

YNU
産学官連携 News LetterDEPARTMENT OF INDUSTRY-UNIVERSITY-
GOVERNMENT COLLABORATION 産学官連携推進部門横浜国立大学 学長
長谷部 勇一

INTRODUCTION

YNU研究イノベーション・シンポジウム
2018 の開催に寄せて

横浜国立大学は来る11月27日に、YNU研究イノベーション・シンポジウム2018を開催いたします。昨年度から導入した地域に開かれた全学的シンポジウムで、神奈川県に研究拠点を有する企業、研究所、自治体等との連携強化を目的としています。

今回は産学官から約180名の参加があり、この中で“本気の産学連携”を構築するための「横浜国立大学の戦略」を示しました。人々に豊かさをもたらすスマート社会、Society5.0という未来ビジョンを取り上げ、ビジョン実現の方策として「“企業のモノ”をサービスに換える」というシナリオを提示しました。

今回のシンポジウムでは、その後のSociety5.0への大きな関心の高まりを受けて、さらに一歩踏み込んだ提言を行うことといたしました。Society5.0を実現する分野として「ヘルスケア」、そのための仕組みとして「大学と地域の連携」に着目し、神奈川にSociety5.0を構築していく方策を検討します。最初にヘルスケアを巡る地域の動向を示し、“本学の強み”であるロボット、ものづくり、イノベーションなどの研究とヘルスケアとの関わりを説明します。その上で、これらの特徴を活かし、ヘルスケアのために大学と地域が本気で連携していく仕組みや方法を議論します。

本シンポジウムが、産学連携を通じた地域イノベーションを促進していく場となるよう、多くの皆様のご参加をお待ちしております。

CONTENTS

巻頭言	1
YNU研究イノベーション・ シンポジウム 2018 講演要旨	2～5
YNU の研究力 (ヘルスケア)	6～8



YNU研究イノベーション・シンポジウム 2018 講演要旨

開催日：2018年11月27日（火）
会場：はまぎんホール ヴィアマール

神奈川県30年の科学技術政策から考察する
地域イノベーション・エコシステム

神奈川県政策局ヘルスケア・ニューフロンティア推進本部室 最先端医療産業グループリーダー 牧野 義之
神奈川県地域イノベーション・エコシステム形成プログラム 副事業プロデューサー



神奈川県は、平成当初から30年にわたって全国の自治体では初めて科学技術政策に取り組んできました。国が科学技術基本法を制定する平成7年よりも前から、国の科学技術政策と表裏一体となる地域でのイノベーション活動にチャレンジをしてきました。県内に多くの大学や企業があること、そして首都圏と一体的な活動に着目して、アジアで初めてのかながわサイエンスパーク、県立大学院構想に基づく(公財)神奈川科学技術アカデミー(現在の(地独)神奈川県立産業技術総合研究所)の設立・運営等々、数々の実績を上げてきました。

そして、昨今、超高齢社会の到来という世界的課題が顕在化する中で、それを乗り越える次世代社会モデルとして、ヘルスケア・ニューフロンティアを推進しています。それは、ライフサイエンス分野の科学技術の社会実装活動であり、推進の原動力となるのは、地域でのオープンなイノベーション・エコシステムの構築・推進です。

これまでの30年の活動実績に基づき、地域の大学・企業等と連携しながら、神奈川県が地域で果たしていくべき役割は何か、具体のプロジェクトを通じて世界に展開・貢献を果たすことができるか、現場の泥臭い取組を積み重ねる中で、少しずつ、その厳しい道のりを具体化してきました。そのキーワードは、異分野融合、イノベーション・エコシステム、社会実装などなど。今年度から、神奈川県と(地独)神奈川県立産業技術総合研究所が、地元横浜国立大学などと連携しながら、文部科学省の地域イノベーション・エコシステム形成プログラム「神奈川発「ヘルスケア・ニューフロンティア」先導プロジェクト」の取組を開始します。政策的観点からの全体構想と多様な現場コーディネートを、利害関係なく一体的に取り組むことができるのが、自治体職員(牧野)が副事業プロデューサーを務めるメリットです。本シンポジウムでは、そのエピソードをお話します。

神奈川の産学公連携活動(30年の活動実績)

1970年代の産業空洞化等に対し、長洲知事(元横浜国大経済学部長)が、神奈川を研究開発のメッカにする頭脳センター構想(1978年)を提唱。自治体では全国初となる科学技術政策に関する独自の取組を開始

平成当初に、首都圏と神奈川の結節点の武蔵溝ノ口にアジア初のイノベーション施設「かながわサイエンスパーク」の新設

最近5年間は殿町での科学技術活動を活発化

- 2013年、KAST(現KISTEC)の殿町LISE進出
- 2016年、ライフイノベーションセンターの開所
- 2017年、KISTEC再生(KASTと産技わか統合)
- 2019年、県立保健福祉大学のHIS「3」研究科(HIS)を殿町に設置予定

※(地独)神奈川県立産業技術総合研究所(KISTEC)

神奈川県のヘルスケア・ニューフロンティア構想：概要

～科学技術政策・産業政策・保健医療政策を融合した横断的組織で強力に推進～



リアルハプティクスが拓く未来医療

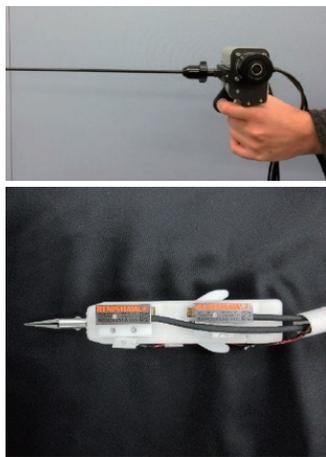
横浜国立大学 大学院工学研究院 准教授 下野 誠通

経済産業が発展し社会が成長するにつれて、人々の価値観は「量の拡大」から「質の充実」をより重要視するように大きく変遷してきました。これはヘルスケア領域においても同様で、個人によって全く異なる身体性をどれだけ考慮し、個人の価値観はもとより幸福観や人生観にまで寄り添って、QoL（生活の「質」）を直接的にどう向上させることができるかが問われてきており、今日ではそのための技術開発が強く求められています。このような中、ロボット技術は物理的な生活支援を提供するための基盤技術の一つとして展開が期待されてきましたが、社会に十分に実装されているとは言い難いのが現状です。



これは従来のロボット技術が産業応用に主眼を置いていたために、頑強で精密な動作を得意としていたものの、人間支援において必要となる優しく柔らかな動作については不得意であったことに起因します。前者は精密な位置の制御によって達成することができ、後者は精密な（反作用）力の制御によって達成することができます。本講演で紹介するリアルハプティクスはこれら両機能を併せ持ったロボット制御技術であり、ロボットにモノに触れた感覚（力触覚）を付与することが可能となります。この技術によって、人の身体に直接触れ、動作を支援することが可能な様々なロボットを実現することができます。

（地独）神奈川県立産業技術総合研究所では、このリアルハプティクスを基盤とした新しい医療・福祉・介護ロボットを試作開発しております。本講演者がプロジェクトリーダーを務めており、横浜国立大学、慶應義塾大学の研究者とプロジェクトチームを結成し、様々な大学医学部や医療専門機関、リハビリ施設などとの医工連携・地域連携を通じた研究活動を進めております。さらには産学公連携により開発技術の社会実装へと繋げていき、地域産業の発展とQoL向上に貢献することを目指しております。本講演では最新の研究成果を紹介すると共に、今後のヘルスケアの展望についてロボット技術の視点からお話しします。



医療デバイス



下肢支援ロボット



リハビリ支援ロボット

次世代ものづくりによる医療ヘルスケア・イノベーション

横浜国立大学 大学院工学研究院 教授 丸尾 昭二

YNUものづくりライフイノベーション研究拠点 拠点長

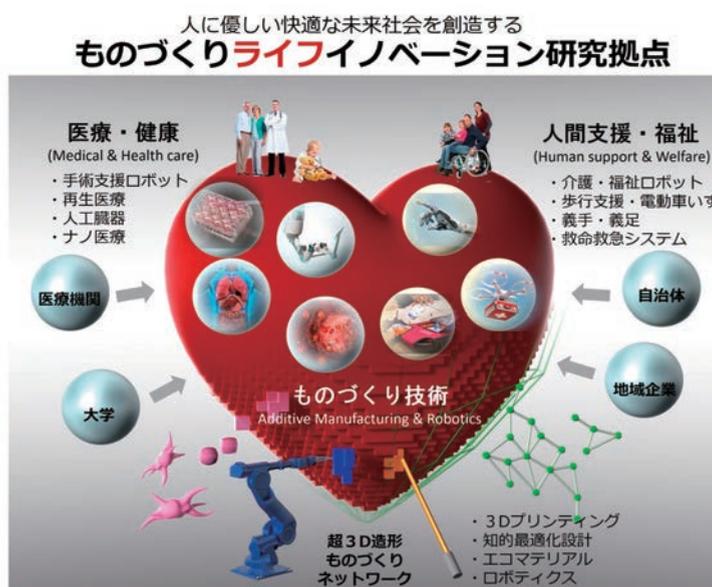
現在、超高齢社会を迎え、医療・介護の充実、健康寿命の向上、労働力の確保などの課題解決が急務となっています。本学では、平成29年度から学長重点支援拠点として「ものづくりライフイノベーション研究拠点」を立ち上げ、本学の理工系の強みである次世代ものづくり技術やロボメカ技術、新材料などを融合して、未来の再生医療・ナノ医療やヘルスケアに役立つ先端デバイスの開発や、福祉・介護ロボット技術などの開発に取り組んでいます。本研究拠点の特徴は、機械、電気電子、物理、材料、バイオなど幅広い分野の研究者が協働して、それぞれの独自技術や英知を結集し、独創的な世界最先端の研究開発を進めている点です。



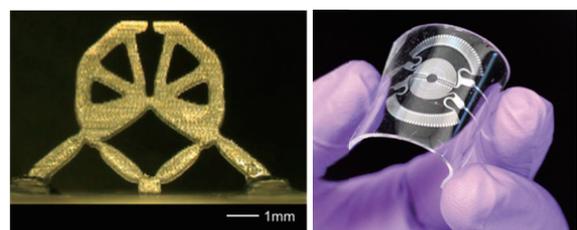
具体的には、超高精細3Dプリンティングと再生医療を融合させて、立体的な細胞シートの形成技術を開発し、再生医療の発展を目指しています。また、ロボット技術と3Dプリンティングを融合して精密な力制御が可能なマイクロピンセットを開発し、細胞などの生体試料を操作する技術なども開発しています。さらには、柔らかい素材を用いた柔軟で伸縮可能なウェアラブルセンサーを開発し、医療診断やヘルスマニタへの応用も目指しています。

また、本研究拠点では、(地独)神奈川県立産業技術総合研究所(KISTEC)や地域企業との産学公連携によるオープンイノベーションも活発に行っています。例えば、内閣府SIPプロジェクトで開発した超高精細3DプリンターをKISTECに設置し、地域企業の方が自由に使える体制を整え、高付加価値製品の共同開発を行っています。具体的な応用例として、DNAやタンパク質のセンシング用のバイオチップの研究開発も産学連携で進めています。

さらに、このような産学公連携によるイノベーションを推進するために、工学研究院では、地域企業から大学での研究に積極的に参加する社会人博士学生を積極的に受け入れています。現在、毎年10名程度受け入れており、半数以上は神奈川県下の企業出身の方です。特に、本拠点では、分野の異なる複数の研究者が協力して複数指導体制を確立するなど、学際的な研究も実践しています。本研究拠点を核として、地域とともに、ものづくりライフイノベーションによる快適な未来社会の創造に貢献したいと考えています。



超高精細3Dプリンターで作製した3D鋳型によって3D細胞シートを作製 (丸尾研究室と福田研究室の共同研究)



超高精細3Dプリンターで作製した力制御可能なマイクロピンセット (丸尾研究室と下野研究室の共同研究)

液体金属を用いたフレキシブルな圧力センサ (太田研究室)

境界を越えること：経営学研究が示すイノベーション実現のエッセンス

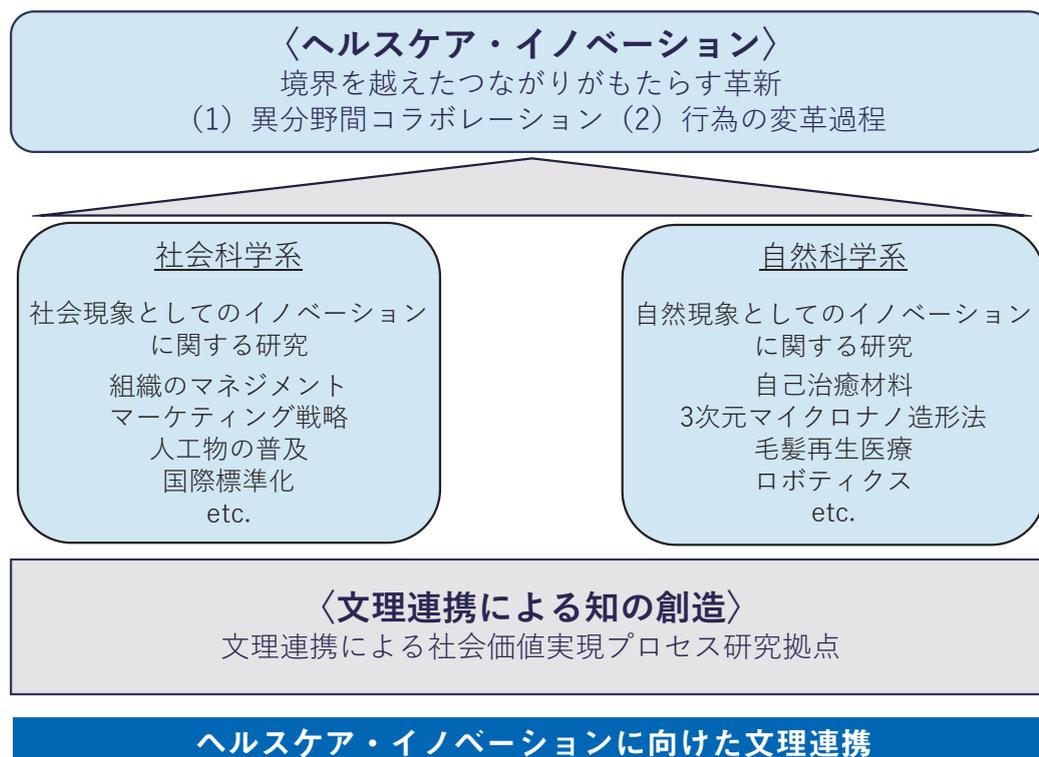
横浜国立大学 大学院国際社会科学研究院 准教授 大沼 雅也

本講演では、ヘルスケア分野にみられるイノベーションの過程について、経営学的な視点から読み解きます。特に、地域や大学、企業という枠を超えたつながりが持つ意義に焦点を当てて説明をします。その上で、この分野のイノベーションには、社会科学と自然科学の双方の分野から構成される本学の強みが生きることを指摘します。

ヘルスケア分野のイノベーションを目指す上で重要なのは、次の二つの側面を考慮することです。一つは、異分野間のコラボレーションです。ヘルスケア分野で新たな製品を生み出すには、様々な分野の専門家の協力が欠かせません。もちろん目指すものにも依存しますが、例えば、大学の医学系や工学系の研究者、臨床現場で働く医療従事者、技術に長けた企業等が共に協力しながら、問題解決を進めていく必要があります。ただ、適切にパートナーを選定し、さらに効果的な協力関係を築いていくことは、経営学的に見てもけっして容易なことではありません。この点について、「関係性」と「構造（ネットワーク）」という側面から解説します。

もう一つの重要な側面は、行為の変革というものです。仮に新たな技術を開発し、それを活用した製品を作り出したとしても、それだけではイノベーションとしては不十分です。イノベーションとしての価値が生み出されるためには、私たちの行為が変わっていくことが重要です。例えば、身体に関する様々なデータを測定するリストバンドを開発しても、それが私たちに利用され、そのデータを参考にしながら生活改善に取り組むといったことが、イノベーションとしては重要な意味を持ちます。この点についてもイノベーション研究の知見を紹介します。

以上のことは、文理の連携を通じた研究教育の実施体制がある本学が、ヘルスケア分野におけるイノベーションの拠点として重要な役割を担う可能性があることを示唆しています。講演では、私が関与している「文理連携による社会価値実現プロセス研究拠点」の活動の紹介を通じて、異分野間のコラボレーションや行為の変革というヘルスケアのイノベーションに重要な側面と本学の強みとの関係を議論します。



YNUの研究力（ヘルスケア）

毛髪再生医療のための毛包原基の大量調製技術

工学研究院 教授 福田 淳二
 (地独) 神奈川県立産業技術総合研究所 常勤研究員 景山 達斗



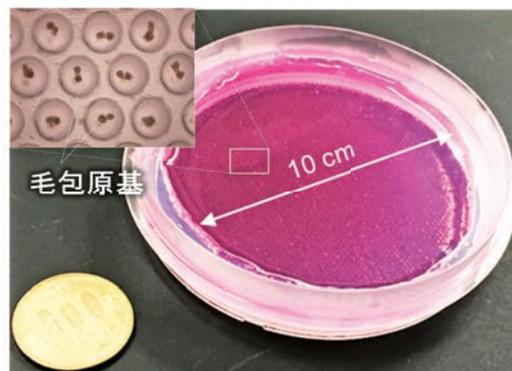
分野・用途

植毛事業、発毛・育毛剤開発事業、培養皮膚事業

本研究の特徴

微細加工によって作製した独自の培養チップを用いて、毛包原基を一度に大量（～5000個）かつ簡便に調製することが可能になりました。

- ✓ 培養皿に細胞混合液を注ぐのみで
約5000個の組織の調製が可能です。
- ✓ 大量細胞培養で課題となる細胞の
低酸素障害を抑制できました。
- ✓ 毛包原基内部に血管等を付与する
ことも可能です。



酸素透過性に優れた毛髪再生のための培養皿

- ✓ 大量調製した毛包原基をヌードマウス
に移植することで、毛髪の再生を確認
しました。
- ✓ シートとして移植することで、高密度
に毛髪を再生することが可能です。
- ✓ 生体外培養においても、発毛を確認し
ています。



毛包原基の移植による毛髪再生

毛髪再生事業の実用化に向けて

- ・ 関連特許11件、順次国際出願へ移行中
- ・ ヒト臨床試験の実施において、CPCを有する企業との連携を希望

再生医療実現のための高機能材料の創製

工学研究院 准教授 飯島 一智



分野・用途

生体医工学・生体材料科学

(再生医療、医用材料、in vitroスクリーニング系の構築、動物実験代替法)

研究概要

飯島研究室 研究内容

再生医療の実現にはiPS細胞などの幹細胞技術とともに、細胞足場材料の開発が必要不可欠です。当研究室では、材料科学の立場から多糖やペプチドなどの生体高分子や合成高分子、無機物を複合化した細胞足場材料を開発し、効率的な組織・臓器の再生を目指しています。

研究テーマ

①多糖からなる細胞足場材料の開発

1st ネットワーク: RADA16ペプチド (RADA)
Ac-R-A-D-A-R-A-D-A-R-A-D-A-R-A-D-A-CONH₂

2nd ネットワーク: CHIPEG
カルボキシメチルキトサン (CHI)
Mn = 20,000-100,000
DS 0.61, DAC 63.3%
R: -H, or CH₂COOH
R': -H, or COOCH₃

ポリエチレングリコール (PEG)
Mn = 2,000, 5,000
NHS substitution > 99%

高い力学強度

Day 30

CHIPEG/RADA IPNゲル

軟骨系幹細胞

軟骨細胞

軟骨基質

CHIPEG/RADA IPNゲル

Bars: 25 μm

コンドロイチン硫酸 (CS)

キトサン (CHI)

2 wt% CS in H₂O

1 wt% CHI in 1 wt% 糖液

混合

凍結乾燥

速心分離

熱プレス

120 °C, 20 MPa, 3 min

CS/CHI複合フィルム¹⁾

厚み 約 100 μm

細胞接着性

CS

ヒアルロン酸

ヘリン

アルギニン

Bars: 100 μm

iiima K, et al., *Macromol. Chem. Phys.* (2017)
Iijima K, et al., *Colloid Surf. B* (2017)

マイクロ流体デバイス

チューブ・ファイバーの作り分け

チューブ

ファイバー

細胞の担持

MSC

Bars: 200 μm

Bars: 50 μm

Bars: 50 μm

iiima K, et al., *Polym. J.* (2018)

相互侵入高分子網目ゲルによる軟骨再生

熱プレス法を用いた多糖フィルムの作製

マイクロ流体技術による血管様構造体作製

②無機、有機-無機複合細胞足場材料、培養機材の開発

擬似体液 (SBF)

Ion	Concentration / mM		
	Human plasma	SBF	1.5SBF
Na ⁺	142.0	142.0	213.0
K ⁺	5.0	5.0	7.5
Mg ²⁺	1.5	1.5	2.3
Ca ²⁺	2.5	2.5	3.8
Cl ⁻	103.0	147.0	221.7
HCO ₃ ⁻	27.0	4.2	6.3
HPO ₄ ²⁻	1.0	1.0	1.5
SO ₄ ²⁻	0.5	0.5	0.8

SBFs

タンパク質

ヒト血清アルブミン (HSA)

Mw: 67 kDa
pI: 4.7

三次元多孔質足場

ijijima K, et al., *Colloid Surf. B* (2015), Iijima K, et al., *Colloid Surf. B* (2016), Iijima K, et al., *J. Mater. Chem. B* (2016), Iijima K, et al., *J. Mater. Sci. Mater. Med.* (2018), Iijima K, et al., *J. Ceram. Soc. Jpn.* (2018).

マテリアル結合性ペプチド

PE結合性ペプチド (p1, TGADLKT)

p1-EQ₃

p1-EQ₃-HAP

タンパク質

ヒト血清アルブミン (HSA)

Mw: 67 kDa
pI: 4.7

三次元多孔質足場

ijijima K, et al., *Colloid Surf. B* (2015), Iijima K, et al., *Colloid Surf. B* (2016), Iijima K, et al., *J. Mater. Chem. B* (2016), Iijima K, et al., *J. Mater. Sci. Mater. Med.* (2018), Iijima K, et al., *J. Ceram. Soc. Jpn.* (2018).

電界紡糸によるシリカナノ繊維の作製

間葉系幹細胞からの骨分化

シリカナノ繊維

骨分化 (-) (+)

TCPS

SNF

骨分化 (-) (+)

Iijima K, et al., *ACS Omega* (2018), Ishikawa S, Iijima K, et al., *Appl. Sci.* (2018).

バイオミネラリゼーションを模倣したプロセスによる材料開発

シリカナノ繊維を用いた三次元培養

研究者からのメッセージ

(1) 高分子化学を基盤とした分子デザイン、(2) バイオミネラルの作製、(3) それらの複合化と工学加工技術により高機能材料を開発しています。これらの技術は再生医療だけでなく近接分野に対しても展開可能です。

ソフトマテリアルを利用した大変形センサーとスマートデバイスの開発

工学研究院 准教授 太田 裕貴



研究概要

太田研究室ではポリマーやハイドロゲルに代表されるソフトマテリアルを用いて先進加工を基礎に次世代センサ・システムの研究を行っています。主に2次元、3次元印刷による加工を基盤に有機材料の新規加工方法の探索、ヘルスケア・医療応用のための次世代センサーの開発、それらを統合することによる医療・バイオ応用のためのシステムの開発の三つを軸にして研究に取り組んでいます。機械工学をベースにはしつつも、化学・分子生物学・電気電子工学を融合することで社会に新しいコンセプトのデバイスとシステムを提案しています。

① 液体金属を利用したストレッチャブル(伸縮可能)なセンサーの開発

近年、人体への追従性・密着性を更に高めるためにゴム材料のような伸び縮み(ストレッチャブル)なセンサーの需要が高まっています。伸縮の際に問題になるのは電極の破損です。それを解決するために本研究ではガリウム系の液体金属を電極に用いました。この液体金属配線を利用することで高感度・高変形な圧力センサーを開発しました¹⁾。更に、それを用いて拍動計測デバイスを実現しました¹⁾。また、以上のような物理センサーだけではなく電気化学的手法を駆使することで通常の金属センサーの10倍以上の感度で温度・湿度・酸素ガスを検出できる液体金属によるストレッチャブルセンサーを実現しました²⁾。これらのセンサー構成は、次世代のスマートデバイスを構築するための礎となる技術です。

② ゴム材料による3Dプリンティングを利用したスマートデバイスの開発

3Dプリンティングは、オーダーメイド性の高いデバイスの加工には非常に効果的な加工方法です。今後の医療用途のウェアラブルデバイスを考慮したとき、対象の患者の身体に合ったカスタマイズされたウェアラブルデバイスの必要性が高まります。その際に、手軽にかつ高速にデバイス構築ができる3Dプリンティングは非常にパワフルなツールです。特に、近年はポリウレタンを代表とするゴム材料による3Dプリンティングも実現しており、そのような用途は高く期待されています。そこで、当研究室では、ゴム材料による3Dプリンティングと液体金属を用いた3D回路作製技術を融合したスマートデバイスの構築技術を提案しました。この技術を利用することで3Dプリンティングによるスマート電熱グローブ³⁾と、深部体温計測のための耳装着型ウェアラブルデバイス(イヤラブルデバイス)⁴⁾を実現しました。スマートデバイスの開発方法に新たな方法論を提案するだけでなくオーダーメイド医療の実例を提案しました。



ソフトマテリアルによる大変形センサーとスマートデバイス。a. 液体金属圧力センサ、b. 液体金属による温度センサ、c. 3Dプリンティングによるスマート電熱グローブ、d. 深部体温計測のためのイヤラブルデバイス

参考文献

- 1) Y. Gao*, H. Ota* *et al.*, *Adv. Mater.* 2017, 29, 1701985. *equal contribution
- 2) H. Ota *et al.*, *Nature Communications*, 2014, 5, 1-9.
- 3) H. Ota *et al.*, *Advanced Materials Technologies*, 2016, 1, 1-8.
- 4) H. Ota *et al.*, *ACS Sensors*, 2017, 2, 990-997.

お問い合わせ先

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 共同研究推進センター棟
 横浜国立大学 産学官連携推進部門 産学官連携支援室 TEL.045-339-4381
 E-mail : cordec@ynu.ac.jp URL : <http://www.ripo.ynu.ac.jp/>

