

**2022 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（学内評価用）**

提出日：2023 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ス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では、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」は、まさに KUMP プロジェクト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 2022 年度の進捗状況

<2022 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>

- ・ 分子構造および合成経路の最適化
- ・ PMDA との相談による臨床研究実施計画の策定
- ・ 非臨床 POC(Proof of Concept)の取得

ブランディング

- ・ 各種イベントにおける広報活動

<2022 年度実施計画>

研究

<基礎ステージ2>

- ・ 性能・機能の発現に最も適した分子構造を決定し、最も効率の良く低コストでその材料を合成する合成経路を決定する。
- ・ 特許の取得と論文執筆・投稿を行う。(指標：論文と特許の合計：20(2021-2022 年度))

<応用ステージ2>

- ・ PMDA との相談を行い、認可へ向けて、どのような試験を行うべきかを決定し、その準備を行う。(指標：PMDA との会合回数 3 回(2021-2022 年度))
- ・ 非臨床試験により、作成したデバイスが疾病の治療や診断に有効であることを証明するデータを得る。(POC の取得)

ブランディング

<各種イベントにおける広報活動>

- ・ KUMP 型 A0 入試で 2019 年度に入学した 1 期生が 4 年次生になり研究室に配属される節目の年度であることから、入試広報を含む人材育成の広報活動に力を入れる。
- ・ 研究員の活動を広報することで、センターの認知に努める。

<2022 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等を獲得し、これまでの継続に加えて 2022 年度に新たに 7 件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項目 7 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。2022 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) IP ゲル中での脂肪由来幹細胞の未分化状態および多能性の維持について検討し、IP ゲル中で未分化状態が維持されることを確認した。一方で、多能性については一時的にその能力を失うことも判明した。これは、今後の再生医療応用において極めて重要な情報である。（技苑掲載）*Polymer Journal*, **55**, 261–271 (2022). (IF=3.135)
- (2) インジェクタブルポリマー(IP)の分子構造と性状およびゲル化能に関する体系的な検討を行い、分子構造とゲル化温度の関係を明らかにし、今後の分子設計の指針となるデータを取得した。*Polymer Chemistry*, in press. <https://DOI.org/10.1039/D2PY01574A> (インパクトファクターIF =5.364)

ドラッグデリバリー用微粒子

- (3) ヒアルロン酸被覆ナノ粒子に抗繊維化薬剤であるオルメサルタンメドキシミル(OLM)を内包した製剤を開発し、肝硬変モデルマウスに投与したところ、肝臓へ高い集積性と抗繊維化効果を示すことがあきらかとなった。（論文受理済）*ACS Biomaterials Science & Engineering* (IF = 5.395)
- (4) 液晶性を示すポリマーから調製したミセルが体温に応答した相転移現象を示すドラッグキャリアーとして有用であることを明らかにした。*ACS Applied Materials & Interface*, **14**, 31513-31524 (2022). (IF = 10.383)（内裏表紙に採択）
- (5) 逆エマルション系での RAFT 重合により両性イオンコアと温度応答型シェルからなるコア-シェル型マイクロゲルの作成に成功した。（技苑掲載）*Polymer Chemistry*, **13**(23), 3489-3497 (2022). (IF =5.364)
- (6) ペプトイド（ペプチド擬似化合物）であるポリサルコシンに糖鎖を付加した分子が 150nm 程度の高分子凝集相（コアセルベート）を形成することを見出した。（技苑掲載）*Nanoscale Advances*, **4**, 3707-3710 (2022). (IF=5.598)

診断用医療機器・人工臓器

- (7) 人工血管素材である ePTFE の血管内皮細胞の接着力を向上させる方法として、チロシンの酸化反応を利用したフィブロネクチン由来ペプチド(Leu-Asp-Val)を One-pot 反応で固定化する方法の開発に成功した。（技苑掲載）*Colloid and Interface B: Biointerface*, **216**, 112576 (2022). (IF =5.999)
- (8) 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前臨床試験を行った。*Journal of Biomedical Materials Research Part B Applied Biomaterials*, **110**, 2387-2398 (2022). (IF =3.405)
- (9) オリゴプロリンで修飾した表面が in vitro 動的環境下において高い血液適合性を発現することを見出した。（ニューズレター掲載）*Biomaterials Science*, **10**, 5498-5503 (2022). (IF =7.59)
- (10) 骨指向性ポリマー（ポリフォスフォエステル）が骨芽細胞の骨分化を誘導することを明らかにした。*Journal of Biomedical Materials Research Part A*, in press. (IF =4.854)

その他の基礎研究成果

(11)生理的環境下で分解し、非常に高い破壊靱性値を示すダブルネットワークゲルの作成に成功した。

Polymer Chemistry, **13**(25), 3756-3497 (2022). (IF =5.364)

(12)薬物結合サイトを記憶した温度応答性ゲルを設計し、体温付近での温度変化に応答した薬物放出制御に成功した。*Journal of Materials Chemistry B*, **10**, 6644–6654 (2022). (内裏表紙に採択) (IF =7.571)

(13)ホスホリルコリン基を含む架橋剤を使用した、三次元細胞培養基材として利用できる両性生分解性ヒドロゲルの調製に成功した。*Advanced Materials Interface*, **9**, 2201002 (2022). (IF =6.389) (台湾中央大学の C. J.Huang 教授らとの共同研究)

(14)癌のホウ素中性子補足療法に使用するホウ素クラスター分子(BSH)を認識して選択的に結合するペプチド配列をファージディスプレイ法により見出した。*Peptide Science*, in press. (IF =2.592)

(15)細胞塊 (スフェロイド) 形成能を有するペプチド固定器材上でのヒト間葉系幹細胞の三次元培養に成功した。(技苑掲載) *Process*, **10**, 1779 (2022). (IF =3.352)

(16)吸収性縫合糸としての使用を目的とした、天然素材であるタンニン酸および柿タンニン酸を使用してゼラチンを架橋した繊維の調製に成功した。(技苑掲載) *Macromolecular Chemistry and Physics*, **223**, 2200282 (2022). (IF =2.996)

(17)DNA をリンカーとして活用した多色生物発光システムの開発に成功した。この技術はマルチ検出診断システムなどへの応用が考えられる。(技苑掲載)

ブランディング

2021 年 4 月に本事業の研究を拠点化し、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た。今年度は、センター開設後 2 年目を迎えて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) 2022. 3. 8-10. 「第 9 回再生医療 EXPO (大阪)」に出展した。併催の第 3 回ファーマラボ EXPO アカデミックフォーラムにおいて奥野陽太助教が「臨床適用を目指したペプチド系バイオマテリアル—関大大学のシーズ」と題した発表を行い、50 名近くの企業担当者・研究者が熱心に耳を傾けていた。

(2) 2023. 2. 21-22 に実施した一般社団法人 Glocal Academy 主催『第 8 回高校生国際シンポジウム』プログラムに KUMP 型 A0 入試にかかる広告を出稿した。

(3) 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。さらに、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。

(4) 葛谷明紀教授の研究が”Leading cutting-edge intelligent molecule research at one of the world’s best-equipped laboratories” として Kansai University, e-bulletin, No. 18, 2022 で紹介された。

(5) 研究代表者である大矢裕一教授が、関大北陽高校で模擬講義を行った。

(6) 研究代表者である大矢裕一教授が、高分子学会ポリマー材料フォーラムで招待講演を行った。

(7) 研究代表者である大矢裕一教授が、イタリアの国際学会(CIMTEC2022, Forum on New Materials)で招待講演を行った。

(8) アジア地区の再生医療国際学会である TERMIS-AP で岩崎泰彦教授が基調講演を行った。

- (9) 小谷賢太郎教授が「ヒューマンインターフェース学会シンポジウム 2022」で大会長を務めた。
- (10) 田村裕教授が最終講義を行い、卒業生が多数、聴講のために来校した。
- (11) 積極的な SNS 活用を行った。特に、twitter のフォロワー数を約 20%増やし、本事業の社会一般への広報に努めた。

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参照。

7. 2022年度の特筆すべき成果

2022 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。

- ・ KUMP 型 A0 入試での第一期入学生が、国立循環器病研究センター研究所で研究活動を行い、「新規神経誘導管の開発」をテーマとした卒業論文を発表した。2023 年 4 月に大学院博士課程前期課程に進学し、新たな研究テーマに取り組む予定である。(ニューズレター掲載)
- ・ 若手専任教員として奥野陽太博士が助教として着任し、本プロジェクトに参入した。(ニューズレター掲載)
- ・ Duangkamol Dechojarassri (ダウアカモル デチョジャラッシ) 博士を 2022 年 5 月から特任助教として採用した。同博士は 2019 年 3 月に本学総合理工学専攻で博士を取得している。
- ・ スタンフォード大学が“Updated science-wide author databases of standardized citation indicators” (標準化された引用指標に基づく科学者のデータベース) を公開し、世界トップ 2%の科学者に本事業から、直近 1 年 (single recent year) で 3 名、生涯 (career long) で 4 名が選出された。
直近 1 年：岩崎泰彦，田村裕，宮田隆志
生涯：：岩崎泰彦，大矢裕一，田村裕，宮田隆志
https://www.kansai-u.ac.jp/ja/about/pr/news/2022/11/post_68350.html
<https://elsevier.digitalcommonsdata.com/datasets/btchxktzyw>
- ・ 宮田隆志教授が令和 4 年度日本接着学会賞を受賞した。
https://www.adhesion.or.jp/aboutus/aboutus_374.html
- ・ 鈴木哲准教授の非接触診断システムに関する研究が国際学会(2022 IEEE 11th Global Conference on Consumer Electronics, Osaka)で Outstanding Award を受賞した。
- ・ 宮田隆志教授の光応答性フィルム上での幹細胞挙動制御に関する研究が高分子学会パブリシティ賞を受賞した。
- ・ N 社との共同研究では、IP の血管内治療 (インターベンション) 用材料としての機能評価を行った。
- ・ T 社と大阪医科薬科大・整形外科教室との 3 者による共同研究でペプチドゲルの関節疾患治療材料の製品化および事業化研究を行った。
- ・ 化学・物質工学科 2022 年度入学生にアンケート調査を実施したところ、KUMP プロジェクトについて「よく知っている 9.8%」「聞いたことがある 33.1%」の合計が 42.9%と比較的高い数値を示した。
- ・ 米国クレムソン大学との学生交流を行った。COIL プログラムによる 1 ヶ月の交流の後、来日し KUMP 研究室に約 2 ヶ月滞在して研究を行い、研究発表をおこなった。(ニューズレター掲載)
- ・ 香港中文大学から学生が来日して KUMP 研究室に約 2 ヶ月滞在して研究活動を行った。(ニューズレター

一掲載)

- 本事業に携わる理工学研究科博士課程前期課程の渡邊莉野さんが、本学とドイツ・ギーセン大学のダブルディグリープログラムを修了し、国際感覚を持つ優れた医工連携人材が育成された。(ニューズレター掲載)
- 日本のトップ医療機器メーカーであるテルモ株式会社の深水淳一氏(本学卒業生)が、化学・物質工学科の学生に対して特別講義を行った。実際の医療機器を用いた実習や工場と Web で繋いだ遠隔授業も行われ好評を博した。(ニューズレター掲載)
- 学術変革領域研究(A)「分子サイバネティクス-化学の力によるミニマル人工脳の構築」に葛谷明紀教授が D01: 展開班「ミニマル人工脳のための分子アクチュエーションシステムの開発」の代表者として採択されている。(ニューズレター掲載)

その他の論文、特許の数、学会の発表件数、受賞件数については項目 8 を、外部資金の獲得状況については、項目 9 を参照いただきたい。

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)

2022年6月13日に通知された外部資金審査・評価部会からの2021年度の学内進捗状況評価において、総合評価点は満点の4.00と非常に高い評価をいただいた。外部資金審査・評価部会からは特に改善のコメントをもらっていない。

自己評価は、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)により行った。応用研究はやや計画よりも遅れているが、企業との共同研究は基本的に非公表であり、発表できる段階に至っていないものもある。一方で、基礎研究で新しい成果が次々と生まれている。また、論文と特許の合計数は昨年度34件(論文30, 特許4)、今年度が24件(論文23, 特許1)で、指標として設定した2年間20件を単年度で大きく上回った。

コロナ禍のため、年度前半の多くの学会はオンライン開催となったが、後半には対面の学会も行われるようになった。海外出張には制限が残ったため国際学会の発表件数は22件と伸び悩んだものの、国内学会153件と昨年度同数であった(昨年度、国際57件、国内153件)(昨年の国際学会発表が多かったのは日本バイオマテリアル学会の国際学会が2021年に国内で開催されたためである)。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、7件の研究発表賞を受賞した。

以上のとおり、年度前半には、一部コロナ禍の影響を受けつつも、研究においては概ね順調に進めており、得られた研究成果については、論文、特許数や学会発表で周知のとおりである。

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

プロジェクトの自立運営に向けた外部資金の獲得状況については、以下のとおりである。

- 葛谷明紀教授が取締役を務めるDNAナノテクノロジーを扱うベンチャー企業Cranebio社が昨年設立され(本学イノベーション創生センター内に事業所)、同社からの研究費(200万円)も獲得した。
- 科学研究費採択数は12件、採択額総額は76,650千円(昨年12件, 82,360千円)(間接経費含む、以下同)と同程度の資金を獲得した。
- 政府もしくは政府関連法人からの研究資金は3件で合計40,015千円(昨年3件, 29,268千円)と増額した。

- ・ 企業等からの指定寄付は、7件で合計11,800千円（昨年5件10,600千円）と増額した。
- ・ 民間企業等からの受託研究，学外共同研究，学術指導，試験分析等は，20件で合計28,481千円（昨年23件，17,144千円）を獲得し，大幅に昨年よりも増額した。
- ・ 教育後援会元会長からの支援として（株）極東技工コンサルタントから、200万円の指定寄付をいただいた。

詳細は，別添の外部資金獲得一覧のとおりである。

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，基礎研究・応用研究共に，実施計画通り堅実にかつ順調に遂行され，顕著な成果を挙げていると判断される。特にインパクトファクターの高い学術雑誌に多数の論文が掲載されている点は高く評価できる。外部資金の獲得状況についても，科研費採択額のみならず民間企業からの外部資金が大幅に増額しており，それに加えて，特許取得や学会発表など精力的に行われていることから，それぞれの研究者の努力により大きな成果が得られていることがうかがえる。

しかしながら，特筆すべき成果に記載されている，他機関との連携やその具体的な研究成果が見えにくく，また，本事業の目的に対する現状の進捗を明確にする必要がある。医療用での社会実装は容易ではないため，他の産業応用も視野に入れ，研究者総体として明確な新たな目標を定めることも必要だと思われる。

今後については，「事業を継続できるよう研究及びブランディングの両面から，KUMPの実用化と，さらなる広報活動を期待したい。」との意見を得た。

また，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，医療分野以外で比較的短時間で実現可能な他の産業応用や，10年計画の残り期間（現在8年目）での方向性の明確化，現研究者が退職後も持続可能な研究拠点となるような研究体制の構築，大学広報におけるKUMPホームページへのアクセシビリティに関する意見があった。

本事業の今後の発展については，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に加え，医療分野以外での産業応用の開発や，より積極的な広報活動，KUMP型AO入試の展開，さらには世界水準のシンポジウムの開催や大阪万博への参入などに力を入れていくことが確認された。

以上