

# ナノ機能性材料統合マイクロデバイスのディスプレイ・アクチュエータ・センサ応用



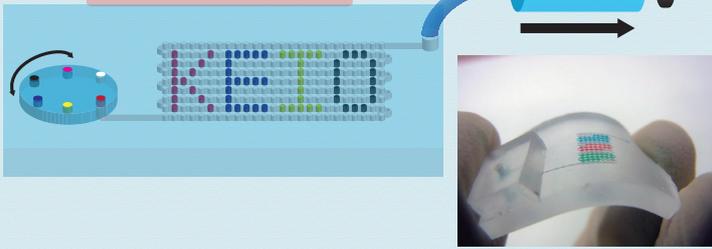
慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 尾上研究室

研究室 HP <http://www.onoe.mech.keio.ac.jp>

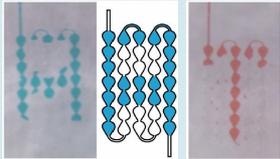
## 液体を利用した無電力で表示可能な反射型ディスプレイ

マイクロドット流路を用いた反射型ディスプレイ

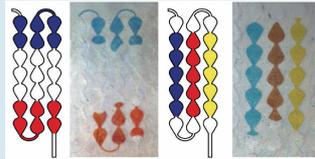
- ・複数色による表示
- ・流入後は電力消費なし



単色による文字の表示



複数色の流入



鮮やかな色彩・低消費電力の反射型ディスプレイへの応用

Kazuhiro Kobayashi, Hiroaki Onoe, "Microfluidic-based flexible reflective multicolor display," *Microsystems & Nanoengineering*, 2018.

## グラフェン転写チューブによるインライン型マイクロ圧力センサ

マイクロ流体デバイスのための分岐のない圧力センサ

**General pressure sensor**

Syringe pressure sensor:   
 X Branched flow path required   
 X Large liquid volume required

**Graphene**

- Extreme sensitivity and thinness
- Electric resistance changes caused by mechanical deformation

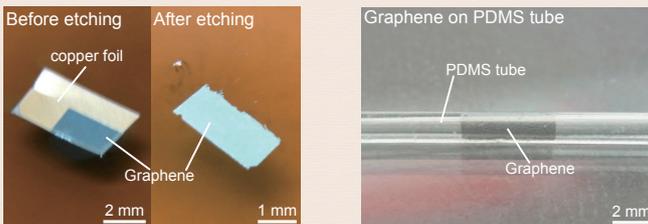
[GF: B.1 (Y. Lee et al., *Nano Lett.*, vol.10) 12.1 (Y. Eswarath et al., *Nanoscale*, vol.4) 151 (X.W. Fu et al., *Appl. Phys. Lett.*, vol.99)]

**Our proposed sensor**

Flow → PDMS tube → Graphene → Conductive adhesive → Microfluidic device

○ No branched flow path required   
 ○ No pressure and volume loss

- (1) Copper foil with graphene was floated on Cu etching solution (45°C)
- (2) The copper foil was etched for 10 minutes
- (3) PDMS tube was dipped into the solution
- (4) Graphene was transferred
- (5) The tube was washed with pure water

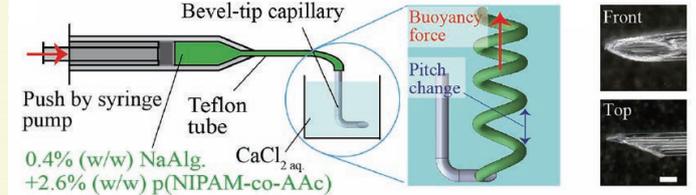


細胞培養チップの圧力モニタに利用可能

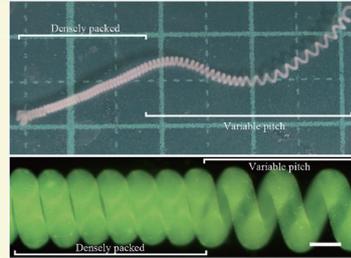
Nagisa Inoue, Hiroaki Onoe, "Graphene-based inline pressure sensor integrated with elastic microfluidic tube," *J. Micromech. Microeng.*, 2018.

## マイクロ流体デバイスにより形成される刺激応答性ソフトアクチュエータ

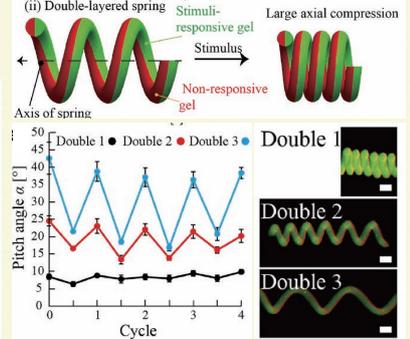
温度・pH 応答性ゲルを用いたマイクロファイバ作製技術



スプリングのピッチ変化



温度刺激への応答特性



ソフトゲルアクチュエータ・自律駆動マイクロロボット

Koki Yoshida, et al., "Spring-shaped stimuli-responsive hydrogel actuator with large deformation," *Sensors and Actuators B-chemical*, 2018.

## 刺激応答性構造色ゲルを用いた生化学センサ

構造色ハイドロゲルセンサ

構造色

刺激応答性ゲル

コロイド粒子

電気二重層

収縮

膨潤

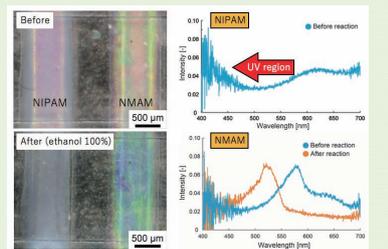
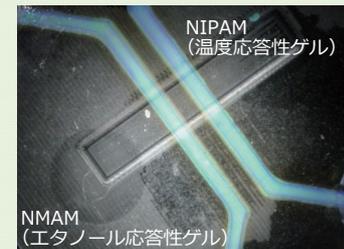
ゲルの膨潤収縮

↓

粒子間距離の変化

↓

構造色の変化



視認可能・継続計測可能な生体情報センサへの応用

Kenta Niibe, Hiroaki Onoe, "Multiple structural color hydrogel array integrated with microfluidic chip for biochemical sensor," *Transducers* 2017.

# 薬物試験・再生医療を目指した マイクロ3次元培養システム

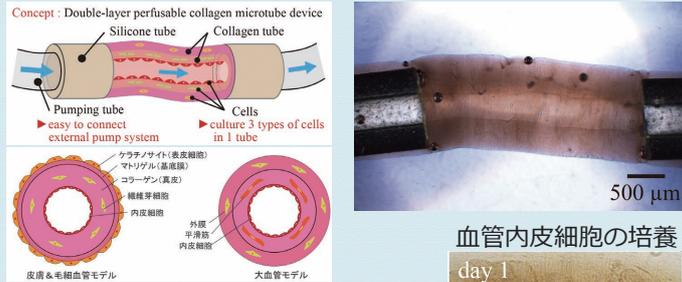


慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 尾上研究室

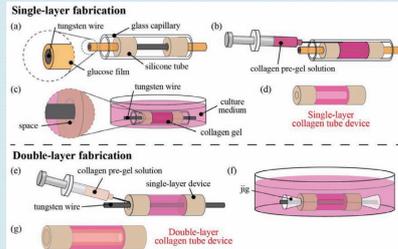
研究室 HP  
http://www.onoe.mech.keio.ac.jp

## 三次元灌流培養可能な マイクロチューブ培養デバイス

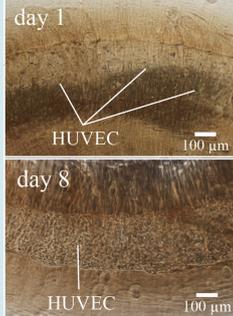
コラーゲン・シリコーン一体型培養デバイス



モールドによる簡便な作製法



血管内皮細胞の培養

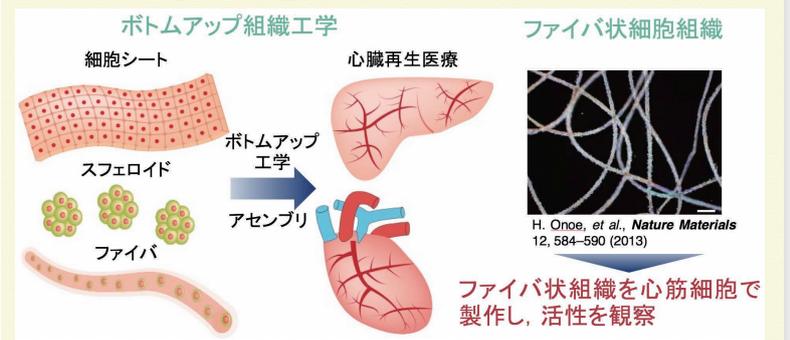


薬物試験や再生医療のための灌流型3次元組織モデル

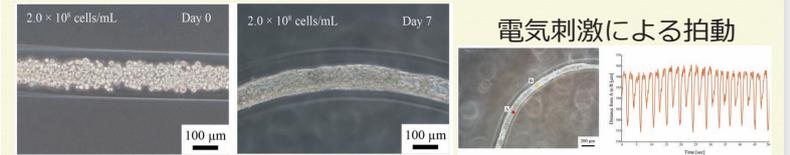
Shun Itai, Hiroaki Onoe, "Double-layer perfusable collagen microtube device for heterogeneous cell culture," *Biofabrication*, 2018.

## ヒト iPS 誘導心筋細胞を用いた マイクロファイバ型三次元組織

ヒト iPS 由来心筋細胞を封入したハイドロゲルマイクロファイバ



ファイバ状心筋組織



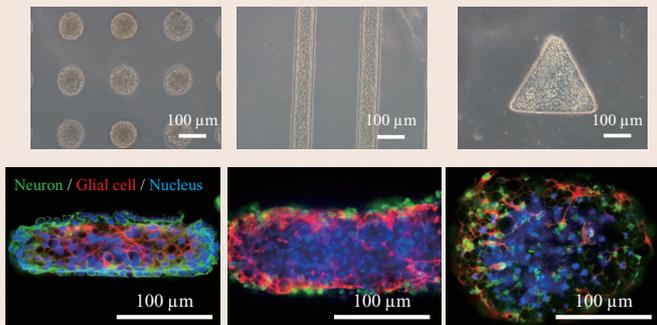
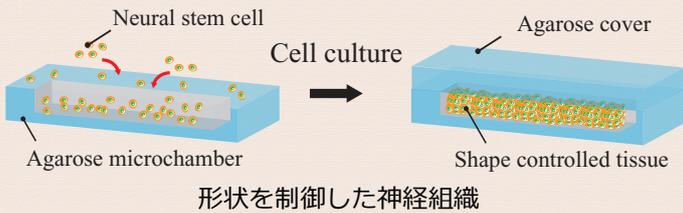
慶應義塾大学工学部 循環器内科 福田先生・藤田先生・遠山先生との共同研究

心筋組織の収縮力の評価や移植可能な in vitro 組織への応用

Yuta Kurashina, et al., "Formation of microfiber-shaped in vitro tissues with human iPS-derived cardiomyocytes," *Int. Conf. on Adv. Tech. Mech. Bio. and Reg. Med.*, 2018.

## 組織形状の制御による 神経幹細胞の分化誘導

ソフトリソグラフィ技術を利用した3次元培養チャンバの作製

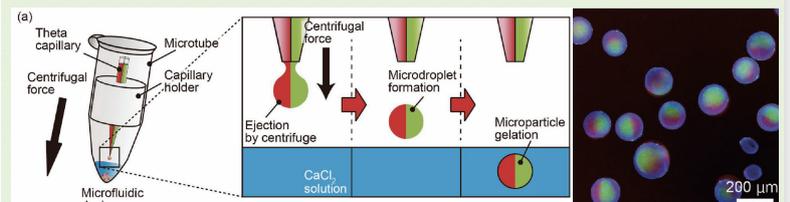
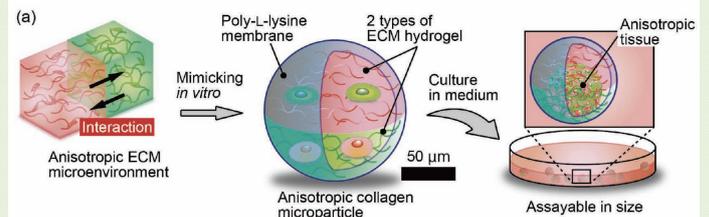


神経疾患モデル組織を作製  
薬物スクリーニングへと応用

Yuki Matsushiro, et al., "Differentiation of 3D-shape-controlled mouse neural stem cell to neural tissues in closed agarose microchambers," *Biotech. Bioeng.*, 2018.

## ヤヌス型ゲルビーズによる 異方的細胞培養環境

異種類のECM(細胞外マトリックス)をマイクロビーズ化



遠心力を利用したゲルビーズ作製法

マイクロ環境を制御した  
均一な共培養システム的大量構築

Satoru Yoshida, et al., "Compartmentalized spherical collagen microparticles for anisotropic cell culture microenvironments," *Advanced Healthcare Materials*, 2017.