

## 地域中核大学イノベーション創出環境強化事業 令和5年度採択校アワード審査調書

法人名：国立大学法人香川大学 大学名：香川大学

### (1) 本事業による効果（令和5～6年度）

① **多様性と卓越性**：香川大学では、当学発の地域イノベーションとして、希少糖の「生産法確立」・「安全性」・「用途開発」を独創的に進めてきた。食品分野が最初の用途開発分野で、約50個ある希少糖の中の最初の一つとしてD-アルロースの社会実装を試み、現在**食品素材としてグローバル展開が開始**。肥満対策として砂糖税が導入された国々の中で、米国、メキシコ、韓国では、希少糖は天然の糖であるが、カロリーゼロで機能性を持ち、一般的な糖質とは明確に区別できるため、食品成分表示の糖質区分から除外され、砂糖税の対象にならなくなった。これを機に、これら3カ国で2023~2024年に市場が大きく動きだした。10年前には皆無であった希少糖市場が、16カ国・地域で販売可能となり、現在も拡大中である。さらに、WHOが2023年に**カロリーゼロの合成甘味料（希少糖はこれに含まれない）の使用を推奨しないと発表したことが、希少糖には追い風となり、10年前はゼロであったD-アルロースの市場規模も、2024年は2.6億ドル（約400億円）に拡大、2027年は3.6億ドル（約560億円）規模に拡大と予想**（BIZWIT, Allulose Global Market Size Study, Estimate & Forecasts, 2024年2月三菱総研調べ）。希少糖を約15%含む希少糖含有シロップ（2014年発売）の生産販売に続き、希少糖D-アルロース純品結晶の大量生産・販売が可能となり（2021年全国B to B販売開始、**2023年10月B to C販売開始**）、**純品結晶を用いた高付加価値食品等の製品開発が進展した（D-アルロース純品利用の機能性表示食品登録数30品、純品利用約100社・200品目で既に国内利用、2024年12月調べ）**。

これらに加え、本プロジェクトでは、食品分野以外での希少糖利用に向け、抗がん作用、糖障害抑制作用、がん細胞のマーカー機能などの医療用途展開を開始した。これらは、がん治療、輸液・点滴液等で見られる糖障害回避、がん化した細胞へのDDS（ドラッグデリバリーシステム）・抗がん作用等で、新規の医療素材用途に繋がると確信しており、現在香川県内の連携企業とともにAMEDのもとで、ヒト臨床試験に向けた非臨床試験を精力的に続けている。また、植物病原菌への抗菌作用により、安全性の極めて高い農薬開発が進展し、さらに、工業（環境）分野で2024年度に大きく展開し、希少糖の持つセメント等の物理・理化学性調整機能の応用で、瀬戸内海地域の代表産業の一つである紙・パルプ産業との連携を進めた。紙・パルプの廃材は、植物細胞壁由来の糖の塊であり、我々の技術でこれを希少糖に変え、セメントの凝固制御への利用を試みている。

希少糖の持つ潜在的な有用性は極めて高く、当学は、基礎から実証試験・社会実装の全てにおいても、世界をリードする卓越的なポジションにあり、本事業の推進期間にそのポテンシャルをさらに上げる事ができたと自負する。これらの優れた多様性と卓越性は4.5と評価した。

② **社会実装・イノベーション** 希少糖の**食品素材開発**では、イノベーションはプロダクションイノベーションやプロセスイノベーションから、マーケット・イノベーションに移行し、社会実装で一定の成果が見られ（希少糖含有シロップ（一般糖との混合）3,700品目【販売開始後10年】、D-アルロース純品結晶200品目【販売開始後2年】）、**現在食品利用ではグローバル展開が開始**された。一方、食品以外の分野では、**医療素材・農業素材・工業素材開発**でそれぞれ異なる進捗状況でイノベーションが進展している。先行していた農業素材開発では、EUでの農薬許認可プロセスが最終段階であり、並行して**農薬上市後の当学・企業間のライセンス契約交渉が続いている**。養鶏飼料開発では、0.14%アルロース添加で産卵率・期間が向上するシーズ成果（特許化済）の下で、2万羽規模/3反復に及ぶコホート試験が完了し、地域ブランド化に向けて協会設立の段階まできた。2年後の上市を目指した肥料事業も、実証試験結果が蓄積してきた。また、医療素材開発では研究成果の知財化を着実に進め、GMPレベルの希少糖生産への技術移転や、抗がん剤開発へのヒト臨床試験開始に向けた非臨床試験を推進。さらに、工業素材開発では、環境分野での社会実装に向け、製紙産業とのシーズ開発がスタートした。製紙工場廃棄物由来の糖類は、現在バイオエタノールか分解性プラスチックに変換される。我々は、この廃棄糖を希少糖に変

換してセメント凝固制御剤として用いることで、含有糖がコンクリートからの有害物（六価クロム等）漏出抑制や建材寿命向上に寄与することを示した。この知見を基に、工業（環境）分野でのイノベーションの新規取組みを開始した。

当学は、香川県・国・様々な企業との連携により、食品分野での社会実装で一定の成果を上げており、さらに「**希少糖を様々な産業に展開可能な新資源**」と捉え、これまで培ってきた展開能力・経験値で、異なる産業分野でそれぞれ期待される用途利用に向けた開発研究を進めている。上述の通り、食品より付加価値の高い様々な産業での希少糖利用に関する開発を、異なる時間軸で同時進行している。食品・農薬・医薬・セメント利用で用いている希少糖の種類は全て異なり、当学が「**全ての希少糖を生産できる世界唯一の機関**」であるという優位性を利用し、**社会的・経済的インパクトの大きい医療分野や工業・環境分野での開発を進め、可能な限り早期に社会実装し、希少糖資源を大きなイノベーションに繋げる必要がある。**国際競争はずでに激化している。

アウトカム・評価の指標軸は、食品分野では希少糖含有食品品目数向上・グローバル展開拡大、農業素材開発では農薬許認可・ライセンス契約の進展/養鶏飼料事業化/肥料用途開発開始、医療素材開発では GMP レベルでの希少糖生産技術移転完了/ヒト臨床試験開始に向け順調な進展、工業素材開発では紙・パルプ産業との連携等で、何れも 2 年間で目覚ましい進展が見られた。

**③ 地域貢献** 当学の希少糖研究は、香川県の経済成長戦略の柱の一つである「かがわ希少糖ホワイトバレー」戦略や「人生 100 年時代のフロンティア県・香川」等の推進と密接に連携し、生産体制を早期確立し、様々な産業分野の地域企業と連携している。特に本事業を推進した 2 年間は、多岐に渡る産業分野が集積し、ニッチトップが多い香川県の産業特性を生かし、より幅広い産業分野への波及に向けて、国際希少糖研究教育機構を組織再編し、香川県、かがわ産業支援財団、当学産学連携・知的財産センター間の連携強化で、飛躍的に地域産業との連携を進めた。

**研究環境** 希少糖生産に関する技術の大部分は当学で開発され、know-how、知財、学術面で世界をリードする水準にある。当学農学部構内に設置した「希少糖生産ステーション」には、全種類の希少糖の生産が可能な設備機器が整備されている。しかしながら、現在、多くの用途開発研究は、学内に散在する各プロジェクトを推進する教員の実験室等で個別に行われている状況であり、地域企業等との多様な共同研究を進めるには、中核的な研究施設（例えば、希少糖研究棟等）の整備が必要である。本プロジェクトと直接的な関係はないが、当学は文部科学省の地域中核大学・特色ある研究大学強化促進事業（東京藝術大採択課題）の連携大学でもある。

**マネジメント** 研究マネジメントは、全学組織の国際希少糖研究教育機構で、79 名の教員・研究者を束ね、希少糖生産技術開発、医療素材・農業素材・工業素材等への用途開発を主体とした約 60 の研究課題を管理し、産官学連携推進、研究費配分、進捗状況把握、知財管理等を行っている。大学が保有しない機能は、外部コンサルタント・シンクタンク・特許事務所の活用で強化しているが、外部機関へ業務を丸投げせず、大学の Request for partner (RFP) を明確化して、RFP に基づいた実施案作成を外部機関に委託し、大学が運用しやすいものを選抜・改変して、企業等との交渉は全て大学が行っている。これにより、当学に有益な契約形式が「香川大学方式」として複数蓄積され、やがて外部機関のサポート無しに、大学が独自に進めることができる。

A：本事業採択前/事業後の羅針盤



年度	令和 4 年実績	令和 5 年実績	令和 6 年実績(12 月末時点)
外部資金獲得総額（千円）	242,300	287,813	332,386
案件（件）	26	32	29

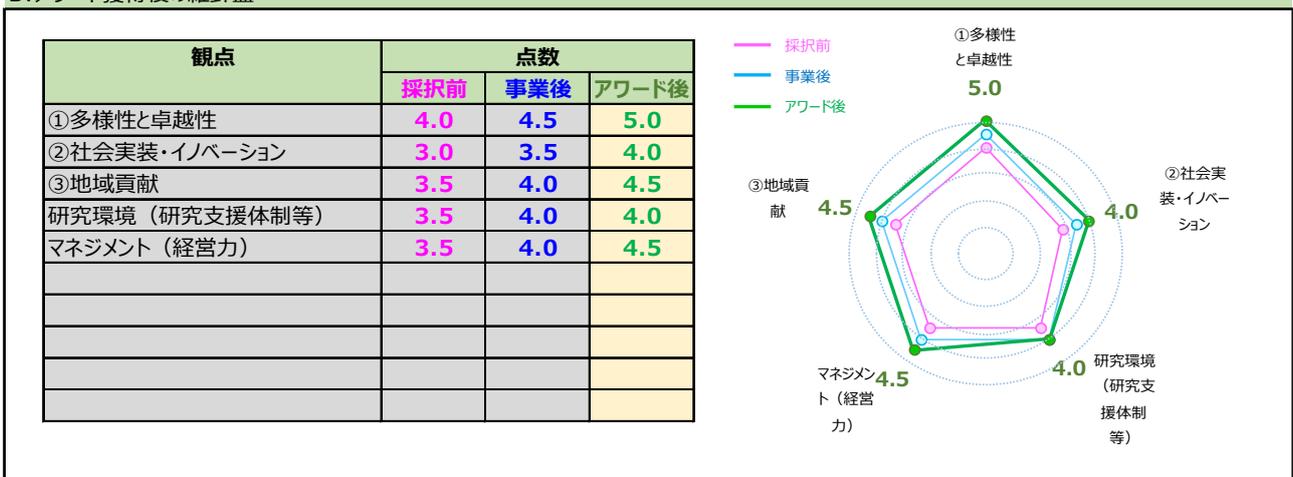
## (2) アワード獲得による効果 (令和7年度～)

アワード獲得により、令和7年度で今後5年間の進捗の方向を明確化したい。多産業分野に展開可能な希少糖を新資源と考え、**複数の産業分野と異なる時間軸でエコシステム形成を確立**する。これにより、持続性高く、約50個ある希少糖の用途を順にシーズ開発することが可能性になり、令和9年ごろから安定したエコシステム形成が稼働し始め、自立化できると考えている。現時点では、約50個ある希少糖の中のD-アルロース(食品、家畜飼料、肥料)、D-アロース(医薬)、D-タガトース(農薬)の3種の希少糖の用途を開発したに過ぎず、その他の希少糖もそれぞれ多様な機能・特性を持ち、今後更なる用途が期待できる。現時点で全ての希少糖を生産できる研究機関は世界で当学のみであり、生産の根源となる生産酵素の選抜法はknow-howで保持している。

まず、食品分野では幸いD-アルロース純品のグローバル展開が開始された。しかし、同時に国際競争も激化している。人類の主食(米、小麦、トウモロコシ、イモ類等)の構成主成分である糖質(=でんぷん・砂糖)を担う産業は、何れの国々でも国策で守られ、地域ごとにすみ分けがあるため、我が国の糖質産業のビジネス展開先として、アジア圏は重要な位置付けにある。世界最大の糖質生産・消費地域はアジアであり、さらにアジア全体の人口約46億人中に占めるイスラム教徒の割合は約12億人である。特に、中東・北アフリカ・東南アジアでの割合が高く、さらにこれらの地域では糖尿病リスクが高く、天然の糖質でカロリーゼロ・機能性に富む希少糖普及の可能性は高い。食品分野では既に国際競争が始まっているため、令和6年度からイスラム圏であるブルネイ王国のブルネイダレッサラム大学(UBD)と臨床共同研究を始めた。すでにハラール対応のD-アルロース生産は、産業レベルで完了しており、実証試験後のイスラム圏への展開に向け、食品分野/医療分野の複合研究として、アワード経費で注力したい。

農業分野では、EUでの農薬許認可/養鶏飼料の社会実装/肥料の実証試験の進展とともに、エコシステム形成に向けての企業との契約完了を目指す。医療分野では、食品展開とリンクさせた上記の糖尿病患者の病院食や、糖尿病予備軍のリスク低減食に関する臨床試験を、大学病院・地域病院・UBDとの連携で継続する。さらに、抗がん剤のヒト臨床試験の開始に向けた非臨床試験を、地域製薬会社との連携で、AMEDに合わせて進展させる。工業(環境)分野では、製紙産業とのプラットフォームを起点に、地域の建築・土木基礎材料メーカー・土木・建築資材メーカーと連携して推進し、さらに工業(環境)分野プロジェクトは、継続的飛躍に向け令和7年度に経産省系の競争資金に申請予定。

B: アワード獲得後の羅針盤



年度	令和4年実績	令和5年実績	令和6年実績 (12月末時点)	令和7年度見込み
外部資金獲得総額(千円)	242,300	287,813	332,386	348,255
案件(件)	26	32	29	39