

## 流体シミュレーションを活かした マイクロリアクターものづくり



マックエンジニアリング株式会社 小谷研太郎  
PHOENICSオンラインユーザーカンファレンス2023 10/27/2023

**マックエンジニアリング株式会社**


- 岡山県倉敷市玉島乙島8252-35 本社工場
- 岡山県浅口市鴨方町六条院中1353 フローリアクター開発センター

- 代表取締役会長 小谷 功
- 代表取締役社長 小谷 研太郎

■専門分野：**精密金属加工業**：材料～設計～加工～組立～実験～改善  
医薬、化学、半導体材料、化粧品などのフローリアクター

■学会及び社会における活動等：

- 近畿化学協会フロー・マイクロ合成研究会 会員
- 医薬品連続生産社会実装 iFactory 協力会社
- 岡山マイクロリアクターネット 幹事
- 「岡山県都市エリア産学官連携促進事業」参加企業
- メディカルネット岡山 幹事
- マイクロモノづくり岡山 会員
- 化学工学会関西支部 会員
- フロー精密合成コンソーシアム (FlowST) 会員

 マックエンジニアリング株式会社  
MAKENGINEERING CORPORATION



**マックエンジニアリング株式会社  
SDGs宣言**

当社は国連が提唱する「持続可能な開発目標(SDGs)」に賛同し、積極的な取り組みを通じて持続可能な社会の実現に貢献してまいります。

2022年4月19日  
マックエンジニアリング株式会社  
代表取締役 小谷 研太郎

### 当社のSDGsへの貢献

<p><b>技術への果てしない挑戦</b></p> <p>迅速かつ高精確なものづくりをお客さまのニーズにお応えすると共に、CO2削減に寄与する独自製品の開発を通じて豊かな社会の実現に貢献してまいります。</p> <p>【主な取組み】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ワイヤカット精密加工機、マシンニングセンターによる精密部品加工・金型製造加工</li> <li>・医薬品、フロンタミカル製品製造におけるCO2削減、廃棄物削減に寄与するマイクロリアクターへ、トラス、手すりセット、プラットフォーム等の専用部品の開発</li> <li>・人工知能、IoTプラットフォーム等の専用部品の開発</li> </ul>	<p><b>従業員の成長を支援</b></p> <p>ハラスメントの防止や積極的な人材育成、従業員の健康管理の徹底を推進して、従業員が働きやすく、安全・信頼にかなる職場環境を構築してまいります。</p> <p>【主な取組み】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・従業員へのハラスメント防止の啓発</li> <li>・安全・信頼にかなる職場環境</li> <li>・従業員一人ひとりに寄り添った計画的な能力開発</li> <li>・生涯学習や研修の促進</li> <li>・従業員間のコミュニケーションを図る定期的な社内イベントの実施</li> </ul>
<p><b>環境保全</b></p> <p>省エネルギー、廃棄物の減量化、CO2削減に寄与する開発品の提供と環境に配慮した事業活動を行い、未来が後継者に受け継がれる社会の実現に貢献してまいります。</p> <p>【主な取組み】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・省エネ化による省エネルギーと電力の100%再生エネ化</li> <li>・廃棄物の減量化と専門業者を通じた適切な処理</li> <li>・低炭素社会の実現に向けた最先端マイクロリアクターの開発と促進</li> </ul>	<p><b>社会・地域貢献</b></p> <p>地域とともに歩む企業として、地域活性化に繋がる取組みにより、豊かで持続可能な地域社会の形成に貢献してまいります。</p> <p>【主な取組み】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地元人材の積極的採用</li> <li>・地元大学との共同研究の実施</li> <li>・積極的な社会貢献活動へのイベント参加</li> </ul>

**SDGsとは**

Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標) の略。持続可能な社会を実現し、世界の平和と繁栄を達成するための17の目標に集約されている。

※2016年9月に国連総会で採択。2016年10月に、国連、国連開発計画の共同発表により、SDGsが正式に採択された。

## モノづくりとSDGs



工場見学の様子



産学官共同研究開発での実験

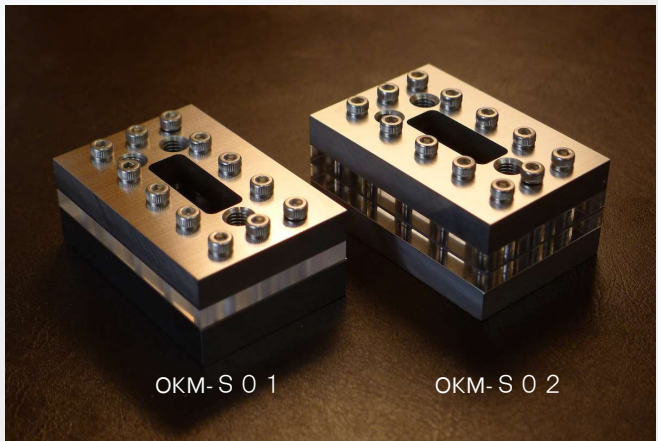
**果てしない技術への挑戦**  
精密加工で医薬品、化学品の連続フロー実験装置の開発 ③⑨⑪⑫

**環境保全**  
見える化による省エネの実践、脱炭素化への連続フロー生産の促進 ⑪⑬

**従業員へ成長を支援**  
コミュニケーションによる積極的な環境づくりで人材育成と技術向上 ③④⑤⑥

**社会・地域への貢献**  
共同研究開発などを通じて地域社会への活性化と実装 ⑧⑪⑰

# 標準型マイクロリアクター



OKM-S01

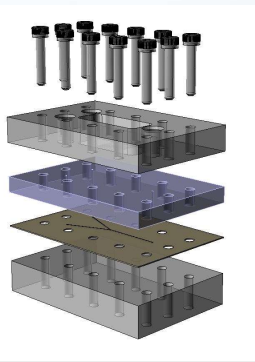
OKM-S02

# 整った粒径を連続生成

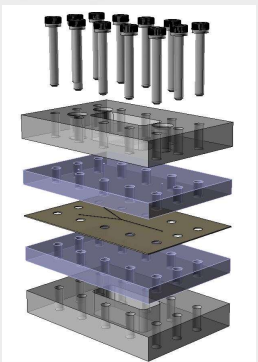


# 分解図

OKM-S01

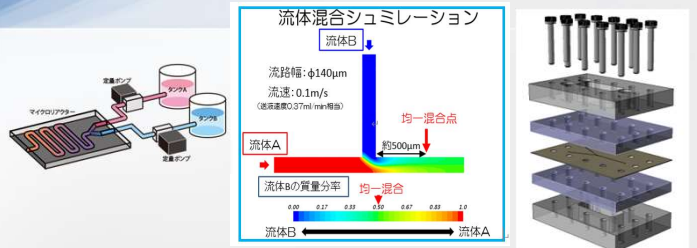


OKM-S02



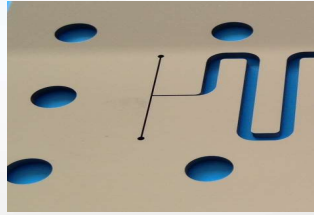
- ボルト
- 押え板 (SUS)
- 上カバー (石英ガラス)
- 流路プレート
- 下カバー (石英ガラス)
- ベース

# マイクロリアクター



品質	連続的に安定した製品をリアルタイムで品質管理
スケールアップ	開発時の条件を実生産スケールに合わせることができ、開発から量産への展開が早い
コントロール	極小空間での精密反応、攪拌効率、温度、圧力を安全に制御 自動化にも展開可能
生産設備	実験室レベルコンピニサイズ、オンサイト、オンデマンド
コスト	小型装置、加熱冷却が少、自動化対応可、不純物(廃棄物)少、在庫なし、研究開発の短縮化、成果大

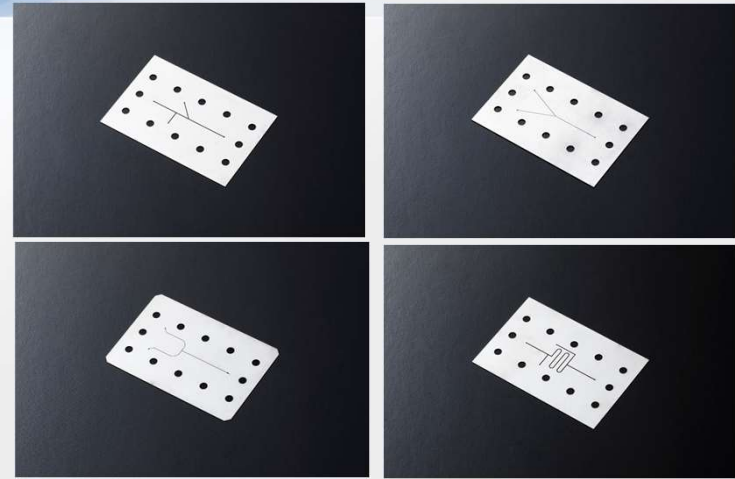
## 微細流路プレートの特徴



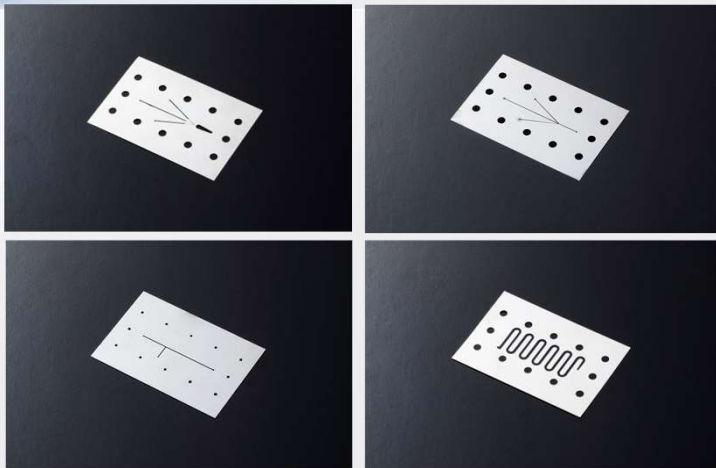
ニオブ製マイクロリアクター  
濃硫酸と水の混合実験

- ワイヤー細線  
最少流路幅 0.05mm~
- 特殊材質  
SUS316L  
チタン、ハステロイ  
ニオブ、タンタル等、  
テフロン、ピーク  
難削材に対応
- 流路カスタムメイド  
幅、厚み、形状
- 分解洗浄して再利用

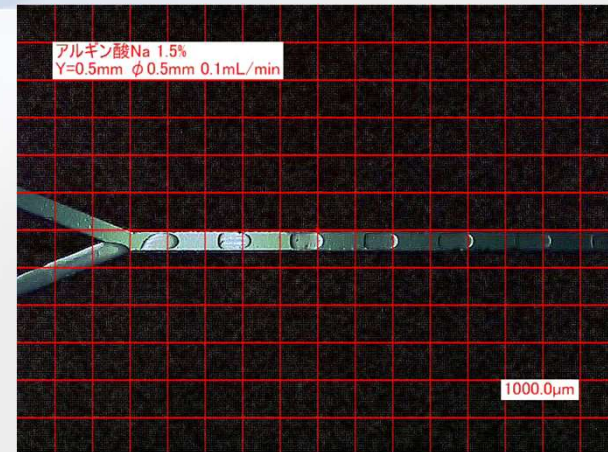
## 用途に合わせたカスタムメイド



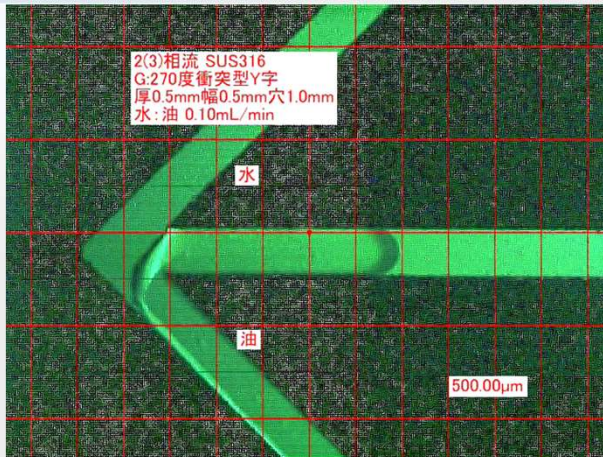
## 用途に合わせたカスタムメイド



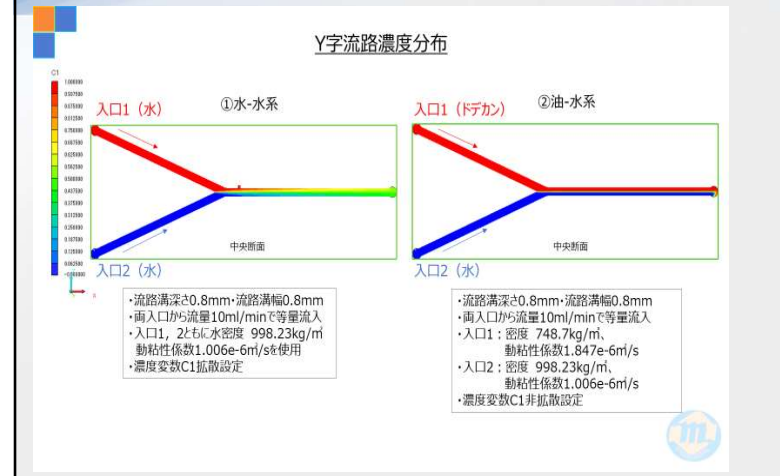
## Y字流路 水 油



## 270度衝突タイプ 水 油



## シミュレーション



## シミュレーション



## 問題点

リアクター内部の観察が不可  
流量が大きく実験が困難

そんな時

シミュレーションによる解析で  
マクロリアクターの特徴を確認

17

### 集積型 トータル3L/min 量産検討

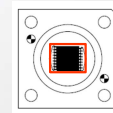
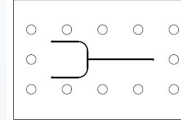


### マイクロリアクター 比較

通常T字型

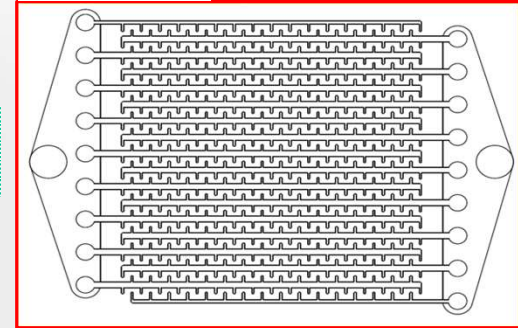
集積型

- ・ 1合流点
- ・ 2mL/min
- ・ 2.88L/day

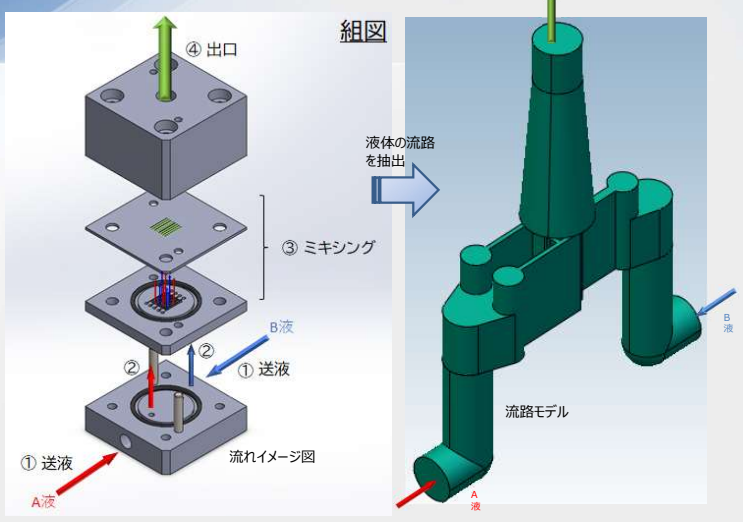


- ・ 544合流点
- ・ 3L/min
- ・ 4320 L/day

設計力  
超微細加工

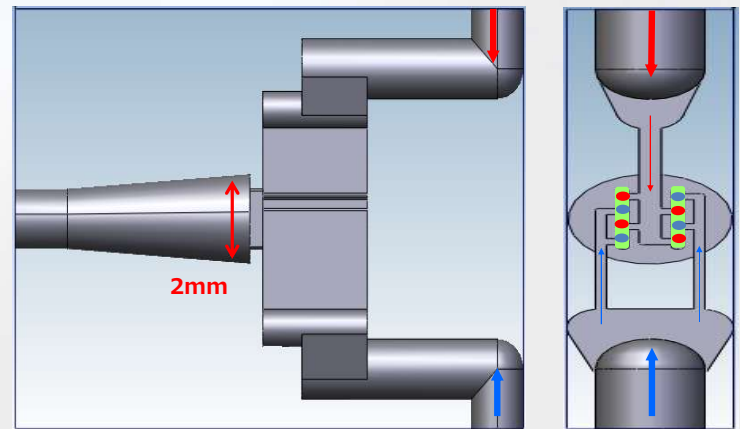


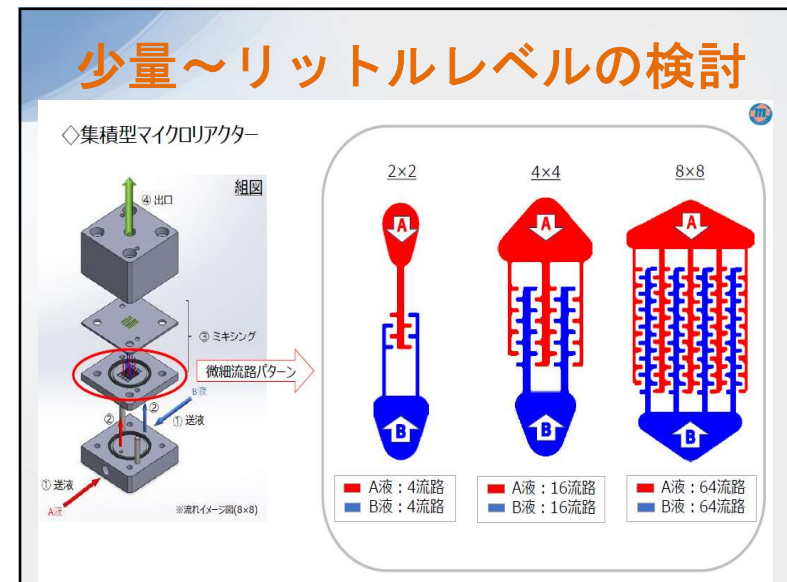
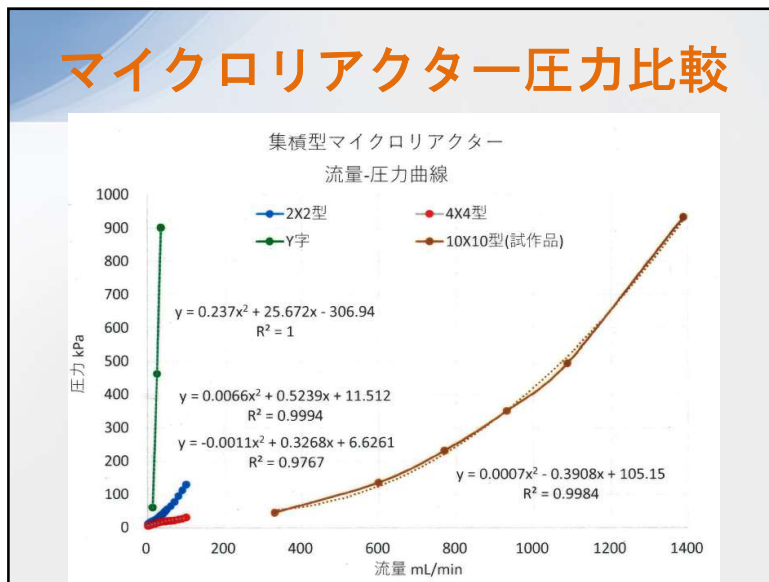
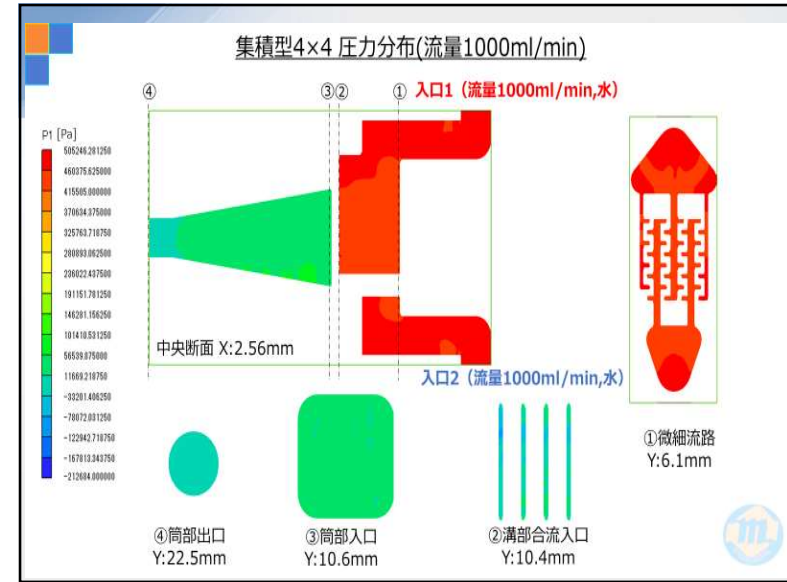
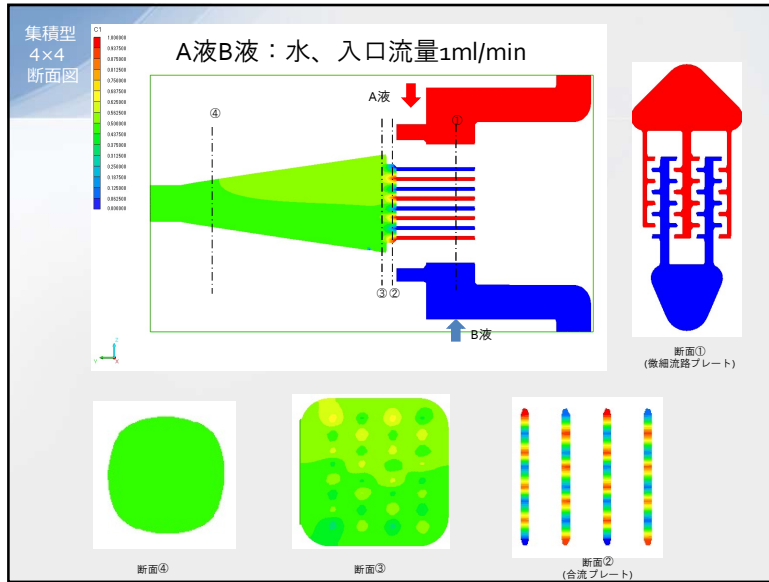
### 集積型 構造



### 流路図 (集積型2×2)

A液B液の流入口が各4ヶ所ずつ





## 今後の取り組み

シミュレーション解析

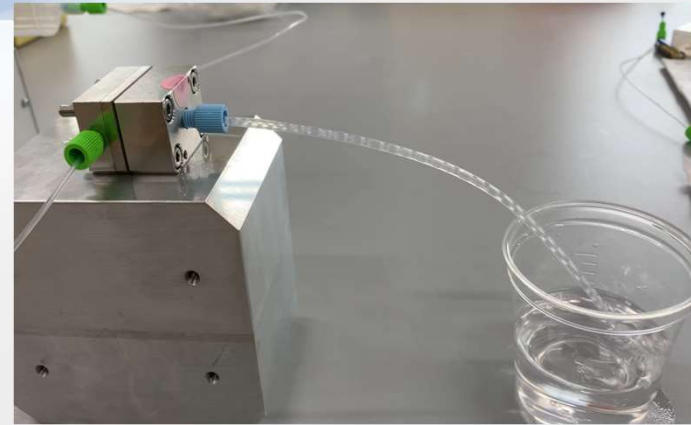
気液スラグ流

連続攪拌槽型リアクターCSTR

連続再結晶の仕組み

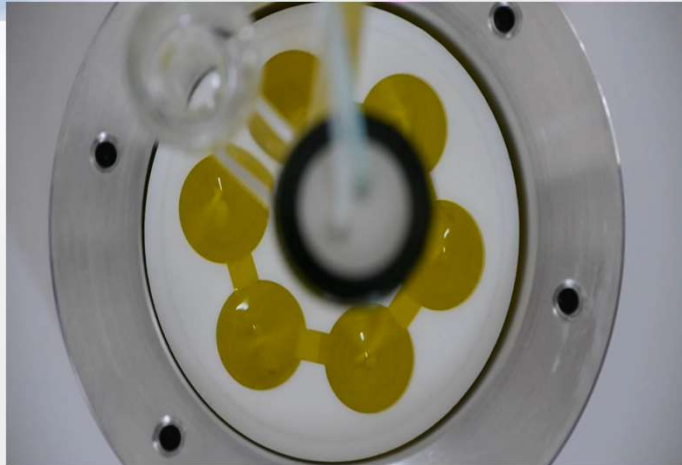
分液漏斗からミキサーセトラー

## 気・液混合の仕組み



27

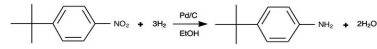
## マイクロスケールCSTR仕組



## 連続晶析 飽和食塩水+エタノール



## 密閉型CSTR 水素還元反応

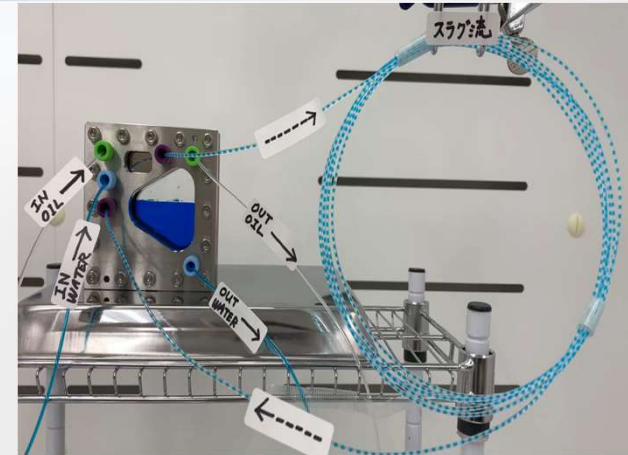


- 流路閉塞なし
- 耐圧最大0.9 MPa
- 気、液、固の連続投入
- 加熱・冷却が可能
- ガラス窓で観察
- 触媒の活用

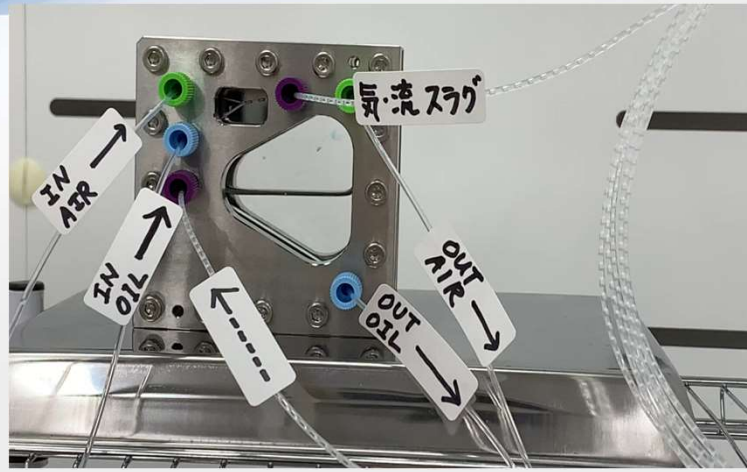
連続フロー化



## 分液漏斗の連続フロー化



## 気液スラグ分離

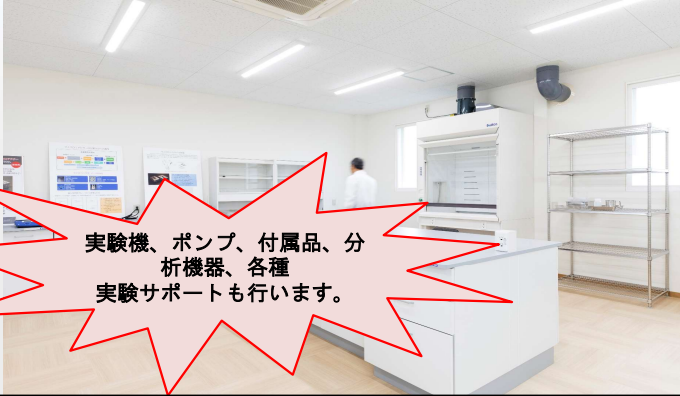


## ナンバリングアップ





**レンタルラボで  
シミュレーション解析  
実践マイクロリアクター**



実験機、ポンプ、付属品、分  
析機器、各種  
実験サポートも行います。

**鴨方フローリアクター  
開発センターオープン**



**展示会**



**レンタルラボ、オンライン面談、  
ホームページ内マック技報配信中**

**実験設備**



**各種リアクター**



**ご清聴ありがとうございました**

