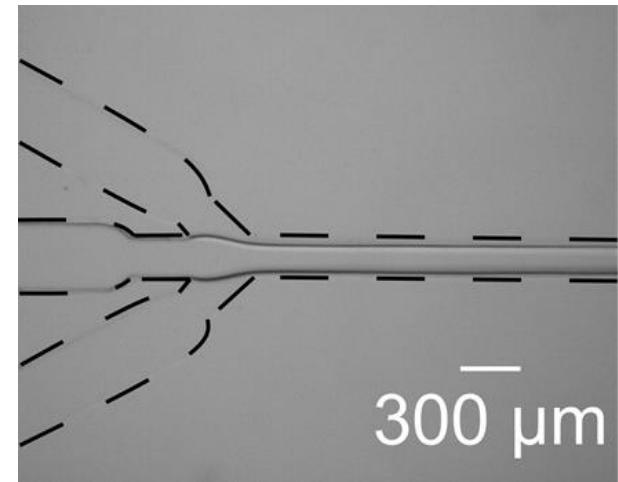
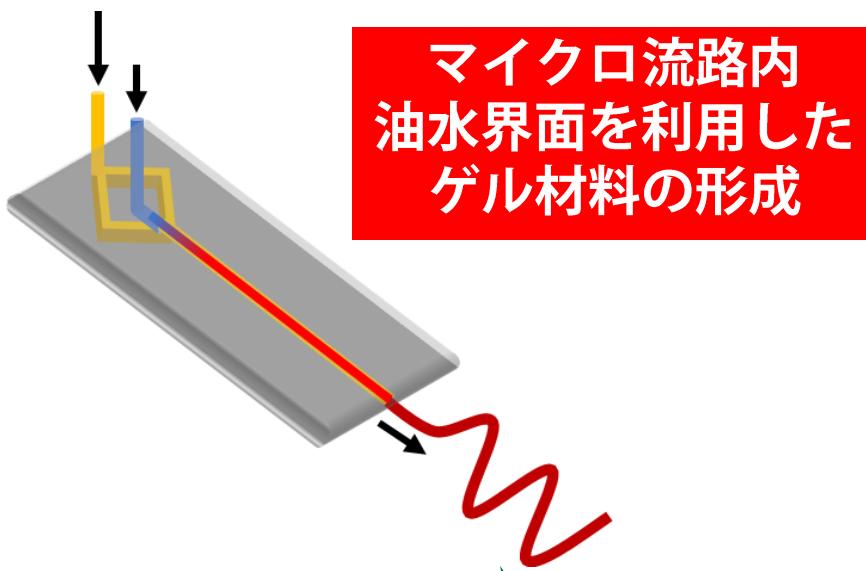


マイクロ流体デバイスを用いた 天然高分子ハイドロゲル材料の精密加工

信州大学 工学部 物質化学科
助教 佐伯大輔

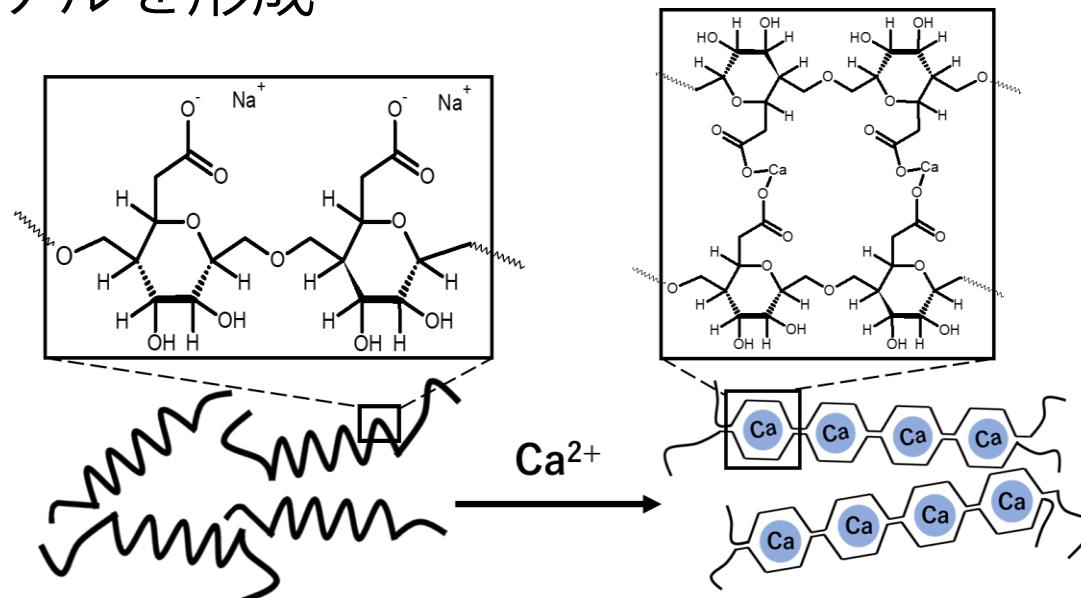


天然高分子からなるハイドロゲル

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings

アルギン酸

天然高分子の一種で、多価力チオンによりイオン架橋し、ハイドロゲルを形成



天然高分子ハイドロゲルファイバー

高い生体適合性から、生分解性縫合糸や細胞培養の基材として期待されている



SHINSHU
UNIVERSITY

Faculty of Engineering

マイクロ流体デバイスとは

マイクロ流体デバイス

G.M. Whitesides, *Nature*, 2006

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings

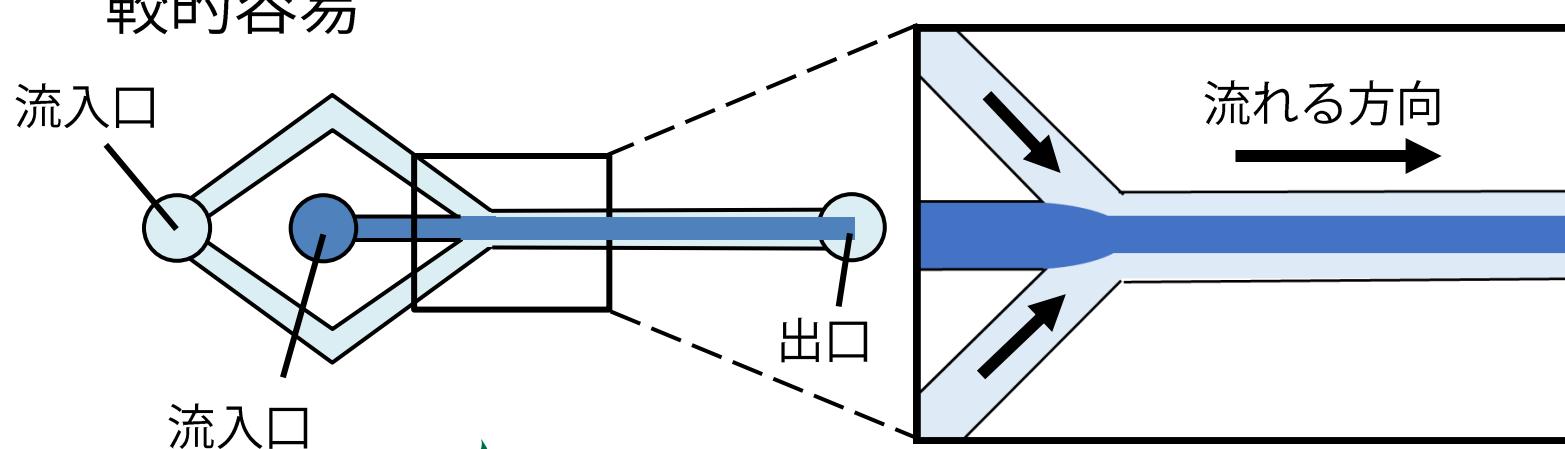
液体などの流体を μm オーダーで制御するための装置

- ・高さ、幅が数 μm ~ 数百 μm の流路構造
- ・流量を精密に制御可能

→近年、マイクロファイバーの作製が報告されている

フローフォーカス構造

- せん断力によって流体の形状を制御
- 流路構造が単純で、流路の作製や流量の抑制が比較的容易



SHINSHU
UNIVERSITY

Faculty of Engineering

従来技術とその問題点

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

マイクロ流体デバイスを用いてアルギン酸のゲルファイバーを形成する方法として、アルギン酸ナトリウムとカルシウム塩を水相中で接触させ、アルギン酸をゲル化する方法が報告されているが、

- 急速なゲル化により精密な形状制御が困難である
- 流量制御や流路構造が複雑になってしまう

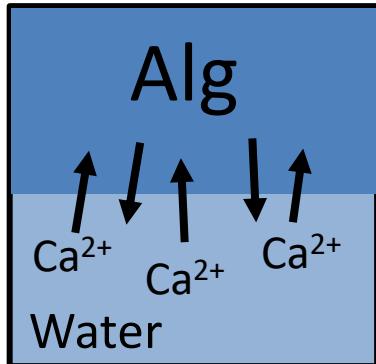
等の問題があり、複雑な構造のゲルファイバーを得ることが難しい。



水水系を用いる際の問題点

既往の研究

アルギン酸とカルシウム塩を
水相に溶解

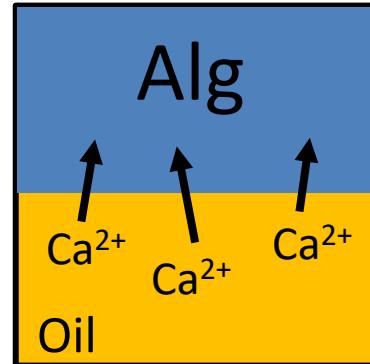


- 水相同士が容易に混合
→ゲル化速度が速い

- ✗ ゲル形状の制御が難しい
- ✗ 流路構造の複雑化

本研究

カルシウム塩のみを
油相に溶解



- 水相と油相は混合しない
- Algは油相へ拡散しない
- Ca²⁺は油水界面を通じてAlg水相へ拡散→ゲル化速度が緩やか

- ゲル形状を制御しやすい
- 流路構造の単純化

単純な構造のマイクロ流路でハイドロ
ゲルファイバーを作製できなか?

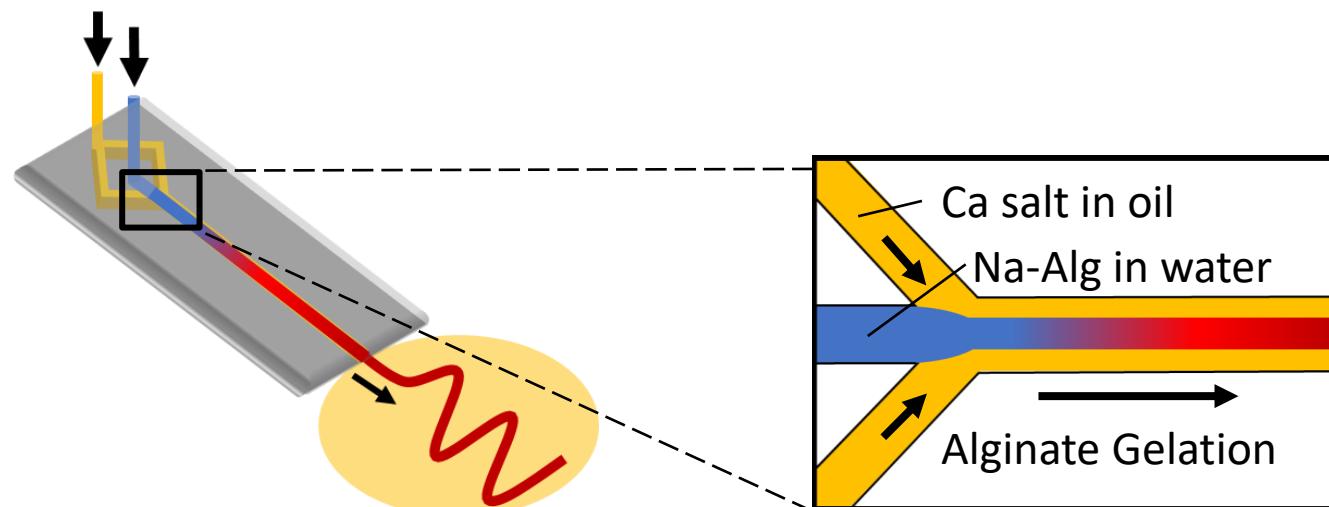
新技術の特徴・従来技術との比較

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

- 油水界面を用いることで、単純な流路構造で、形状を精密に制御することに成功した。
- 多成分からなる材料も容易に形成できる。
- 従来の方法で得られるファイバーだけでなく、粒子も容易に得ることができる。

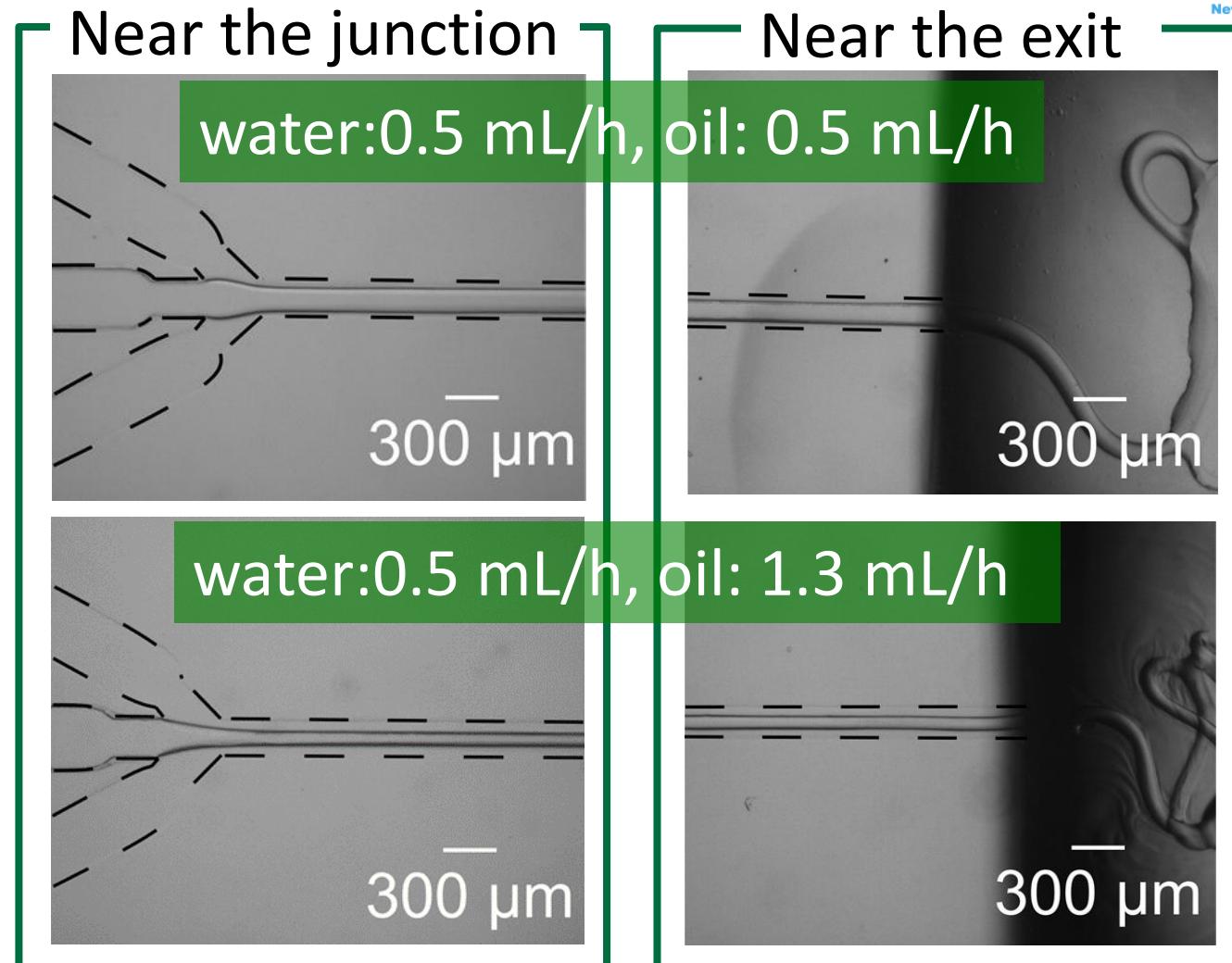
マイクロ流路内油水界面を用いたファイバー形成

- 水相（ゲル基材：アルギン酸ナトリウム）と、油相（ゲル化剤：カルシウム塩）をマイクロ流路中で層流状態で接触させる
- アルギン酸は油相へ移動できず、カルシウム塩は水相へ移動できる
- 油水界面を通じてカルシウム塩が徐々に供給され、ゲルが形成される



ファイバー径の制御

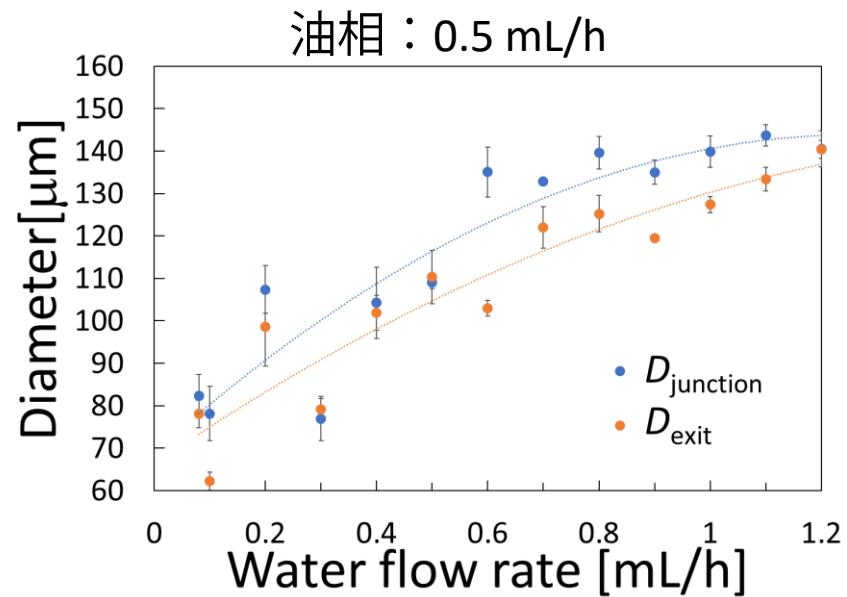
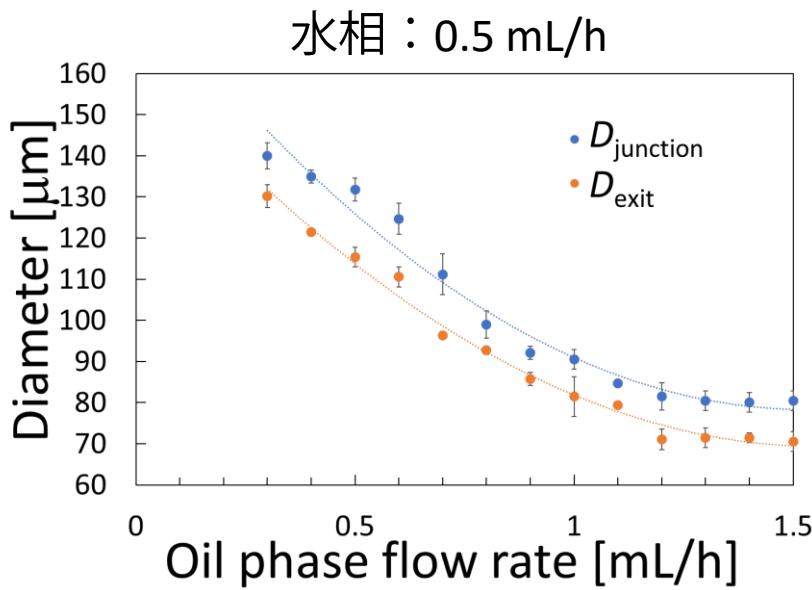
新技術説明会
New Technology Presentation Meetings



流量の調節によってファイバー径が制御可能

ファイバー径の制御

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



流量の調節によってファイバー径が制御可能

ファイバーの機能化・形状制御

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

- 機能性物質の固定化担体
- 多成分ファイバー
- 形状が制御された粒子（非球形粒子）
等の作製にも応用できる。

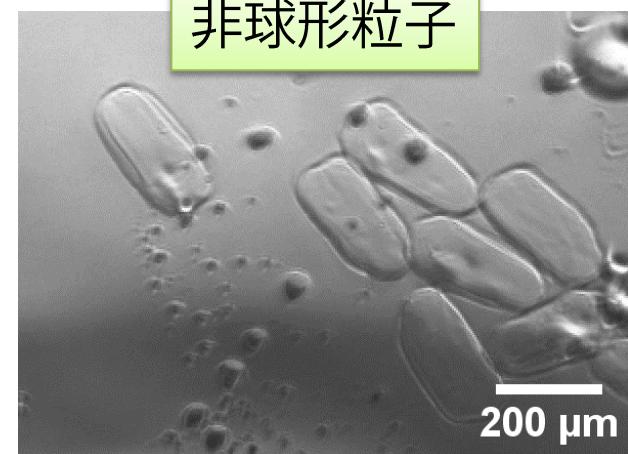
機能性物質の固定化



多成分ファイバー



非球形粒子



- 生体高分子からなる形状が精密に制御されたファイバー、粒子を容易に作製できる。
- アルギン酸に様々な機能性物質を持持でき、ゲルファイバーの機能化も容易である。
- 流路構造が単純であるため、医療や食品分野における基材（例：生分解性縫合糸、細胞培養の基材、バイオプリンタ、等）の作製に利用できると期待される。

実用化に向けた課題

- 形成効率を向上させる必要がある。長時間の連續運転や流路構造の並列化により解決できると考えられるが、検証を行う必要がある。
 - 流路構造が単純であるため、比較的容易であると考えられる。
- 細胞や生体分子の担体として本手法を適用するためには、油相の毒性などについて検証を行う必要がある。

企業への期待

- 医療や食品など、生体材料の成型技術を求めている企業との共同研究を希望。

本技術に関する知的財産権

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

発明の名称：ハイドロゲル成形体の製造装置、ハイドロゲル成形体の製造システム、およびハイドロゲル成形体の製造方法

出願番号 : 特願2021-020815

出願人 : 信州大学

発明者 : 佐伯大輔、他3名



产学連携の経歴

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

- | | |
|------------|-------------------------------|
| 2011年～ | 水処理関連企業（複数社）と共同研究・技術相談実施 |
| 2016-2017年 | NEDOエネルギー・環境新技術先導プログラムに参画（分担） |
| 2020-2021年 | JST A-STEPトライアウトに参画（分担） |

お問い合わせ先

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

株式会社信州TLO



TEL 0268-25-5181

FAX 0268-25-5188

e-mail info@shinshu-tlo.co.jp