

**2021 年度「関西大学研究ブランディング事業」  
に係る進捗状況報告書**

提出日：2022 年 4 月 20 日

1 事業名 「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

2 実施母体組織名 先端科学技術推進機構

3 参画組織名 関大メディカルポリマー研究センター

**4 事業実施代表者**

事業実施代表者名	所属部局名	職名
大矢 裕一	先端科学技術推進機構 化学生命工学部	先端科学技術推進機構研究員 教授

**5 事業目的・概要**

本プロジェクトでは、先端科学技術推進機構 医工薬連携研究センターを母体とし、化学生命工学部化学・物質工学科に所属する高分子材料化学を専門とする研究メンバーが、システム理工学部機械工学科に所属する機械工学を専門とするメンバー、および本学と提携関係にある大阪医科大学（現 大阪医科薬科大学）などの医系研究者と連携して、関西大学で開発された医療用高分子材料＝関大メディカルポリマー（KUMP）を基盤とした、臨床現場＝人に届く医療器材（医療機器＋材料）を実用化し、次世代の医療を革新するとともに、KUMP をブランド展開することを目指して、2016 年～2020 年の 5 年間、研究・広報活動を行ってきた。このプロジェクトを通じて、数多くの研究成果が生まれたが、医療機器の開発には 5 年という年月では不十分であり、成果の実用化にまでは至っていない。また、KUMP というブランドも、まだ広く社会に浸透したとまでは言えない状況である。そこで、本事業では、過去 5 年間に得られた貴重な研究成果＝KUMP という資産を活用し、KUMP をベースとした医療器材の実用化・社会実装と、それを核としたさらなるブランドイメージの確立を通じて、本学の国内外におけるプレゼンテーションを向上させることを目的として、新設した関大メディカルポリマー研究センター（KUMP-RC）を拠点とした研究活動を継続する。

これまでに得られた研究成果は、基礎から応用に至る幅広いレベルに分かれている。応用ステージにあるインジェクタブルポリマー、ポリリン酸エステル、ペプチドヒドロゲル、形状記憶ポリマー、ヘッドマウントディスプレイ型視野計、非侵襲診断システムなどの材料・技術は、基礎的なデータの取得から、論文執筆、特許取得、動物実験、臨床研究での検証のステージへと進んでおり、これらの材料・技術を基に、実施企業パートナーとともに（実施企業が未定の場合は、獲得し）、実用化のステージへと進めていく。基礎ステージにある研究として、DNA 四重鎖ゲル、光応答性ゲル基板、細胞表層修飾技術などは、これまでになかった独自性の高い材料・技術としてさらなる基礎的検討を積み重ね、Nature などの評価の高い学術雑誌での論文発表を達成し、それを起爆剤として応用ステージへと歩みを進める。

このようにして得た、実用可能な応用ステージ研究と、インパクトのある基礎ステージ研究の成果を、論文・学会での発表に加えて、各種イベント（メディカルジャパンなど）での広報活動で周知する。また、受験生を対象としたイベントでも、研究活動を積極的に情報発信し、受験生の獲得と将来にわたる人材の確保・育成に努める。特に 2025 年に開催が予定されている大阪万博は、そのメインテーマである「いのち輝く未来社会のデザイン」が、まさに本事業が目指す方向と一致しており、KUMP として何らかの形での出展を行うべく、準備を進めていく。

## 6 2021 年度の進捗状況

### <2021 年度目標>

**研究**(基礎ステージにある研究と応用ステージにある研究を分けて記載した)

#### <基礎ステージ>

- ・ 材料の基礎的物性，機能の評価

#### <応用ステージ>

- ・ 実施形態（ターゲットとする疾患，デバイス・製品の形態）の策定

### **ブランディング**

- ・ 関大メディカルポリマー研究センターの体制確立と周知

### <2021 年度実施計画>

#### **研究**

##### <基礎ステージ1>

- ・ 開発した材料に特異的な性質，性能を in vitro（実験室レベル，細胞・分子レベル）で確認し，従来にない性能・性質を発現することを確認する。

##### <応用ステージ1>

- ・ 実施企業未定の研究テーマに関しては，実施企業を獲得し，契約を締結する。（指標：実施企業3社）
- ・ 市場調査，臨床医（大阪医科薬科大学）および実施企業との討議により標的とする疾患や，実施形態（デバイス・製品の仕様）を策定する。

### **ブランディング**

#### <研究センターの体制確立と周知>

- ・ 従来からプロジェクトに携わっていただいていた大阪医科薬科大学の先生方，および若手を中心としたプロジェクト研究に携わる医学系研究者に，新たにセンター研究員（先端機構客員研究員）として就任してもらい，より強固な医工連携体制を確立する。
- ・ 関大メディカルポリマー研究センター設立1年目であることから，医工連携型の研究を担うセンターの活動を学内外に周知する。2016～2020年度の『『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』事業期間中に整備したウェブサイト，パンフレット等を活用しながら，センターの認知に努める。

### <2021 年度主な成果>

#### **研究成果**

基礎ステージの研究においては，概ね，当初計画どおり順調に研究を進捗させた。また，応用ステー

ジにおいても実施企業を獲得し、これまでの継続に加えて2021年度に新たに8社の共同研究を開始するなど、実用化に向けた研究ステージに進んでいる(特筆すべき共同研究においては7の項目を参照)。共同研究の実施においては、当プロジェクトメンバーと共同研究先の企業、さらには共同研究を行っている大阪医科薬科大学などの医療機関の医系研究者らとともに、標的とする疾患や実施形態について慎重に検討を進めながら研究成果を挙げた。

2021年度の主な成果の具体的項目については、以下のとおりである。

#### インジェクタブルポリマー関連

- (1) インジェクタブルポリマー(IP)とキマーゼ阻害剤を併用した癒着防止材としての効果について、ラットを用いたモデル動物試験において、従来の癒着防止材を上回る癒着防止効果を示すことを明らかにした。*ACS Applied Bio Materials*, 4, 3079-3088 (2021). (インパクトファクター**IF=3.25**)
- (2) IP から生じるゲル表面に組織接着性を付与することに成功し、*in vitro* モデル血管系において、血管塞栓材および癒着防止材としての有用性を確認した。*Acta Biomater.*, 135, 318-330 (2021). (**IF=8.947**)
- (3) IP ゲル内に脂肪由来幹細胞(AdSC)を封入した注射製剤が、心筋梗塞モデルマウスにおいて、有効な心機能回復効果を示すことを明らかにした。*Sci. Technol. Adv. Mater.*, 22, 627-642 (2021). (**IF=8.090**)

#### ドラッグデリバリー用微粒子

- (4) 抗原とアジュバントを搭載したヒアルロン酸被覆ナノ粒子を用いた経鼻投与型ワクチンが、マウスへの経鼻投与での特異的抗体産生において高い活性を示すことを明らかにした。(技苑 154 号掲載) *Biomater. Sci.*, in press. (**IF=6.843**)
- (5) pH と還元的環境の二重刺激に応答するゲル微粒子の調製に成功した。*Langmuir* 37, 1148-1149 (2021). (**IF = 4.384**)
- (6) 経皮吸収型薬物デリバリーシステムとして、ポリリン酸エステル修飾セルロースナノクリスタルにより安定化されたエマルジョンに抗菌薬ラノコゾールを内包させた薬剤が、炎症惹起マウスモデルにおいて有意な炎症低下作用を示すことを明らかにした。(技苑 154 号掲載) *Polym. J.*, 53, 1493-1498 (2021). (**IF = 3.080**)

#### 診断用医療機器・人工臓器

- (7) マイクロ波レーダーセンサーを使用した血圧の変化を非接触にモニターするシステムを開発した。(技苑 154 号掲載) *J. Biomed. Sci. Eng.*, 15, 51-65 (2022).
- (8) 内視鏡手術中のコミュニケーション支援のための描画アプリケーションを開発した。*Applied Sciences*, 2021, 4505 (2021).
- (9) 生体内組織形成法により作成したバイオチューブ人工血管のヤギ移植における急性期パイロット試験を実施した。*EJVES Vascular Forum*, 54, 27-35 (2022).

#### その他の基礎研究成果

- (10) マイクロパターン上の細胞接着を光照射により制御する材料を開発した。*Adv. Mater. Interf.*, 2101965 (2022). (**IF = 6.147**)
- (11) 細胞集合塊(スフェロイド)の形成を誘導するペプチドの合成に成功した。*Processes*, 9, 538 (2021). (**IF =2.973**)
- (12) 高分子鎖の絡み合いを利用して、非常に高い強靱性(強くてよく伸びる)を持つタフなゲルの単純な合成方法を開拓した。(技苑 154 号掲載) *NPG Asia Materials*, 13, 34 (2021). (**IF= 10.481**)

(13)外耳における血中の揮発性化合物の非侵襲的モニタリング方法を開発した。*Sci. Rep.*, 11, 10415 (2021).

(IF = 4.379)

(14)DDS キャリアとして DNA オリガミデンドリマーを設計・作成した。(技苑 154 号掲載)

## ブランディング

2021 年 4 月に先端科学技術推進機構直下に関大メディカルポリマー研究センターを設置し、2016 年度から実施してきた本事業の研究を拠点化することができた。今年度は、事業の活動や上記研究成果の学内外への発信に主眼を置き、さらなる研究の発展をめざして様々な形で研究成果の発表を行った。主なブランディングでの活動は以下のとおり。

- (1) 2021.8.5. 本学が協定大学と主催する国際シンポジウム The 15<sup>th</sup> International Symposium on Science and Technology において、代表者が基調講演を行った。
- (2) 2021.10.21. ベルギーを始めとする EU 各国との連携や外部資金獲得を意図して、Kobe University Brussels Workshop and Brokerage Event で、プロジェクトの紹介を行った。
- (3) 2022.1.28.関大メディカルポリマーシンポジウムを開催し、プロジェクトメンバーが研究シーズ・新規テーマを紹介した。
- (4) 2022.3.8. 株式会社 COPEL コンサルティングと関西大学先端科学技術推進機構の共催で、主として医療機器開発企業からの参加者を集めて、「関大メディカルポリマー実践講座 -産学共創による社会実装を目指して-」(オンライン)を開催した。
- (5) 2022.3.9-11.「第 8 回再生医療 EXPO (大阪)」に出展した。
- (6) 2022.3.31 本事業の研究・教育活動を伝える「KU-SMART Project ニュースレター第 9 号」を発刊した。
- (7) プロジェクトメンバーが研究拠点を置く千里山キャンパスで開催された各オープンキャンパス(フレッシュキャンパス, グリーンキャンパス, サマーキャンパス)行事において、模擬講義および展示を行った。
- (8) 大学の特設サイト「関大 先生チャンネル」に KUMP 特集記事として、各メンバーの研究紹介動画に加えて、プロジェクトとして研究トピックスを紹介する動画を作成・掲示した。
- (9) 従来からプロジェクトに携わっていただいた大阪医科薬科大学の先生方、および若手を中心としたプロジェクト研究に携わる医学系研究者に、新たに関大メディカルポリマー研究センター研究員(先端機構客員研究員)として就任してもらい、より強固な医工連携体制を確立させるとともに、連携関係を学外から見えやすい形に整えた。

その他、外部資金獲得状況については別紙外部資金獲得一覧を、若手研究者の人材育成については、本報告書末尾の「外部資金審査・評価部会からの確認事項」①を参照。

## 7. 2021年度の特筆すべき成果

2021 年度の主な研究成果は上記 6 のとおりであるが、特筆すべき成果としては、主に以下のものが挙げられる。

- ・ IP の癒着防止効果に関する研究成果(1)の論文のイラストは *ACS Applied Bio Materials* 誌 (American Chemical Society)の Front Cover Page に採用された。

- ・ IP の心筋梗塞治療に関する研究成果(3)は、*Sci. Technol. Adv. Mater.*誌においてハイライト論文 (Selection of Influential STAM Papers from 2021)に選出された。この成果は Asia Research News でも記事として取り上げられた。(リンク：[Hydrogel holds life-giving cells longer | Asia Research News](#))
- ・ 微粒子型経鼻投与ワクチンに関する研究成果(4)の論文のイラストは *Biomaterials Science* 誌 (Royal Society of Chemistry)の Front Cover Page に採用された。
- ・ 生体内組織形成法により作成したバイオチューブ人工血管に関する研究成果(9)に関連し、プロジェクトメンバーが参画する研究グループが AMED の推薦を受け、全米医学アカデミー (National Academy of Medicine; NAM) の提唱する「Healthy Longevity Grand Challenge (HLGC)：健康長寿に向けた課題解決」のカタリスト・アワードを受賞した。
- ・ タフなゲルの簡便な合成方法に関する研究成果(12)は、Nature Publishing Group の *NPG Asia Material* 誌(IF= 10.481)に掲載され、KU Express でも紹介された。
- ・ 校友会、教育後援会への強いアピールの成果として、校友からの支援として(株)極東技工コンサルタントから、300万円の指定寄付をいただいた。
- ・ 科学研究費採択数は12件、採択総額は82,360千円、その他の省庁・独法からは3件で合計29,268千円であった。
- ・ B社との共同研究では、頭蓋内分解性ステントの実用化へ向けた検討を行った。さらに、医療機器メーカーであるN社と新たに契約を締結し、癒着防止材やインターベンションへのIP実用化に関する検討を開始した。
- ・ これらを含め、企業等からの受託研究、学外共同研究、学術指導依頼及び指定寄付等の合計で28件、総額は277,744千円を獲得している。
- ・ 新規の共同研究先開拓のため、前年度に引き続き企業向け展示会「第8回再生医療 EXPO」(大阪)で、100名を超える企業担当者・研究機関関係者に本事業の研究を紹介した。
- ・ 若手人材の育成に関しての特筆すべき事項は、本報告書末尾の「外部資金審査・評価部会からの確認事項」に記載。

## 8. PDCAサイクルの状況(これまでの自己評価および外部評価, 外部資金審査・評価部会等への対応状況)

2021年6月14日に通知された外部資金審査・委評価部会からの当初事業期間(2016-2020)終了時総合評価は、4段階で3.71と非常に高い評価をいただいた。今年度の活動に対しては、1月のKUMPシンポジウムでの成果発表、技苑での成果報告、年度末の業績(論文、学会発表等)により、自己評価を行ったところ、まずまず、計画通りに研究は進捗していると言える。

昨年度より続くコロナ禍のため、多くの学会が中止やオンライン開催となり、全国の多くの学生の学会発表へのモチベーションが低下する中、当プロジェクトでは、発表件数は国際学会57件、国内学会153件(昨年度、国際7件、国内134件)と、昨年度より大きく回復した。

外部資金審査・評価部会からの主な意見とその対応としては以下の通り：

- ・ 企業および医療機関との連携を密にすべし、という点について、別紙外部資金獲得一覧の通り、企業や、大阪医科薬科大学および他の医学系大学との共同研究も進捗している。
- ・ 企業との共同研究の進め方に関しては、当然ながら指摘があった通り、製品化へのロードマップを策定しながら進めている。

- ・ 関大メディカルポリマー（KUMP）型 AO 入試の学生は、一期生が次年度に 4 年生となる。当該学生は大学院への進学を予定している。
- ・ 博士課程後期課程の学生をリサーチ・アシスタントとして雇用し、医工連携の研究に長けた人材の育成を積極的に行っている。
- ・ この他の意見としては、大学の組織的援助により大阪万博へ積極的に取り組むべき、大学がリスクテイクをした製品化のための投資をすべきであるなど、大学を挙げての（オール関大）体制の必要性を指摘するものが多く、さらなる法人側からのバックアップ体制の強化を期待する。

## 9. プロジェクトの自立運営に向けた外部資金の獲得状況

2021 年度の外部資金獲得状況については、

民間企業等からの受託研究、学外共同研究、学術指導、試験分析等 23 件 17,144 千円

政府もしくは政府関連法人からの研究資金 3 件 29,268 千円

指定寄付等 5 件 10,600 千円

科学研究費補助金 12 件 82,360 千円

で総額 139,372 千円となり、今年度も堅調に外部資金を獲得し、各種研究を推進している。

詳細は、別添の外部資金獲得一覧のとおりである。

### 外部資金審査・評価部会への回答事項

#### ① 研究プロジェクトに関わる若手研究者の人材育成状況について

- ・ コロナウイルスの影響により、各種学会が中止になったり、オンライン開催となった中で、本プロジェクトに関連する大学院生が、学会における発表で、13 件の研究発表賞を受賞した。
- ・ 昨年度より村瀬敦郎博士、今年度より Suphatra Hiranphinyophat（スパトララー・ヒランピンヨーパート）博士を特別任用助教として採用した。Hiranphinyophat 博士は本学理工学研究科での学位取得者である。
- ・ Hiranphinyophat 博士は 2022 年 2 月から東北大学へ転出し、研究者としてのキャリアを継続する。
- ・ 2022 年度には村瀬敦郎博士を引き続き、特別任用助教として雇用する他、Duangkamol Dechojarassri(ダウアカモル・デチョジャラッシ)博士を特別任用助教として雇用することとなった。Dechojarassri 博士も本学理工学研究科での学位取得者である。
- ・ 村瀬敦郎博士は学内研究助成金の 2022 年度若手研究者育成経費（研究経費 1,000 千円）に採択されている。
- ・ 柿木佐知朗准教授は 2022 年 4 月に教授に昇進した。

## 10. 学内評価の状況

本学の全学的評価組織である、外部資金審査・評価部会（副学長の下に副学長指名メンバー若干名で構成）においては、「研究活動については、事業の目的に沿った研究計画が遂行され、昨年度よりも基礎研究の質・量ともに向上しており、顕著な成果を挙げていると判断される。外部資金獲得状況についても良好で、自立した研究プロジェクトとしての活動が活発に行われていることがうかがえる。一方、事業の最終目的が医療器材の実用化・社会実装であることから、今後 5 年間で達成するまでの各年度の明確な戦略・計画の記載が充分ではなく、どの程度の時間を要するかについても明確に記載されることが求められる。今後は医療以外の分野で機能性ポリマーとして展開する方策についても検討し

てはどうか。

ブランディング活動については、社会への浸透という点で、引き続き全学的観点からの支援が必要である。

今後については、研究プロジェクトの自立的運営を見据え、研究及びブランディング活動の両面から事業を継続し、KUMPの実用化、さらなるブランディングの向上のための事業展開を期待したい。」との意見を得た。

学長を座長とした研究ブランディング事業戦略会議では、出席した委員より、KUMPの実用化に向けた臨床研究までのロードマップの明確化や、持続可能な研究拠点としての、本学若手研究者の育成、さらなるブランド化を進めるための学部教育への落とし込みや、保護者への広報アプローチの重要性に関する意見があった。

また、本事業の今後の発展については、費用対効果を精査しつつ、引き続き法人・教学が一体となってブランドの維持・発展に向けた推進を図ることが確認された。

以 上