

# 簡便で、幅広い陰イオンの検出が可能な方法とそのキット

イノベーション・  
ジャパン2019出展

福井大学 大学院工学研究科  
材料開発工学専攻 教授 徳永 雄次

## 陰イオン 例えば

- ・シアン化物イオン
- ・亜硫酸イオン
- ・亜硝酸イオン
- ・硝酸イオン
- ・次亜塩素酸イオン
- ・リン酸二水素イオン

毒性  
殺菌作用  
生体内成分

還元作用  
酸化作用  
その他の反応剤

食品添加物(褐色化防止、防腐)、プールの消毒剤、漂白剤、肥料などに使用されている成分の一部

## 既存の検出技術1

- ・イオンクロマトグラフィー
- ・キャピラリー電気泳動法

定性・定量性に優れている

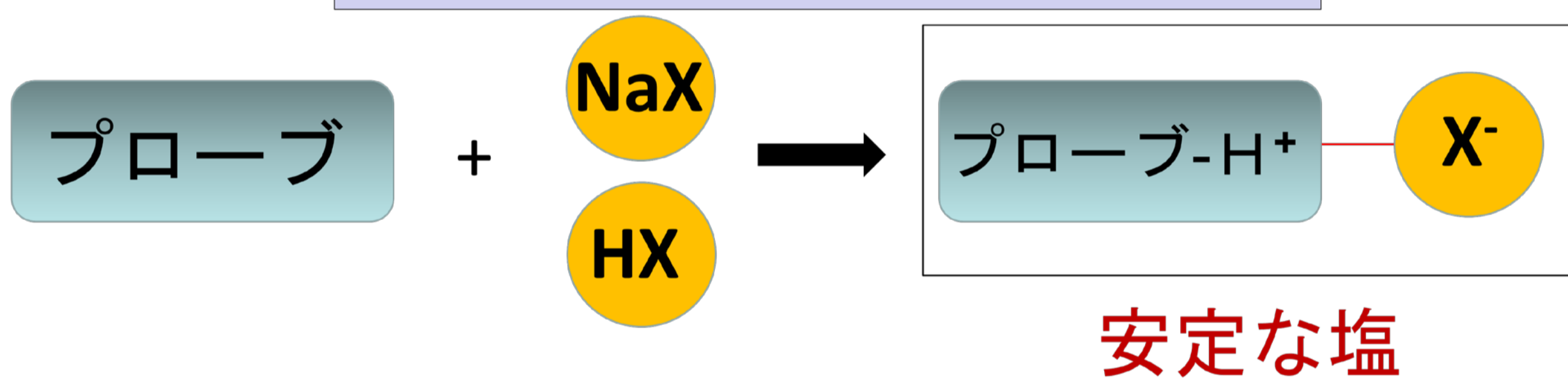
## 既存の検出技術2

- ・プローブを用いる方法

特定の陰イオンに特化

## 概要

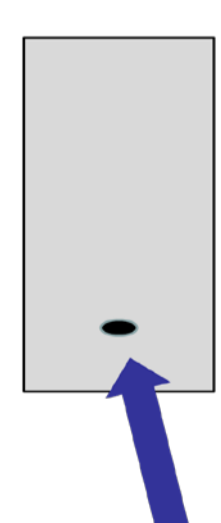
様々な陰イオンと塩を安定に形成するプローブを開発



通常は中性付近では中和されるが、安定な塩で存在し、陰イオンの性質に反映した性質を示す。

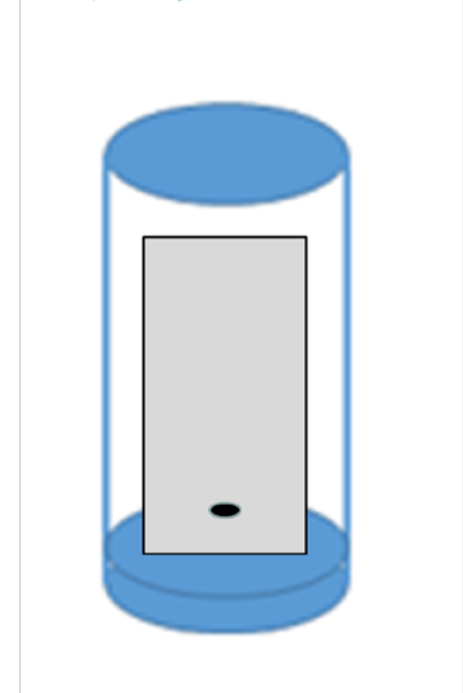
- ・薄層クロマトグラフィー分析との組み合わせで簡易に陰イオンを検出

ステップ1  
薄層板



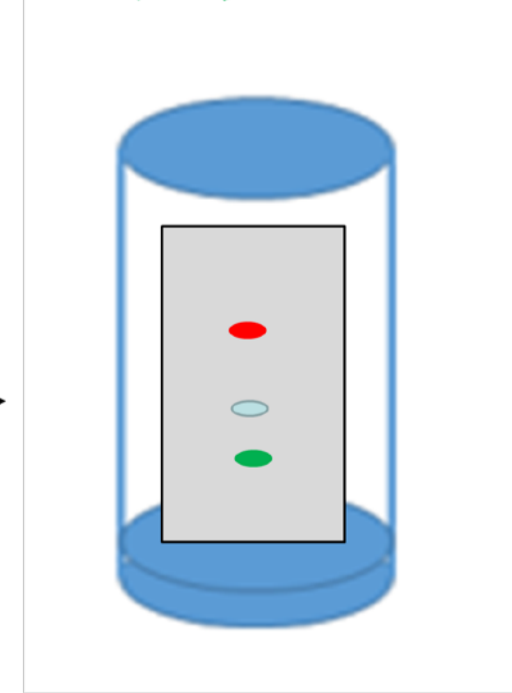
ここに試料と  
プローブを混  
合しスポット

ステップ2



展開溶媒を入  
れた瓶に浸す

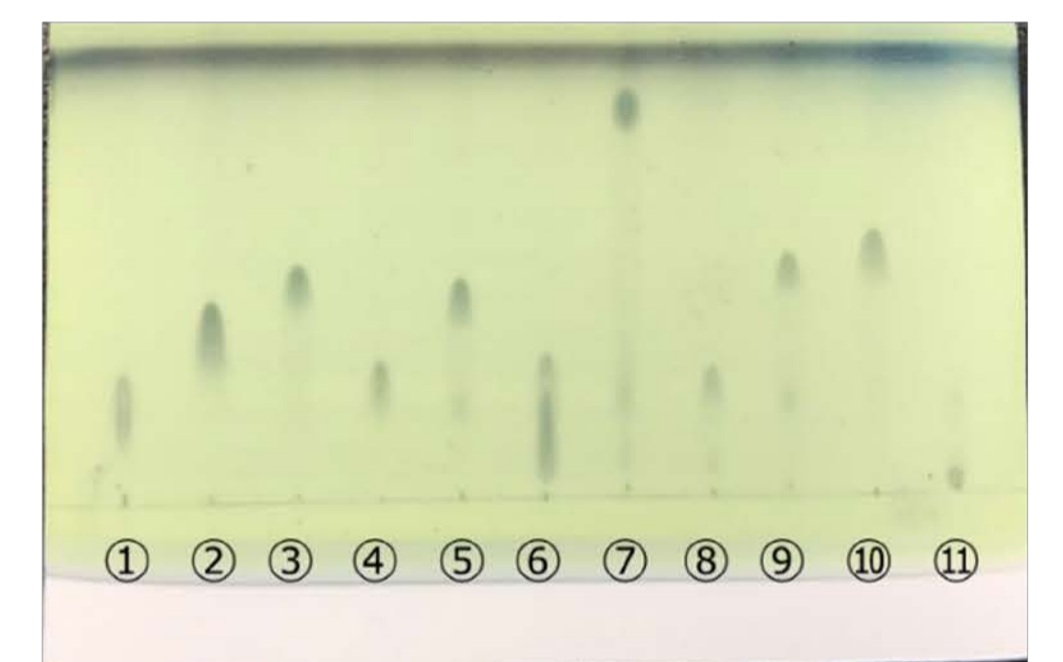
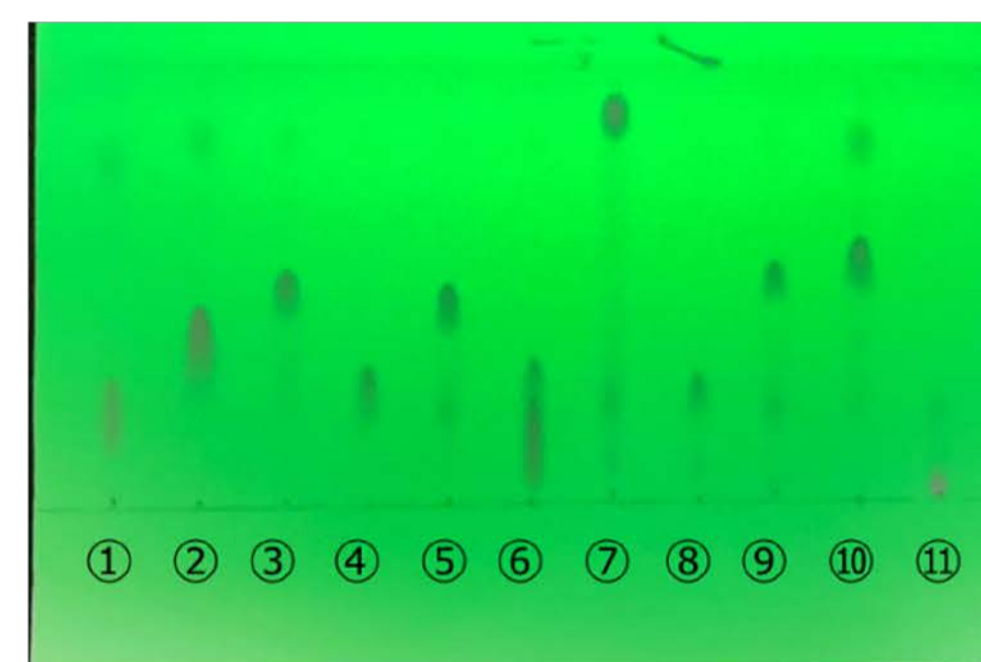
ステップ3



それぞれの化  
合物に分離

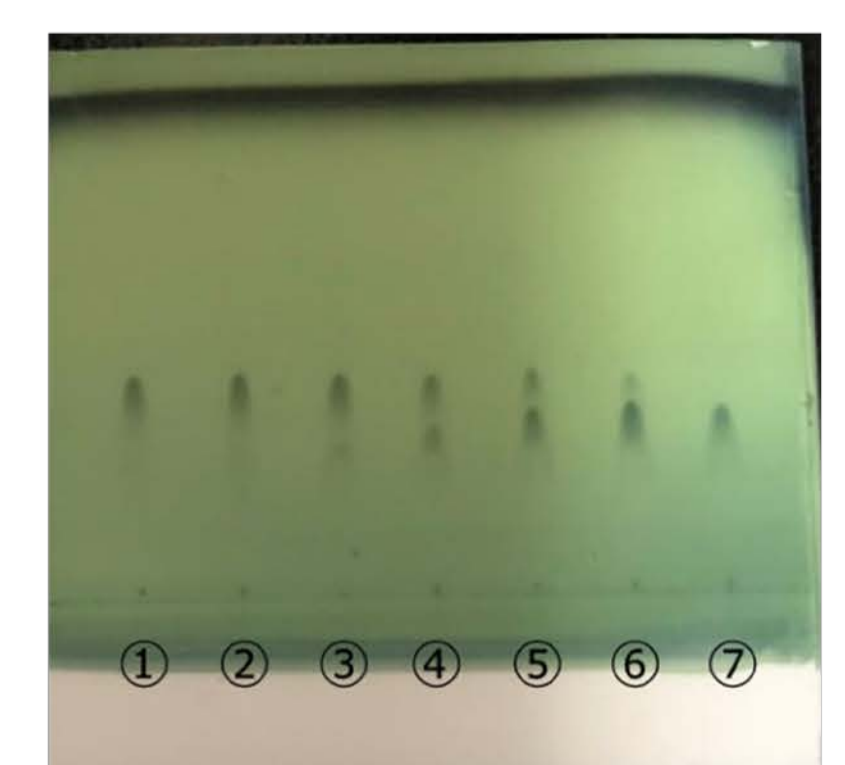
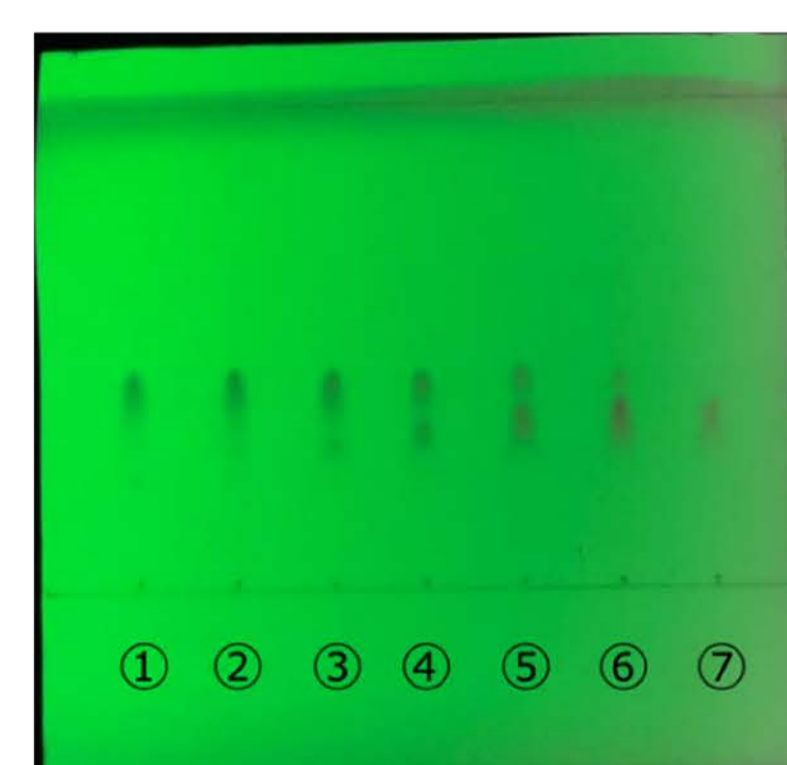
## イオン検出結果

### 個別での陰イオンの検出



TLC(シリカゲル)分析結果 (A) UV (254 nm) 照射 (B)  $12\text{MnO}_3 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$  染色  
①~⑩: プローブ + 特定の酸またはその塩、⑪: プローブ

### 混合した陰イオンの検出



TLC(シリカゲル)分析結果 (A) UV (254 nm) 照射 (B)  $12\text{MnO}_3 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$  染色  
①: プローブ + 酸A (2 eq) ②: プローブ + 酸A (1.75 eq) + 酸B (0.25 eq)  
③: プローブ + 酸A (1.5 eq) + 酸B (0.5 eq) ④: プローブ + 酸A (1.0 eq) + 酸B (1.0 eq)  
⑤: プローブ + 酸A (0.5 eq) + 酸B (1.5 eq) ⑥: プローブ + 酸A (0.25 eq) + 酸B (1.75 eq)  
⑦: プローブ + 酸B (2 eq)

## 新技術の特徴・従来技術との比較

イオンクロマトグラフィー キャピラリー電気泳動法	定性・定量性◎ 経済性？ (装置が高価・装置設置)
プローブを用いる方法	特定の化合物(汎用性?) 簡便性◎ 定性・定量性△~◎
新技術	簡便性◎ 経済性○ 定性・定量性△~◎

- ・イオンクロマトグラフィー
- ・キャピラリー電気泳動法

定性・定量性に優れている



- ・装置が高価
- ・装置のメンテナンス
- ・電源・空調・ある程度の技術が必須

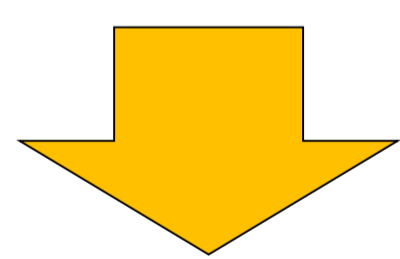
- ・プローブを用いる方法



プローブ

プローブに特定の陰イオンが結合し、  
UV吸収や蛍光特性に変化

特定の陰イオンに特化



本法は、

- ・簡便かつ迅速
- ・高い汎用性
- ・誰でもが測定できる簡易な方法

【知的財産権】

・特願2018-193762  
「陰イオン検出方法およびそのためのキット」

## 現在の検討内容1

- ・現在、種々のイオンについて簡易検出が可能な条件を見出した。しかし、対象となる陰イオン種があまりにも多く、全てのイオン種に対する分析を行ってはいない。
- ・今後、用途に応じた陰イオン種に対するデータの集積が必要不可欠。



様々な陰イオン種に対するマップの作製

## 現在の検討内容2

- ・現在、紫外線ライトを照射、または、呈色試薬を用いて、目的のスポットを検出。



- ・今後、プローブに色素を導入し、目視で観測できるプローブへの変更(合成は終了)。

## キット化への取り組み

- ・薄層板の選定(ペーパークロマトなど)
- ・展開溶媒の選定

## 用途

- ・廃液/排水施設での簡易チェック  
特に多種にわたる試薬を使用する工場排水
- ・分析困難な場所でのチェック  
高地などの水場における簡易測定  
食品を扱う現場での簡易測定

【連絡先】

福井大学 産学官連携本部

知的財産・技術移転部 中山 淑恵

TEL: 0776-27-9725 FAX: 0776-27-9727

E-mail: titekiall@ml.u-fukui.ac.jp

# ラテックスの直接エレクトロスピニングによる異方性ゴムシートの創製

## Fabrication of anisotropic rubber sheet by direct electrospinning of latex

イノベーション・ジャパン  
2019出展

藤田 聡

福井大学 学術研究院工学系部門 繊維先端工学講座  
\*Tel: +81-776-9969; E-mail: fujitas@u-fukui.ac.jp

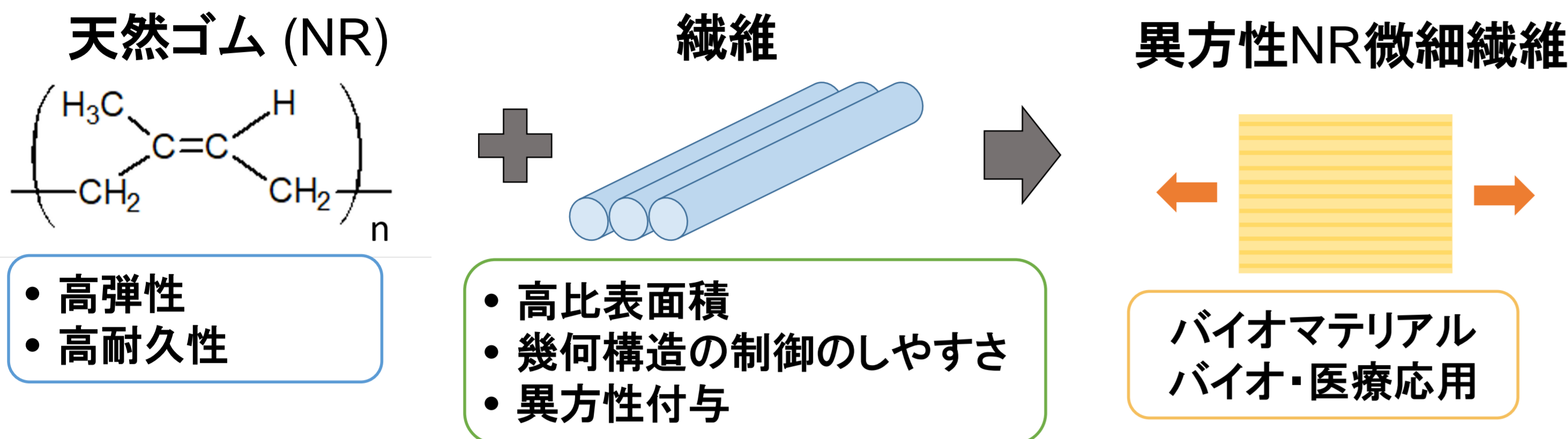


### Abstract

天然ゴム(NR)は高弾性・耐久性・柔軟性を兼ね備えた優れたバイオベースの天然ポリマーである。NRは、水系エマルジョンである天然ゴムラテックス(NRL)として得られ、NRLを精製、バルク材料やシート材料に加工することで、広く利用されている。しかし、繊維材料への加工は困難であり、とくにNRLからの直接繊維化はこれまで報告がなかった。微細繊維を効率よく得る簡便な手法としてエレクトロスピニング法がよく知られており、同法によるNRLか

らNR微細繊維の直接紡糸が期待されている。NR微細繊維をうまく作成することができれば、一方に配向させた異方性ゴムシートや、多孔性の高通気性ゴムフィルム等の実現が期待される。本研究では、水溶性ポリマーを添加したNRLを直接エレクトロスピニングにより紡糸し、のちに洗浄して水溶性ポリマーを除去するという手法で異方性ゴムシートを製造する技術の確立に成功した。得られた異方性ゴムシートはNRの可能性を拓く有望な新材料となりうる。

### 背景

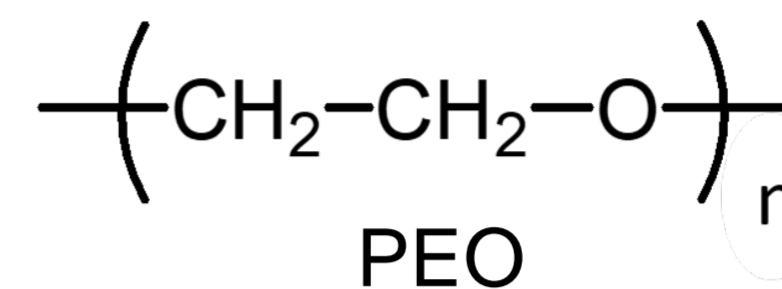


### アプローチ

#### PEOと混合してエレクトロスピニング

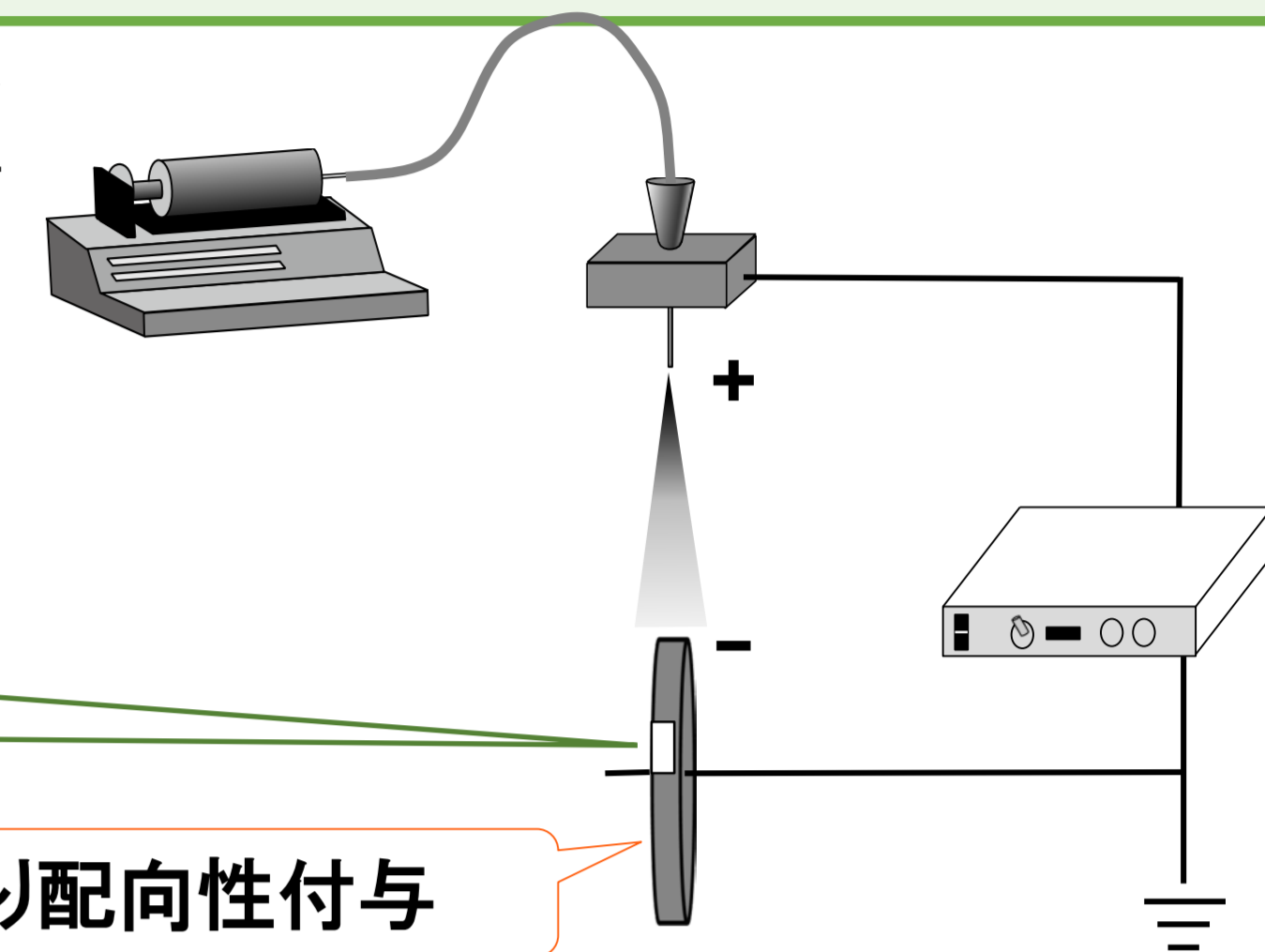
ポリエチレンオキド (PEO)

- 水溶性
- 高粘度

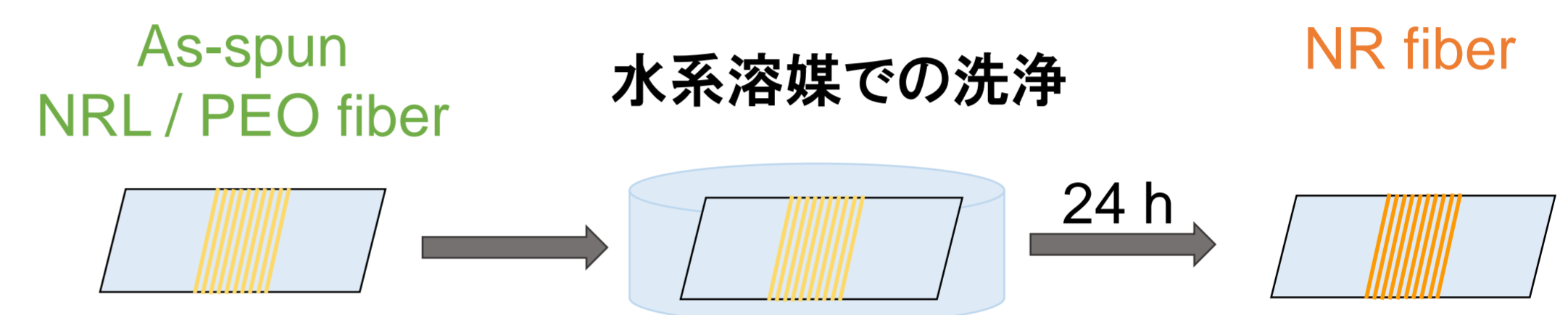


NRL/PEO  
ブレンドファイバー

回転コレクタにより配向性付与



#### 洗浄操作によるPEOの除去



### 既報研究例

#### ブレンドファイバー

L. M. M. Costa et al. *J. Mat. Sci.* 2013: 48 8501-8508

#### 有機溶媒で精製したNRの利用

I. Cacciotti et al. *Mat. Design* 2015: 88 1109-1118

### 本技術のポイント

#### NRラテックスの直接紡糸

- ラテックス精製不要
- 有機溶媒フリー
- バイオマス由来
- 低コスト

### 紡糸したシートの形態観察

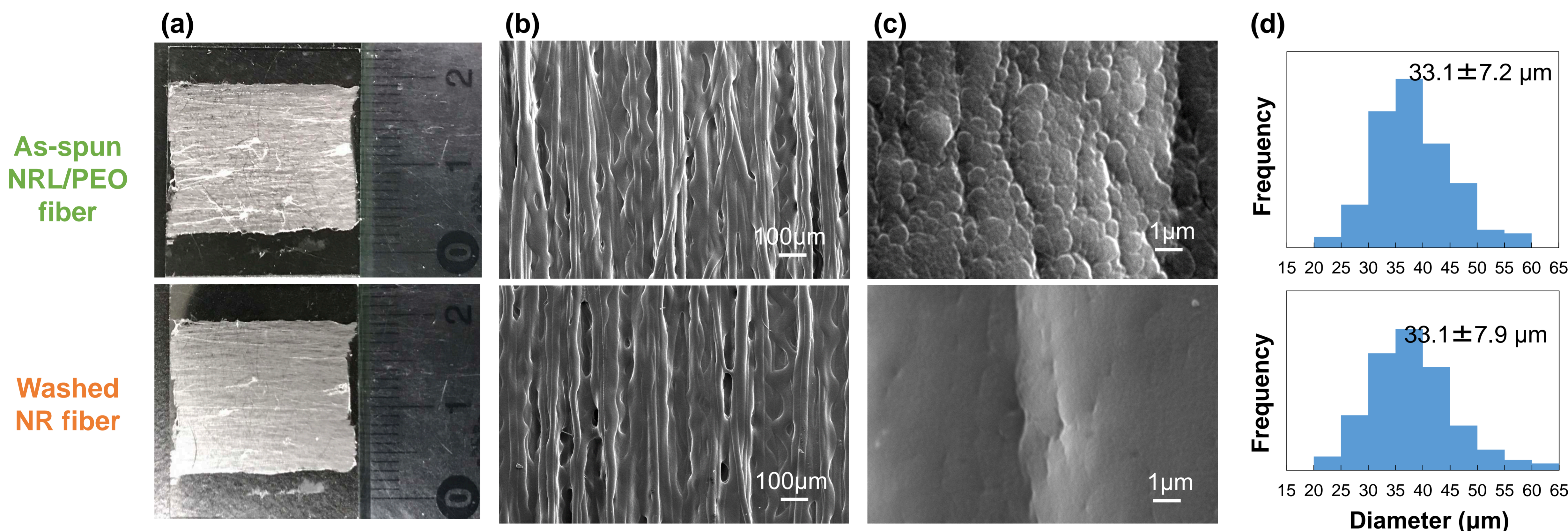


Fig. 1 (a) Macroscopic images of As-spun NRL/PEO fiber and washed NR fiber. (b and c) SEM images of fabricated fibers. (d) Distribution of fiber diameters.

一方に配向した多孔質の微細ファイバーシートを得た。

### 化学的組成の解析

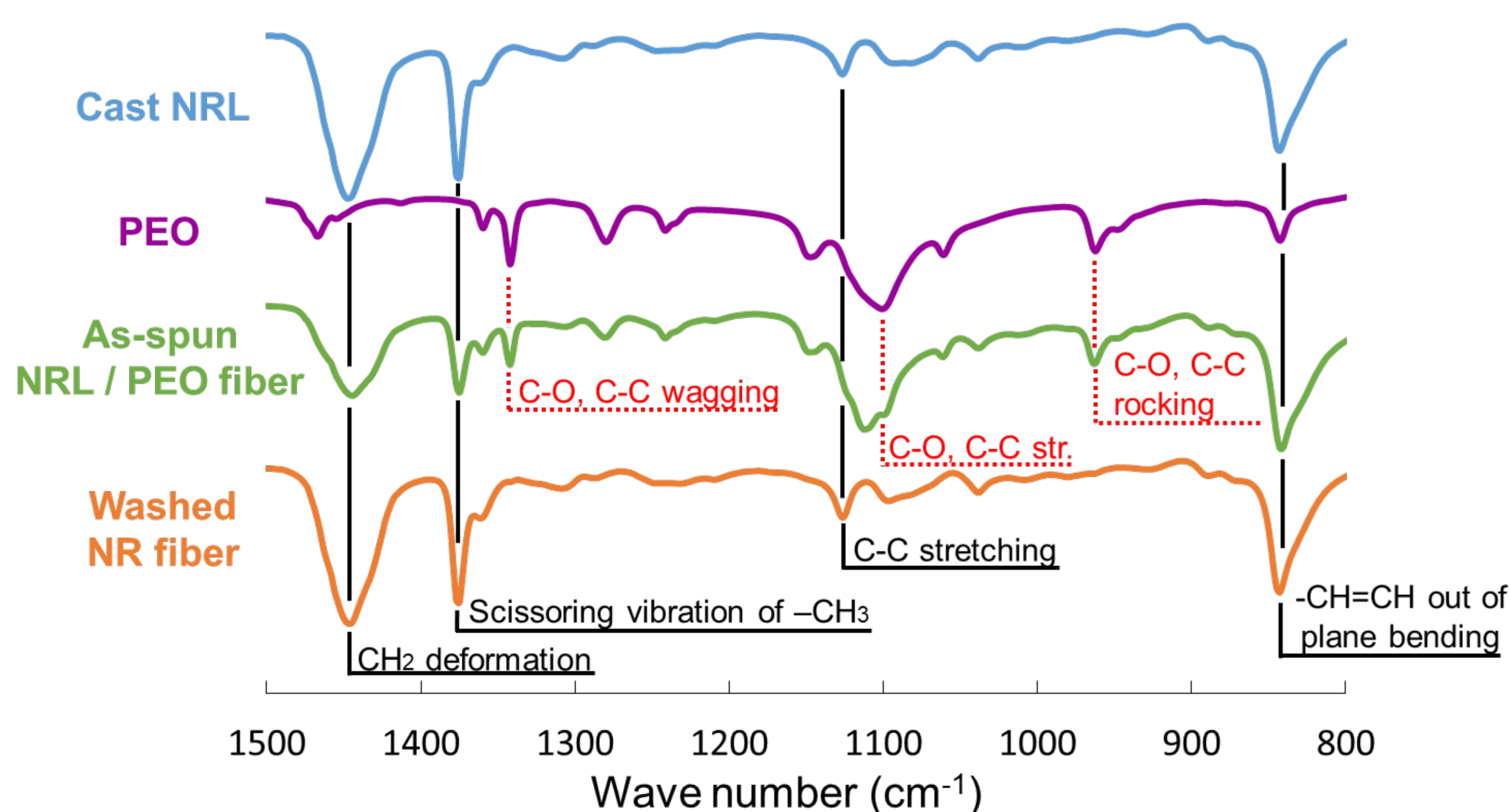


Fig. 2 ATR-FTIR spectra of cast NRL, PEO, As-spun NRL/PEO fiber and Washed NR fiber. The measurements were performed for wavenumbers of 4,000 to 800  $\text{cm}^{-1}$  at a resolution of 4  $\text{cm}^{-1}$  using a KBr detector. An average of 64 scans were performed.

洗浄操作によりas-spun NRL/PEO fiberからPEOを完全に除去し、NRのみから成るファイバーを得た。

### 力学的特性の評価

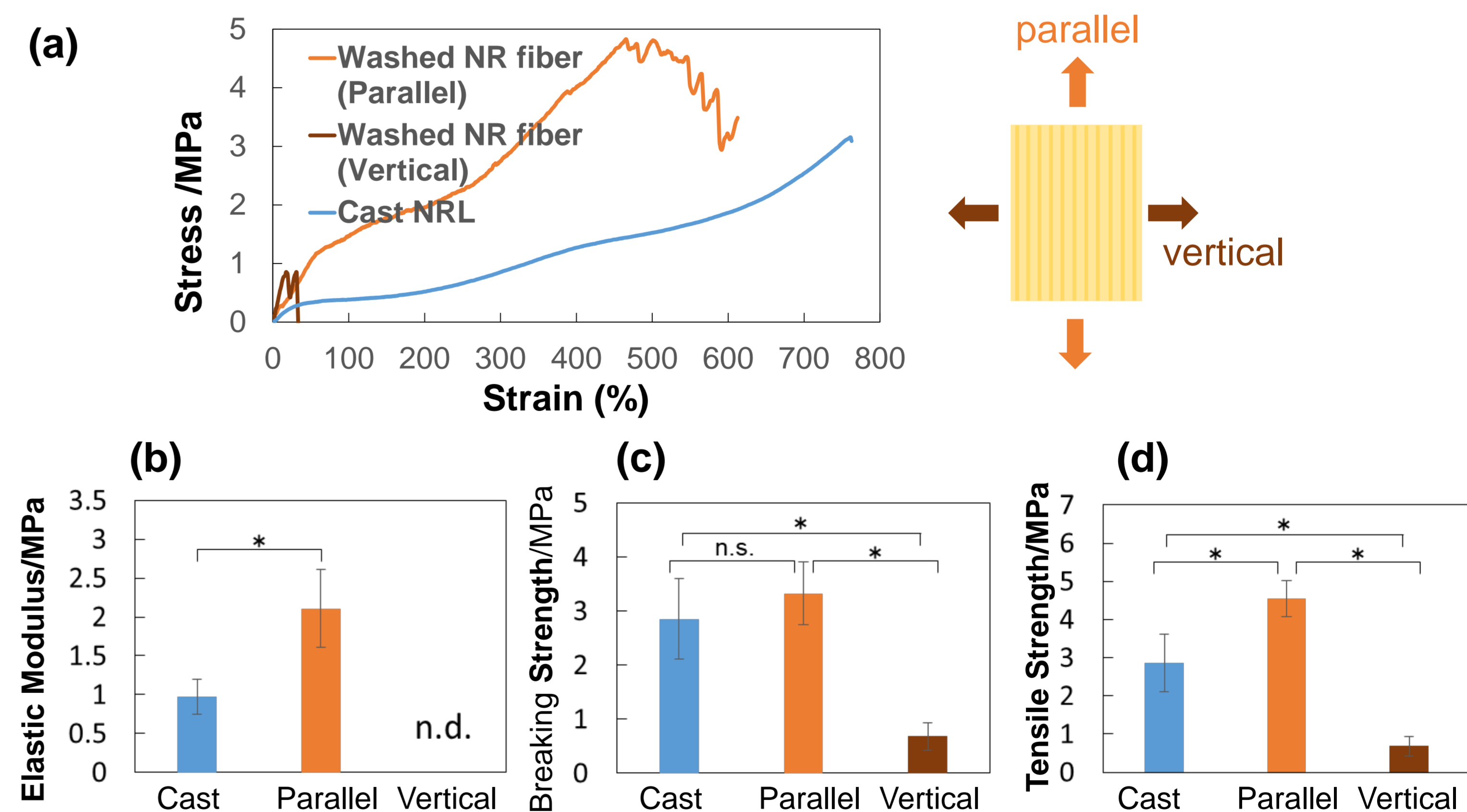


Fig. 3 (a) Stress-strain curve of washed NR fiber/ (b) Elastic modulus, (c) breaking strength and (d) tensile strength. \*:  $p < 0.05$ ; n.d.: not determined

作製したシートは力学的な異方性を有していた。

### 結言・展望

1. NRLと水溶性ポリマー(PEO)をブレンドした溶液をエレクトロスピニングを用いることで微細ファイバーを紡糸することに成功した。
2. これを洗浄し水溶性ポリマーを除去することで平均直径約30 $\mu\text{m}$ の純粋なNRファイバーを得た。

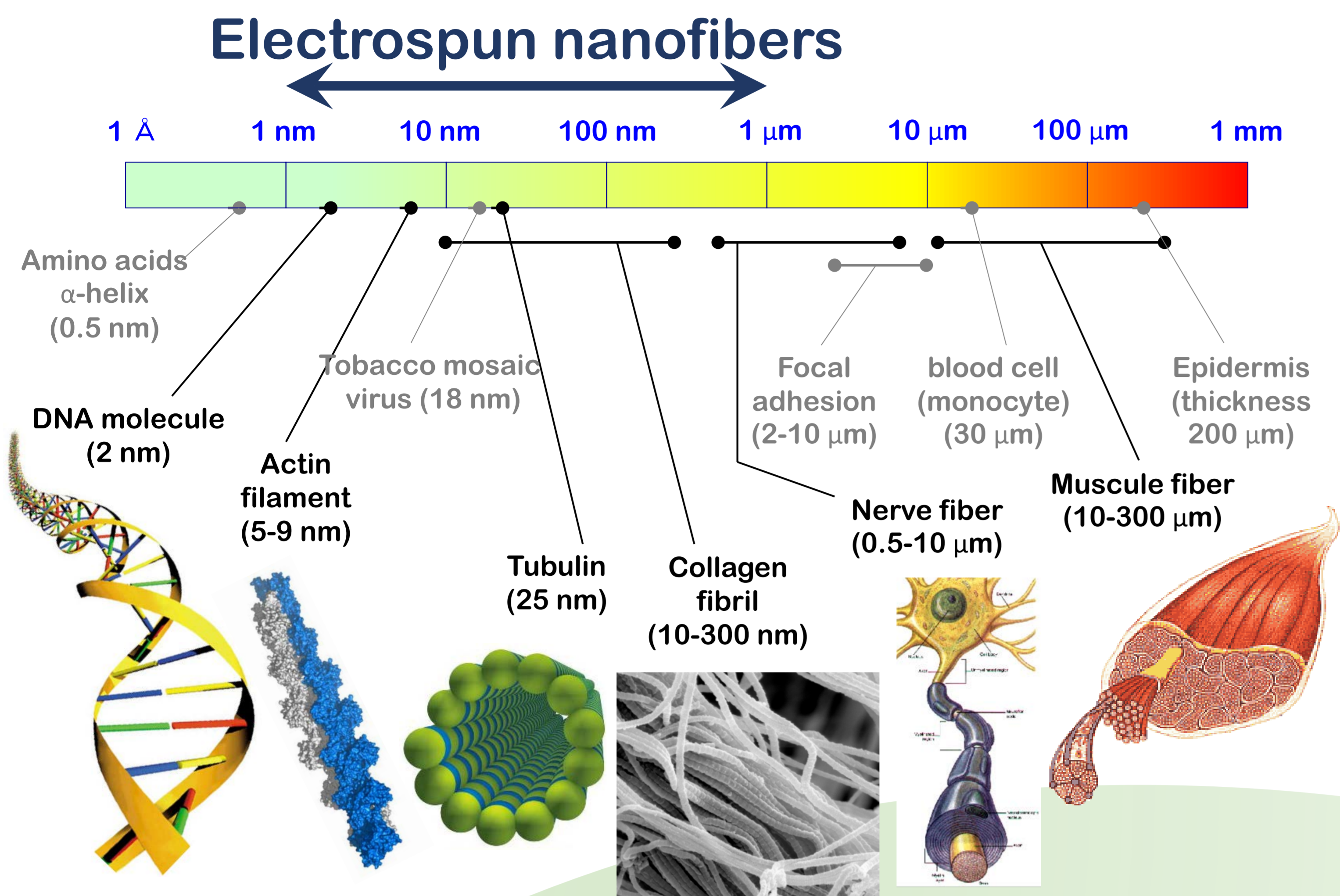
3. 得られたNRファイバーのシートは繊維軸方向に高い機械的強度を示し、繊維に垂直な方向には弱く、力学的異方性を有する材料であった。
4. これらの性質は従来の天然ゴムシートにはないものであり、新たなバイオマスとしてその利用が期待される。

(特許出願中) 特願2019-090508号「繊維、不織布および繊維の製造方法」

# ELECTROSPINNING

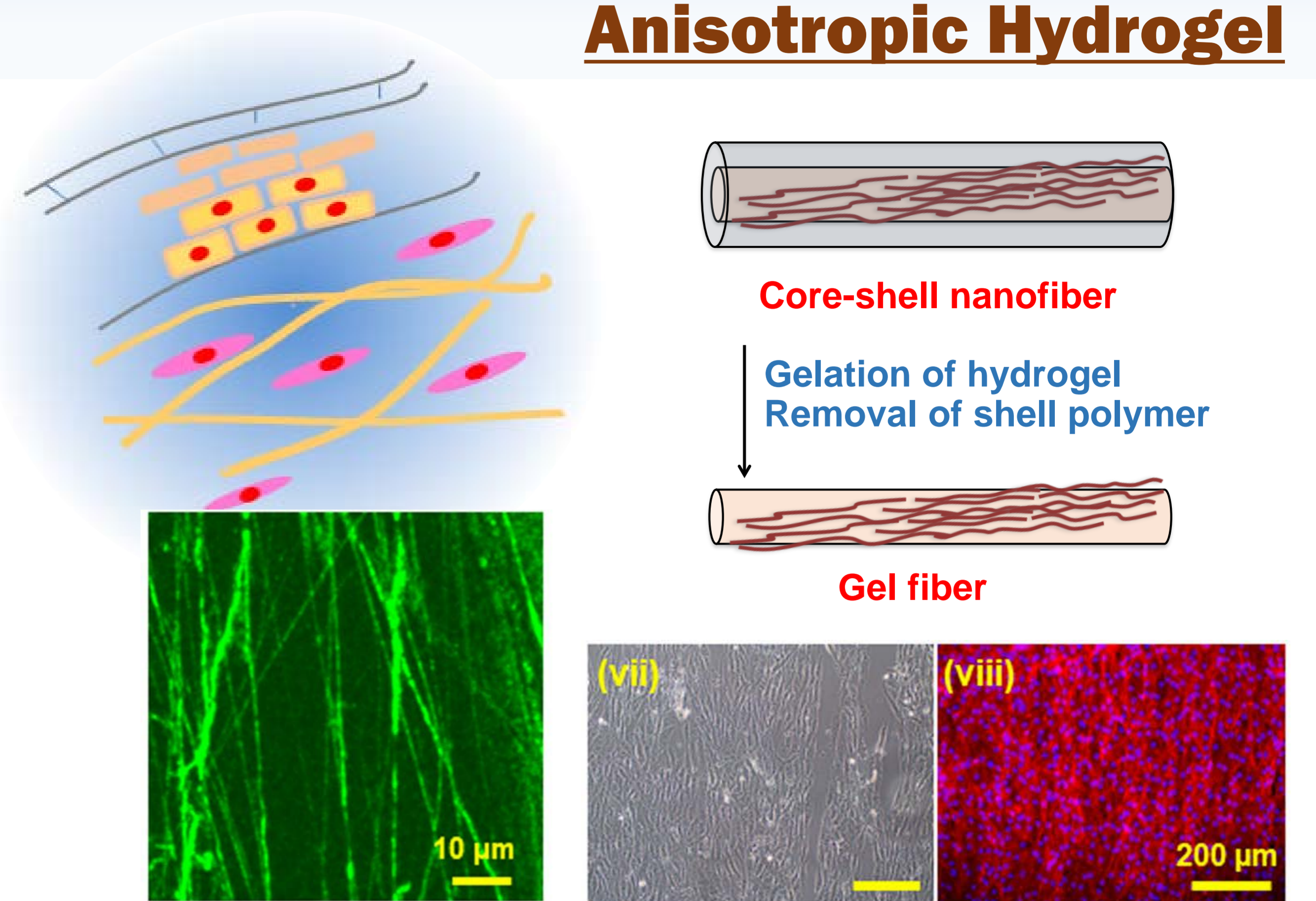
## Potential of Nanofibers as Biomaterials

### Nanofibers in Living Tissue



Living tissue includes many scales of the fibrous structure.

### Anisotropic Hydrogel

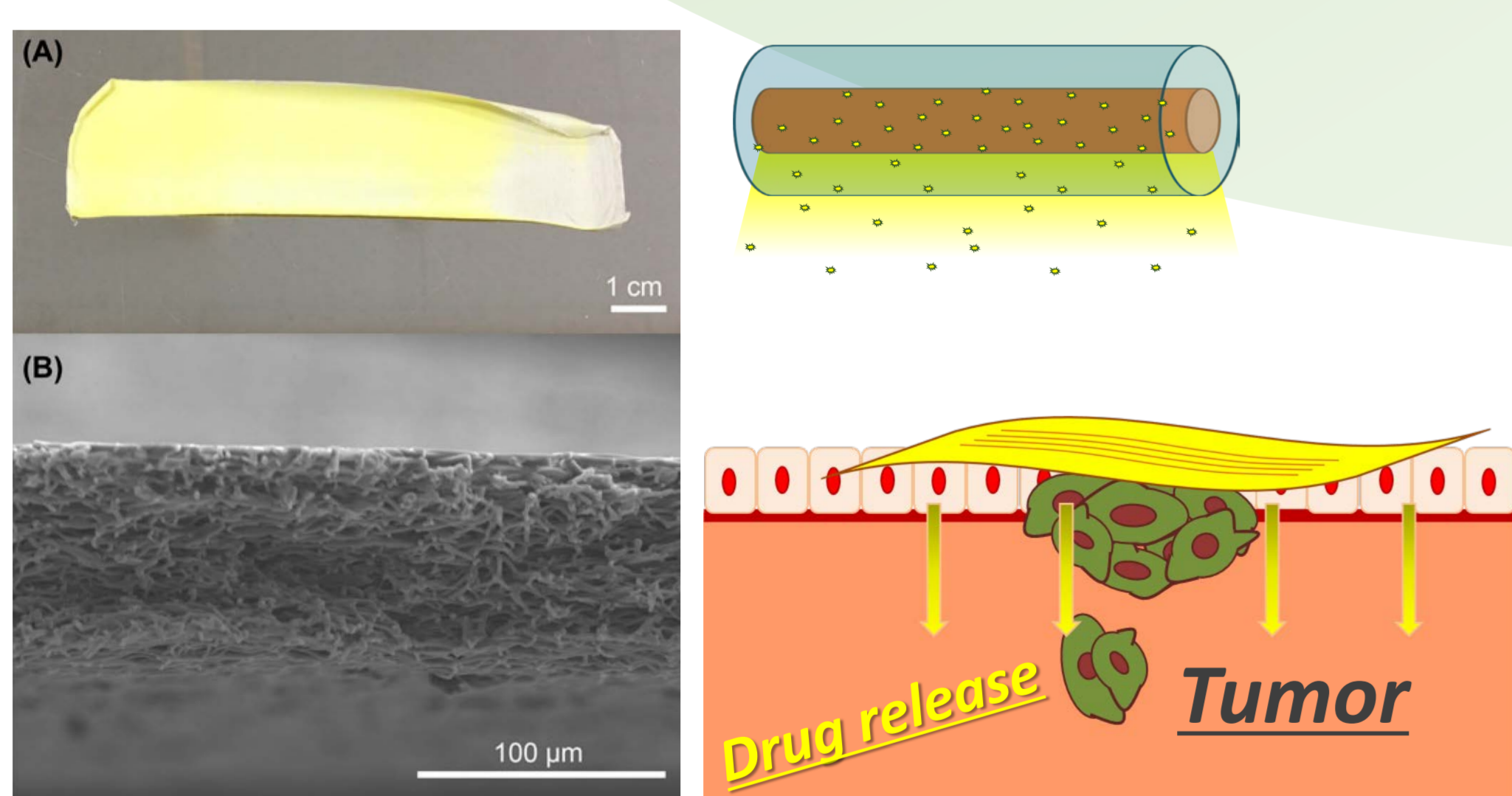


Physically-crosslinked native collagen bundled by using water-based core-shell electrospinning was used for an anisotropic hydrogel scaffold to control cell orientation.

### Keywords

**Core-shell electrospinning,  
Geometrical control,  
Cell biological analysis,  
Biomimetic ECM**

### Drug Delivery Matrix



Core-shell nanofibers have a potency to inhibit diffusion of drugs embedded in nanofibers.

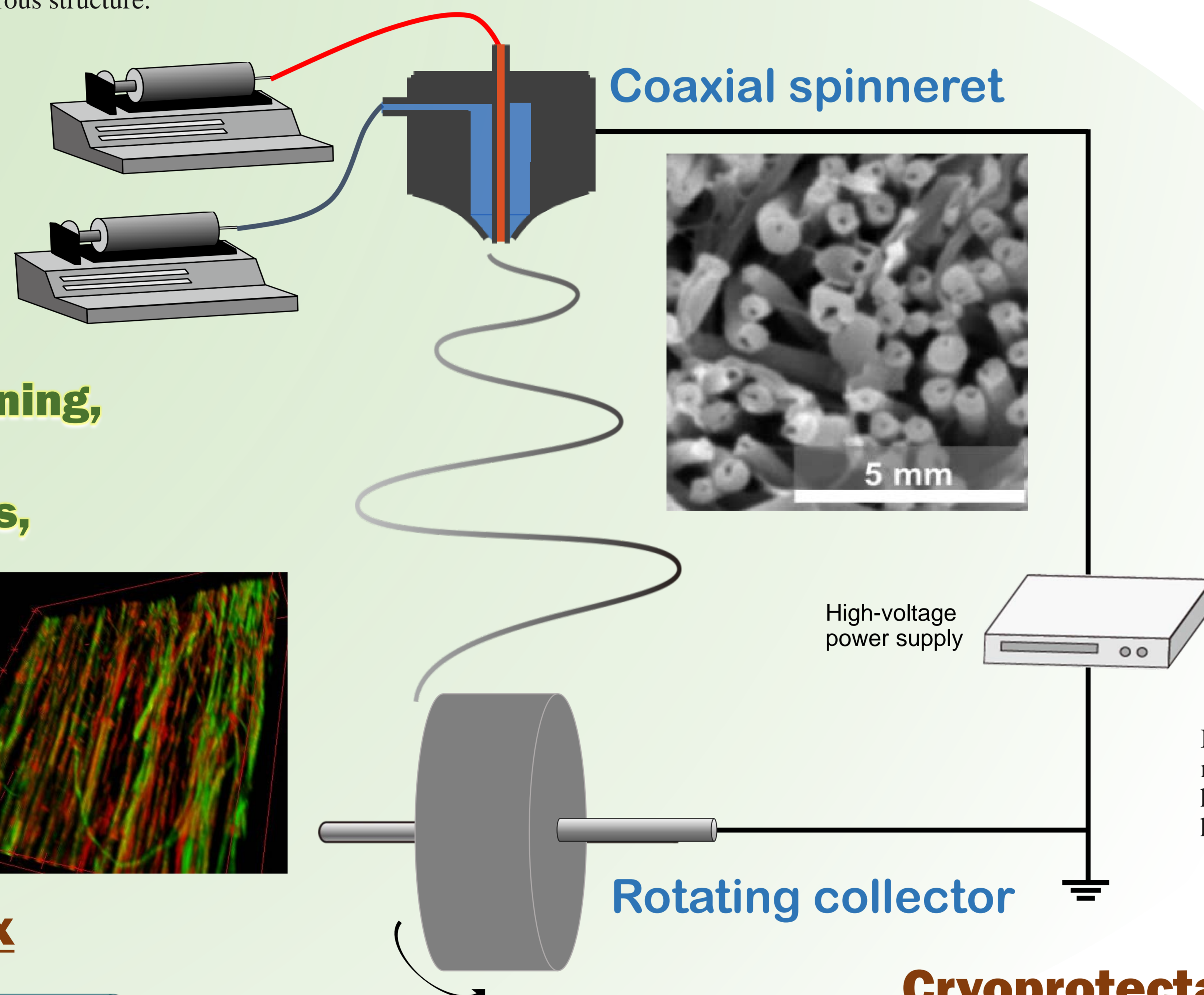
Native collagen hydrogel nanofibres with anisotropic structure using core-shell electrospinning, Y. Wakuda, S. Nishimoto, S. Suye, S. Fujita, *Sci. Rep.*, **8** 6248, 10p, 2018.

Direct cryopreservation of adherent cells on an elastic nanofiber sheet featuring a low glass-transition temperature, O. Batnyam, S. Suye, S. Fujita, *RSC Adv.*, **7**, 51264-51271, 2017.

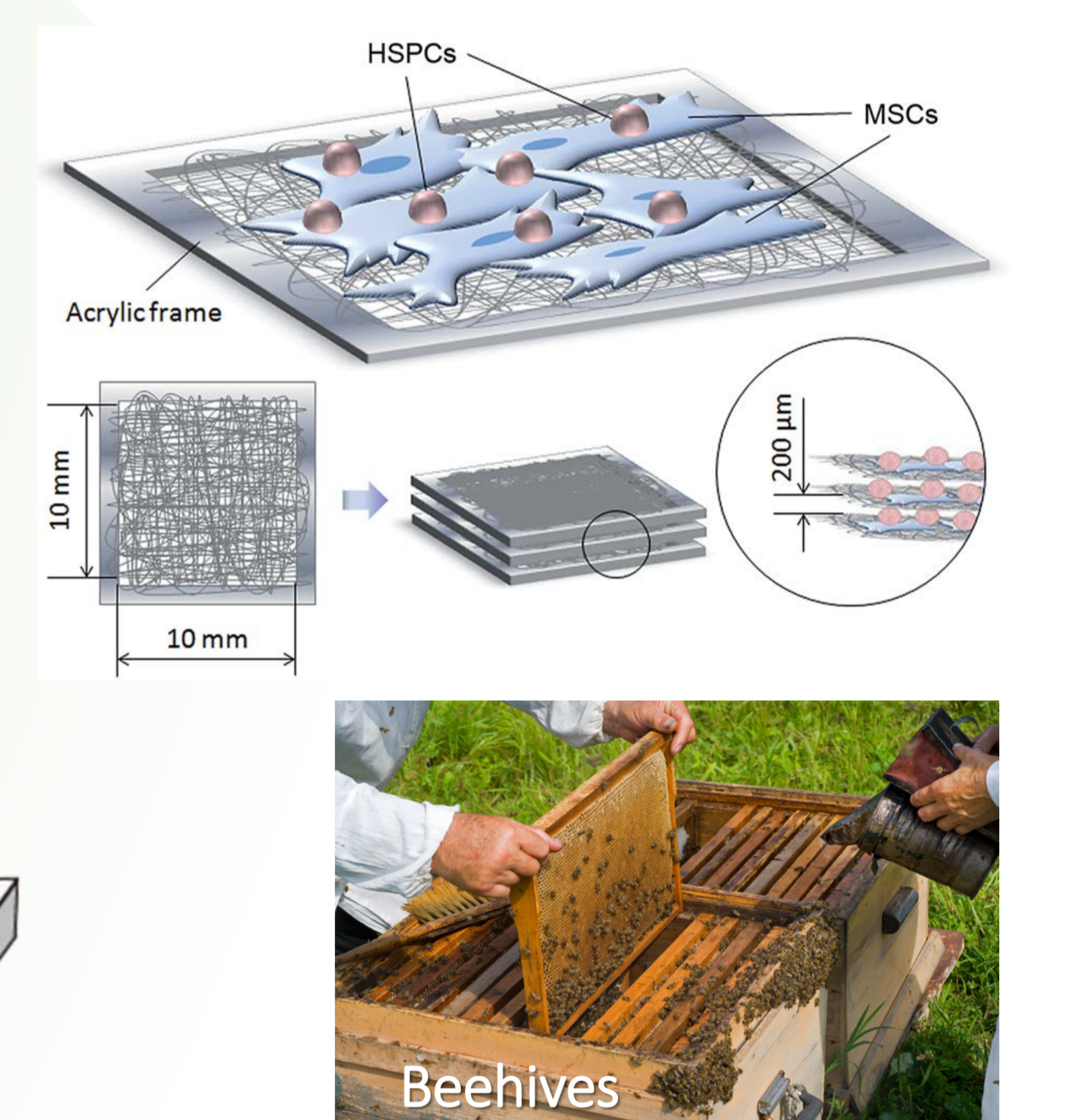
Estimation of the Core-Shell Formation Efficiency of Electrospun Collagen/Poly(lactic Acid) Nanofibers, A. Kato, S. Suye, S. Fujita, *Kobunshi Ronbunshu*, **73**, 366-369, 2016.

Biohybrid hematopoietic niche for expansion of hematopoietic stem/progenitor cells by using geometrically controlled fibrous layers, O. Batnyam, H. Shimizu, K. Saito, T. Ishida, S. Suye, S. Fujita, *RSC Adv.*, **5**, 80357-80364, 2015.

Taiwanin A Incorporated Polyurethane Fiber Sheets for Prevention of Postoperative Cancer Recurrence, O. Batnyam, H. Uematsu, C. W. Chou, S. Suye, S. Fujita, *J. Biomater. Sci. Polym. Ed.*, **26**, 558-571, 2015.

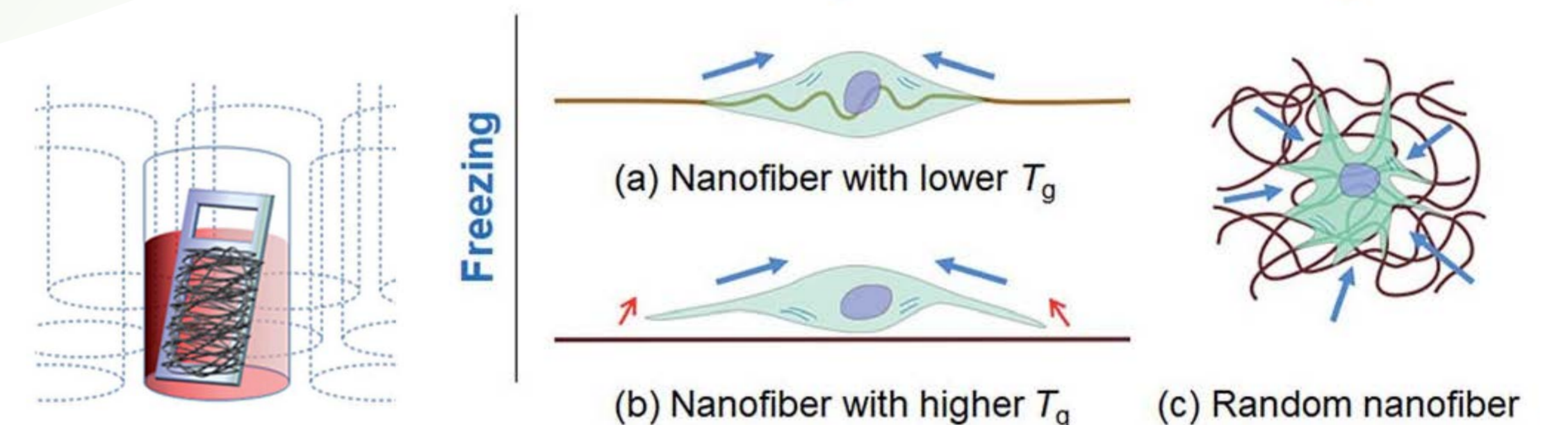


### 3D Culture Scaffold



Beehive-like Layered nanofiber sheets which mimicked bone marrow microenvironment have achieved a high-dense expansion of hematopoietic stem cell.

### Cryoprotectant of Adhesive Cells



Flexible nanofiber scaffold was proved to be used for direct cryopreservation of adhesive cells by inhibiting physical cryoinjury in the freeze-thawing process.

**Associate Professor**  
**Satoshi FUJITA, Ph.D., P.E.Jp.**

**Dept. of Frontier Fiber Technology and Science,  
Graduate School of Engineering,  
University of Fukui;**  
Bunkyo 3-9-1, Fukui-shi, Fukui 910-8507, Japan;  
Tel: +81-776-9969; E-mail: fujitas@u-fukui.ac.jp



# 振動に強い高速・高精度 3次元形状計測装置

従来の3次元計測装置  
キャリブレーション後の  
ピント調整はできないの  
が常識だった。

提案手法

CEATEC JAPAN 出展

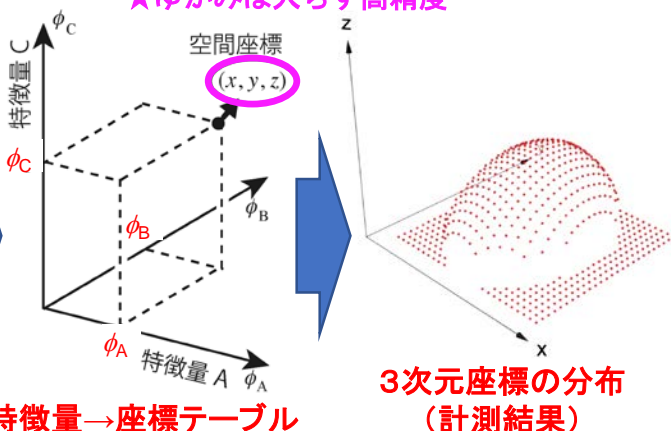
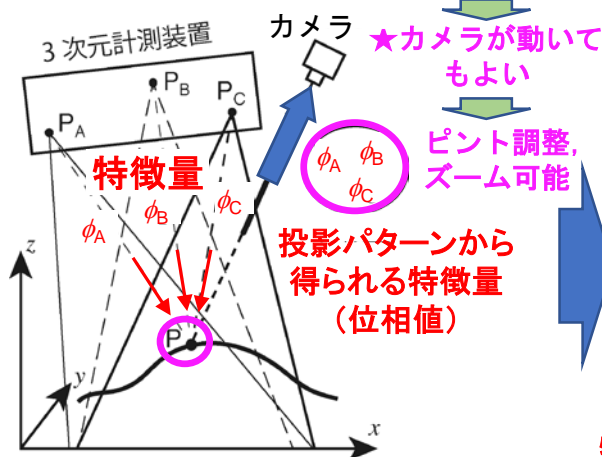
計測原理の根本に立ち返ることで、  
これまでの常識を覆す。  
(長年の課題が解決できた)

## 特徴量型全空間テーブル化手法

プロジェクター3個

★カメラの位置情報は不要

★テーブルを参照するだけなので、高速  
★ゆがみは入らず高精度



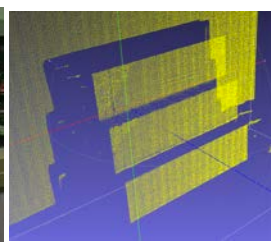
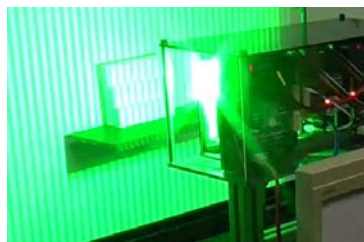
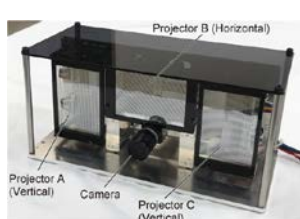
テーブル参照により  
複雑な計算はしない。

瞬時に計測結果が  
得られる。

リアルタイム化も  
可能

## 試作装置と計測例

試作装置 (1号機)

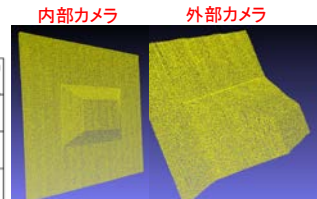
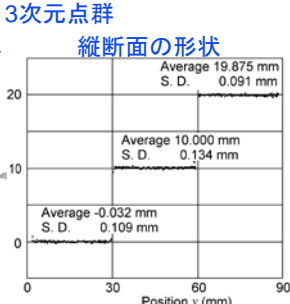
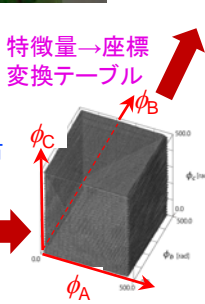
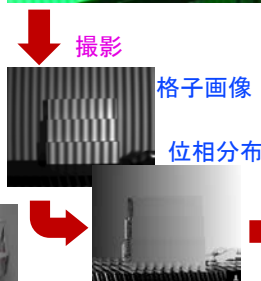
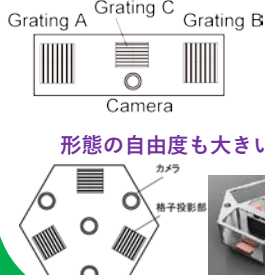


カメラを外部にとりつけても  
3次元計測可能!

段差: 10.06 mm



現状  
・計測時間  
約0.3秒  
・精度  
0.1 mm



内部カメラ、外部カメラともに、  
計測精度は変わらない。

# 世界初！いつでもピント調整やズームができる3次元計測

## 特微量型全空間テーブル化手法

Feature quantity type Whole-Space Tabulation Method  
(F-WSTM)

画像内の位置を3D座標算出に使わなくても3次元計測はできる

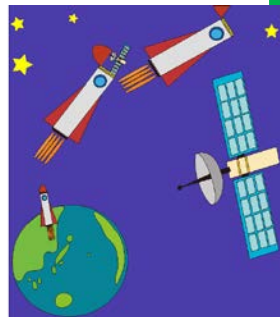
### ★メンテナンスフリー

- ・プレス工場での形状検査
- ・悪路走行ロボット搭載
- ・ロボットアーム搭載
- ・宇宙空間での3次元計測  
(打ち上げ時の振動に耐える)
- ・再校正のメンテナンスができない場合  
(海外, 宇宙, 原子炉内など)

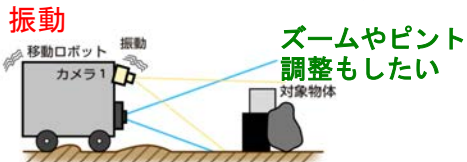
### ★振動の多い工場でも使える

### ★凸凹道でも使える

従来できなかったことが  
できるようになる！

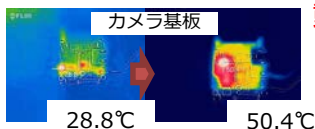


従来の3次元計測装置がうまく使えない場面

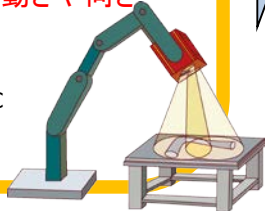


振動や熱変形などで光学系がずれる

### ★メンテナンスが必要



動きや向き



これで解決!!!

【知的財産権】

・特願2017-092144 (特許第6308637)  
PCT/JP2018/017592  
「特微量を用いた3次元計測方法およびその装置」

【連絡先】

福井大学 産学官連携本部  
知的財産・技術移転部 中山 淑恵  
TEL : 0776-27-9725 FAX : 0776-27-9727  
E-mail: titekiall@ml.u-fukui.ac.jp