液のマイクロフルイディクスとマイクロレオロジー
- WARE
3 . 学会等名 第 8 回 「若手研究者・技術者を対象とした工場見学および交流会」(招待講演)
4 . 発表年
2020年
1 V=24
1.発表者名 鍵山依里,日出間るり,鈴木 洋
2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡による溶液の物性測定
3.学会等名
化学工学会第85年会
4.発表年
2020年

1.発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋
2 . 発表標題 ポリエチレングリコールの流動抵抗に周囲の高分子が与える影響
3. 学会等名 プラスチック成形加工学会関西支部令和元年度若手セミナー
4 . 発表年 2020年
1 . 発表者名 Ruri Hidema, Seika Hayashi, Hiroshi Suzuki
2. 発表標題 Effects of Molecular Weight on Drag Forces of Polyethyleneglycol in a Flow Measured by a Scanning Probe Microscope
3 . 学会等名 Annual European Rheology Conference 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年
1 . 発表者名 Ruri Hidema
Ruri Hidema 2 . 発表標題
Ruri Hidema 2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名
Ruri Hidema 2. 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 学会等名 Seminar at SIMM, ESPCI, Paris(招待講演)(国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 Ruri Hidema
Ruri Hidema 2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 Seminar at SIMM, ESPCI, Paris (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Ruri Hidema 2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution
Ruri Hidema 2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 Seminar at SIMM, ESPCI, Paris (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Ruri Hidema 2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 Seminar at PPSM, ENS, Paris-Saclay (招待講演) (国際学会)
Ruri Hidema 2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 Seminar at SIMM, ESPCI, Paris(招待講演)(国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Ruri Hidema 2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名

1. 兼表者名 Ruri Hidena 2. 無表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 学会等名 Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待遺漢) (国際学会) 4. 無素者名 Ruri Hidena 2. 免表概题 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待遺漢) (国際学会) 4. 免表年 2019年 1. 表表者名 Kompa Fujito, Suri Hidena, Hiroshi Suzuki 2. 免表確認 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3. 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4. 免表年 2019年 2. 免表確認 是直型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動批抗失測と流体中の高分子形態予測 3. 学会等名 第67回 レオロジー討論会 4. 免表年 2019年	
2. 発表権題 「Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 学会等名 Serinar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待請演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 Burl Hidema 2. 発表権題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 学会等名 University of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表者名 Moniversity of Strathchyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathchyde (別述) (国際学会) 4. 発表者名 Moniver	1,発表者名
2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待請漢) (国際学会) 4 . 是我年 2019年 1 . 景表者名 Suri Hidema 2 . 発表構題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution Effects of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 景表年 2019年 1 . 景表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表構題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 景表年 2019年 1 . 発表者名 勝戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表構題 正理型プロープ製物線を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形용予測 3 . 学会等名 新戸健矢,日出間るり,鈴木洋	
Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待講演) (国際学会) 4 . 発表者名 Ruri Hidena 2 . 発表情題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde WAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 現表年 2019年 1 . 現表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表模型 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表者 原門健文,日出間るり、鈴木洋 2 . 発表情題 走査型プロープ頭別鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回しオロジー討論会 4 . 我表年	
Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待講演) (国際学会) 4 . 発表者名 Ruri Hidena 2 . 発表情題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde WAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 現表年 2019年 1 . 現表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表模型 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表者 原門健文,日出間るり、鈴木洋 2 . 発表情題 走査型プロープ頭別鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回しオロジー討論会 4 . 我表年	
Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待講演) (国際学会) 4 . 発表者名 Ruri Hidena 2 . 発表情題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde WAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 現表年 2019年 1 . 現表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表模型 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表者 原門健文,日出間るり、鈴木洋 2 . 発表情題 走査型プロープ頭別鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回しオロジー討論会 4 . 我表年	
Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待講演) (国際学会) 4 . 発表者名 Ruri Hidena 2 . 発表情題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde WAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 現表年 2019年 1 . 現表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表模型 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表者 原門健文,日出間るり、鈴木洋 2 . 発表情題 走査型プロープ頭別鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回しオロジー討論会 4 . 我表年	2. 艾士·福昭
3 . 学会等名 Seniar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Ruri Hidema 2 . 発表機関 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kernya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表機関 Effects of molecular weight on drag force of polyethylaneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 第 P建文 , 日出間るり,鈴木洋 2 . 栄表構題 走音型プロープ類微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第 P建文 , 日出間るり,鈴木洋 3 . 学会等名 第 P建文 , 日出間るり,鈴木洋	
Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表複覧 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 字会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2. 発表構題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3. 字会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4. 発表者 第序程文, 日出間るり、鈴木洋 2. 現表構題 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形感予測 3. 字会等名 第67回しオロジー討論会 4. 発表年	Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution
Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表複覧 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 字会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表構題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表者名 SEP健康 , 日出間るり,鈴木洋 2 . 現表機能 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回しオロジー討論会 4 . 発表年	
Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表複覧 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 字会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2. 発表構題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3. 字会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4. 発表者 第序程文, 日出間るり、鈴木洋 2. 現表構題 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形感予測 3. 字会等名 第67回しオロジー討論会 4. 発表年	
Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表複覧 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 字会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2. 発表構題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3. 字会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4. 発表者 第序程文, 日出間るり、鈴木洋 2. 現表構題 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形感予測 3. 字会等名 第67回しオロジー討論会 4. 発表年	
Seminar at The Division of Biomedical Engineering, University of Glasgow, University of Glasgow (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表複覧 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 字会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2. 発表構題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3. 字会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4. 発表者 第序程文, 日出間るり、鈴木洋 2. 現表構題 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形感予測 3. 字会等名 第67回しオロジー討論会 4. 発表年	3. 学会等名
4 . 発表音名 Ruri Hidema 1 . 発表音名 Ruri Hidema 2 . 発表問題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会奇名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 現表年 2019年 1 . 発表書名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表問題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会奇名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表報名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表視名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表問題 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗失測と液体中の高分子形態予測 3 . 学会奇名 第67回しオロジー討論会 4 . 発表年	
1. 発表者名 Ruri Hidema 2. 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待議演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2. 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3. 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 藤戸健矢、日出間るり、鈴木洋 2. 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3. 学会等名 第67回レオロジー討論会 4. 発表年	Community of Changes of Changes of Changes, Chiverenty of Changes, C
1. 発表者名 Ruri Hidema 2. 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待議演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2. 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3. 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 藤戸健矢、日出間るり、鈴木洋 2. 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3. 学会等名 第67回レオロジー討論会 4. 発表年	a Bitc
1. 発表者名 Ruri Hidema 2. 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3. 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2. 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3. 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4. 発表年 2019年 1. 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2. 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3. 学会等名 第67回レオロジー討論会 4. 発表年	
Ruri Hidema 2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	2019年
Ruri Hidema 2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
Ruri Hidema 2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	1,発表者名
2 . 発表標題 Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表構題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	Nati Hiddina
Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表構題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表構題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution 3 . 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表構題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	0 7V-1403
3 . 学会等名 University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	Effects of polymer characteristics and conformation on complex flow behavior of polymer solution
University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
University of Strathclyde MAE Invited Seminar Series, University of Strathclyde (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	3. 学会等名
4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Elfects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
2.発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2.発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3.学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4.発表年 2019年 1.発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2.発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3.学会等名 第67回レオロジー討論会 4.発表年	University of Strathcryde MAE invited Seminar Series, University of Strathcryde (拍诗講演) (国际子云)
2.発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2.発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3.学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4.発表年 2019年 1.発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2.発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3.学会等名 第67回レオロジー討論会 4.発表年	. We be
1 . 発表者名 Kenya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
Renya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	2019年
Renya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering(国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
Renya Fujito, Ruri Hidema, Hiroshi Suzuki 2 . 発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering(国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	1、発表者名
2.発表標題 Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3.学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4.発表年 2019年 1.発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2.発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3.学会等名 第67回レオロジー討論会 4.発表年	
Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	Renya rujito, Ruti intema, intoshi suzuki
Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope 3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
3 . 学会等名 The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	Effects of molecular weight on drag force of polyethyleneglycol in flows measured by a scanning probe microscope
The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プロープ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	3. 学스笙夕
4 . 発表年 2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	ine 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering(国際字会)
2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
2019年 1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	4.発表年
1 . 発表者名 藤戸健矢 , 日出間るり , 鈴木洋 2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2.発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3.学会等名 第67回レオロジー討論会 4.発表年	·
藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋 2.発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3.学会等名 第67回レオロジー討論会 4.発表年	1 X = 2 0
2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	滕尸健失,日出间のリ,鈴不沣
走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測 3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	2 . 発表標題
3 . 学会等名 第67回レオロジー討論会 4 . 発表年	
第67回レオロジー討論会 4.発表年	ALLE AND
第67回レオロジー討論会 4.発表年	
第67回レオロジー討論会 4.発表年	
第67回レオロジー討論会 4.発表年	2 24 4 77 77
4 . 発表年	
	第67回レオロジー討論会
	4. 発表年
2010-	
	2010-7

1.発表者名
藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋
2 . 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子形態予測
た且至ノローノ頭似現を用いた同分」の加到140九美別と加
3.学会等名
日本レオロジー学会第12回西日本支部学生ワークショップ
4.発表年
2019年
1.発表者名 藤戸健矢,日出間るり,鈴木洋
旅/
2.発表標題
高分子の流動抵抗実測と流体中の高分子の形態予測
3.学会等名
第21回複雑流体研究会
4 . 発表年
2019年
1.発表者名
日出間るり,林星香,藤戸健矢,鈴木洋
2 . 発表標題 カンチレバーの抗力係数から算出されるポリエチレングリコールの流動抵抗に高分子の分子量が与える影響
ガンナレバーのルカは数から発出されるかりエナレンナサコールの派動が肌に同ガナのカナ星が与える影音
3.学会等名
日本レオロジー学会第46年会
4.発表年
2019年
〔図書〕 計0件
〔産業財産権〕
〔その他〕 申戸大学 工学研究科 粒子流体工学研究グループ
#广入子 エ子研究性 種子派体工子研究グルーク http://www2.kobe-u.ac.jp/~hidema/fluparlab/

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
	鈴木 洋	神戸大学・工学研究科・教授	流動抵抗モデルの構築
研究分担者	(Suzuki Hiroshi)		
	(90206524)	(14501)	

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