



# The guide to Nagatsu Laboratory

## 研究室案内



—反応流と共にあらんことを—

# 長津研究室

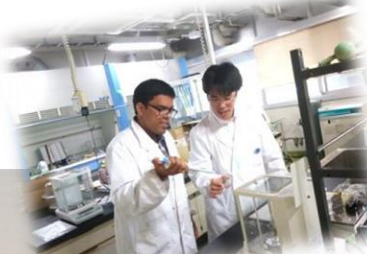
May the Chemically reacting flow be with you



背景は水の星である地球を模し、世界平和への希望を込めた青を配色した。そこには、私たちの主力な研究テーマであるViscous fingeringを配置し、中央には長津研究室の頭文字Nを、その下にReactive transport phenomenaを添えている。これは、反応を伴う移動現象という観点から私たちの研究が世界平和への貢献を期待することを示している。

The image of background means the earth which is a star of water and we use blue to express hopes for world peace. There exists our major theme called viscous fingering and the first letter of "Nagatsu laboratory", N, is arranged at the center with "Reactive transport phenomena" at below. This suggests our researches will be contributed to world peace in the point of view of transport phenomena with chemical reactions.

**長津研究室では海外との交流を推進しています。**  
**We promote to interact with international laboratories.**



ご興味がありましたら、ご連絡下さい。

If you are interested in our research, please contact us.

ウェブサイト : <http://web.tuat.ac.jp/~nagatsu/>

Web Site : <http://web.tuat.ac.jp/~nagatsu/en/index.html>

# 巻頭言



## 研究室活動を しっかりやれば その後の人生にも 役立つ

研究室長 長津 雄一郎

長津研究室では世界と伍する卓越した研究をすべく、学生一人一人に各研究を割り振り、それぞれが一流の学術雑誌（英語）に投稿することを目指しています。また、週に1回のゼミで発表したり、他の学生の研究を聴き、質問し、意見することで人格陶冶を達成しようと考えています。さらに、当研究室は海外との交流を推進しており、海外の共同研究者と研究を進め、国際学会で積極的に発表します。

昨今の就活問題で就職活動が芳しくなく、自身の志望する会社や業種に就きにくいことが叫ばれています。これを悲観的に考えるのではなく、当研究室では、この問題は研究活動をしっかり行うことで克服できると信じています。それは、研究室活動で身に付く能力—時間厳守・課題設定・研究・実験・考察・報告・発表・執筆等—が社会で必要とされている能力に等しいと考えるからです。

私の研究室では、研究室活動を単なる授業の一環（単位を取るだけのための活動）と考えるのではなく、学生自身を成長させる社会訓練期間として位置付けております。

We have our each theme and we try to publish our paper for first-class scientific journal in English in order to do excellent researches in which we aim to rank among the world in Nagatsu laboratory. We think to achieve character building by having presentation and by hearing, question about, and advising for the presentation of other students once every week. Moreover, we promote to interact with international laboratories. We conduct researches with international collaborators and have presentations.

It is heard that young people can't hunt his/her job well and can't find the employment at which he/she wants to work. We don't think this problem pessimistically but think that we can overcome this problem by researching hard. This is because the skills we can obtain in the laboratory activities (such as punctuality, agenda-setting, research, experiment, consideration, report, presentation, writing) are same as the skills that we need in company or in society.

Do not think this laboratory activity is a kind of getting a credit for your graduation. We regard the laboratory activities as training for achievement of your goal in society.

General manager

Yuichiro Nagatsu

# Ever Expanding Nagatsu Laboratory 躍進し続ける長津研究室

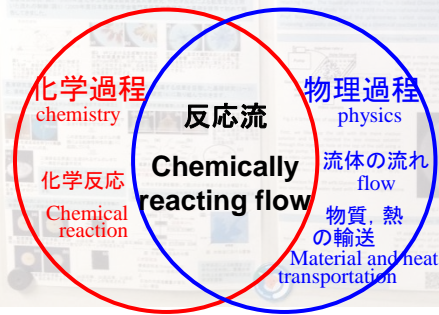


長津研究室は2012年、東京農工大学に誕生しました。

当研究室では流体間の化学反応を化学反応過程だけでなく、流体の流れ・混合、熱・物質の輸送などの物理過程とともに取り扱う方法の体系化を目指す学問分野、反応系流体力学または反応流と呼ばれている学問を研究しています。

Nagatsu Laboratory was established at Tokyo University of Agriculture and Technology in 2012.

We've studied the academic field that aims at systematization of ways which deal with thinking about not only chemical reaction processes but also physical reaction process such as flow and mixing of fluids, heat and materials transportation, which is referred to as reactive fluid dynamics or reacting flow.



反応流は燃焼に代表される気相反応流と液相反応流に大別でき、液相の場合は気相の場合に比べその研究例が少ないのが現状です。液相反応流はヨーロッパでは近年、Chemo-hydrodynamicsと呼ばれ、これに関する国際会議が初めて開催されたのが2009年という非常に新しい学問領域です。

Reacting flow can be divided into two categories; one is gas-phase reacting flow and the other is liquid-phase one. The reports of liquid-phase reacting flow is smaller than that of gas-phase reacting flow. The liquid-phase reacting flow is called Chemo-hydrodynamics in Europe and it is a very new field of study that is in 2009 the international meeting was held for the first time on this.

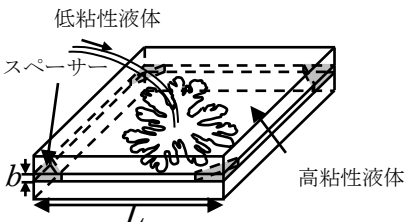


図1 ヘレ・ショウセル内に形成されるVF  
高粘性液体を満たしたセルに低粘性液体を注入すると、それらの境界は円形に広がらず、指状の形状となる。

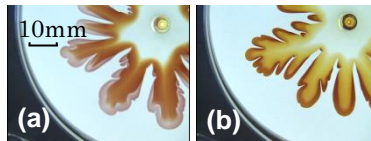


図2 VFにおける生成物分布の反応物初期濃度依存性 生成物が(a)Finger内部に、(b)Finger先端に顕著に存在する場合。血赤色領域に生成物が存在し、その濃さは生成物濃度に対応する。

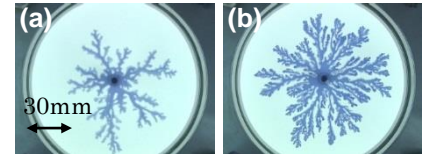


図3 VFに及ぼす瞬間反応による粘度増加の影響 (a)反応無、(b)反応有。低粘性液体を染料で青色に着色してある。この反応によりVFパターンをより密にできる。

長津は1998年の大学院修士課程からこの液相反応流の基礎研究を開始し、これまでにViscous fingering(VF)(図1)と呼ばれる現象を対象に、生成物分布が反応物濃度に大きく依存する液相反応流(図2)(2009年度化学工学会奨励賞受賞対象研究)や化学反応による粘度変化を用いた流れの制御(図3)(2009年度日本流体力学学会竜門賞受賞対象研究)の事例を世界で初めて報告してきました。

Prof. Nagatsu has reported the phenomena called viscous fingering (VF, Figs.1,2) and controlling flow involving viscosity decrease due to a chemical reaction (Fig.3) for the first time in the world.

## 長津研究室のテーマ Our theme

ヘレ・ショウセル  
Hele-Shaw cell  
多孔質媒質における  
液相置換の2次元モデル  
2-dimensional model of fluid  
displacement in porous media

凹凸ヘレ・ショウセル  
Uneven Hele-Shaw cell  
多孔質媒質における液相置換の  
より現実的な2次元モデル  
realistic 2-dimensional model of  
fluid displacement in porous media

液相反応流の基礎研究と  
環境エネルギー分野への応用  
Fundamental study on reacting hydrodynamics and  
Application study on reacting hydrodynamics in  
environmental and energy fields

ガラスビーズパック実験  
Glass-beads packed bed  
多孔質媒質における  
液相置換の3次元モデル  
3-dimensional model of fluid  
displacement in porous media

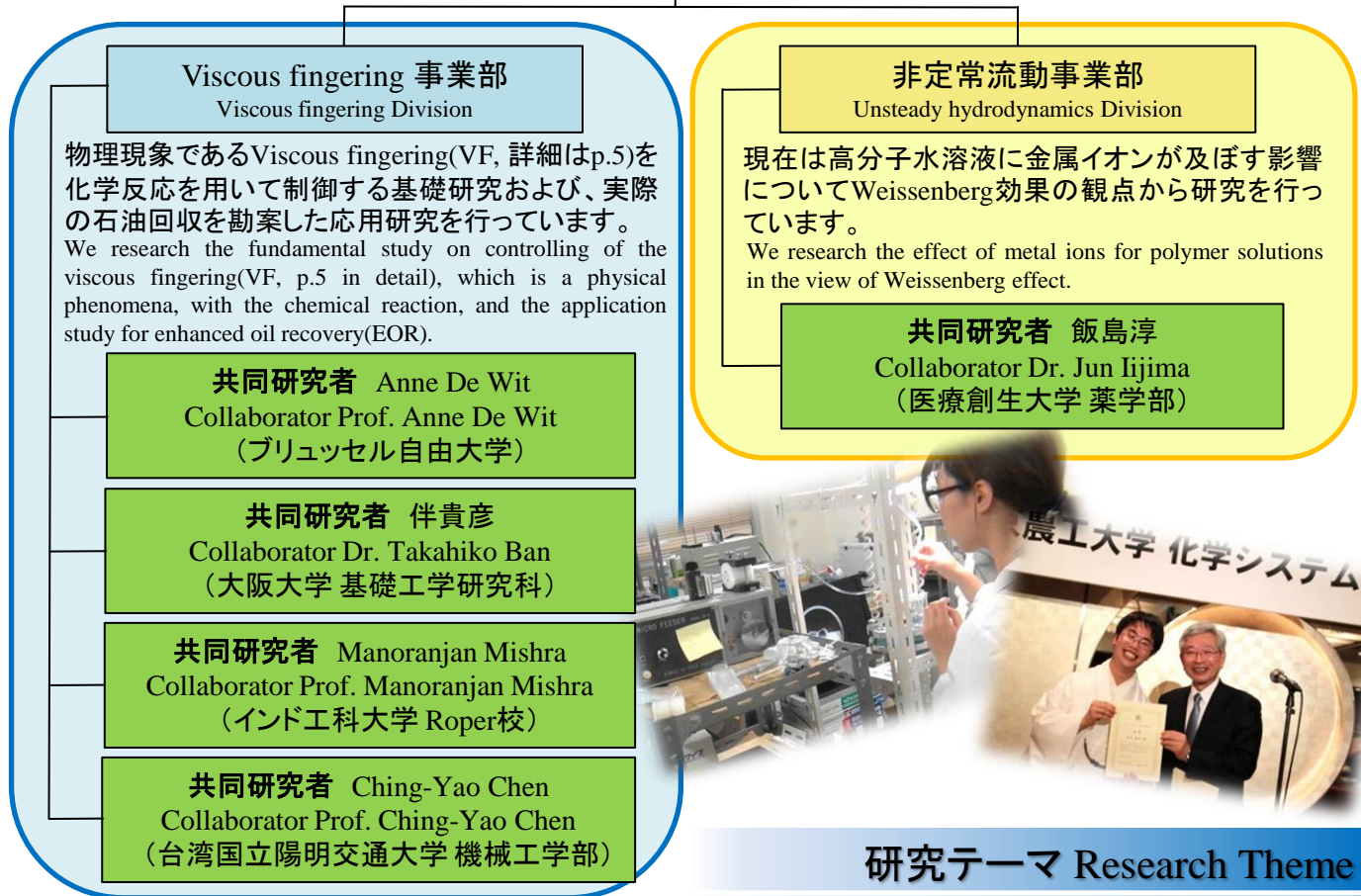
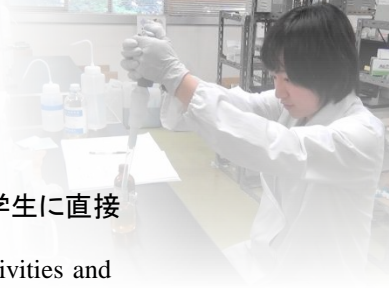
高分子を用いた  
非定常反応流の解明  
Elucidation of unsteady  
reacting flow using polymers  
例:ワイゼンベルグ効果  
ex. Weissenberg effect

# 組織図 Organization Chart

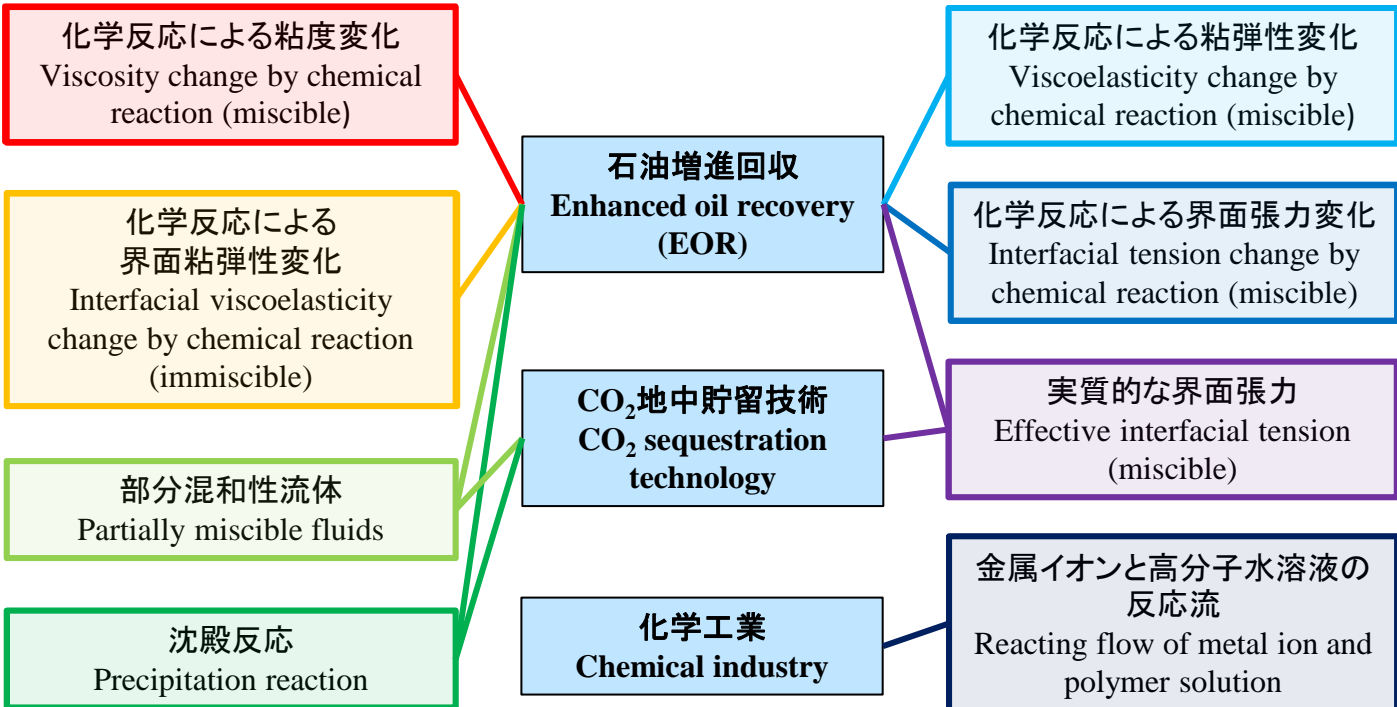


**研究統括 (長津雄一郎)**  
General Manager Prof. Nagatsu

当研究室を牽引する長津雄一郎は研究統括として方針を定め、学生に直接指導しています。  
The general manager, Prof. Nagatsu, determines the policy of our activities and directs or instructs students as a supervisor.



## 研究テーマ Research Theme



# Viscous fingeringについて About viscous fingering

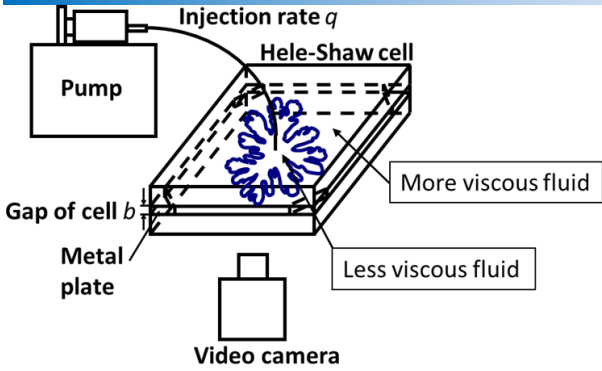



図1 9.7wt% HEC(高粘性流体)と水(低粘性流体)のVF実験  
Fig.1 VF experiment of 9.7 wt% HEC (more viscous) and water (less viscous)

図2 99wt%グリセリン(高粘性流体)と水(低粘性流体)のVF実験  
Fig.2 VF experiment of 99 wt% glycerol (more viscous) and water (less viscous)

二枚のガラスの平行平板でできているヘレショウセルや多孔質媒質内に高粘性流体に低粘性流体を注入すると、二流体の界面が流体力学的に不安定になり、指状になります。この現象をViscous fingering(VF)といいます。このような不安定性の研究は石油増進回収(EOR)や胃の粘膜、高分子重合過程、クロマトグラフィー過程などの化学工業プロセスや環境プロセスでは非常に重要です。

When a more viscous fluid is displaced by a less viscous one in porous media or in Hele-Shaw cell, the boundary of the two fluids becomes unstable and forms a finger-like pattern. This phenomenon is referred to as viscous fingering(VF). Study of such instability is practically important in several industrial and environmental processes such as recovery of crude oil from oil fields, medical applications, chromatographic columns and so on.



**当研究室公式キャラクター  
フィンガーくん**  
高粘性流体に低粘性流体を注入したときに現れるフィンガーくん。青色の面積が大きいほど、元気がある。  
好物: 非ニュートン流体(特にマヨネーズ)  
長所: 粘り強さ  
短所: 影が薄い  
口癖: I see.

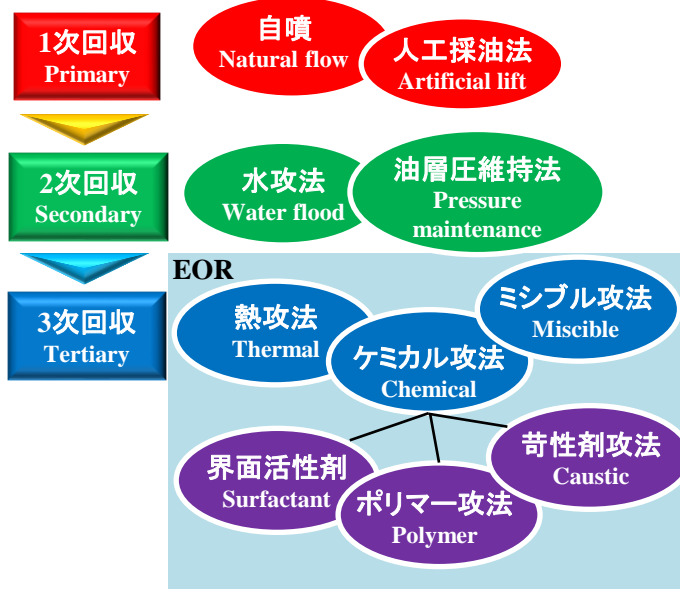
## 応用研究 Application study

主な応用先として石油回収が考えられています。石油回収では自噴などの1次回収、水攻法などの2次回収、そしてEORである3次回収があります。

VF現象は石油増進回収(EOR)の際に起こることが予想されています。石油回収の際、VFの形成は貯蔵層に石油を残してしまうために、石油回収技術においてVFは負の要因です。そこで私たちは高効率な化学的手法を用いたEORの新しい方法を開発しています。その技術では化学反応を用いてVFを抑制することができます。

The main application of our studies is the oil recovery. The oil recovery is divided into 3 parts, one is primary recovery such as natural flow, another is secondary recovery such as water flood, and the other is tertiary recovery such as EOR.

VF appears in enhanced oil recovery (EOR). VF is a negative factor in terms of oil recovery because formation of VF leads to some oil staying behind in the reservoir. We are developing new methods of highly effective chemical EOR in which VF is suppressed by chemical reactions.



## 非定常現象の研究 About the study of unsteady phenomena

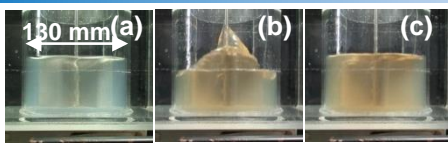


図 非定常現象 高分子水溶液を攪拌している槽内にFe<sup>3+</sup>水溶液を添加したときの添加中、添加後の槽内の流動状態。(a)添加前、(b)添加後60s、(c)添加後180sの流動状態。

Fig. Unsteady phenomenon The flow conditions in the beaker where Fe<sup>3+</sup> solution is poured into the mixed polymer solution. The condition (a) before poured, (b) under poured, (c) after poured.

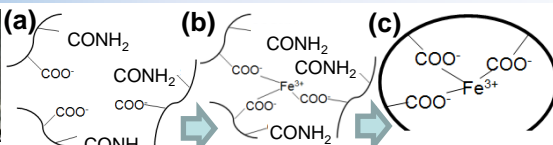


図 推測される分子構造の変化  
Fig. Presumed construction conversion of polymer

化学分子計測を駆使した高分子液体反応流の非定常挙動の解明

We try to clarify the unsteady behavior of polymer-solution chemically reacting flow using chemical molecule measure.

ミクロな分子構造を把握しなければマクロな流体挙動を説明できない世界で最初の反応流の事例

This is the first case of chemically reacting flow in which we can't explain the macroscopic behavior of fluids without understanding of the microscopic behavior of fluids.

YAHOO!ニュース,各種新聞に  
研究が掲載されました!!



本研究は、多孔質媒質内において沈殿反応により引き起こされる流体不安定対流の実証に世界で初めて成功したもので、多孔質媒質内における置換プロセスの安定性に及ぼす沈殿反応の影響の将来の詳細な解析に道筋をつけるものです。具体的には、(1)ヘレ・ショウセルや実際の多孔質媒質内での種々の沈殿反応を伴う流れの実験、(2)種々の透過率と沈殿の関数を用いた線形安定性理論や非線形シミュレーション、(3)CO<sub>2</sub>貯留技術のための炭酸塩を生成するCO<sub>2</sub>沈殿反応実験、等を実施し、多孔質媒質内における沈殿反応を伴う流動・物質移動のより高精度なモデリングの構築を目指します。

We succeeded to demonstrate the fluid instability convection driven by precipitation reaction in porous media. This experiment leads to more detailed analysis of influence of precipitation reaction on instabilities of fluids displacement process in porous media. In the future, we establish more precise modeling for flow and mass transfer with precipitation reaction in porous media by conducting some experiments such as (1) flow experiment with various precipitation reactions in Hele-Shaw cell or in real porous media, (2) linear instability theory and non-linear simulation using various kinds of permeability and function of precipitation, (3) experiment of CO<sub>2</sub> precipitation reaction in which carbonate salt is produced for CO<sub>2</sub> sequestration.

**国家プロジェクトに参画!! さきがけ研究者 鈴木**  
Participate in national project!! PRESTO researcher Prof. Suzuki

※2022.10~2026.03



トップ > 会見・報道・お知らせ > 報道発表 > 令和2年度 報道発表 > 令和3年度の戦略的創造研究推進事業の戦略目標等の決定について

● 令和3年度の戦略的創造研究推進事業の戦略目標等の決定について

複雑な輸送・移動現象の統合的理解と予測・制御の高度化

鈴木は“化学熱力学を融合した界面流体力学の創成”と題して国の科学技術政策や学術的・社会的・経済的ニーズを踏まえ、国が定めた戦略目標の達成に向けた目的志向型の基礎研究を行っております。Prof. Suzuki has researched the fundamental study which tries to achieve the strategic objectives decided by Japanese government, based on the national science and technology policies, and the social, academic and economical needs. His research title is “Establishing new interfacial hydrodynamics combined with chemical thermodynamics”.

# —整った環境が研究を促進する—

## ペンダントドロップ界面張力計

Pendant drop tensiometer

液液境界面の界面張力を測定することができます。ただし界面張力値が $1.0 \text{ mN/m}$ 以上のときのみ測定することができます。油水界面の界面張力はこれで測定します。

We can measure the interfacial tension for liquid-liquid interface if the interfacial tension is more than  $1.0 \text{ mN/m}$ . For example, oil water interface.



## スピニングドロップ界面張力計

Spinning drop tensiometer

ペンダントドロップ界面張力計では測れない範囲( $1.0 \text{ mN/m}$ 以下)でも測定可能な界面張力測定器です。日本の大学では長津研究室が持っているこれ1台のみです。

We can measure interfacial tension using spinning drop tensiometer even if the interfacial tension is less than  $1.0 \text{ mN/m}$ . It is only we that have this equipment in Japanese universities.



## レオメーター(動的粘弾性測定装置) AR-G2

Rheometer (AR-G2)

物質の粘弾性(粘性と弾性)を測定することが可能です。また、測定に仕方によって液液界面の界面レオロジー特性(粘弾性)を測定することも可能です。他の研究室が使いに来ることもあります。

We can measure the viscoelasticity (viscosity and elasticity) of materials. We also measure the interfacial rheology for liquid-liquid interface. Other laboratory researchers come here to use this equipment.



## レオメーター(動的粘弾性測定装置) ARES-G2

Rheometer (ARES-G2)

物質の粘弾性(粘性と弾性)を測定することが可能です。また、大きな振動を加えて、粘弾性を詳しく調べることができます。

We can measure the viscoelasticity (viscosity and elasticity) of materials. We also measure the more detailed viscoelasticity with a large amplitude oscillatory.

このほかにも、たくさんの研究器具・測定装置がそろっています。  
We have many kinds of equipments for measurement and experiment.

## ～長津研の財～

### 卒業生・修了生たち

研究の思い出を胸に秘めて  
未来に旅立つ



ごんだ りさ  
権田 理紗

地方上級公務員  
(東京都/行政職)

私は長津研究室で石油回収をさらに高効率化する研究をしていました。研究と公務員試験を両立し、見事合格しました。研究室では優しい先輩方と和気藹々と活動していました。



たがわ さとし  
多川 慧

三菱化学(株)  
(現:三菱ケミカル(株))  
(技術職)

私は長津研究室で非定常流動に関する研究を行っていました。多くの先輩や後輩たちと過ごし、楽しく研究した思い出が宝物です。社会人として、更に成長します。



つぎ れいこ  
都築 伶子

本学  
博士後期課程

私は2流体が混ざり合わないVFについて研究し、海外の先生方と交流することができました。更に深く研究したいと考え、博士後期課程でも長津研究室を志望しました。



# 長津研究室のミッションポリシー



国立大学法人 **東京農工大学** **化学物理工学科**に所属する

## 国立大学法人

我が国社会の活力や持続性を確かなものとする上で、新たな価値を生み出す礎となる「知」とそれを担う人材が決定的に重要となっている。その重要な鍵は、知識基盤社会の中核的拠点として全国に配置された国立大学が、社会変革のエンジンとして「知の創出機能」を最大化していくことにある。

文部科学省“国立大学経営力戦略(平成27年6月)”より抜粋

## 東京農工大学

### 世界トップ大学と伍して卓越した教育研究を推進

文部科学省 高等教育局 平成27年9月17日

“国立大学関係の平成28年度概算要求 及び平成28年度税制改正要望について”より抜粋



## 化学物理工学科

化学工学に関する(液相反応流)研究で学生さんと共に世界トップレベルの研究成果をあげる

➡ 一流の学術雑誌(英語)に論文を掲載させる。  
実用化を目指すテーマではその前に特許取得が必要。



## ミッションポリシー達成のために

**学生一人一人のテーマを一流の学術雑誌(英語)に論文掲載させる。**

学生A **実験(実験) → 結果** → 学会発表 → 論文執筆・投稿 → 論文掲載  
学生B **実験(計算) → 結果** → 特許申請 → 特許取得  
→ 学会発表 → 論文執筆・投稿 → 論文掲載

**最も重要**

長津 ・論文執筆が中心 ・研究資金の獲得 ・実験はできるだけ見たい

大学研究室は社会人になる前の最後の学生期間です。幸せな人生を送れるように、それぞれ学生さんの夢(希望の進路)を叶えてほしいです。そのために、一生懸命に研究して下さい。(ただし、就職活動・公務員試験・大学院入試がある人は除く。)

研究室活動では実験(計算)し、結果を出し、学会発表し、論文執筆・投稿し、論文を掲載します。大手の化学系会社では、研究・開発し、結果を出し、社内・社外報告し、社内・社外レポートを執筆します。つまり、化学系会社での活動は大学の研究室活動と同じような流れなのです。研究室活動することが将来の会社でのすべきことにつながるのです。

4年生で卒業される方は、研究室活動をする前に就職するため、就職自体に研究室活動は関係ないのかもしれませんが、その後の社会人生活に卒業研究が役立ちます。また、博士前期課程を修了される方は、研究活動を一生懸命にすることが大手への就職につながりますし、その後の仕事にも生きるはずでです。さらに、博士後期課程を修了される方は、結果があっても成果がなければ卒業・修了することができません。つまり、どの学生さんにも共通ですが、一生懸命に研究して下さい。

# 国際学会発表 (2022年度) \*抜粋

Yuka Deki, Yuichiro Nagatsu, Manoranjan Mishra and Ryuta X. Suzuki

Effect of Pe on miscible viscous fingering with an effective interfacial tension

American Physical Society, Division of Fluid Dynamics, November 20-22, 2022 (Indianapolis, Indiana, U.S.A.)

Ryuta X. Suzuki, Shoji Seya, Yuichiro Nagatsu, Takahiko Ban, and Manoranjan Mishra

Numerical study on viscous fingering with a phase separation and the Korteweg force in a partially miscible system

American Physical Society, Division of Fluid Dynamics, November 20-22, 2023 (Indianapolis, Indiana, U.S.A.)

Yuka Deki, Yuichiro Nagatsu, Manoranjan Mishra, and Ryuta X. Suzuki

Effect of Pe on miscible viscous fingering with an effective interfacial tension

Nineteenth International Conference on Flow Dynamics, November 9-11, 2022 (Sendai, Miyagi, Japan)

Kaori Iwasaki, Ryuta X. Suzuki, Takahiko Ban, Manoranjan Mishra, and Yuichiro Nagatsu

Stabilization of Viscous fingering in a Partially miscible system

Nineteenth International Conference on Flow Dynamics, November 9-11, 2022 (Sendai, Miyagi, Japan)

Harumi Yagi, Ryuta X. Suzuki, and Yuichiro Nagatsu

Understanding of Viscous Fingering with Gel Production Reaction via Interfacial Rheology Under Large Deformation

Nineteenth International Conference on Flow Dynamics, November 9-11, 2022 (Sendai, Miyagi, Japan)

Anindityo Patmonoaji, and Yuichiro Nagatsu

Dual Displacement Fronts of Fluid Displacement in Porous Media: Numerical Simulations on Double Viscous Fingering

Nineteenth International Conference on Flow Dynamics, November 9-11, 2022 (Sendai, Miyagi, Japan)



## Papers (2023~)

# 原著論文 (2023年~) \*抜粋

Harumi Yagi, Yuichiro Nagatsu, Masayoshi Takano, and Ryuta X. Suzuki

Understanding the reactive interfacial flow dynamics with production of viscoelastic material through large amplitude oscillatory shear (LAOS) measurements of the viscoelastic interface

*J. Rheol.*, 67, 935-947 (2023)

Yuka F. Deki, Yuichiro Nagatsu, Manoranjan Mishra, and Ryuta X. Suzuki

Numerical study of the effect of Péclet number on miscible viscous fingering with effective interfacial tension

*J. Fluid Mech.*, 965, A22 (2023)

Kaori Iwasaki, Yuichiro Nagatsu, Takahiko Ban, Jun Iijima, Manoranjan Mishra and Ryuta X. Suzuki

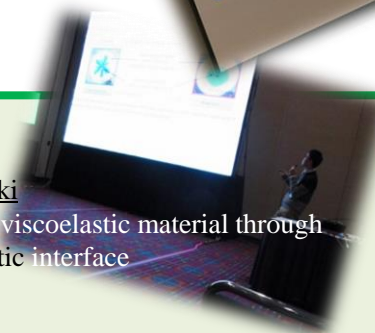
Experimental demonstration on suppression of viscous fingering in a partially miscible system

*Phys. Chem. Chem. Phys.*, 25, 13399-13409 (2023)

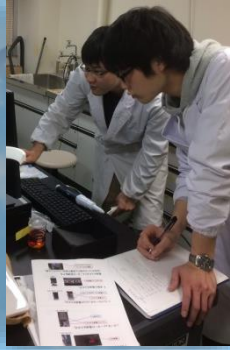
Sae Hirano, Yuichiro Nagatsu, Ryuta X. Suzuki and Jun Iijima

Unpredictable Polymeric Flow Dynamics with Reaction between HPAM and  $Al^{3+}$  by Comparison between Pre- and Post-Reaction Fluid Properties

*Phys. Chem. Chem. Phys.*, 25, 10504-10511(2023)



# 長津研究室の活動



3月

March

研究の引き継ぎ

Taking over the researches

4月

April

研究開始, ゼミ開始

Starting Lab. activities, Reporting



8月

August

夏休み, 研究, 大学院入試

Summer vacation, Research, Entrance exam for graduate school



9月

September

B4中間発表

B4 students : Midterm presentation

10月

October

研究室紹介

B3 students visit our lab.



11月

November

学園祭

Campus festival at Agriculture Campus



2月

February

B4卒論発表, M2修論発表, M1中間発表

B4, M2 students : Final presentation for graduation

M1 students : Midterm presentation





<http://web.tuat.ac.jp/~nagatsu/>