

文部科学省と国立大学附置研究所・センター 個別定例ランチミーティング

第43回 東京工業大学 科学技術創成研究院
未来産業技術研究所 (2023.5.26)

- 12:05-12:10(5分) : 「研究所・センターの概要」
所長 中村健太郎
- 12:10-12:25(15分) : 若手研究者からのプレゼン
「マイクロ・ナノデバイスによる液滴・粒子プロセス技術研究」
准教授 西迫貴志
「トポロジー最適化による超音波デバイスの設計」
助教 和田有司
- 12:25-12:45(20分) : 質疑応答

2023年5月26日（金）12:05～(Zoom)
文部科学省と国立大学附置研究所・センター
個別ランチミーティング



未来産業技術研究所 概要

東京工業大学 科学技術創成研究院
未来産業技術研究所 所長・教授

中村健太郎

未来産業技術研究所は異分野融合の研究組織



100名体制（全職員）

Fullの教授15名， 准教授12名， 助教14名

機械工学
電気電子工学
情報工学
材料工学・金属工学
建築工学・防災工学
草津白根火山観測所
（多元レジリエンス研究センター）
2023. 4. 1～

分野間連携・共同研究

研究ユニット

共同研究講座
協働研究拠点
大型産学連携

生体医歯工学共同研究拠点（第2期：医科歯科大・静岡大・広島大）

東北大学歯学研究科との連携 IDEA



未来研の多様なシーズを注力する3分野

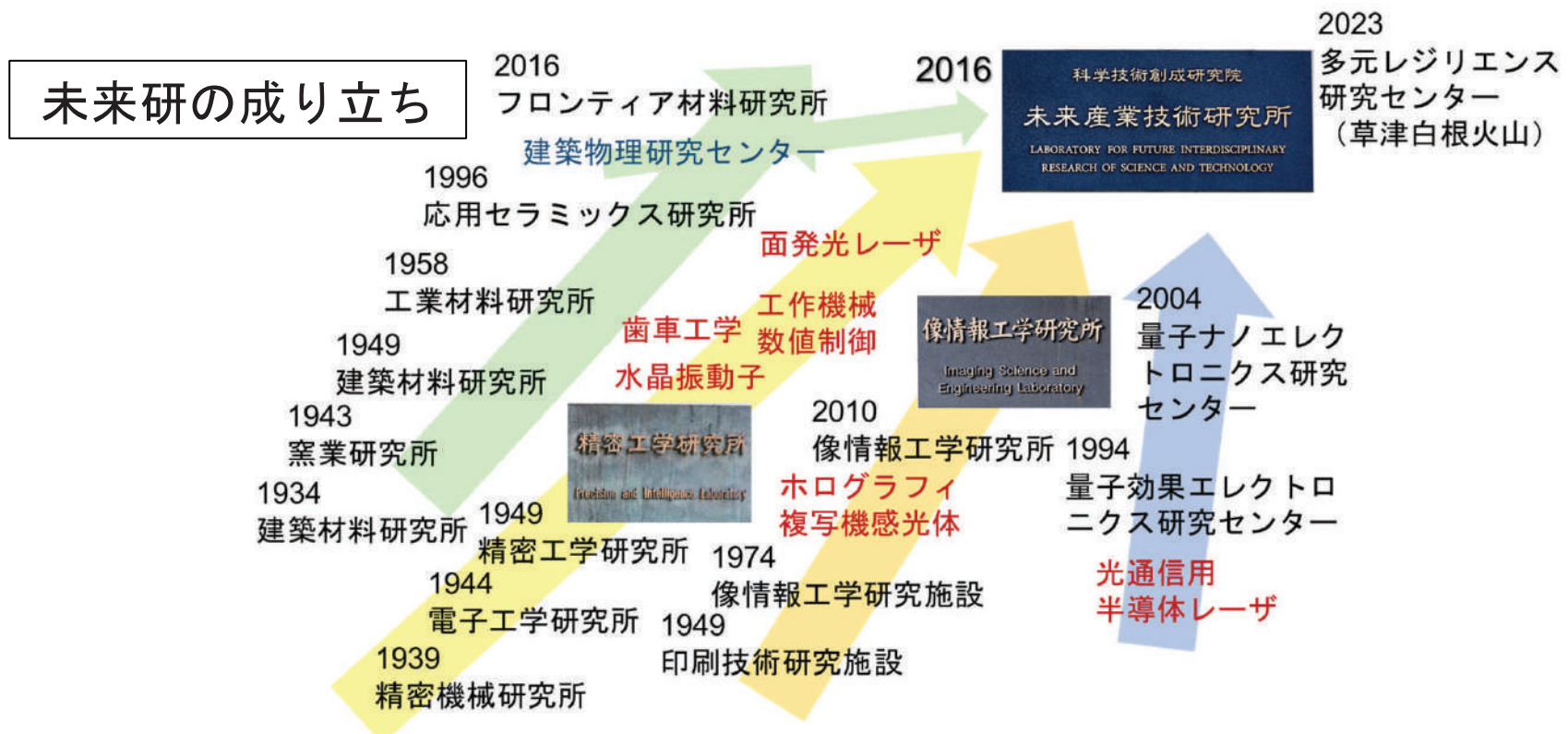


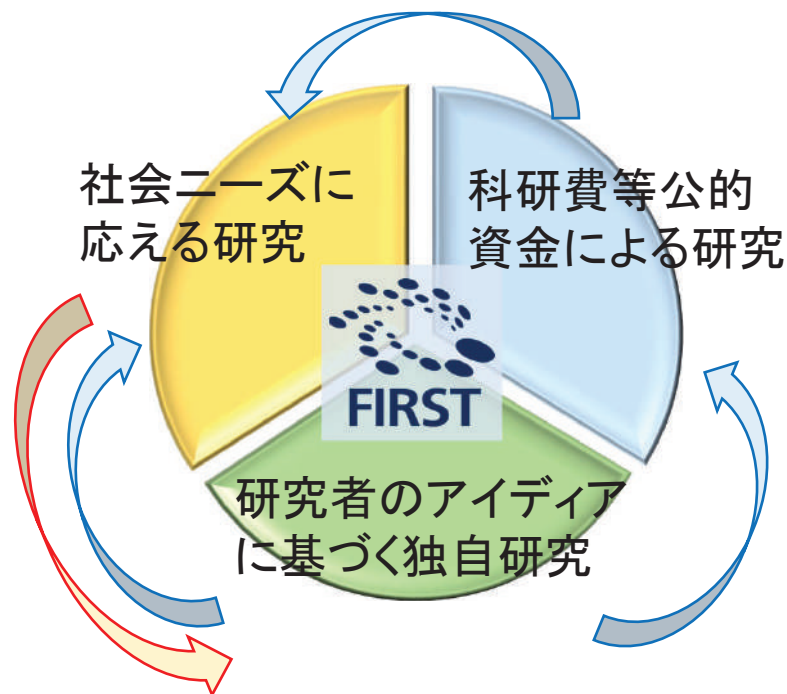
医用バイオ応用 (生体医歯工共共拠点・医科歯科大・東北大歯学部・その他)

金属材料・半導体・センサ・光・超音波・プラズマ・流体デバイス・AI・画像

省エネルギー 摩擦機構・材料・伝達機構・センシング

首都圏防災 建築・草津白根火山・センシング





- ・ 各個別研究でそれぞれ高いピーク
 - ・ 分野間の協力・共同研究
 - ・ 学内（所内以外）との共同研究
 - ・ 他機関との共同研究
- ★企業との共同研究・受託研究

東京工業大学 第4期中期目標・中期計画

真理の探究、基本原理の解明や新たな発見を目指した基礎研究と個々の研究者の内在的動機に基づいて行われる学術研究の卓越性と多様性を強化。

研究ユニット制度を活用した新領域・融合領域の研究を推進し、その中から、研究センターへ発展するような厚みと深みを持つ分野への発展も目指す。

ありたい未来社会像からのバックキャストにより研究課題を見出し、その解決から新たな研究の開拓や研究の深化を進める科学技術の手法を構築。

研究成果の社会実装を目指した産学連携研究を推進する。さらに、研究成果をもとにしたベンチャー育成・創出。

研究資金（2023年度分）



公的資金

科研費	新学術	2
	学術変革A	2
	基盤S	2
	基盤A	7
	基盤B	11
	基盤C	10
	挑戦（開拓）	1
	挑戦（萌芽）	5
	若手	10
スタートアップ°	1	
JST	次世代挑戦的	9
NEDO	官民若手発掘	2

民間等

受託事業	2
学術指導	10
受託研究	37
共同研究	52

その他

民間助成金
奨学寄附金

共同研究の例（アカデミア分）



研究所内

電気系通信デバイス × 機械系MEMS（情報通信研究機構・Beyond 5G研究
開発促進事業）

材料系金属材料 × 電気系匂いセンサ

学内

大気圧プラズマ（未来研） × 単一細胞元素分析（ゼロカーボン研）

生体埋込光刺激デバイス（未来研） × （生命理工学院）

他大・他機関

ハイパースペクトル画像（未来研） × 病理診断（埼玉医科大）

マイクロ流体デバイス（未来研） × 病原細菌検出（東京医科歯科大）

メタバース（未来研） × ケア現場での共創（明治大）

海外

運動制御・学習（未来研） × University of Southern California（米）

超音波流体制御（未来研） × Lund University（スウェーデン）

アクティブ制振（未来研） × 中国地質大（中国）

若手交流・その他の交流を促進する方策

助教によるAI勉強会

全分野の助教（14名）が参加
2か月に1回・夕方
基本は対面（一部Web参加）
（所長+AI分野教授1はアドバイザー参加）



教員会（年9回）での研究発表

毎回2名の教員（教授・准教授・助教）が15分程度発表・質疑
生体医歯工共共拠点メンバー・東北大歯学研究科にも配信

コロナ禍 → ささまざまなレベルの交流が再開



2023年5月26日（金）12:05～(Zoom)
文部科学省と国立大学附置研究所・センター
個別ランチミーティング



マイクロ・ナノデバイスによる 液滴・粒子プロセス技術研究

東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所
融合メカノシステム研究コア 准教授

西迫 貴志

1. 自己紹介



学歴

2000.3	東京大学 工学部 精密機械工学科 卒業
2002.3	東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 修士課程 修了
2005.3	東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 博士課程 修了 博士（工学）取得 【指導教官：鳥居 徹 教授】

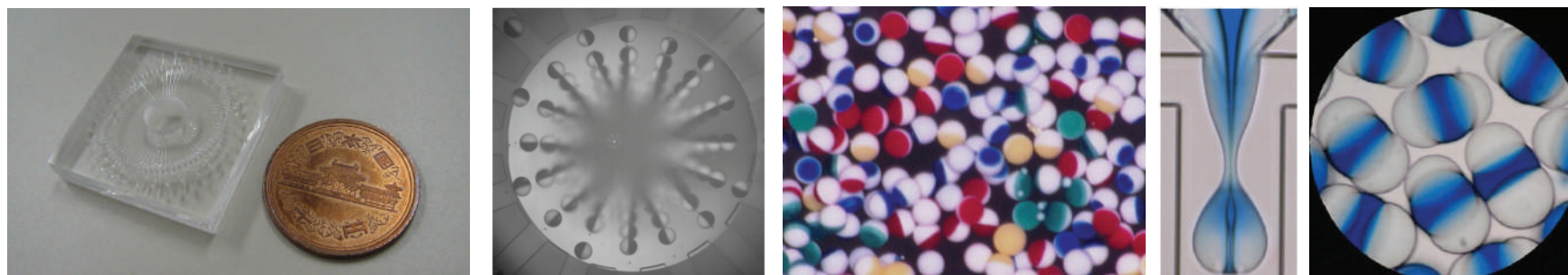
職歴

2005.4	東京大学 工学系研究科 精密機械工学専攻 博士研究員
2006.4	東京工業大学 精密工学研究所（現：科学技術創成研究院 未来産業技術研究所）助手（現：助教）
2011.4	University of California, Los Angeles (UCLA), Visiting Scholar (JSPS海外特別研究員, ~2013年3月)
2016.5	東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所 准教授（現職）
2016.10	文部科学省研究振興局（ナノテクノロジー・物質・材料担当）付 学術調査官（~2018年9月）

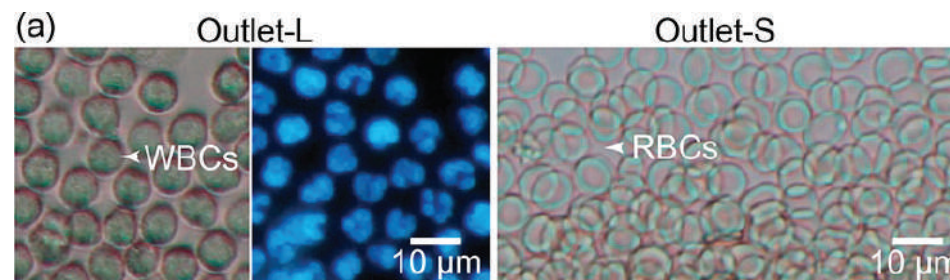
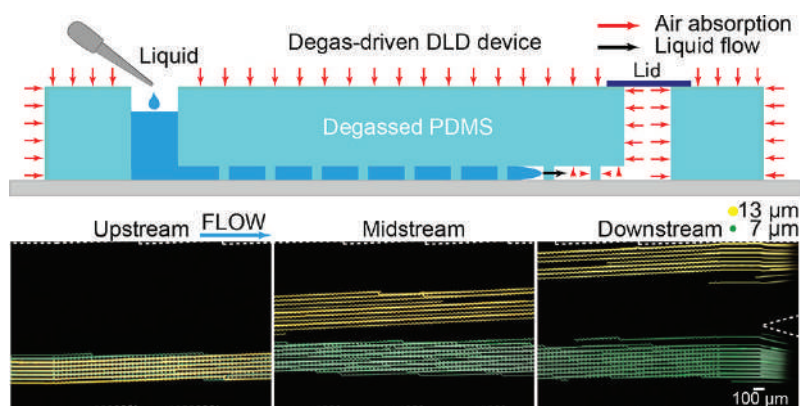
2. 主な研究テーマ

微細加工技術により作製した流路（=マイクロ・ナノ流路）を用いた、液滴・粒子に係る流体プロセス技術の研究を実施

(1) 液滴・粒子の「生成」技術



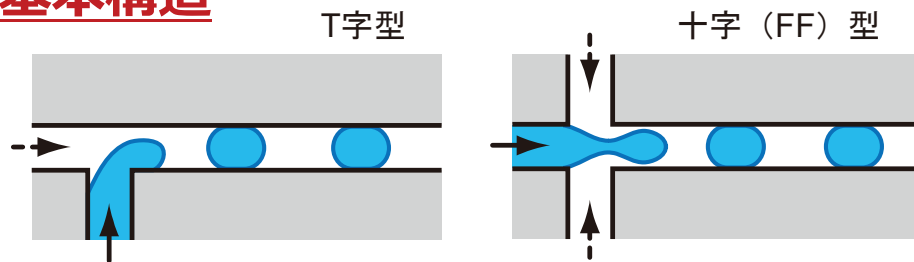
(2) 液滴・粒子の「分離」技術



Anal. Chem. 2019

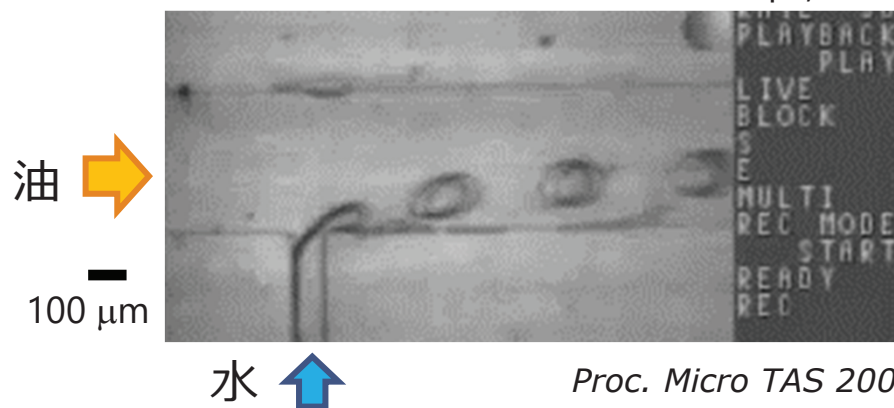
(1) 液滴・粒子の生成

基本構造



液滴生成 (W/O)

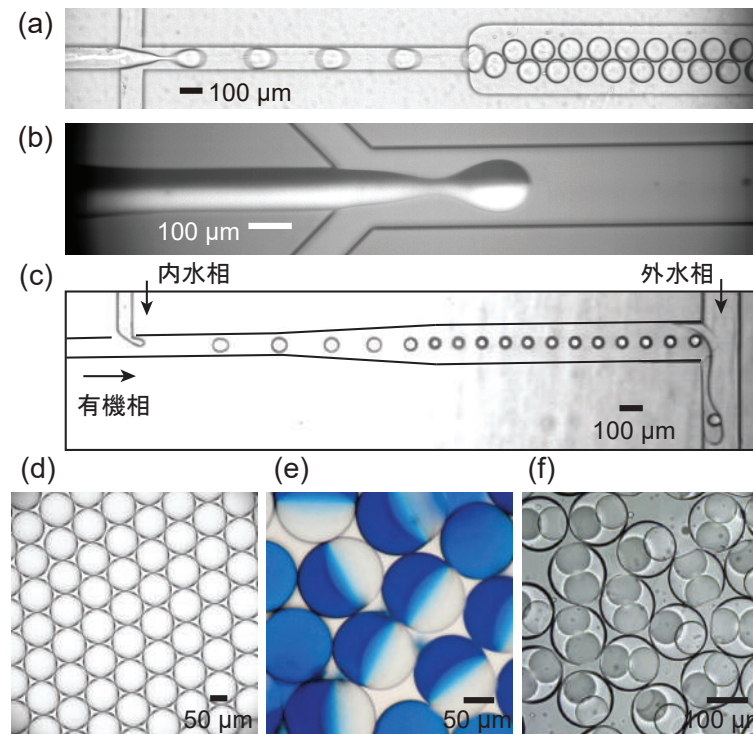
撮影: 4500 fps, 再生: 30 fps



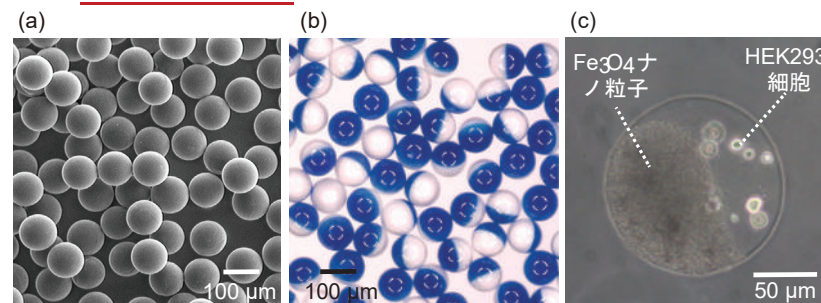
Proc. Micro TAS 2001. 2001

- サイズの揃った液滴を規則正しく連続生成
- 流量により液滴径・生成速度を操作可能
- Janus型, コアシェル型等の特殊液滴

様々な液滴生成



各種粒子



社会実装分野



Tokyo Tech

バイオ分析

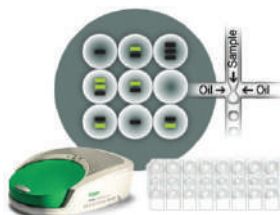
液滴デジタルPCR, 単一細胞解析用機器として既に世界的に普及



www.bio-rad.com
より引用



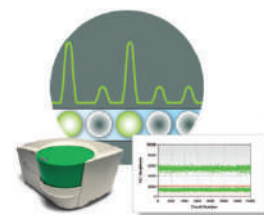
1



2



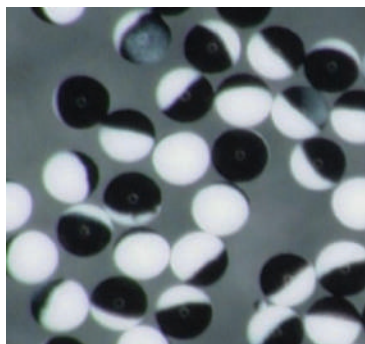
3



4

材料生産

電子ペーパー用粒子等の生産において国内売上実績



<https://www.dnp.co.jp>
より引用



文部科学大臣表彰



若手科学者賞
(2017.4)

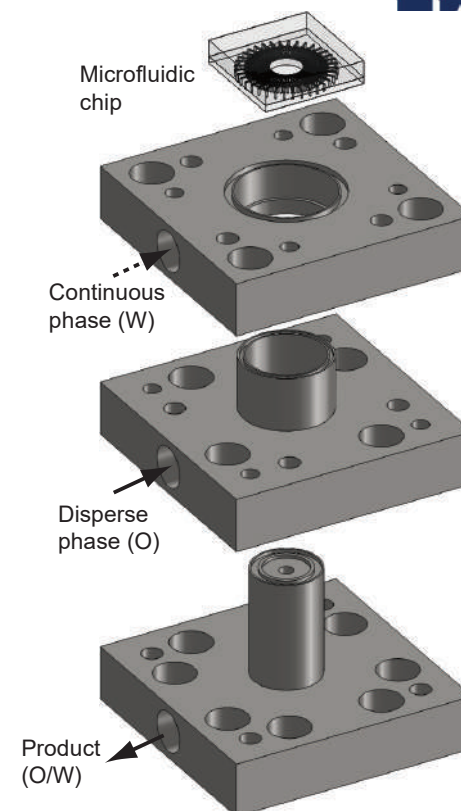
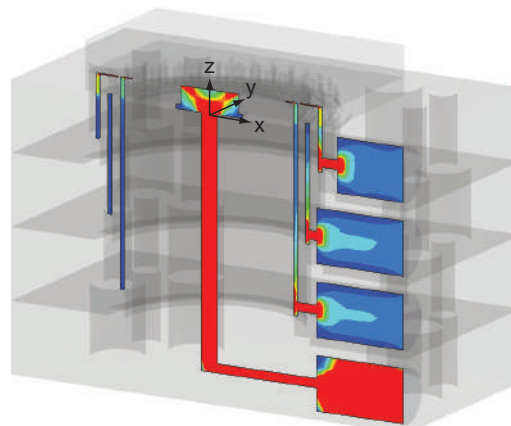
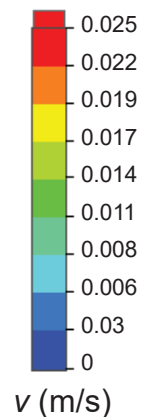
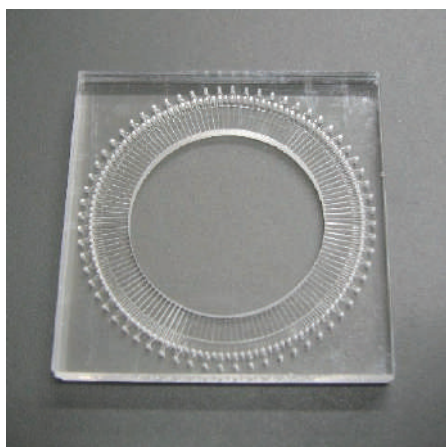


科学技術賞 (開発部門)
(2022.4)

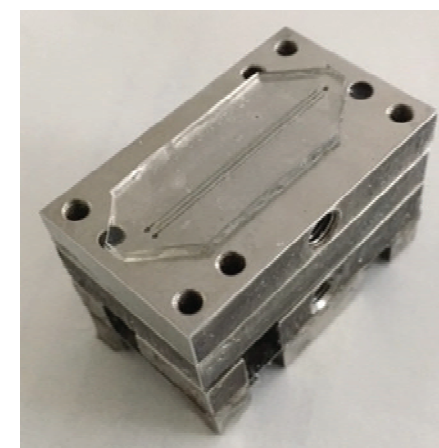
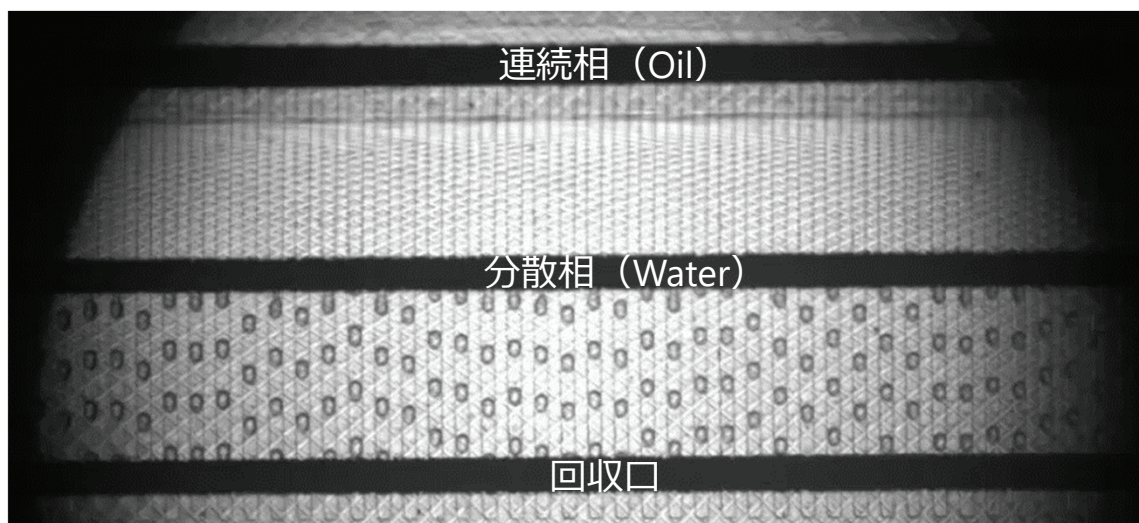
多数流路の並列化による**生産量**
スケールアップ技術の研究が重要

多数流路の並列化

- 各流路への流量の均等分配が必要
- 現場で容易に継続使用できる装置の実現



Lab Chip **2012**, 12, 3426

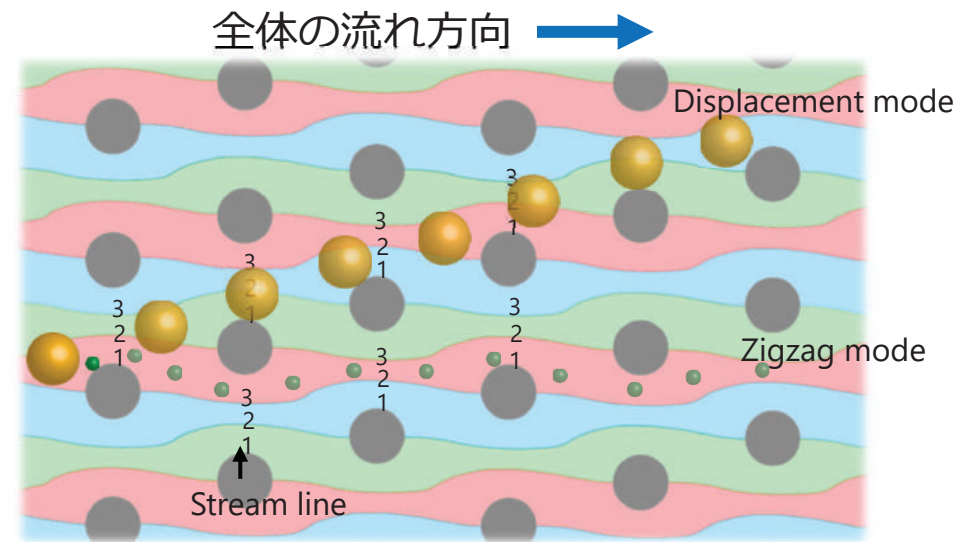


化学工学 **2023**, 87(5), 211

(2) 液滴・粒子の分離①

マイクロピラーアレイによる
粒子分離 (**DLD法**)

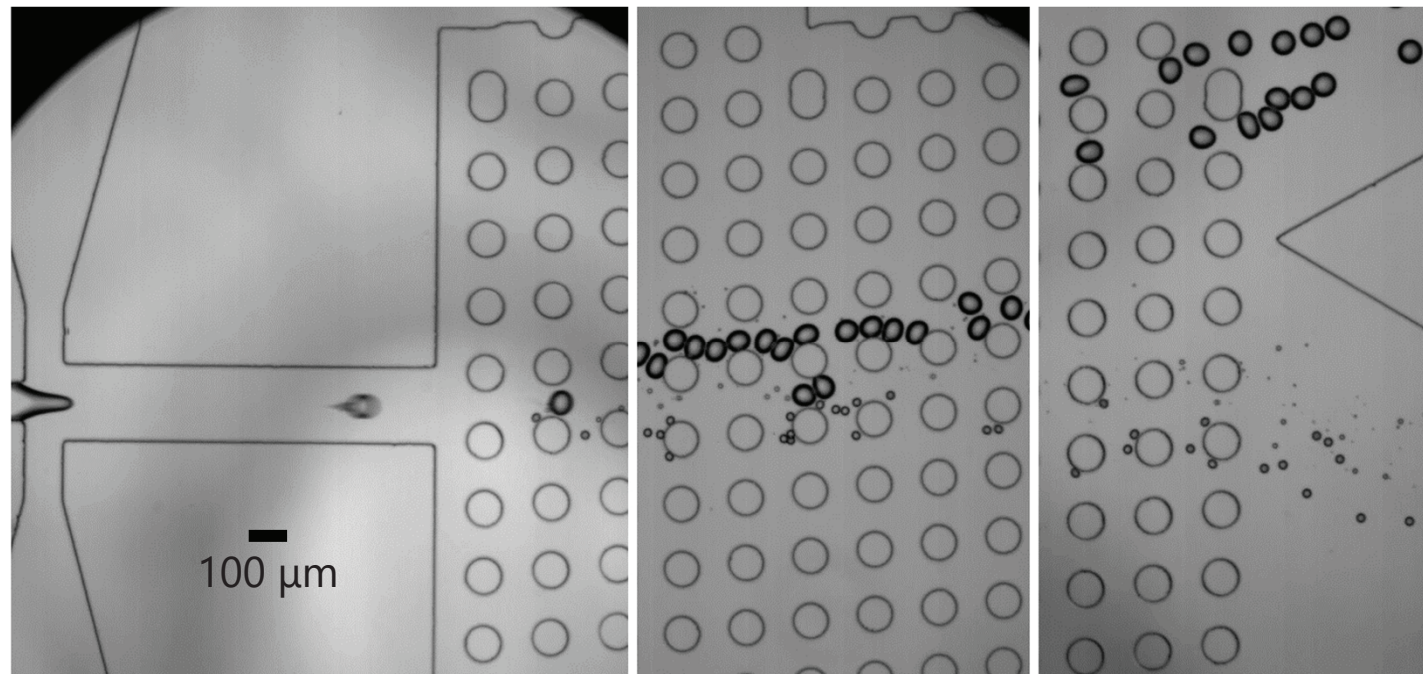
- ・ 受動的にサイズで分離
- ・ 境界をピラー配列で設定
- ・ 高分解能, 連続, etc.



液滴分離 の様子

撮影: 2000 fps
再生: 30 fps

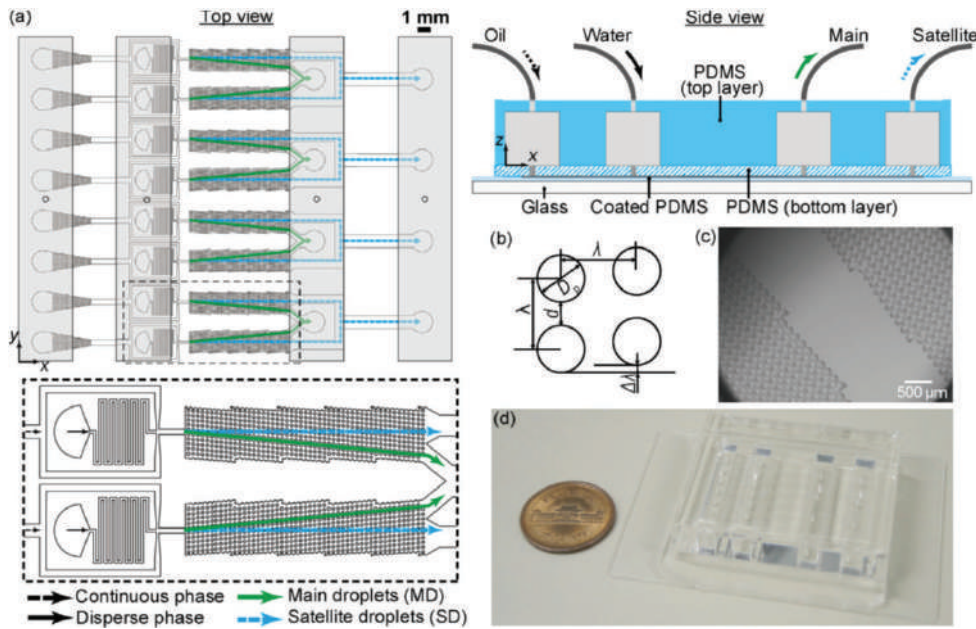
RSC Adv. 2017



(2) 液滴・粒子の分離②

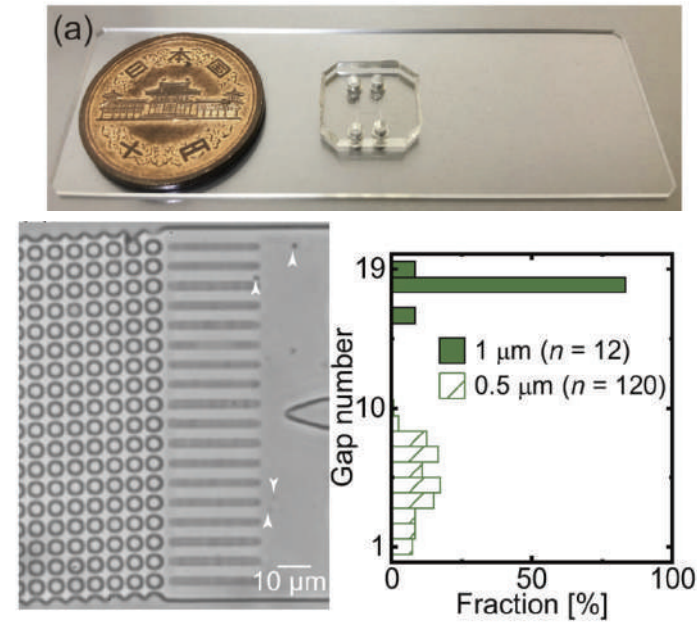
並列化

Sens. Actuators B-Chem. 2018



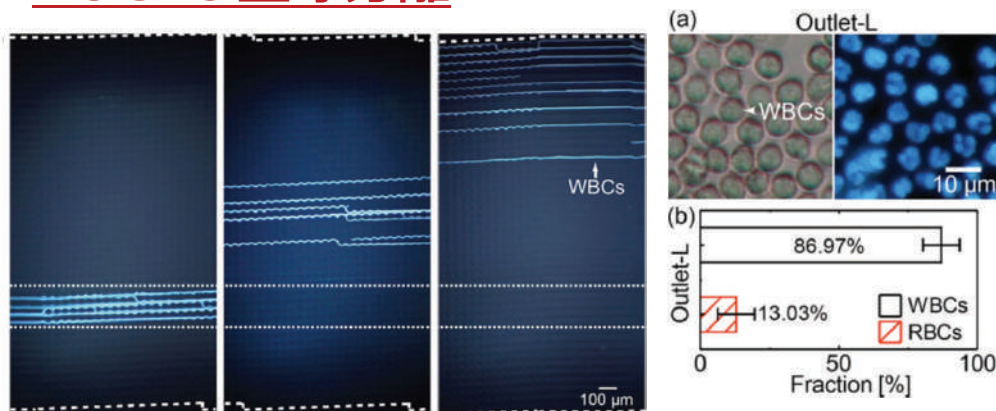
ナノ粒子分離

J. Chem. Eng. Jpn. 2020



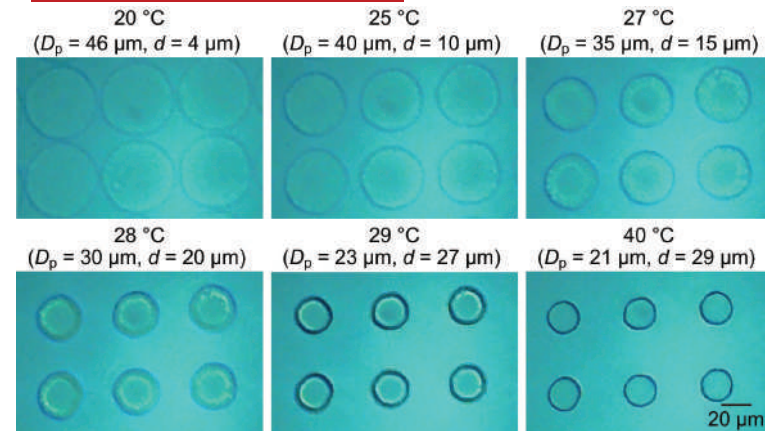
POCT&血球分離

Anal. Chem. 2019



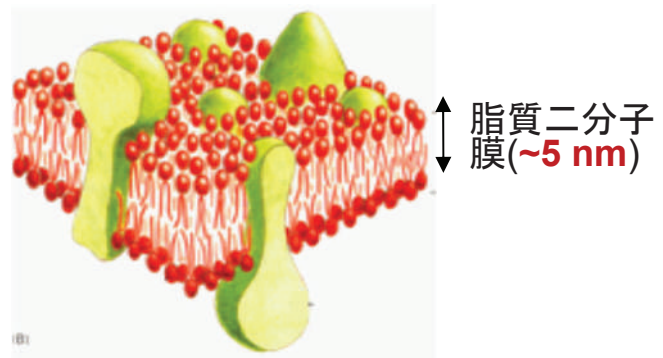
温度応答ピラー

Sci. Rep. 2023

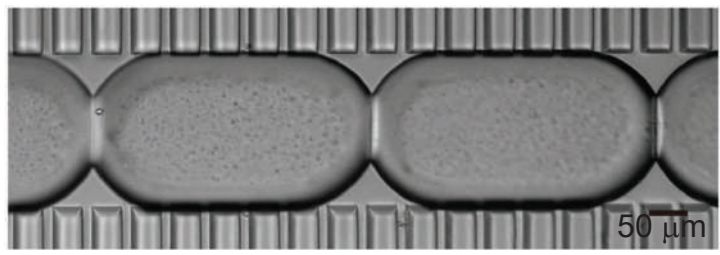
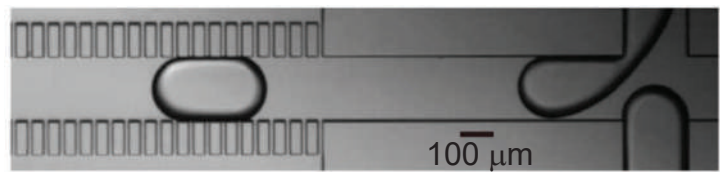


3. 海外留学経験

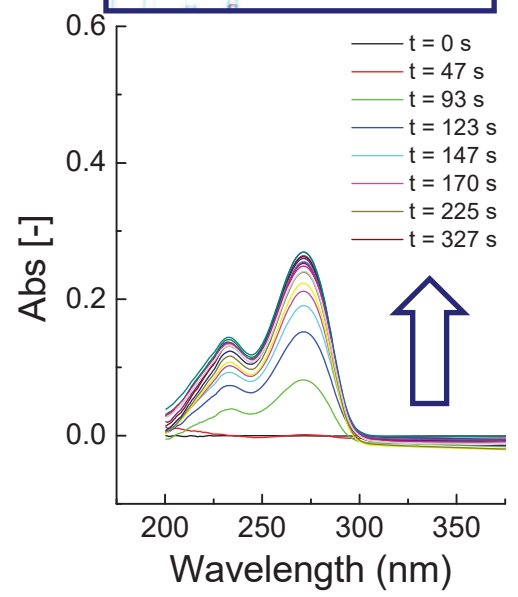
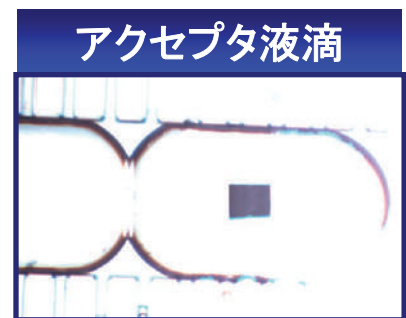
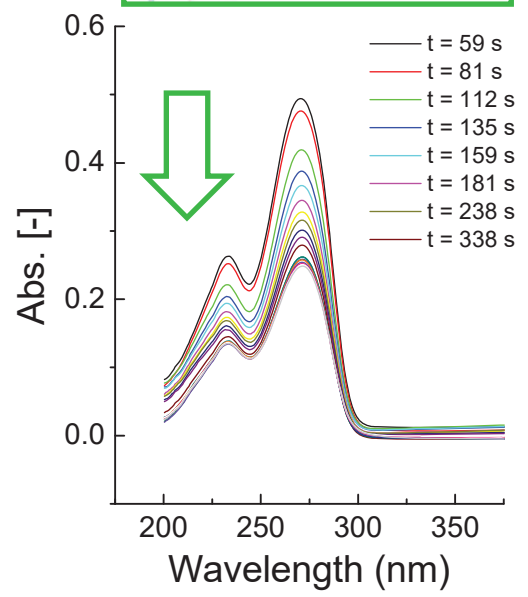
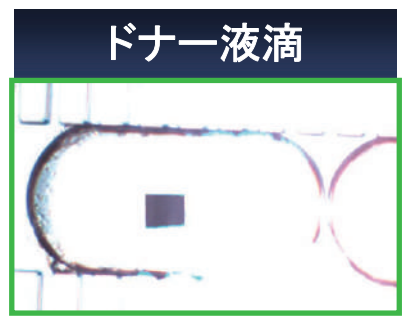
- JSPS海外特別研究員@米国UCLA (2011年4月～2013年3月, **2年間**)
- Prof. J. Schmidt (Dept. of Bioengineering)のラボにて, 薬剤受動膜透過性測定の研究に従事→ **異分野への挑戦**



Essential細胞生物学 (1992)



Analyst 2013



多様性の体感

4. 共同研究実績



マイクロ・ナノ流路を用いた液滴・粒子の生産プロセス技術について国内、国外の**民間企業**と数多くの共同研究を実施。

液滴・粒子生成

- 電子ペーパー用二色粒子
- 屋外向け薬剤内包ゲル粒子
- 薬剤内包バイオポリマー粒子
- ポリマーナノ粒子の合成
- 生活家電用カプセル液滴生成
- 生産量スケールアップ用新規デバイス開発

企業分野

- 精密化学
- 総合化学
- 化粧品
- 医薬
- 電機・制御
- その他

粒子分離

- ナノ粒子の分離
- バイオ粒子の分離

学一学の連携

- JSPS外国人特別研究員の受入（英，薬学）
- 東京医科歯科大学との医工連携（バイオ）

2023年5月26日（金）12:05～(Zoom)
文部科学省と国立大学附置研究所・センター
個別ランチミーティング



トポロジー最適化による 超音波デバイスの設計

東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所
電子機能システム研究コア 助教

和田 有司

和田 有司 (WADA Yuji)

専門: 超音波工学, 数値計算, トポロジー最適化

学歴:

東京工業大学

- ・電気電子工学科(2005-2009)
- ・物理情報システム専攻 博士課程(2009-2013)
 - ・アリゾナ大土木工学科
短期研修(2012,3ヶ月) Kundu教授

職歴:

成蹊大学 理工学部

- ・助教(2013-2017), 特別共同研究員(2018-2019)
- ・計算力学研究室 弓削教授 (弾塑性最適化・生体衝突)

神戸大学 システム情報学研究科

- ・特命助教(2019-2020)
- ・計算流体研究室 坪倉教授 (自動車空力, スパコン富岳)
- ・理化学研究所 R-CCS 客員研究員(2019-現在)

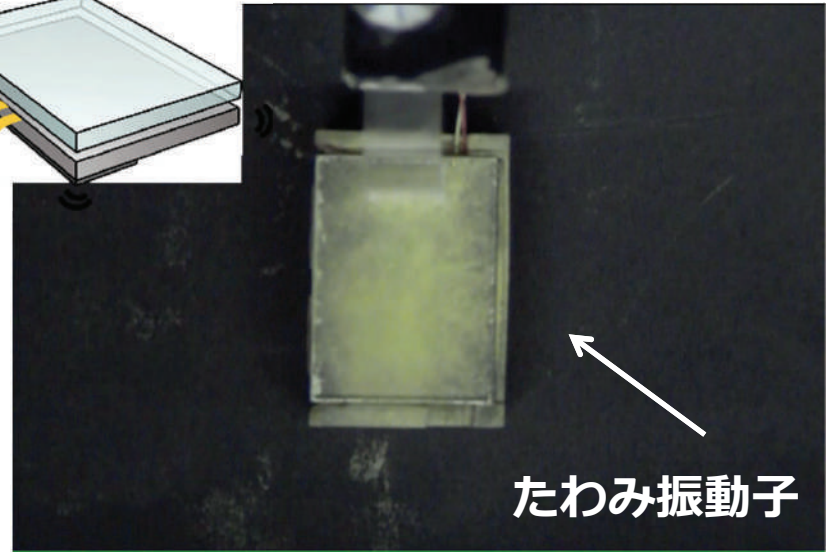
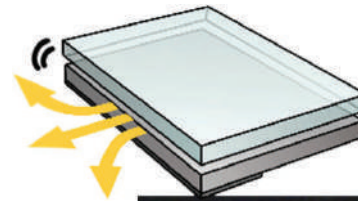
東京工業大学 未来産業技術研究所

- ・助教(2020-現在)
- ・中村研究室 (強力超音波・光ファイバセンサ)

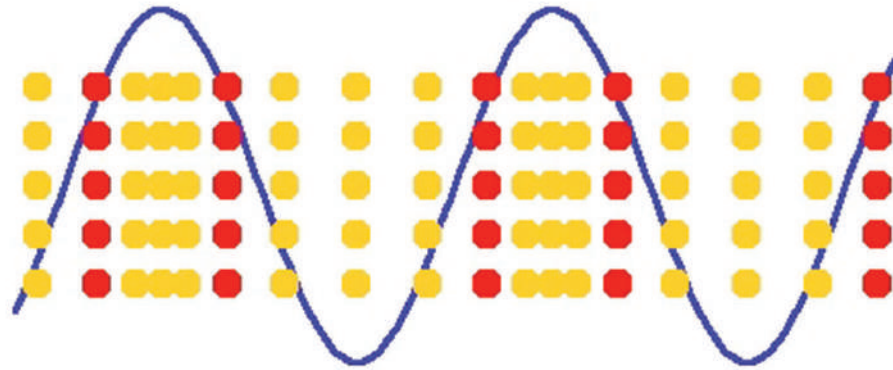


博士研究) 超音波による送風デバイスの計算

応用: 携帯電話用燃料電池のガス輸送
小型デバイスの空冷
(三洋電機株式会社 ~2008)

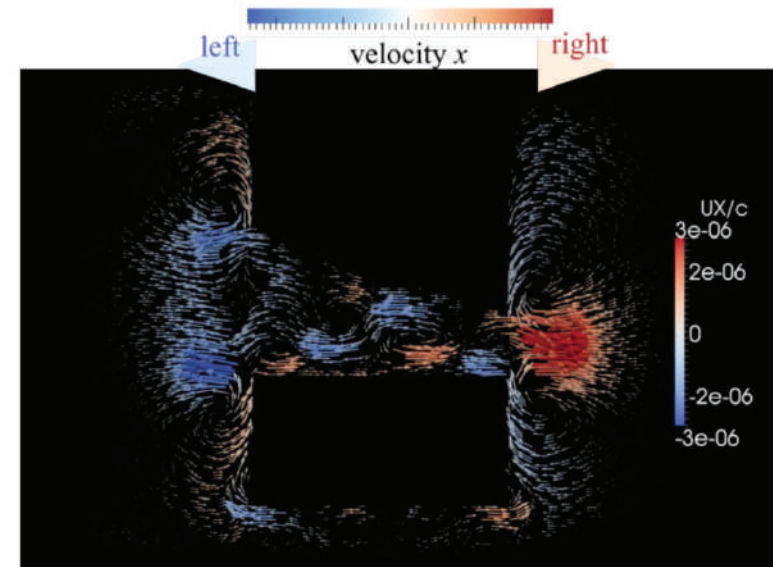
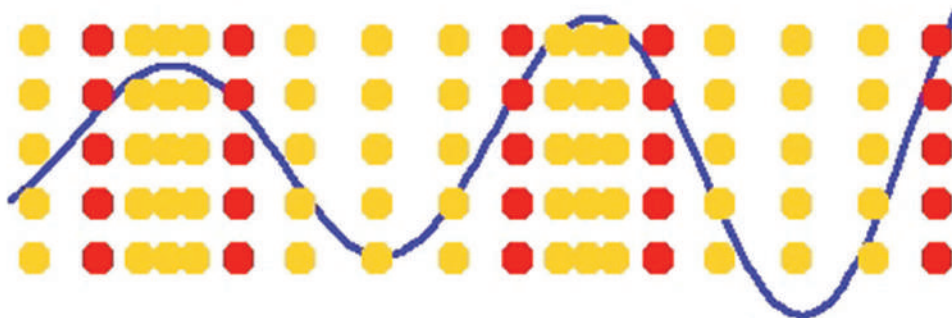


通常の音の伝わり

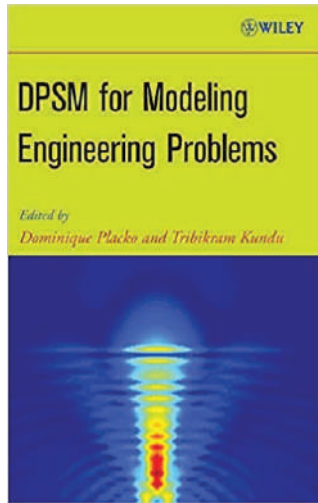


スパコン(Tsubame)での流れ計算

音響流: 媒質自体の流れ



アリゾナ大) 音場計算手法の開発



査読付き論文: Y. Wada, T. Kundu, and K. Nakamura:
J. Acoust. Soc. Am., vol.136, no.2, pp.466-474, 2014.

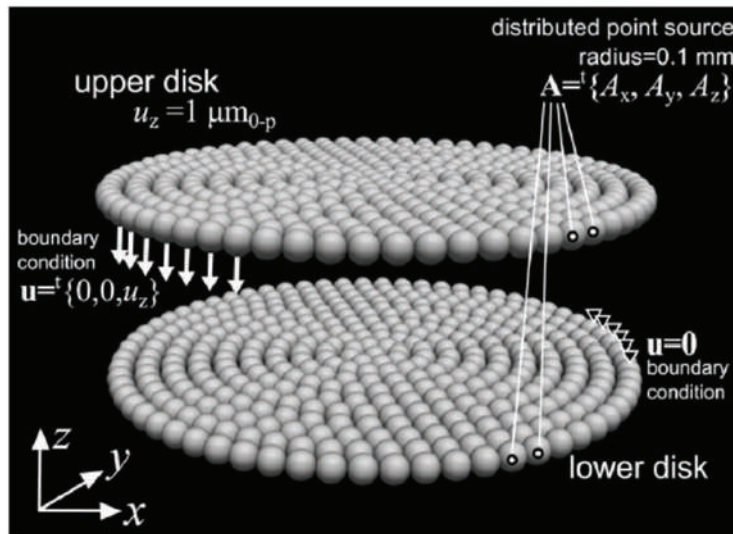
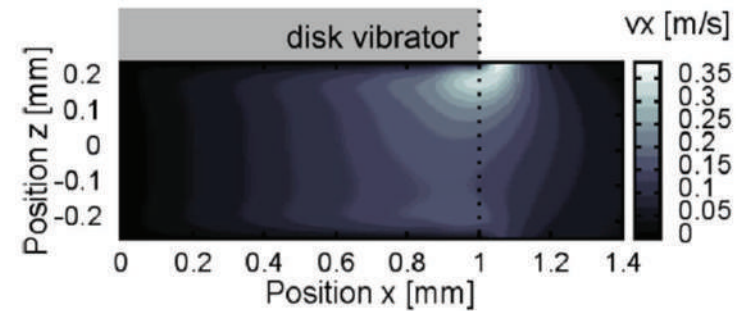


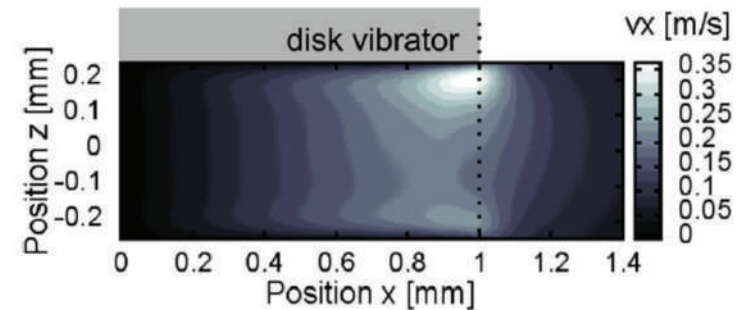
FIG. 2. Distributed point sources in the DPSM model.

DPSM (分布点音源法)に機能追加
応用: 超音波非破壊検査シミュレーション

流体の粘性を考慮した音場解析



(a) DPSM

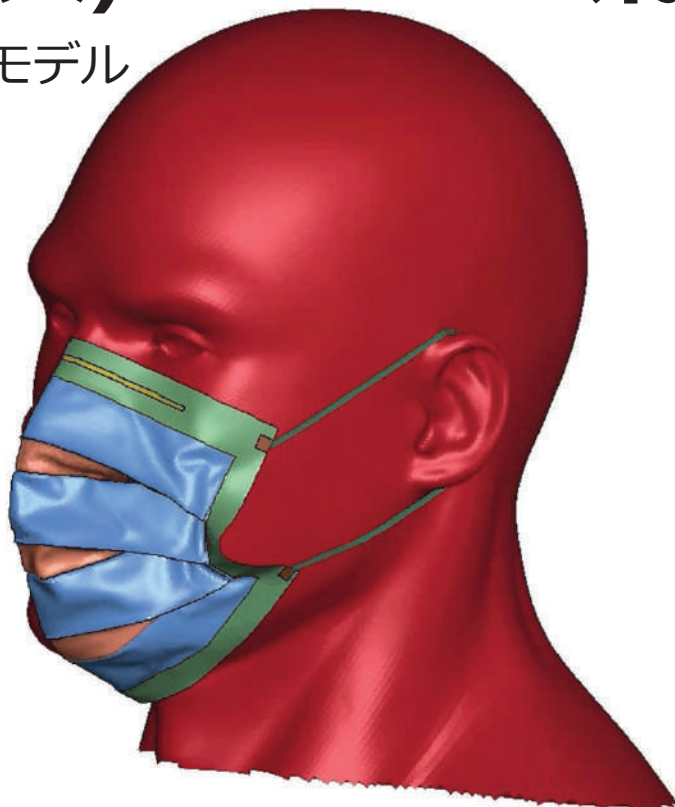


(b) FEM

FIG. 5. (Color online) x -component velocity distribution in the xz -plane when $\lambda_s = 0.1$ mm.

神戸大) COVID19 飛沫解析の補助

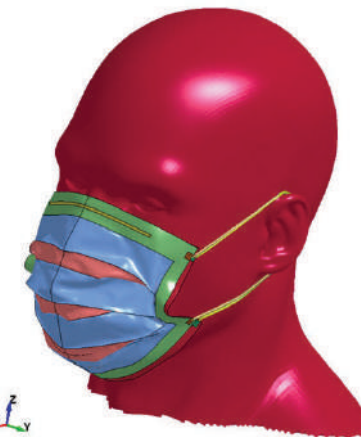
マスク装着モデル



フェースシールド

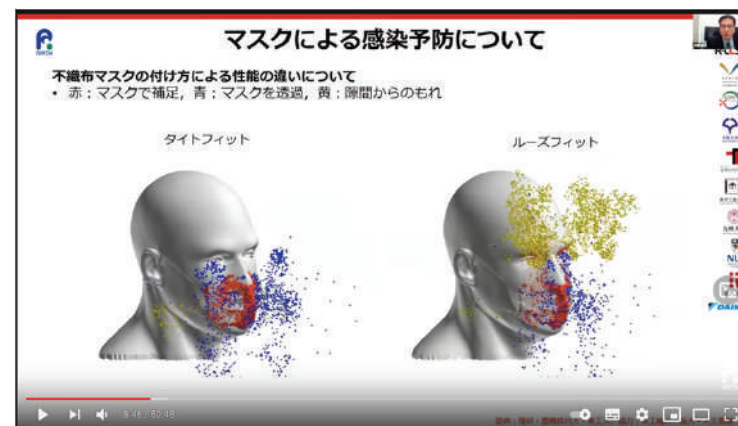
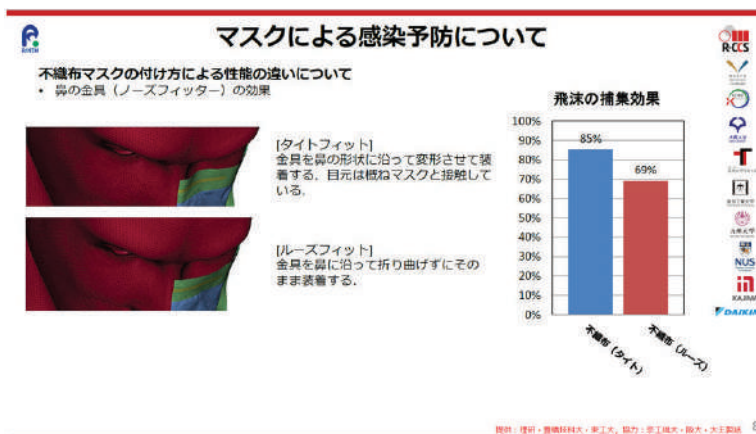


二重マスク



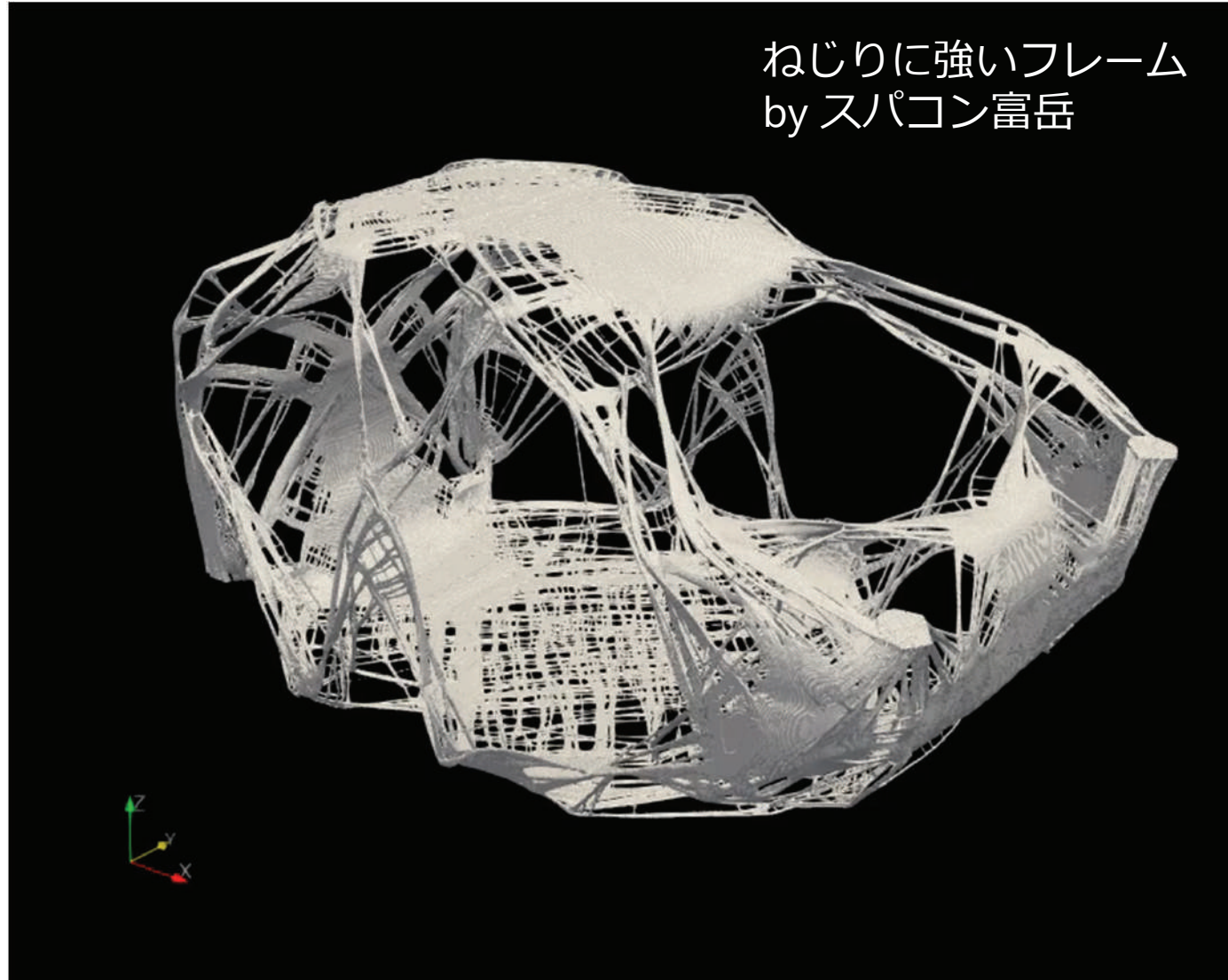
記者勉強会 “「富岳」を利用した新型コロナウイルス研究”
室内環境におけるウイルス飛沫感染の予測
とその対策 (2021年3月4日)

<https://www.r-ccs.riken.jp/media/210304-2/>



成蹊大～神戸大～現在) 車体フレームの最適設計

応用: 自動車の燃費(EV車の電費)向上→強度を維持して車体の軽量化
トポロジー最適化: 材料配置を空隙を含めて指定し、最適な構造を模索する
→設計者に有効な示唆をもたらす



現在)超音波接合工具の最適設計

応用:プラスチック部品（自動車内装品、スキーウエア、その他）の接合
ライン溶接用の長い超音波振動子を一様に振動させるのは難しい
(職人のノウハウになってしまっている) →トポロジー最適化の利用



[http://www.sonicwelding.net/
15khz-ultrasonic-welding-machine,19.html](http://www.sonicwelding.net/15khz-ultrasonic-welding-machine,19.html)

