

## 地域中核大学イノベーション創出環境強化事業 令和 5 年度採択校フォローアップ調書概要

法人名：国立大学法人香川大学  
大学名：香川大学

本プロジェクト「希少糖研究強化による香川地域イノベーション創出活性化」は、地域産業と連携した希少糖の社会実装に向けて、初期ターゲットであった食品産業用途のみならず、それ以外の産業分野で希少糖用途開発を展開させるプロジェクトであり、開始以降順調に進んでいる。

**多様性と卓越性：**香川大学発イノベーションとして、これまで独創的に進めてきた希少糖研究は、まずは食品産業分野で社会実装を試み、現在グローバル展開が開始され始めている。10年前はゼロであったD-アルロースのマーケット規模も、2024年は2.6億ドル（約400億円）規模に拡大し、2027年は3.6億ドル（約560億円）に拡大すると予想されている。これらに加え、本プロジェクトでは、食品産業分野以外での希少糖用途開発から、医療関連分野での展開を開始し、また安全性の極めて高い農薬開発を中心とした農業関連分野、さらにセメント等の物理・理化学性調整機能をベースとして、環境関連分野への工業的用途開発を進め、これらの展開は極めて高い独自性・卓越性を維持している。

**社会実装・イノベーション：**食品産業分野ではB to C向けで、食後の血糖値上昇の抑制機能と、脂肪燃焼効果による抗肥満機能の2つの機能を持つ機能性表示食品として、D-アルロース純品パウダー商品が販売開始され、当初の想定より高い価格帯で好調なスタートをしている。農業分野では、一部が許認可審査段階にあり、医療分野では臨床試験に向けて必要なステップが順調に進んでいる。いずれも当学と当該企業間でエコシステム形成に向けての契約交渉が進んでいる。工業用途では、地域の異種企業間のオープンイノベーションを促進し、カーボンニュートラル・環境保全を目指したイノベーションの創出を進めている。

**地域貢献、マネジメント（経営力）、研究環境（研究支援体制等）：**2024年3月現在で23社（内20社が地域企業）と24研究課題を進展・打ち合わせを進めている。これらの地域連携は、国際希少糖研究教育機構を中心としてマネジメントしている。80名余りの教授陣が各部局からの併任で同機構に帰属し、約60の希少糖研究課題を同時進行させ、学長をトップとした機構会議のもと、研究担当理事を機構長とする全学機構として集中管理している。さらに資金循環の加速に向け、契約交渉・知財戦略のサポートに外部コンサルタント・シンクタンク・特許事務所等を活用し、大学機能にない部分を補いながら経営マネジメントを強化している。機構組織の一部再編で、「地域連携」と「事業化」の推進部門を新たに設け（図1）、知財戦略を推進し、研究シーズを地域連携に直結させるための「司令塔」として、社会実装を常に意識したマネジメントで展開している。

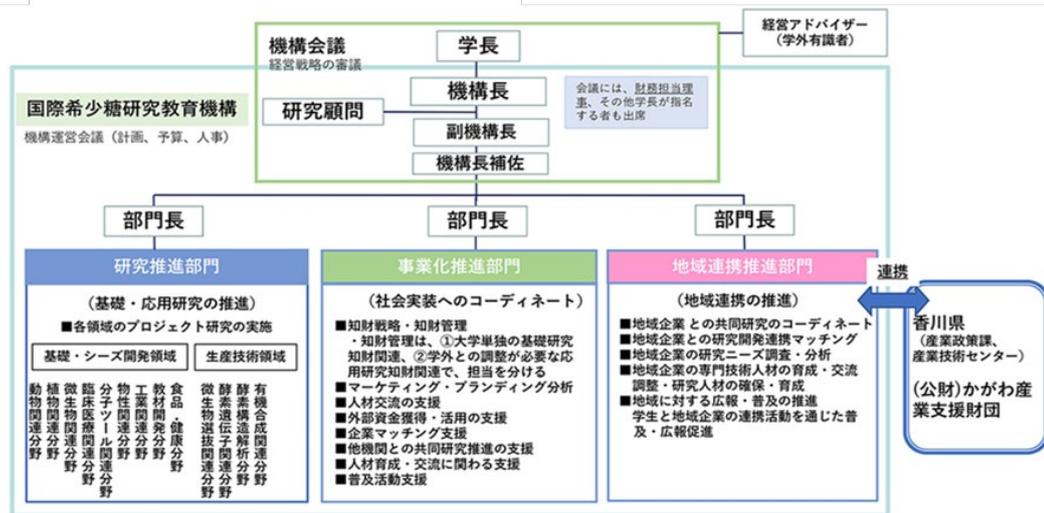


図1. 香川大学・国際希少糖研究教育機構は2023年10月に一部再編し、地域連携・社会実装を強化し、研究推進部門で発見された研究シーズの社会実装を効率よく推進している

## 地域中核大学イノベーション創出環境強化事業 令和5年度採択校フォローアップ調書

法人名：国立大学法人香川大学 大学名：香川大学

### (1) 地域中核大学としての取り組み

地域の中核大学として、自身の強みや特色が、本事業によりどのように進展したか

(ア) ①**多様性と卓越性**：本プロジェクトは、地域産業と連携した希少糖の社会実装に向けて、食品産業用途のみならず、それ以外の産業分野への用途開発展開を提案したプロジェクトであり、開始当初から順調に進捗している。

香川大学発イノベーションとして、これまで独創的に進めてきた希少糖研究は、まずは食品産業分野で社会実装を試み、現在**グローバル展開が開始**され始めている。肥満対策として、いくつかの国で砂糖税が導入されたが、導入された国々の中で、米国、メキシコ、韓国では、希少糖は食品成分表示の区分で糖質から除外されたため、砂糖税対象にならなくなった。これを機に、これら3カ国でマーケットが動きだしている。10年前には皆無であった希少糖市場が、現在では14カ国・地域（日本・米国・メキシコ・ペルー・コロンビア・チリ・エクアドル・インドネシア・シンガポール・フィリピン・インド・ベトナム・韓国・香港）で販売可能となり、それに伴い**10年前はゼロであったD-アルロースのマーケット規模も、2024年は2.6億ドル（約400億円）規模に拡大され、2027年は3.6億ドル（約560億円）に拡大と予想されている**（BIZWIT, Allulose Global Market Size Study, Estimate & Forecasts, 2024年2月三菱総研調べ）。当学は約50種類存在するすべての希少糖の生産法を開発し、D-アルロースのように用途開発が進んだ希少糖では、高生産効率の酵素選抜とそのアミノ酸配列改変で、世界で最も効率良く生産できる酵素の知財化に成功し、現在PCTを経て、D-アルロースが販売可能になった諸外国へ移行中である。

さらに、これまでに見出した希少糖D-アルロースの血糖値上昇抑制効果や脂肪燃焼効果をもとに、多数の健康機能性食品の製品化が進んでいる。希少糖を約15%含む希少糖含有シロップ（2014年発売）の生産に続き、近年希少糖D-アルロース純品結晶（2021年全国B to B販売開始、**2023年10月B to C販売開始**）の大量生産が可能となり、さらに多様・多数の高付加価値食品等の製品開発が期待されている（**希少糖機能性表示食品28品**（消費者庁届出検索サイト調べ（2024年3月）/アルロース純品24件、希少糖3件、プシコース1件、合計28品が登録済））。

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機能として、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）等、新規の医療素材としての用途に繋がると確信している。また、植物病原菌への抗菌作用の発見により、安全性の極めて高い農薬開発に向けた研究が進展し、許認可の段階にきている。これ以外にも、セメント等の物理・理化学性調整機能も明らかとなり、環境分野への工業的な展開を模索している。これらのことから、希少糖の持つ潜在的な有用性は極めて高く、その根幹となる研究開発を独創的に進めている当学は、申請時から変わらず、基礎から実証・社会実装のいずれにおいても、世界をリードする卓越的なポジションにあると判断できる。プロジェクト開始直後という事もあり、これらの優れた多様性と卓越性に大きな変化はなく、点数は4.0とした。

②**社会実装・イノベーション**：上記①にも記載したとおり、食品産業分野ではB to C向けで、食後の血糖値上昇の抑制機能と、脂肪燃焼効果による抗肥満機能の2つの機能を持つ機能性表示食品として、**D-アルロース純品パウダー商品アストレアWが販売開始**された。通常の健康的な食事を摂りながら、食後の紅茶・コーヒー等で摂取出来るように、5gのサシットで販売が進み、当初の想定より高値（6,000円/kg）で国内マーケットは反応している。そのため、kg当たり1,000円以下の設定のB to B販売より、好調なスタートが切れている。しかしながら、順調に販売が開始されたのは、2023年後半にテレビ番組等（例えば、日本テレビ「カズレーザーと学ぶ。」6月、12月放映等）で、全国的に取り上げられた影響が大きく、食品産業分野で飛躍するためには、更なる起爆となる広報が重要である。その後も読売新聞、毎日新聞等で特集され、現在もNHKの長期取材中で、**当学はマスコミにも積極的に協力する方針**で進めている。

## 【様式1】令和5年度採択校フォローアップ調書

食品以外の産業分野では、農業分野での進展があった。D-タガトースを原体とする農薬利用の登録をEUで進めている。本件のパートナー企業は、三井化学クロップ&ライスサイエンス社で、ベルギーのセルティック・ベルシム社（三井物産により買収された農薬企業）を窓口に、EUで農薬登録の許認可を申請して、認可・上市後の**希少糖農薬ライセンス契約交渉を進めており、2024年度中に締結終了予定**で交渉を継続している。また、この農薬登録とは別に、D-アルロースの家畜飼料利用に関するコホート研究を、地域連携により、香川県畜産試験場・養鶏業者の高島産業・飼料会社の日和産業（坂出工場）とのチームで試験を進めている。特許用に条件を精密に揃えた試験後、地域の養鶏企業との連携で、2万羽（一鶏舎）を用いた2回（2022、2023年）の試験を行い、D-アルロース0.14%含有飼料で、産卵率、産卵期間が延びる事が明らかとなった。次年度（2024年）、誘導換羽の時期に再度同試験を行う事で、大きな経済性を見出せる可能性が見えており、**希少糖飼料を用いた養鶏卵の地域ブランド化に向けて、登録商標等を用いた戦略の議論も進んでいる**。さらに、作物肥料では、MCファージェイコム社との連携でイノベーション試験を進め、イネ倒伏抑制、乳白米化抑制、各種野菜での収量向上等で、D-アルロースの有効性が認められ、香川県農業試験場を含む公設試での実証試験交渉を始めた。

医療分野では、香川県の企業でニッチトップの酸化マグネシウム製剤を保有するマグミット製薬社と、D-アロースを利用した創薬イノベーション研究を進めている。当学・松谷化学工業社・マグミット製薬間の共同研究で進めてきたD-アロース生産技術の移転を、2024年3月で一度完了させ、4月からは当学とマグミット製薬社の2機関で創薬研究に集中している。2024年5月にAMEDのpreFに「**根治切除不能腎細胞癌に対する希少糖D-アロースを用いた新規治療法の開発**」が採択され、2027年の臨床試験開始を目指して一丸となり、作用機作・臨床関連の各種プロトコル作成に関する研究を進めている。また、食品分野で社会実装が開始されたD-アルロースでは、松谷化学工業社と連携し、血糖値が高く、食後の血糖値ピークも上がりやすい糖尿病患者でのコホート臨床研究が進展している。

環境分野に関しては、香川県のセメント業者である大成生コン社、セメント構造物製造の日本興業社との連携で、希少糖含有セメントを用いたセメント構造物として、藻場形成構造物（海中でテトラポットのような消波ブロック効果を持ちながら、漁獲量の向上を目指した藻場の形成を促進させる）への希少糖含有の影響を検討する。希少糖含有することによるセメントの液状化により、構造物作製が容易になる事や、コンクリートからの有害物質の漏出抑制につながる研究成果を既に知財化しており、また藻場形成構造物に関する特許もすでに取得していることから、両者を結びつけることで、藻場の形成を促進出来ると考えている。藻場は、魚類の産卵場所や生息場所になるのみならず、藻が海中の二酸化炭素を固定化するため、カーボンニュートラルのターゲットとして、**希少糖含有コンクリート構造物による藻場形成促進を大きなイノベーションに繋げたい**。また、セメントに混ぜる希少糖生産の原材料としては、製紙工場の廃パルプ由来の糖液等を考えている。現在、地域の手製紙工場は、パルプ由来の糖液等を、ジェットエンジン用のエタノールやプラスチックに変換する事業開発を開始している。このパルプ由来の糖液等を原材料として、我々の技術で希少糖に変換し、上述のセメント関連産業分野との希少糖を介した連携を当該企業は希望しており、2024年度内にタイトな共同研究体制を構築する。

このように社会実装とイノベーションは、短期間で進展したため、点数は3.0から3.5に向上したと自己判定した。

③**地域貢献、マネジメント（経営力）、研究環境（研究支援体制等）**：本件は地域企業との連携を目指したプロジェクトであり、2024年3月現在で23社（内20社が地域企業）と24研究課題について進展・打ち合わせており、その内訳は食品関係企業10社、農業関連4社、医療関係2社、環境工業関係5社、その他2社（漆塗り、化粧品素材）と、目標の産業群分野への展開が出来た。この中で重点分野を絞り込み、医療関係企業のマグミット製薬社とはD-アロースを用いた抗がん剤開発プロジェクトを推進し、②に記載した社会実装に向けた成果を順調に上げている。また、地域企業のサムズ社とは、D-アルロースを用いて糖尿病患者を被験者とした臨床試験の推進プロジェクトを進めている。農業関係は、D-タガトースを用いた農薬事業で、許認可ステップに入っており、ライセンス契約締結を進め、2024年度中に完了予定である。さらに、研究成果の実地検証のためのコホート試験（高嶋産業社、日和産業社、香川県畜産試験場、松谷化学工業社との地域連携による養鶏飼料用途）や、肥料用途に関する実地試験（MCファージェイコム社との共同研究成果を、香川県農業試験場を含む公設試での実地試験に移行）を進めている。環境分野では、今回工業系の地域産業とのイノベーションで著しい進展があった。本学より車で

【様式1】令和5年度採択校フォローアップ調書

1時間程度の地域に大型の紙・パルプ企業があり、この企業の製紙工場の廃棄物パルプ由来の糖液等を原材料として、大成生コン社、セメント構造物製造の日本興業社との連携で、希少糖含有セメントを用いたセメント構造物として、藻場形成構造物への希少糖含有の影響を検討する。セメントへの希少糖添加の有効性、藻場形成構造物の有用性については、当学は既に知財を保有するため、有機的な地域連携の促進で、大きくイノベーションを社会実装に向けて進めることが出来ると考えている。

これらの地域貢献は、国際希少糖研究教育機構を中心としてマネジメントしている。80名余りの教授陣が各部局からの併任で同機構に帰属し、約60の希少糖研究課題を同時進行させ、学長をトップとした機構会議のもと、研究担当理事を機構長とする全学機構として集中管理し、さらに資金循環の加速に向け、契約交渉・知財戦略のサポートに外部コンサルタント・シンクタンク・特許事務所等を活用し、大学機能にない部分を補いながら経営マネジメントを強化している。基礎・応用研究を加速するだけでなく、2023年10月に機構組織の一部再編で、「地域連携」と「事業化」の推進部門を新たに設け、知的財産戦略を推進し、研究シーズを地域連携に直結させるための「司令塔」として、社会実装を常に意識したマネジメントで展開している。

研究環境の中で、特に生産技法に関しては、知財も含めて当学で極めて高度な研究環境を構築し、希少糖生産ステーションに集約している。希少糖用途を食品産業分野から、幅広い分野に移行中であるため、関連機器類は常に整備を試みている。今後、文理融合的な打ち合わせや、商品開発に直結する開発インキュベーターが必要であり、更なる施設環境の向上が望まれる。

(イ) 上記「羅針盤」は、どのようなアウトカム・指標により評価・フォローアップしているか

アウトカム・評価の指標は、展開する産業分野ごとに異なる。食品産業分野での展開については、希少糖研究は既に産業と密接に連携するため、希少糖単価を想定している。B to C 向けの商品アストレア W は、一回 30 円 (約 5g) で血糖値上昇抑制・脂肪燃焼効果等の機能性を発揮し (食事毎に紅茶・コーヒー等で摂取を想定)、約 6,000 円/kg で順調に販売が進み、当初の想定より高値で国内マーケットは反応している。パートナー企業の松谷化学工業社とは、既にエコシステム形成が完了し、売上額に対するライセンス契約があるため、同社の活躍は当学にとって大きなインカムとなる。また、食品分野では希少糖含有食品品目数も指標とする。農業素材開発では、ライセンス契約の成立、医療素材開発でも同様にライセンス契約の成立、GMP レベルでの希少糖生産の開始 (= 工場の竣工)、工業素材開発では、1 件以上の新規用途開発を想定している。農業素材開発、医療素材開発も、2024 年度内にライセンス契約締結の目途が立ち、工業製品では環境分野で、希少糖含有セメントを用いた藻場形成構造物作製に関する新規プロジェクトが立ち上がったことから、順調に進展していると判断出来る。地域貢献、マネジメント (経営力)、研究環境 (研究支援体制等) については、地域貢献数の実数として、地域企業 20 社との連携を開始し、マネジメント組織である国際希少糖研究教育機構の一部再編で、外部コンサルタント・シンクタンク・特許事務所等の活用で、大学機能にない部分を補いながら、学長直結の経営マネジメント組織に強化している。研究環境に関しては、アウトカム・評価指標を、産学連携研究施設改修等の研究環境整備 1 件/本事業期間としており、経産省の J-イノベーション HUB に採択 (令和 4 年度) されたため、支援制度を活用した施設充実化を検討している。

(ウ) 本事業採択前 (R 4 年度末時点) と本事業採択後 (R 5 年度末時点) の 2 つの「羅針盤」

・本事業採択前後 (R 4 年度末時点・R 5 年度末時点)



(2) 地域連携した社会貢献の取組を通じて得る外部資金獲得額増加に係る実績

## 【様式1】令和5年度採択校フォローアップ調書

- ① 地域と連携し社会貢献の取組を通じて得る外部資金獲得額の増加に係る実績等と目標  
(ア) 外部資金獲得に係る過去2年間（令和4年度～令和5年度）の実績と令和6年度の目標

年度	令和4年度実績	令和5年度実績	令和6年度目標
外部資金獲得総額	242,300,310円	287,813,262	316,595,000
案件数	26	32	35

- ① 財源多様化による経営基盤の強化に向けた大学の取組

- (ア) 多様な財源による経営基盤の強化に係る特筆すべき取組やその成果

地域や企業からの資金導入による財源の多様化を進めており、希少糖に関しては、以下の取組みにより成果の進展を支えている。

[民間企業・自治体との共同研究等] 香川県や県内外の様々な産業分野の企業と連携し、希少糖の事業化を推進している。香川県からは、希少糖研究開発加速化支援事業費補助金として1,000万円/年の研究支援を継続的に受けている。企業からの共同研究費の間接経費比率はすべて30%に統一し、外部資金の導入を拡大している。

[特許収入] コンサルタント・シンクタンク・専門性の高い複数の特許事務所も活用し、希少糖に係る知的財産戦略を策定し、知財化完了後に的確な企業パートナーを選定して、ライセンス契約を結ぶことで、より頑強な産学連携体制を構築している。

[寄附金等] 希少糖の価値化向上と研究の促進のため、関連企業からの寄付を受け、国際希少糖研究教育機構において運用している。2023年度は、製薬企業から3,000万円、食品企業から700万円のご寄付を受けている。

### 本事業終了までの計画とその効果

- (ア) 令和6年度末までの具体的取組とその目的や期待される効果、その取組への支出の規模感

大方針については、申請時から大きな変更は無い。食品産業部門は、グローバルレベルの認知度の向上が見込めるため、社会実装で伸びが予想される。また、更なる有効利用を目指して、平均血糖値や食後の血糖値上昇ピークが高い糖尿病等の患者様のための、より効果的な使い方の確立に向けて、コホート研究を継続する。農業部門では、グローバルな農薬利用が既に許認可段階で、当学と当該企業間でのライセンス契約を成立させる。養鶏飼料でのコホート研究を完了し、事業化に向けて取り組み、肥料用途で実施例を増やす。ライセンス契約の締結で、エコシステム形成により、マーケット確立後の経済循環が開始され、真の自立化への道が開かれる。医療分野では、AMEDの臨床試験実施スケジュールに合わせて、非臨床試験と作用機作のより詳細な研究を進め、こちらについても当学・当該企業間でのライセンス契約を成立させる。工業的な環境分野では、地域連携による希少糖利用のイノベーションプラットフォームの確立に向け、製紙工場からの糖液供給→希少糖含有糖液への酵素返還→セメントへの希少糖含有糖液添加→コンクリートである藻場形成構造物作製→海中設置での藻場形成能の検証、という流れのオープンイノベーションによる地域産業連携を成功させる。今後の世界競争力の強化に向け、これら社会実装に直結した企業との連携研究に加えて、シーズ開発の位置付けで基礎研究の充実をはかる。

マネジメントに関しては、学長直轄プロジェクトとし、大学機能を全活用しながら推進し、さらに大学が保有しない機能を外部コンサルタント・シンクタンク・特許事務所などの支援で補うことで、情報・戦略を持って適切なパートナー選定を行い、戦略パートナー企業との連携体制の構築や、エコシステム形成のためのライセンス契約締結等に対応出来る体制を確立する。但し、外部機関へ業務の完全委託は行わず、大学としてのRequest for partner (RFP)を明確化して、RFPに基づいた契約パターンを複数提示頂き、それらの中から大学が運用しやすい最も適した形を選び、さらに当学向けに改善して、それをもとに交渉は全て大学が行う。これにより、当学が望む契約形式と契約手順を学ぶことになり、数パターンが大学に蓄積された時点で、外部機関のサポートは必要なくなり、やがては大学が独自に進めることが出来ると想定している。これらは極めて独自性が高い改革的なシステム構築であり、このような大学改革がもたらす成果として、異なる産業分野（例えば、食品分野、農業分野、医療分野、環境分野等）で異なるスピードで進展するエコシステム形成により、複数社からの資金循環が異なる時期に開始されると想定して

【様式1】令和5年度採択校フォローアップ調書

いる。安定した資金の流入が始まる目途が立った時点で（食品分野では数年内を想定）、大学改革による資金プラットフォームが形成され始め、この改革により、エコシステム形成で循環する資金を、更なる希少糖研究の競争力強化に向けて、広い分野でのシーズ開発研究にあてて、自律型研究システムを確立すると同時に、希少糖研究以外の大学で進展中の基礎研究の支援にも使えるように、プラットフォームを整える予定である。当学は、地方大学における独自のエコシステム形成が確立する立ち位置に、あと少しで到達すると考え、最後の一押しのサポートを切に願う。

【令和6年度当初予算積算】

- ・希少糖農薬研究と GMP 下での希少糖大量生産研究の推進 500 万円
- ・医療用途への非臨床試験推進と医薬研究の推進 3,500 万円
- ・多産業分野の地域企業との用途開発及び知財戦略の推進 2,000 万円
- ・知財維持・コンサルタント・シンクタンク・特許事務所契約等 4,000 万円

(イ) それらの取組により「羅針盤」の各観点がどう強化される計画か

D-アルロースが希少糖食品産業分野でグローバル展開する中で、D-アルロース以外の希少糖が、食品用途以外の用途で有効性を示すことで、そのポテンシャルが極めて高いことが、より明確になり、これに関するポイントは向上する。その根幹となる生産研究から用途開発研究まで、当学は世界をリードする卓越的・独創的なポジションにあると判断でき、優れた多様性と卓越性は 4.5 になると判断した。社会実装とイノベーションの創出では、食品産業でグローバル展開が進むと同時に、それを追う農業分野、実装に向けた臨床試験に突入する医療分野、全く新規の産業をオープンイノベーションで融合する環境分野で、それぞれの異なる進展スピードで実装が進み、社会実装とともに、事業化する企業とのライセンス契約によるエコシステム形成が、サステイナブルに大学における研究資金をサポートする形になると確信する。異なる産業分野で、それぞれの進展スピードで展開するため、一つの産業分野の知財が 20 年の期限を超えても、次の産業分野の知財が残ることで、長期にわたり、異なる産業分野のライセンス契約が常に残ることになる。ライセンス契約の締結完了、マーケットの拡大等で客観評価し、R6 年度末には社会実装等は 4.0 になると自己評価する。地域貢献に関しては、地域企業 20 社との連携を進展させ、ターゲット産業に選抜した医療分野と環境分野にさらに注力し、全学体制の機構による学長直結のマネージメントシステムで、一学部に相当する 80 名の専門性が異なる教授陣をタイトに連携させ、研究・知財化支援を進める事が可能なため、この項目も 4.0 になると評価した。

(ウ) 地域中核・特色ある研究大学強化促進事業との組み合わせ

本学は、東京芸術大学の連携大学として、地域中核・特色ある研究大学強化促進事業 (J-peaks) に採択された。本プロジェクトの概要は、アートと科学技術による「心の豊かさ」を根幹としたイノベーション創出と地域に根差した課題解決の広域展開であり、J-peaks の中に藻場形成構造物による海域研究課題も一部含まれる。アートの持つ発信力を取り込み、希少糖利用の有用性の発信にもつながると考えており、間接的に連携しながら、地域と連携した課題解決に挑戦する。

- ・本事業終了後 (R 4 年度末時点・R 5 年度末時点・R 6 年度末時点)

