



NEWS LETTER

No.4
October, 2018

「人に届ける」関大メディカルポリマー
機械工学科からのアプローチ
宇津野 秀夫／小谷 賢太郎／鈴木 哲／田地川 勉

Contents

巻頭言 …02

大矢裕一 Synergy:時を得て「混ぜる」

提言 …03

平野義明 翻訳と通訳

研究者の視点(研究紹介) …08

古池哲也 糖に着目し、さまざまな病気を予防する

河村暁文 高分子化学の力で、狙った場所に薬を届ける

KUMPな人(特別任命助教紹介) …10

大高晋之さん／能崎優太さん

留学生座談会 …11

活動報告 …12

メディア掲載 …14

受賞・特許 …15

Synergy : 時を得て「混ぜる」

研究代表者 大矢 裕一

化学生命工学部 化学・物質工学科 教授
医工薬連携研究センター長



材料化学の領域では2つ以上の素材を複合化して、機能を高めたり、新しい機能を付与したりする試みがよく行われる。一般に、複合材料やハイブリッドなどと言われるものである。1+1が2以上、場合によっては10や100になると相乗効果 (Synergistic effect) が発現されたことになるが、10や100といった数字で表現可能な単一の性能向上だけでなく、全く異なる機能が生まれる場合もある。最近、我々が開発した材料システムでも、二種類以上のポリマーや低分子を「混ぜる」ことが、機能発現の鍵となっているものが幾つかあり、Mixing strategy (混ぜる戦略) と呼んでいる。

合成化学の分野で仕事をしていると、目的ポリマーを純度高く精製するのに手間がかかることもあって、これまでは正直、私自身、「混ぜる」ことを「創る」ことよりも低く見てしまう傾向があったことは否めない。また、分子設計にこだわって、複数の機能を一つのポリマーに搭載させようとして、目的ポリマーの構造が複雑化し、合成が非常に難しくなってしまうことも多かった。それを匠の技で合成するのも研究者の醍醐味ではあるが、実用化 (工業的に生産) を目指すのであれば、分子の構造はできるだけ単純な方が望ましい。合成する前に、本当に一つの分子やポリマーで実現しなければならないかは良く考える必要がある。

複合材料では、例外的に成功したモノが脚光を浴びることが多いだけで、ただやみくもにA、B二種類の成分を混ぜると、AとBの平均的な性能しか出なかったり、Aの機能もBの機能も出なくなってしまうケースが多いのが実情である。高い複合効果が発揮されるための条件には色々なファクターがあるが、少なくとも、上手い具合に混ぜり、それぞれの成分が相手の機能を阻害しないことが最低条件である。何をどう「混ぜる」かのセンスは、「創る」技術と同じくらい重要である。

一方、生命系は元から多種多様な分子の混合系である。どういった分子がどのような分子と、どういう場所で働くかに加えて、時系列的にどのタイミングで系内に登場し、どういう順序で働くかも重要なファクターであり、それが生命の動的性質の本質の一つでもある。我々の開発した系でも、温度によるポリマーの相転移現象が引き金となって、各成分が出会って反応するタイミングを制御できたことが新機能に繋がっており、「混ぜる」タイミングは機能を引き出す重要な要素の一つと言えるかもしれない。

さて、翻って我々のプロジェクトはもちろん、医学と工学、さらに工学の中でも材料化学と機械工学、異なる分野を専門とする人の複合・融合プログラムでもあり、人と人との Synergistic effects を期待したものであることは言うまでもない。予想を超える複合効果を引き出すためには、やはり、上手く混ぜて互いに阻害しない (積極的に関わり、相手の立場を理解し、相手の話をよく聞き、相手に分かりやすく伝える努力をし、自分の専門にこだわらない) ことが必要不可欠である。さらに、研究がちょうど良い局面を迎えたタイミングで、適した共同研究パートナーと (あるいはシーズとニーズと) の出会いがあることも重要であろう。

人材育成にもこの「混ぜる」効果は重要である。本プロジェクトで大学院生に開講している KUMP 特殊講義では、普段あまり授業と一緒に受けることのない化学系学生と機械系学生と一緒に、プロジェクト参加教員の授業に加えて、大阪医大での講義や実習を受ける機会を設けている。大阪医大の学生を関西大で受け入れるプログラムも計画中である。海外の提携大学からの学生受け入れも、学生の国際感覚の醸成に有効である。こうした専門分野や文化的背景の異なる人々との出会いが効果的に実を結ぶためには、相手を理解する能力や好奇心が一定レベル以上に「成熟」している時期であることが必要かもしれない。

良いタイミングで良い出会いを演出することで、創造力のある人材が育ち、研究の新しいアイデアや解決策が生まれれば、「混ぜる」効果については、本プロジェクトは大成功と言えるだろう。

翻訳と通訳

平野 義明

化学生命工学部 化学・物質工学科 教授



「翻訳と通訳」と聞くと一般的には語学関連の話だと思うだろう。しかし、著者は科学技術の学際領域に身を置く者として、最近、『翻訳』と『通訳』を強く意識するようになった。KUMP で他学部、他大学との共同研究を行ったり、大学内でキャリア関連の仕事をしたりしている影響だと思う。

『翻訳』を辞書で調べてみると、その2番目に「符号やわかりにくい言葉、特殊な言葉などを一般的な言葉に直すこと。『技術用語を翻訳して説明する』とある^{*}。また、『通訳』とは「当事者間において言語の相違その他の理由により意志疎通に支障がある場合、両者の間にたって互いの意図を伝達する人。日常会話、商談、外交交渉、討論、講演などに多く用いられ、まず逐語的に正確に訳すことが求められる。(中略) 伝達内容が複雑になるにしたがって、通訳の教養・人格・総合的能力も求められるようになってきた」と書かれている^{*}。われわれの分野では『翻訳』は、まさに「(専門や) 技術用語を翻訳して説明する」に該当するし、『通訳』は研究者間や異分野の人々との意志疎通の支障を低減することが役目である。他の工学分野の人に研究内容を伝える、医学分野の人に伝える、高校生に伝える、一般人に伝える…。状況に応じて専門分野に加えて『翻訳』と『通訳』のプロフェッショナルにならなければならない。

『翻訳』と『通訳』が充分機能すれば、医工連携や材料分野-機械工学-電気・電子工学の連携ももっと強くなる。専門用語を用いて伝えるのは簡単だが、相手が研究に興味を抱き、理解できなければ発展はない。新しい専門分野が開拓され、それに関わる領域が広がるにつれて、通訳の役割も増えるであろう。また、理系離れが進む昨今、小学生・中学生・高校生への『翻訳』と『通訳』が、今後の日本の科学技術を支えるためにも非常に重要である。

さて、大学生はどうだろう？ 著者は恩師から大学院受験の面接の前に、「どんな基礎研究であってもポンチ絵に描いて、その研究について相手が理解できる説明をするようになりなさい」と言われた。当時は、専門用語も使わずにこんな説明の仕方をすれば、私自身が高度な研究を理解できていないと判断されるかと戸惑っていた。しかし、今になればいかに大切な一言であったかと思う。現在の学生も、あの頃の私と同様である。就職活動における企業の技術面接で、専門用語や専門分野で使う略語を多用しているようだ。技術面接とは言え、技術“系”研究者が対応するのであり、全ての分野を網羅しているわけではない。また、文系出身者が同席していることも多々ある。次世代のためにも『翻訳』と『通訳』教育を行うべきではないだろうか。座学で修得できる事に加えて実際に話すトレーニングも必要である。今後の技術者教育に必要な課題だと感じている。

「井の中の蛙 大海を知らず」というが、『翻訳』と『通訳』という技術を身につければ相手の理解を得ることができ、蛙は井の中から大海へ飛び出していける。飛び出した世界には、まだまだ知らないことがたくさんありそうだ。

^{*}松村明監修 (2012) 『大辞泉』(第二版) 小学館

「人に届ける」関大メディカルポリマー 機械工学科からの アプローチ

超音波エコーを用いた 「人にやさしい」肺高血圧症の 診断技術の開発

宇津野 秀夫

システム理工学部 機械工学科 教授

専門分野
振動工学、機械力学・制御



これまでの取組
民間企業で騒音の軽減のための材料開発や分析

医療への応用
心臓をポンプ、血管を配管と仮定し、血流を物理現象として捉える

私は肺高血圧症を診断するための手法を研究しています。肺高血圧症は、心臓から肺に血液を送る肺動脈の中の圧力が上がっている症状です。原因は様々ありますが、心臓の中の壁に穴が開いている心室中隔欠損症であること、肺動脈の内側が狭くなっていることの2つの原因が挙げられます。

通常、心臓から送り出された血液は心臓の拍動に合わせて血管を巡って全身を巡りますが、肺高血圧症の場合は違います。肺動脈の中の圧力が高いため、心臓の拍動のタイミングと圧力の上昇のピークにずれ（位相差）が生じるのです（図）。これは、物理学的にも説明できる現象です。この位相差を検査で確認することができれば、その患者さんは肺高血圧症の原因が肺動脈の内側が狭くなっている状態である可能性が極めて高いといえます。最新の小型の血圧計は0.3mmと極めて小さく、カテーテルを使って血管内部の圧力を測ることができます。小さな傷

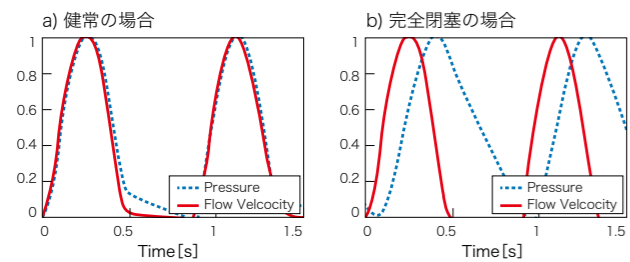


図. 血圧と血流速の波形（解析値）

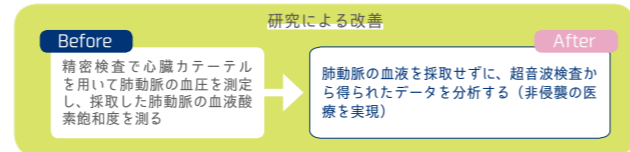
口で検査を済ませることができると、患者さんの身体的負担も少なく済みます。

去年から取り組み始めているのが、超音波を使った診断方法です。心臓の拍動のタイミングと圧力の上昇のピークの位相差を見るという理屈はこれまでの研究と同じですが、カテーテルを入れずに超音波の検査結果（画像）から得たデータを使って診断をします。既存の医療機器では、血管の収縮のようすを測ったり血液の流れを確認することはできませんでしたが、それらを組み合わせると同時に確認するというのは、医療機器のメーカーの方も「やったことがない」ということでしたので、試行錯誤を重ねています。「理論上は可能である・位相差を測定できれば診断に利用できる」という確信があるので、大変ではありますが前向きに取り組んでいます。

超音波を用いた診断の長所は、やはり患者さんの体に傷をつけずに検査ができることです。実は、肺高血圧症の原因の1つである心室中隔欠損症は出生時に見つかることが多いため、新生児にも負担の軽い検査方法が必要です。もちろん、成人とて同様ですので、ぜひ、実現したいと考えております。



研究室の実験装置



関西大学のKU-SMART プロジェクトでは、材料化学者（Materials Chemists）、機械工学者（Mechanical Engineers）および臨床医（Medical Doctors）の間の垣根を取り払い、同じ目標と問題意識を持って研究を進めています。では、実際にどのようなアプローチで課題解決に挑んでいるのでしょうか。

今回は、システム理工学部機械工学科の先生方（機械工学者）の取組に迫ります。

緑内障の早期発見のための 小型視野計測装置の開発

小谷 賢太郎

システム理工学部 機械工学科 教授

専門分野
人間工学、生体情報処理



これまでの取組
眼球運動の計測や検知法を研究

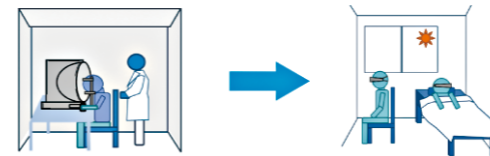
医療への応用
緑内障診療における新しい視野計を開発

私は、ヒトの運動と感覚のメカニズムを研究・応用しており、KUMP 事業では緑内障診療における新しい視野計の開発を行っております。日本緑内障学会が行った大規模な疫学調査（多治見スタディ）では、40歳以上の方のうち5%、つまり20人に1人の割合で緑内障患者がいることが分かりました。緑内障は初期の段階では自覚症状がほとんどないため発見が難しい病気で、症状が出て眼科を受診した時にはすでに中期から末期とかなり進行している場合が多く、失明に至る可能性もあります。

緑内障の代表的な症状として視野に見えない部分ができる“視野欠損”が挙げられます。精密検査を実施する前段階の健康診断レベルで視野欠損が判定できる検査装置を利用できれば、潜在的な患者を発見することができ、早期治療も可能になります。医療機関で多く使われている既存の視野計は、一般的に暗室内で顔を固定し、計測にも時間がかかるため、健

装置：大型 長時間一点注視 患者の負担 大

装置：小型 簡単な検査方法 患者の負担 低減



本視野計の優位性

- 視線を固定せず、測定できるため、患者及び測定指導者の負担が低減。
- 簡便、短時間で患者の姿勢を問わず、測定できる。
- 従来の視野計のような暗室等が不要で、小型なため、測定スペースが不要。
- ディスプレイに表示される光点を追うだけで、視野欠損部の有無、位置が容易に検知できる。

図. 既存の視野計との比較

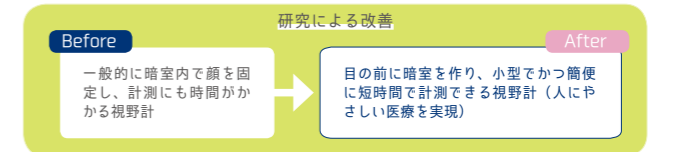
康診断など大勢の人を次々に検査しなければならない場合にはあまり適しません。そのため、場所を選ばず多くの人を短時間で検査できる視野検査装置が必要とされています。

これまで私は、眼球運動の計測や検知法の研究の産業応用を模索していましたが、関西大学が積極的に医工業連携を行うなかで医療応用を考え、視野異常を判定する新しい視野計測システムの開発を始めました。大阪医科大学の眼科学教室と共同で医工業連携での研究開発を行いました。「目の前だけに暗室を作る」という考え方でHMD型（ヘッドマウントディスプレイ型）を導入し、実現へ大きく進展しました。新しい視野計は、既存の視野計と同等の能力を持ちながら、簡便に短時間で測定できること、小型かつ軽量であることから被験者への身体的負担を軽減できること、既存の視野計よりも低価格にできるなどの利点があります（図）。

現在、製品化のために関係者とミーティングを重ねています。これまでは自分の研究を論文発表することで、間接的には社会貢献につながっていたかもしれませんが、国の機関から経済的な支援があり、企業と共同で製品化する今回のプロジェクトは、患者さんに対して直接的な貢献が可能であるため、強い意欲で取り組んでいます。



開発中のHMDを用いた視野検査システム



マイクロ波を用いた「非侵襲、非接触」な心機能診断システムの開発

—「心不全患者の診断と常時モニタへの応用」—

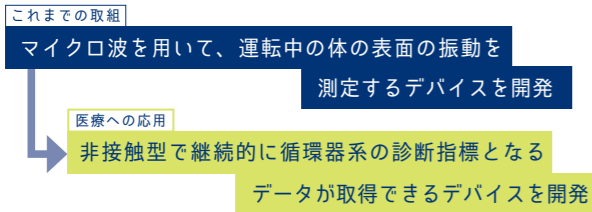


鈴木 哲

システム理工学部 機械工学科 准教授

専門分野

生体医用システム、人間工学



私は、人間工学という分野を専門としており、研究当初は、自動車メーカーの方々と一緒にドライバーの脳波や心電図といった生体信号から覚醒度の変化を推定する研究していました。生体信号を測るときは身体に電極を取り付けますが、自動車運転中に電極を取り付けるのは現実的ではありません。そこで、身体に直接電極や装置を取り付けずに生体信号を測る方法として、非接触式のデバイス開発に取り組みました。その結果、心臓の動きに伴ってわずかに動いている身体表面上の振動をマイクロ波レーダーを用いて計測する機器を開発し、15年程前にまずは人の心拍を取得することに成功し、さらには自律神経の変化を検出することに世界で初めて成功しました。

これを足掛かりに、現在は自動車運転中のストレスや覚醒度、さらに快適性といったドライバーの心身の状態変化が非接触で推定可能か検討しています。実際に、運転を模した実験では良好な結果を得ています。また、これらの状態推定の精

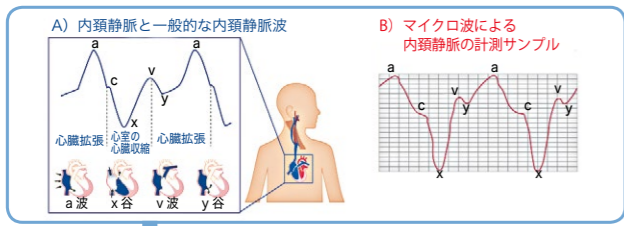


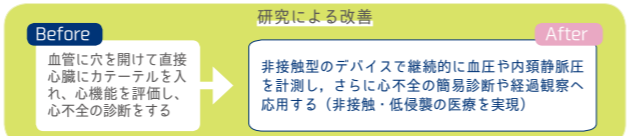
図1. 内頸静脈モニターへの応用例

非接触計測と独自の信号処理方法により、内頸動脈の波形抽出に成功

度を向上させるためには、さらに多くの医療的な情報を取得して加味することが必要と考え、身体表面から体内の情報を取得することができるか調査しています。その一環として、心拍量といった指標についても非接触で推定する試みを行い、成果を出しつつあります。

KU-SMART プロジェクトでは、非接触計測の医療分野への応用として、医療診断に有用な情報取得を目指しています。いくつか有効性を確認できている指標のうちのひとつが大阪医科大学との共同で行っている内頸静脈圧変動の非接触計測です(図)。近年、心不全の診断で重要なのは右心機能の評価だとされています。この評価・診断には内頸静脈波が有効とされていますが、計測が難しく、また身体に傷をつける侵襲的な計測が患者さんの負担となることが課題です。身体の外側から非接触で評価ができれば、患者さんの心身の負担が激減するでしょう。私たちが開発しようとしているデバイスは、低侵襲や非接触に加えて、継続的にデータが取得できることも利点の一つです。測定した時点のみの結果ではなく、連続した計測値の変動を知ることで診断の仕方も変わってくるでしょうし、こうした診断方法の重要性はおそらく今後明らかになってくると考えています。

私たち工学分野でも、医学や心理学のような他学域、さらに企業の方々と一緒に研究することによって、社会や現場のニーズ、問題点などが分かり、私たちの研究の幅も広がると考えています。



開発中の試作デバイス

関西大学発の医療機器をめざして

今日の超高齢化社会に必要な医療は、治療と診断における患者さんの肉体的・精神的・経済的負担を軽減することです。低侵襲または非侵襲の治療を実現する医療機器を使用することにより、治療中はもちろん予後の患者さんのQOL (Quality of Life: 生活の質) を向上させることができます。また、医療機器の場合、日本ではそのほとんどを輸入に頼っており、

“メイド・イン・ジャパン”の製品の開発が望まれています。関西大学では、大阪医科大学と強固な医工連携体制を築き、現場の臨床医からのニーズに基づいて、医療用の材料・システム・医療機器を開発し、国際競争力のある医療機器として製品化し、臨床現場(人=患者と医師)に届ける研究を進めています。

「簡単に検査できる」血球性状評価法の開発

—マイクロチャンネル法を用いた膠原病患者の赤血球変形能の定量評価—

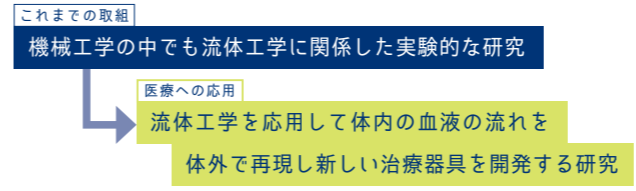


田地川 勉

システム理工学部 機械工学科 准教授

専門分野

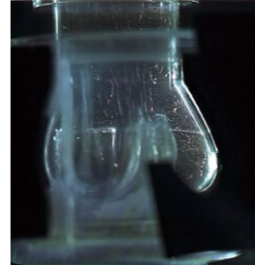
流体工学、バイオメカニクス



私の専門は、機械工学の中でも流体工学で、流体工学に関係した実験的な研究で博士号を取得しました。修了後も専門を生かして、血液の流れの中でも主に赤血球と心臓弁に関する研究などに取り組んでいます。

機械工学の発展を歴史的にみると、例えば飛行機や自動車の開発には必ずモデル実験が行われてきました。これは実物を模した模型(モデル)を使うことで、実機で試験することなく、より性能や信頼性が高い形状やメカニズムを探るという手法です。その発展過程のなかで様々な力学法則が定式化され、現代では力学的な分野の多くの現象が、微分方程式でモデル化されています。その一方で、生体に関わる力学現象は非常に複雑なため、コンピュータシミュレーションだけに頼ることはできず、生体を模したモデル実験が欠かせません。

我々の研究室では、心臓弁を模した模型を作り、それを心臓に見立てた装置に入れて実際の心臓の動きや血液の流れを再現し、心臓弁の負荷を測る実験をしています。その際、影響していると予想される因子を系統的に変えていき、影響の現れ方の法則性や論理性を見出します。最終的に

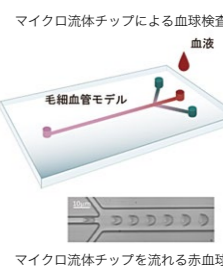
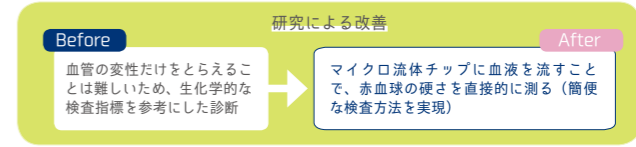


心臓弁の模型とそれを使った流れの再現

は、将来実機で起こり得ることを予測し、それが良くない出来事であればその回避方法を考えたり、最も良い状況にするためのデザインを提案したりします。

こうして得た評価や予測は、人工心臓弁などの機能を評価したり、新しい治療器具の開発に役立っています。その1つの例として、血液の循環特性を左右する赤血球の変性による硬さの変化を直接的に測る方法を開発しました。この方法では、毛細血管と同じ大きさのマイクロ流体チップに血液を流すことで、従来の生化学検査では測ることが出来なかった赤血球の硬さを直接的に測ることができます。わずかな血液があれば短時間で検査することが可能なため、患者さんへの負担も軽減されます。これを、薬剤などによる治療効果の見える化などへの応用を進めています。

機械工学は非常に守備範囲が広く、バイオメカニクスもその一領域に過ぎないのですが、この分野の研究は基礎となる学問領域が多岐にわたっており、様々な人と一緒に仕事をする機会に恵まれています。こうした方々と協力しながら、ひとつでも多くのデバイスがこの関大メディカルポリマーから世の中に出たら嬉しいと思っています。



マイクロ流体チップを流れる赤血球

総括

KU-SMART プロジェクトでは、4名の機械工学者が未来医療への貢献に取り組んでいます。それぞれの研究者が機械工学の分野での経験を活かし、日々、関係者とともに医療における問題の課題解決を目指し研究・開発を重ねています。

このように、本プロジェクトでは、9名の材料化学者を含む関西大学の研究者13名と大阪医科大学の先生方との医工連携体制により、現場の臨床医からのニーズを受けて研究を進めています。3つのM(Materials, Mechanics, Medicine)で「人(患者と臨床医)に届く」医療器材を開発し、低侵襲・非侵襲の医療を目指します。さらに、大学院では本プロジェクトの集中講義を開講するなど、若手の人材育成にも力を入れています。多様な人材から創出される多様な研究プロジェクトに、今後もぜひご注目ください。

研究者の視点

糖に着目し、さまざまな病気を予防する

日々、様々な研究テーマと向き合う古池哲也教授。今回は糖の研究のお話を伺いました。

古池 哲也

FURUIKE Tetsuya

化学生命工学部 化学・物質工学科 教授



高分子化学の力で、狙った場所に薬を届ける

高分子化学による DDS を開発する河村准教授。ゲルからできたナノカプセルを使った新たな治療法を目指す。

河村 暁文

KAWAMURA Akifumi

化学生命工学部 化学・物質工学科 准教授

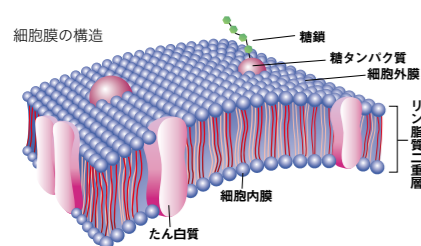


小さい分子の糖に着目する

私は、学生時代から糖を主な研究テーマとして扱っております。博士号を取得した大学で研究生生活を送っていた折に、縁あって2007年に関西大学に着任しました。現在は、田村裕先生とともに環境機能化学研究室で糖鎖の研究を行っています。多糖は、単糖がたくさん結合してできる大きな糖のことですが、その種類は多岐にわたり、分子量の小さなものから大きなものまであります。ご飯などに含まれているデンプンや、化粧品でよく使われているヒアルロン酸も多糖の一つです。私が着目しているのは、分子量の低い小さい糖であるオリゴ糖です。

糖によって病気を防ぐ

私たちの体を作っている細胞は一つひとつが細胞膜に包まれています。細胞膜には、糖タンパク質や糖脂質などの形で糖鎖が覆うように存在し、他の細胞やホルモンなどの情報の伝達や物質の認識の担い手として働いています。また、糖鎖は分解や熱からタンパク質を守ったり、細胞同士の識別



の指標になるなど、細胞にとって重要な役割を担っています。その一方で、細菌やウイルスが細胞膜にある特定の糖鎖を認識して細胞の中に入り込んでしまうことがあります。細胞内で増殖したウイルスが細胞外へ出るとそれが体内にどんどん広がり、病気になってしまうのです。つまり、糖鎖はウイルスにとって細胞に侵入するための玄関役といえます。ウイルスと強く結合するような化合物を作ることができれば、細胞への侵入を防ぐことができます。そこで私は、細菌やウイルスが誤って認識する糖鎖化合物を合成することで、細胞への侵入を防ぎ、病気を予防することができる阻害剤の研究をしています。

玄関役になってしまう糖鎖は、ウイルスの種類によって異なります。インフルエンザの例を見てみましょう。インフルエンザウイルスは体内に入った後、細胞の中に入りとうします。この時、ウイルスの表面に存在するヘマグルニチンという抗原性糖タンパク質が、細胞膜表面の糖鎖の末端にあるシアル酸を認識して結合し、細胞膜でウイルスを包み込むようにして小胞を作り細胞内に侵入してきます。ウイルスは細胞の中で増殖し、酵素によってシアル酸を切り離して細胞から外へ出ていき、また次の細胞へと感染を拡大していきます。この感染

の過程の最初の反応、つまりヘマグルニチンとシアル酸の結合を邪魔することができれば、細胞内にウイルスが侵入しにくくなり、病気を予防することができます。

環境低負荷型の有機溶媒開発と高分子の合成への挑戦

近年、大気汚染や地球温暖化など様々な環境問題が話題になり環境にやさしい商品や取組が注目されています。研究の世界も例外ではなく、環境に負荷をかけない実験の仕方が模索されています。そこで私は、環境低負荷型な化学合成のための、効率的なプロセスの開発を行っています。具体的には、リサイクルが可能な溶媒としてイオン液体を開発する、反応速度が高まるマイクロ波による合成を試みるなどです。イオン液体は、沸点がないので燃えにくく高い温度を維持できることが特徴で、マイクロ波による合成は分子の振動による熱を利用します。いずれの手法も高効率で合成を進めることができます。

今、私はオリゴ糖などの分子量の小さい化合物を中心に研究していますが、今後は高分子であるキチンなどの多糖の研究にも挑戦したいですね。多糖のように分子量が大きくなると均一な反応がおこりづらくなるため良い結果を得ることが難しいのですが、だからこそ取り組んでみたいと思っています。

夢を叶えて研究者に。企業や大学で研究・開発の現場へ

私の専門は、高分子化学です。高校生の時から化学に興味があり、化学を通じて医療に貢献したいと思い、研究者を志しました。博士号を取得後、医療機器や材料などを扱う企業で研究開発に従事しました。開発に取り組む中で、分野の違いによるコミュニケーションの難しさを感じました。例えば、ある遺伝子を指すとき、私たち化学系の研究者は ATGC といった遺伝子配列を考えますが、生物系の研究者はアルファベットの略称を用います。そうすると、お互いが何を言っているか分からなくなってしまいます。私は学生時代からバイオマテリアルに関する研究を進めており、生物系のことも少し分かったので、通訳のような役割をして開発が円滑に進むようにしていました。その後、研究をメインでやっていきたいと思い関西大学に着任し、再び高分子化学の研究に携わるようになりました。現在も違う分野の方々とお話をさせていただく機会が多いので、企業での経験は非常に役立っています。

高分子によるドラッグデリバリーシステムの開発

体内の狙ったところに薬を届けるドラッグデリバリーシステム (DDS) は、薬による副作用を軽減できる、特定の病原体を狙

て治療できるなど、患者さんの負担を減らすという面で非常に意義のある研究です。DDS に用いる薬物キャリアには、生体由来のリポソームなどがあります。リポソームはすでに臨床応用されていますが、内包できる薬の量が限られることが課題でした。そこで私は、このような課題を解決できる高分子による DDS の開発に取り組んでいます。

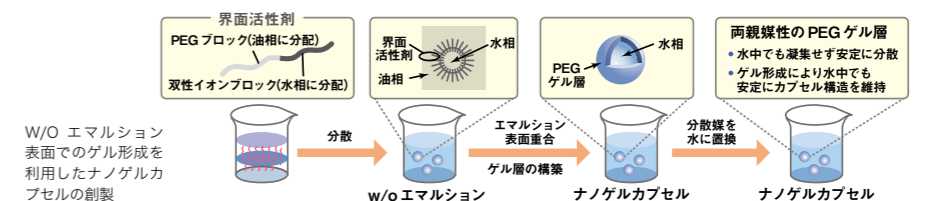
これまでに、細胞内に入り、薬剤を放出することができる二重刺激応答性ゲル微粒子を開発しました。1つの刺激にのみ応答するナノ粒子の場合、体内の狙った場所以外でも広く機能してしまう可能性があり、薬の効果が思わぬところで出てしまうかもしれません。しかし、pHと還元環境の2つの刺激に同時に応答する材料を設計すれば、薬を狙った場所に届けやすくなります。現在は、タンパク質などの水溶性薬剤を内包できるナノカプセルの開発を行っています。Water-in-oil エマルション*1の表面から重合を開始させ、両親媒性の PEG*2ゲル層をもつナノカプセルを作ります。このゲル型ナノカプセルは効率よく水溶性の薬

を内包でき、細胞の中にみられる還元環境下ではカプセルが溶けて薬を届けることができます。実現すれば、DDSだけでなく幅広い応用が期待されます。

実用化に向けて

今後は、このゲル型ナノカプセルの実用化に向けて実験を重ねていく必要があります。実際に医療の現場で使えるようになるまで、ヒトの細胞やマウスなどを用いた実験をして安全性を確認しなければなりません。もちろん、医師の方々のご協力も欠かせません。私は KOMP 若手の会*3で、私の研究に興味をもっていただける医学研究者と出会うことができ、実現へと向けた研究を進めるきっかけが得られました。私が開発した DDS の材料が将来医療の現場で使われ、少しでも多くの方々の治療に役立つよう、これからも研究にまい進いたします。

*1 エマルション：水と油などの混じり合わない2種類の液体で、一方の液体に他の液体が分散している状態。バターやマーガリンのように油の中に水が分散しているものもwater-in-oilエマルションの1つである。
*2 PEG：ポリエチレングリコールの略。生体適合性に優れた高分子化合物の一つ。
*3 KOMP若手の会：関西大学と大阪医科大学の若手研究者の集まり（開催のようすはP.13を参照）



難病の治療に役立つポリマーを創りたい



大高晋之さん

OTAKA Akihisato

先端科学技術推進機構
特別任命助教

●これまでの経歴を教えてください。

学生時代の専攻は機械工学でしたが、医療工学という分野に出会い、医用材料の開発に興味を持つようになりました。これまで、軟骨細胞の組織再生の過程の分析や、幹細胞の選別方法による分化特性の違いの検討など、機械というよりは医療と関りの深い研究に取り組んできました。

●KU-SMART プロジェクトでは、どんな研究に取り組まれているのですか。

私は「骨に届く」ポリマー、つまり骨の表面に効率的に吸着するポリマーの研究をしています。骨は姿勢の維持や体の運動を行う上で欠かせない臓器です。骨粗鬆症や痛によって骨がもろくなると、骨折や痛みで日々の生活に大きな支障となります。ポリマーを使って骨に効率よ

く薬を届けることができれば、薬の使用量を減らしたり副作用を軽減したりすることで、新しい骨の治療薬の開発に貢献できると考えています。将来、骨粗鬆症や骨の癌など、骨の病気にポリマーが使われる日がくるかもしれません。

●研究を通じてどのように社会に貢献されたいですか。

今取り組んでいる研究が実用化されることを目指して研究を行なっています。共同研究をしている大阪医科大学の先生方は日々の診察をとおして患者さんのニーズをくみ取っています。そうした臨床現場を大切にすると良い刺激を受けています。将来的には、骨に病気に関わらず難病の治療のためのポリマー医薬を創る事が目標です。

特別任命助教紹介

KUMPな人

●研究者を目指されたきっかけを教えてください。

学生時代に取り組んだテーマがとても面白かったことがきっかけです。そのときは、リボソームを使った癌の免疫療法に取り組んでいました。癌の主な治療法は外科手術、放射線治療、化学療法の3つですが、第4の治療法として注目されているのが免疫療法です。免疫のメカニズムにもともと興味があったこともあり、積極的に研究に取り組むことができました。

●KU-SMARTプロジェクトでは、

どんな研究に取り組まれているのですか。生分解性のインジェクタブルポリマーの医療応用に関する研究をしています。このポリマーの水溶液は、室温では液体でヒトの体内に入るとゲル化するもので、

しかも時間が経てば体内に吸収される性質を持っています。薬物を混ぜたポリマー水溶液を注射すると、体内でゲル化するので、薬を患部にとどめておくことができます。体内に吸収されるまでの時間を変えられるのが、このポリマーの特徴の1つです。

●今後取り組まれないテーマはありますか。

大阪医科大学の先生方から新しい知見をいただくこともあり、研究の特に応用例を考える際の参考になりますのでとてもありがたいと思っています。やはり免疫に興味があるので、今後は薬物徐放が免疫にどう影響するのかや、免疫を高分子材料で操作する、といったことに取り組んでみたいです。そして、いつかは自分の代名詞となるような高分子材料を作ることが私の夢です。

いつかは自分の代名詞となる高分子材料を

能崎優太さん

YOSHIZAKI Yuta

先端科学技術推進機構
特別任命助教



留学生座談会

関西大学理工系学部では、海外の大学と部局間協定を結び、短期留学生を受け入れている。今年度はアメリカ合衆国から5名の留学生が訪れ、KU-SMART プロジェクトにも関わる研究に励んだ。



写真 左から

聞き手
伊木貴子
広報URA

マッケンジーさん
McKenzie Fletcher
アメリカ・クレムソン大学
バイオエンジニアリング専攻

マーレンさん
Maren Downing
アメリカ・クレムソン大学
バイオエンジニアリング専攻

イザベルさん
Isabel Mayo
ノースカロライナ州立大学
医用生体工学専攻

ヘイデンさん
Hayden Pagendarm
アメリカ・クレムソン大学
バイオエンジニアリング専攻

ランスさん
Lance Sweatt
アメリカ・クレムソン大学
電気工学専攻

—なぜ留学先として関西大学を選んだのですか？

ヘイデン 僕は、去年の秋に大学で長富次郎先生の授業を履修したことがきっかけです。



先生の授業がとても面白

く、色々とお話を伺ううちに関西大学の短期留学プログラムを紹介され、留学を決めました。

マーレン 私はスペイン語が得意で、コロンビアとスペインに留学した経験があります。次の留学先は英語圏・スペイン語圏でないところが良いと思い、日本を選びました。大阪にある関西大学を選んだのは、首都の東京では人口が多いぶん英語が話せる人も多く、必然的に英語に囲まれる生活になってしまうと思ったからです。

ランス 僕は、実は東北地方にも留学した経験があります。日本が好きで、今度は関西地方に行ってみたくて関西大学を選びました。この夏（2018年）には帰国しますが、いつかまた日本に来たいです。

—携わった研究について教えてください。

マッケンジー 宮田隆志先生の研究室に配属されました。研究テーマは、二重刺激応答性ポリマーの開発でした。

イザベル 大矢裕一先生のもとで、温度応答性

のインジェクタブルポリマーの研究をさせてもらいました。母国の大学でも生体医学を専攻しているので、私にとっては身近でとても興味深いテーマに携わることができました。

ヘイデン 僕は葛谷明紀先生の研究室でDNAヒドロゲルの研究をしていました。母国の大学での専攻は技術計算だったので未知の分野へのチャレンジになりましたが、面白かったです。

—来日前に期待したことはありますか？来日してどうでしたか？

マーレン 人々がとても親切で驚きました。日本人はあまり話さない・積極的に交流しないイメージがあったのですが、実際はとてもフレンドリーで、英語が流暢でなくても一生懸命伝えようとしてくれました。

ヘイデン 僕を指導してくれた先輩は、研究のことだけでなく日常生活の面においても助けてくれて、とても頼りになる方でした。また、研究室には英語が苦手な人もいたのですが、それでも僕と積極的に話そうとしてくれて嬉しかったです。

マッケンジー 週末には、大阪市や京都方面にも少し足を伸ばすことができました。特に京都は景色が美しく、建造物などに歴史が感じられ、楽しかったです。

—関西大学の研究環境はどうでしたか？

マッケンジー 興味深いテーマに携わることができ、先生もとても親切でした。週に6回も研究室に通う人もいて、日本の皆さんはとても熱心だなと感じました。また、研究にはregulation（規則）がつきものですが、日本とアメリカでは服装の規定などの面で少し違うなど感じるがありました。その点も興味深かったです。

イザベル 環境も研究テーマも、素晴らしかったです。関西大学で取り組んだテーマは、本当に面白かったです。母国に戻ってからも続けられる分野のテーマなので、ぜひ帰国後も研究を続けていきたいと思っています。

ランス 留学生の僕たちがいることで、研究室全体が英語で意思疎通を図ってくれたので、居心地の良い環境で学べました。これは僕の考えですが、留学というのは単に本人が学ぶだけでなく、留学生が留学先に刺激を与え、国際交流を深めていくという側面もあると思います。そういった意味では、今回の自分たちの役割は果たせたのではないかと感じています。

(7月18日、岩崎研究室にて)

アメリカ・クレムソン大学から留学生来日
タイ・チュラロンコン大学から留学生来日
6.2
7.26

- 2018 3.16 ● 「関大メディカルポリマーシンポジウム2018―医と工を繋ぎ、人に届ける―」を開催 **Pick Up**
- 3.24 ● 「フレッシュキャンパスin千里山」にブース出展
- 4.17 ● 第3回「KOMP若手の会」を開催 **Pick Up**
- 5.1 ● KUMP英語版ウェブサイトを公開
- 5.24 ● 2018年度関西大学科学技術振興会総会で小谷教授が講演
……産業界と本学が技術開発についての情報交換や交流を深める場である本振興会の総会で、2017年度「学の実化賞」を受賞した小谷教授が受賞記念講演を行った。
- 5.26 ● 2018年度関西大学科学技術振興会総会で小谷教授が講演
……産業界と本学が技術開発についての情報交換や交流を深める場である本振興会の総会で、2017年度「学の実化賞」を受賞した小谷教授が受賞記念講演を行った。
- 6.9-6.23 ● 高大連携セミナー「関大の研究を体験する」
……高校生を対象としたセミナー「関大の研究を体験する」が関西大学で開催され、平野教授が本プロジェクトに係る講義を行い、河村准教授が実験指導を行った。
- 6.17 ● 「グリーンキャンパスin千里山」にブース出展
……オープンキャンパスにブースを出展し、本プロジェクトの広報を行うとともに、2019年化学生命工学部AO入試に導入される新制度「関大メディカルポリマー（KUMP）型AO入試」を紹介した。
- 6.27-29 ● 「BIO tech 2018 ～第17回バイオ・ライフサイエンス研究展～アカデミックフォーラム」に出展 **Pick Up**
- 7.5 ● 第13回大阪医科大学・大阪薬科大学・関西大学「医工薬連携の会」開催（於：大阪医科大学）
- 7.20 ● Facebookページを開設
- 7.26 ● 「関大メディカルポリマー」の特別講義を開講 **Pick Up**
- 8.4 ● 「サイエンスセミナー」で講義・実験を実施
……小・中学生を対象に本学の理工系3学部が毎年夏休みに開催している実験体験型のセミナーで、本プロジェクトのメンバーである化学・物質工学科教員が研究紹介および実験指導を行った。
- 8.4-5 ● 「サマーキャンパスin千里山」にブース出展 **Pick Up**
- 8.27-30 ● 本学で国際学会を開催
……本学で「第14回キチン・キトサン国際学会」「第12回アジア太平洋キチン・キトサンシンポジウム」「第32回日本キチン・キトサン学会大会」が開催され、田村教授と古池教授が大会運営を行った。
- 9.9-12 ● 本学で「日本機械学会 2018年度年次大会」を開催
……日本で最大規模の学会の1つである「日本機械学会」の年次大会が本学で開催され、広告掲載により本プロジェクトの広報を行った。
- 9.24 ● 関西大学フェスティバルin東海で講演
……関西大学校友会主催の「関西大学フェスティバルin東海」で、大矢教授がプロジェクト紹介を行い、紹介ブースを出展しPRビデオの放映やパンフレットの配布をした。



2018 3 16 「関大メディカルポリマーシンポジウム 2018 ―医と工を繋ぎ、人に届ける―」を開催 於 関西大学千里山キャンパス

3月16日、千里山キャンパスにおいて、「関大メディカルポリマーシンポジウム 2018―医と工を繋ぎ、人に届ける―」を開催した。このシンポジウムでは、プロジェクトメンバーによる最新の研究紹介等を通じて、本取り組みがどのような患者さんを救うことを目指しているのか、また本学の理念である「学の実化」の実現に向けてどのように「工」から「医」へ展開していくのかを工学者と医学者の立場から発信した。基調講演には九州大学名誉教授の松田武久先生をお招きし、「バイオマテリアルが拓く組織再生への道」をテーマに、これ

まで取り組んでこられた「組織の接合の強制誘導と阻止技術」や「光反応性人工細胞外マトリックスと組織再生」の研究についてご講演いただいた。つづいて、大阪医科大学を含むプロジェクトメンバー6名が、最新の研究の取り組みや成果について報告を行った。材料化学、機械工学、医学といった多方面からの研究報告により、医工連携で開発を進める関大メディカルポリマーの実用化に向けた可能性をより具体的に示すイベントとなった。

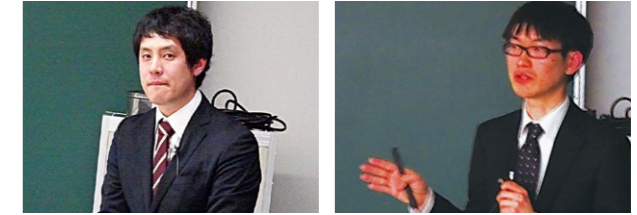


基調講演 「バイオマテリアルが拓く組織再生への道」 九州大学 名誉教授 松田武久
研究紹介 「肝癌を光らせて切除する」 大阪医科大学附属病院 病院長、一般・消化器外科学 教授 内山和久
「徐放性キマーゼ阻害薬による術後癒着の予防」 大阪医科大学大学院医学研究科 教授 高井真司
「肺高血圧症の非侵襲診断方法の提案」 関西大学 システム理工学部 教授 宇津野秀夫
「医用材料を目的としたゼラチン筋系法の開発」 関西大学 化学生命工学部 教授 古池哲也
「細胞制御のためのスマートメディカルポリマーの設計」 関西大学 化学生命工学部 教授 宮田隆志
「特定の細胞の接着を亢進するリガンド固定化 ePTFE 人工血管の開発」 関西大学 化学生命工学部 准教授 柿木佐知朗

2018 4 17 第3回「KOMP若手の会」を開催 於 大阪医科大学

関西大学と大阪医科大学の若手研究者が、第3回「KOMP若手の会」(KOMPのKは関大、Oは大阪医科大)を開催した。本会は、PDや助教を含む両大学の若手研究者の交流を深める目的で2017年度に始まり、多くの研究者が交流を深めてきた。2018年度最初の開催となった第3回では、本学の能崎優太特別任命助教と大高晋之特別任命助教がそれぞれ研究紹介をし、大阪医科大学の大関道薫助教、清水徹之介講師がそれ

ぞれニーズの紹介をした。4名の研究者の発表後には、活発な意見交換を行った。



2018
7 30 ~ 2018
8 8

「関大メディカルポリマー」の特別講義を開講 於 関西大学千里山キャンパス、大阪医科大学

関西大学大学院理工学研究科の博士課程前期課程の学生を対象とした「関大メディカルポリマー」の特別講義を開講した(全15回、担当教員:大矢裕一、平野義明、宮田隆志、岩崎泰彦、小谷賢太郎、宇津野秀夫、田地川勉、大阪医科大学 根本慎太郎、大阪医科大学 伊井正明)。本講義の実施は2年目を迎え、化学生命工学専攻、システ



ム理工学専攻の学生が、関大メディカルポリマーの総論・医工連携・幹細胞治療などの幅広いテーマを学んだ。修了後のアンケートからは、新たな知見の習得や履修前後での意識の変化などが見られ、学生にとって本講義が貴重な機会であったことが伺えた。

ム理工学専攻の学生が、関大メディカルポリマーの総論・医工連携・幹細胞治療などの幅広いテーマを学んだ。修了後のアンケートからは、新たな知見の習得や履修前後での意識の変化などが見られ、学生にとって本講義が貴重な機会であったことが伺えた。

ム理工学専攻の学生が、関大メディカルポリマーの総論・医工連携・幹細胞治療などの幅広いテーマを学んだ。修了後のアンケートからは、新たな知見の習得や履修前後での意識の変化などが見られ、学生にとって本講義が貴重な機会であったことが伺えた。



受講した学生の感想

大阪医科大学での講義

●知識として知っていたことを実際の現場を見ることで具体的に感じることができ、医療現場に対する理解が非常に深まりました。

●実際の医療現場で何を求められていて何が必要なのかを見極める意識が上がったと感じます。普段の生活や研究では見えてこない医療現場でのニーズを具体的に学ぶことができ、また、その製品を世の中に出していくのがどれだけ大変なのかを感じることができました。

関西大学での講義

●普段お話を聞く先生の授業でも、医療に関わる内容の話であったので、とても面白かった。また、機械系の先生のお話を聞いたのは初めてだったし、医療にまつわることもやっていることにとても驚き、良い刺激になった。

●これまで履修したことのない専門の内容は大変難しかったものの、自分の知らない材料(ポリマー)や応用方法を知ることができて興味を持つことができた。

再生医療の実用化に必要なものは?

●まずは欧米諸国のスピードに負けないために法整備をすることが必要であると考えます。それと同時に研究機関と企業、国とが合同で製品化を進めていくべきだと思います。

●様々な分野の人がそれぞれの分野の専門性を活かし、一つの見方だけでなく、多方面から見るのが大切であると思いました。再生医療には、実用化にはほど遠いですが、色々な方向から研究を進めることで次のステップに行けるのではないかと考えます。

全体を通して

●実用化を意識してモノづくりを進めていく重要性を感じることができた。

●今まで、再生医療や医用材料などの言葉を簡単に使いすぎていたと思う。製品化を目指しているものでも、実際に臨床までもっていくとなると、とてつもなく大変であると感じた。

●今までの研究の中で、実際の医療現場を考えたことがなかった。講義を通じて、自分の研究内容を考え直すきっかけとなった。

メディア掲載

- 日刊工業新聞 (2018年3月14日) 掲載
「骨親和性ポリマーの開発」(岩崎泰彦教授の研究紹介)
- CISION PR Newswire (2018年5月21日) 掲載
"Kansai University Research: Kansai University Medical Polymers" (本事業の紹介)
- Nature Communications Vol.9 (2018年6月13日) 掲載
Article number:2315. "Thermo-responsive gels that absorb moisture and ooze water" (DOI: 10.1038/s41467-018-04810-8) (宮田隆志教授の研究論文)
- Research Features (英国の科学雑誌) 129号 (2018年8月22日) 掲載
"KU-SMART: tackling medical challenges collaboratively" (本事業の紹介および大矢教授・岩崎教授・小谷教授の研究紹介)
- 日経トレンディ 9月号 (2018年8月4日) 掲載
「空気を簡単に除湿 スマートゲル開発」(宮田隆志教授の研究紹介)

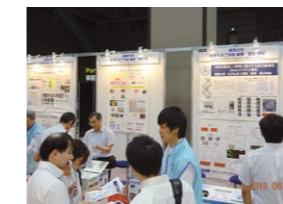
ブース出展

2018
6 27 ~ 2018
6 29

BIO tech 2018

於 東京ビッグサイト

東京ビッグサイトで開催されたバイオ分野での日本最大の専門技術展「BIO tech 2018 ~第17回バイオ・ライフサイエンス研究展~アカデミックフォーラム」に、本プロジェクトメンバーの田村裕教授が「ゼラチン繊維を用いた癒着防止剤の開発」を、葛谷明紀教授が「体液を感知して瞬時に固化する自己修復性DNAヒドロゲル素材」の成果を発表し、3日間にわたりブース展示を行った。



会期中は300名近くが本学のブースを訪れ、医療だけでなく様々な分野の方が高い関心を示した。



2018
8 4 ~ 2018
8 5

サマーキャンパス in 千里山

於 関西大学千里山キャンパス

関西大学オープンキャンパスの中でも最大規模となる「サマーキャンパス in 千里山」にブースを出展した。本プロジェクトのPRビデオ、紹介パネルに加え、医用材料サンプル等を展示し、来場者に周知した。教員の説明に一生懸命耳を傾けたり、2019年より始まる化学生命工学部のKUMP型AO入試について尋ねる高校生や保護者の方もおり、理工系の学部で医療に関わる研究ができる本学への関心の高さがうかがえた。



受賞

教員の表彰

大矢裕一 関西大学 化学生命工学部 化学・物質工学科 教授
「温度応答型生分解性インジェクタブルポリマーの開発」

🏆 2018年度高分子学会三菱ケミカル賞 (第67回高分子討論会/2018.9.13/北海道)

学生の表彰

平野雄基 関西大学大学院 理工学研究科 化学生命工学専攻

「動的規則構造を有する両親媒性液晶高分子を用いた温度応答性薬物キャリアの創製」

🏆 学生賞 (日本膜学会第40年会/2018.5.9/東京)

「両親媒性液晶高分子を用いた自己集合体の調製とその温度応答挙動」

🏆 優秀ポスター賞 (第36回 関西界面科学セミナー/2018.7.14/大阪)

古島健太郎 関西大学大学院 理工学研究科 化学生命工学専攻

「脱細胞人工血管の抗血小板粘着性と細胞親和性向上を目指したペプチドリガンドの高密度固定化」

🏆 学生奨励発表 優秀賞 (第47回医用高分子シンポジウム/2018.7.19/東京)

村澤駿 関西大学大学院 理工学研究科 化学生命工学専攻

「Preparation of chitosan derivatives by a microwave-assisted method」

🏆 Best Student Poster Award (14th International Chitin and Chitosan Conference & 12th Asia-Pacific Chitin and Chitosan Symposium/2018.8.27-30/大阪)

開催予告

Kansai University Medical Polymer (KUMP) International Symposium

日時：2019年1月24日(木)・25日(金)
 会場：関西大学千里山キャンパス 100周年記念会館
 URL：<https://wps.itc.kansai-u.ac.jp/kumpis/>
 参加登録：2018年11月1日～2019年1月20日
 ※このシンポジウムは全て英語で行われます。



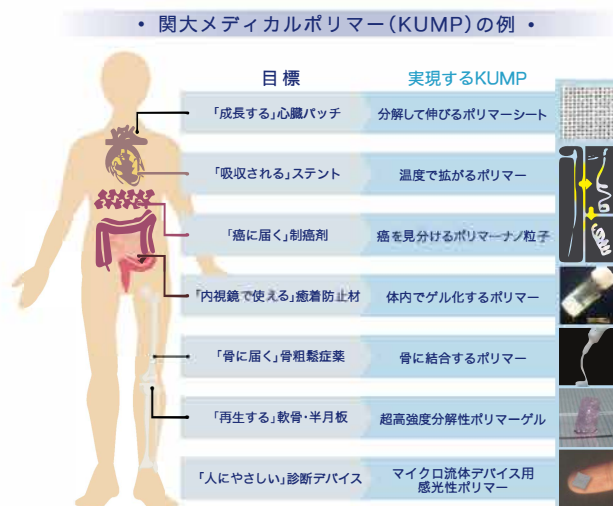
KU-SMART PROJECT

Smart Materials for
Advanced and Reliable Therapeutics

2016（平成28）年度文部科学省私立大学研究ブランディング事業選定

「人に届く」関大メディカルポリマーによる 未来医療の創出

本プロジェクトでは、関西大学と大阪医科大学による医工連携で、医用材料「関大メディカルポリマー（KUMP）」を開発しています。現場の臨床医（大阪医科大学）からニーズを受けて、材料化学者（本学化学生命工学部）が設計・合成し、機械工学者（本学システム理工学部）がそのデバイス化・システム化を進める体制で取り組んでおり、患者・臨床医・看護師など、現場の「人に届く」医用材料による社会貢献をめざします。



プロジェクトメンバー

関西大学化学生命工学部

大矢裕一 岩崎泰彦 葛谷明紀 田村裕 平野義明
 古池哲也 宮田隆志 柿木佐知朗 河村暁文

関西大学システム理工学部

宇津野秀夫 小谷賢太郎 鈴木哲 田地川勉

大阪医科大学

根本慎太郎 星賀正明 高井真司 朝日通雄 大道正英 根尾昌志
 南 敏明 池田恒彦 武内 徹 内山和久 宮武伸一



関西大学が、医療の未来を変える。