

バイオものづくり革命推進事業

2024年度 WG報告資料

2024年11月18日

バイオ・材料部
バイオものづくり室

目次

- 1．プロジェクトの概要
- 2．プロジェクトの実施体制
- 3．プロジェクトの実施スケジュール
- 4．プロジェクト全体の進捗
- 5．実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見
- 6．プロジェクトを取り巻く環境
- 7．NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

（参考 1）プロジェクトの事業規模

（参考 2）研究開発進捗のマイルストーン

1. プロジェクト概要

● 本プロジェクトは、以下の研究開発項目 1 ～ 5 を実施することにより、バイオものづくりのバリューチェーン構築に必要な技術開発や社会システムの実証を行い、バイオものづくりへの製造プロセスの転換とバイオ由来製品の社会実装を推進し、ひいては我が国産業競争力の強化と社会課題解決を実現する。

研究開発概要

研究開発項目 1

未利用資源の収集・資源化のための開発・実証

(a)未利用資源の収集のためのサプライチェーン構築に向けた調査

(b)未利用資源の原料化のための開発・実証

(c)循環型バイオものづくりを進めるための原料としてのバイオ製品等の収集実証

国内の未利用資源収集のためのサプライチェーンを構築する上で必要な調査や、未利用資源をバイオものづくりにおいて一般的に利用される糖や油脂・その他有機物などの原料に変換する上で必要となる技術の開発と未利用資源の収集及び原料化実証を行う。また、技術開発に必要な未利用資源及び製造された製品を如何に分別し収集するか、サプライチェーンを構築するための実証といった要素を含めることも可能とする。

研究開発項目 2

産業用微生物等の開発・育種及び微生物等改変プラットフォーム技術の高度化

(a)産業用微生物等の開発・育種

(b)産業用微生物等の開発・育種等を通じたプラットフォーム技術の高度化

ゲノム編集・遺伝子改変等の技術によって高い物質生産性を有する産業用微生物等の開発や、原料化した未利用資源（以下、「未利用原料」という。）を利用した物質生産を行う上で必要なロバスト性の獲得といった機能を付与させるための産業用微生物等の開発などを行う。また、物質生産以外にも、微生物や動植物細胞等に対して、増殖性の向上や工業的な培養環境における耐性付与といった開発なども対象とする。加えて、微生物等の開発・育種に有用なロボティクス・自動化設備を活用し、効率的な微生物等開発・育種を目指す。

研究開発項目 3

微生物等による目的物質の製造技術の開発・実証

微生物等を用いて商用スケールで物質生産を行う際に必要となる大量培養等のスケールアップに伴う技術の開発や生産実証を対象とする。スケールアップの際は、原則として未利用原料を原料の一部として含むこととし、食品など規制やパブリックアクセプタンス等の観点から未利用原料の使用が適さない製品を対象とする場合は例外とする。

研究開発項目 4

微生物等によって製造した物質の分離・精製・加工技術の開発・実証

発酵や大量培養といった微生物等を用いたプロセスによって生産した物質等を培地等から分離・精製し、最終製品へと加工することに伴う技術の開発と生産実証を対象とする。

研究開発項目 5

バイオものづくり製品の社会実装のための評価手法等の開発

バイオものづくり製品の社会実装を進めていくことを目的として、LCA評価確立に取り組むとともに、その他1つ以上の実装に向けた取り組みを進める。



アウトプット目標

- ・ 中間目標 項目・テーマ毎に設定した最終目標の達成に向けた中間的マイルストーンを達成すること。ただし、マイルストーンについては、客観的に判定が可能な定量的指標を立てることとする。また、目標値の低い場合などは、社会実装・技術推進委員会等の議論も踏まえて野心的かつ適切な目標と改めることとする。
- ・ 最終目標 バイオものづくりのバリューチェーンを構成する各要素について、社会実装・技術推進委員会の意見に基づき開発テーマ毎に設定した目標を達成し、試作品を含む研究開発成果を活用した製品・サービス等の社会的利用（顧客への提供等）を開始すること。

2-1. プロジェクトの実施体制（第一回公募採択案件）

- 第一回公募採択案件では、予算額3,000億円に対して、**国費負担総額1,454億円（事業総額2,424億円）の提案**があり、審査の結果、**6テーマ・297億円（事業規模624億円）を採択**。

	RITE	大王製紙	大興製紙	東洋紡	ファーマフーズ	
未利用資源	食品残渣	クラフト/古紙パルプ、 ペーパースラッジ	建築廃材	廃食油	卵殻膜	
微生物・細胞 設計プラットフォーム	 RITE Research Institute of Innovative Technology for the Earth 【京都府木津川市】	 Green Earth Institute 【東京都新宿区】	 大興製紙株式会社 TAIKO PAPER MFG., LTD. 【静岡県富士市】	 TOYOBO Beyond Horizons 【大阪府大阪市北区】	 Bacchus Bio innovation 【兵庫県神戸市中央区】	藤森工業  ZACROS 【東京都文京区】
大量培養・発酵生産	 TAKASAGO 【東京都大田区】  TEIJIN 【東京都千代田区】	 大王製紙株式会社 【愛媛県四国中央市】			 PFI 【京都府京都市西京区】	 TOPPAN 【東京都文京区】  SHIMADZU 【京都府京都市中京区】
最終製品関連産業 最終製品	香料メーカー 繊維メーカー ・バイオ由来香料 ・高機能繊維原料	石油元売事業者 化学メーカー ・エタノール（SAF） ・アミノ酸（日用品） ・バイオプラスチック	石油元売事業者 化学メーカー ・エタノール（SAF）等	海外農家、 飼料製造業者等 ・農業用展着材 ・飼料配合剤 等	アパレル・電子材 料メーカー、農家 ・タンパク質繊維 ・電子キャパシタ材料 ・バイオスティミュラント	食品メーカー レストランチェーン ・細胞性食品(牛肉)

2-2. プロジェクトの実施体制（第二回公募採択案件）

- 第二回公募採択案件では、予算額3,000億円に対して、**国費負担総額2,376億円（事業総額3,995億円）の提案**があり、審査の結果、**8テーマ・約1,500億円（事業規模・約2,800億円）**を採択。
- 採択案件は、事業開始前に、**適切なKPIを設定**、2～3年おきに**ステージゲート審査を実施**し、社会実装に向けて伴走支援していく。
- さらに案件採択を行うべく、第三回の公募を実施中。

	テーマ①	テーマ②	テーマ③	テーマ④	テーマ⑤	テーマ⑥	テーマ⑦	テーマ⑧
未利用資源	クラフト/古紙パルプ、 キャッサバパルプ等	下水汚泥、食品 加工残渣、農業 残渣等	製紙用チップ (国産材)	古紙	下水汚泥	規格外澱粉	—	—
PF/菌体 開発※	 【兵庫県神戸市中央区】  【神奈川県横浜市西区】	 【神奈川県川崎市宮前区】	 【東京都新宿区】	 【東京都千代田区】	 【東京都港区】  【茨城県石岡市】	 三和澱粉工業株式会社 【奈良県橿原市】	 【東京都中央区】	 【大阪府大阪市西区】
大量培養 発酵生産	 【東京都江東区/中央区】  【大阪市中央区平野町】		 【東京都千代田区】					
提供先等 / 最終製品	化学、食品メーカー ①バイオエタノール ②ポリ乳酸（プラ樹脂） ③ブタジエン（タイヤ原料）  株式会社 ENEOS マテリアル 【東京都港区】 ④ヘム鉄（食品原料） ⑤1-ブタノール（塗料等） ⑥BHB（サプリメント原料） ⑦アジピン酸（繊維等）	自治体（長岡 市等）、化学 メーカー、小売、 ゼネコン 等 ①バイオプラスチック原料 ②建材 / アパレル素材 ③農産品 ④バイオガス / 燃料 ⑤農業資材 / 堆肥	航空会社 化学メーカー 肥料・飼料会社 ①バイオエタノール (SAF・バイオポリ エチレン) ②糖化発酵残渣 肥料・飼料	ENEOS系SS、 航空会社、化学 メーカー等 ・バイオエタノール (ガソリン、SAF、 化学品)	航空会社、石油 精製元売 ・バイオディーゼル原油	食品メーカー、 バイオ利用企業 機能性糖質素材	細胞性食品 (培養肉)、食 品加工メーカー ①培養肉用培地 (タンパク質) ②動物性タンパク質	機能性表示食 品/サプリメント 販売企業 ・エルゴチオネイン (希少アミノ酸)

2-3. プロジェクトの実施体制 幹事企業：RITE

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発

事業期間

2023年度～2030年度(8年間)

事業の目的・概要

あらゆる未利用資源から生産困難化学品を含むあらゆる有用化学品のバイオ生産、すなわちバイオアップサイクリング技術の創製と、それを実現する唯一の菌株開発プラットフォームを確立する。さらに現在廃棄されている未利用資源の効率的原料化技術、大規模発酵生産技術、精製技術の開発及び製造プロセスのLCA手法を確立することで菌株開発からバイオものづくり製品の社会実装までにかかる期間を革新的に短縮する産業基盤を産み出し、日本のバイオものづくり産業の発展と持続可能な社会づくりに貢献することを目指す。

【研究開発項目①-(b)/助成】:未利用資源の原料化のための開発・実証

【研究開発項目②-(b)/委託】:あらゆる未利用資源から生産困難バイオ製品を生産する微生物改変プラットフォーム技術の開発

【研究開発項目③ /助成】:コリネ菌生産株を用いた最適培養条件の探索とスケールアップ技術の開発

【研究開発項目④ /助成】:コリネ菌によって製造した物質の分離精製技術の開発

【研究開発項目⑤ /委託】:バイオものづくり製品の環境価値評価手法の開発

実施体制

※太字：幹事企業

公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (②-(b), ③)

高砂香料工業株式会社 (①-(b), ②-(b), ③, ④, ⑤)

帝人株式会社 (③, ④, ⑤)

学校法人早稲田大学 (②-(b))

国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 (②-(b))

国立大学法人大阪大学 (②-(b))

国立研究開発法人産業技術総合研究所 (②-(b))

事業規模など

□ 事業規模：約100億円

□ 支援規模：約60億円

事業イメージ

未利用資源から生産困難バイオ製品へのバイオアップサイクリング技術を確立

⇒ 日本のバイオものづくり産業の発展と持続可能な社会づくりに貢献

未利用資源



食品残渣など

プラットフォーム



デジタル・ロボティクス技術を活用した産業用微生物の開発拠点確立
⇒ プラットフォーマーとしての社会貢献活動

大量培養・発酵生産



最終製品

- ・ バイオ由来香料
- ・ 高機能繊維原料

⇒ 事業展開による社会貢献活動

未利用資源

に含まれる多種糖
(従来は効率的利用が困難)

バイオアップサイクリング

コリネ菌を活用した有用物質変換



高付加価値化合物

(従来は細胞毒性によりバイオ生産が困難)

2-4. プロジェクトの実施体制 幹事企業：大王製紙

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証

事業期間

2023年度～2030年度(8年間)

事業の目的・概要

**未利用資源 パルプ・古紙パルプ・ペーパースラッジを用いて
糖化・発酵法にてエタノール・樹脂原料・アミノ酸を開発する**

【研究開発項目①-b/助成】：未利用資源の原料化のための開発・実証

【研究開発項目②-a/助成】：C5糖の資化可能なアミノ酸・有機酸生産菌の開発

【研究開発項目③ /助成】：低コスト糖液生産システムと同時糖化発酵プロセスや
菌体リサイクルプロセスにも対応した発酵設備の開発・実証

【研究開発項目④ /助成】：同時糖化発酵プロセスや菌体リサイクルプロセスにも対応
した分離・精製設備の開発・実証

【研究開発項目⑤ /委託】：バイオもののづくり製品の社会実装のための評価手法等の開発

実施体制

※太字：幹事企業

大王製紙株式会社 (①-b, ③, ④, ⑤)

Green Earth Institute株式会社 (①-b, ②-a, ③, ④)

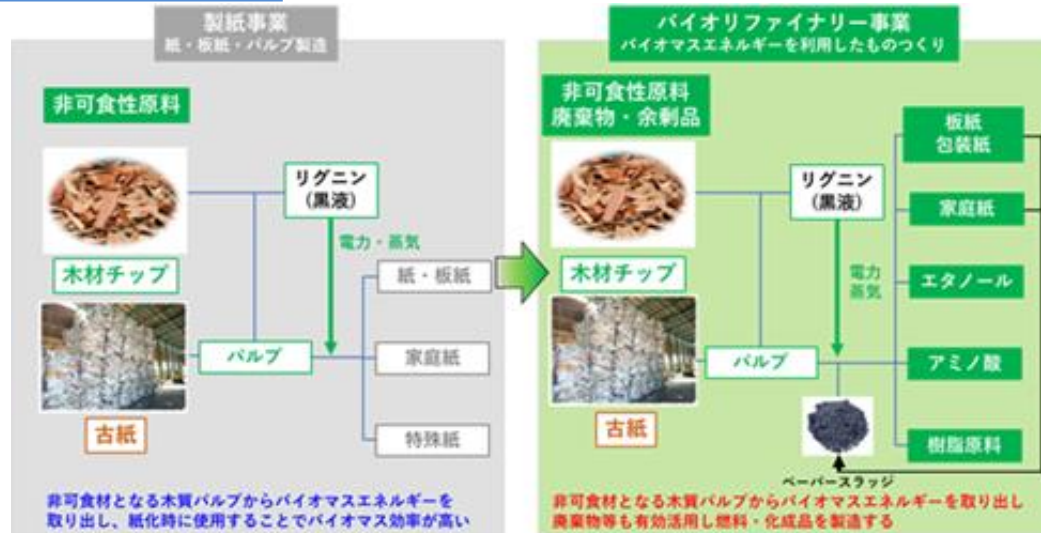
事業規模など

□ 事業規模： 約147億円 □ 支援規模*： 約57億円

* 助成補助率 … ①-b：1/2, ②：1/2, ③：2/3～1/3, ④：1/3

事業イメージ

製紙産業からの転換



グラフィック用紙を中心に紙需要が低迷する中で、バイオマス原料と原料から取り出したバイオマスエネルギーを用い、尚且つ廃棄物を一部原料として活用することで環境負荷低減とバイオ化成品の安定供給を両立させ、製紙産業の事業転換のモデルケースとする。

事業全体像



植林事業と製紙産業・バイオケミカルを融合させることでCO₂排出量を削減しながら、原料から製品までのサプライチェーンの構築を進め循環型産業への転換とバイオ化成品の普及・振興を進める。

2-5. プロジェクトの実施体制 幹事企業：大興製紙

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業

事業期間

2023年度～2027年度(5年間)

事業の目的・概要

未利用資源建築廃材等を用いて、 SAF用バイオエタノール生産実証を行う

- 【研究開発項目①-b/助成】：未利用資源の原料化のための開発・実証
- 【研究開発項目②-a/助成】：産業用微生物等の開発・育種
- 【研究開発項目②-b/委託】：産業用微生物等の開発・育種を通じたプラットフォーム技術の高度化
- 【研究開発項目③ /助成】：微生物等による目的物質の製造技術の開発・実証
- 【研究開発項目④ /助成】：微生物等によって製造した物質の分離・精製・加工技術の開発・実証
- 【研究開発項目⑤ /委託】：バイオものづくり製品の社会実装のための評価手法等の開発

実施体制

※太字：幹事企業

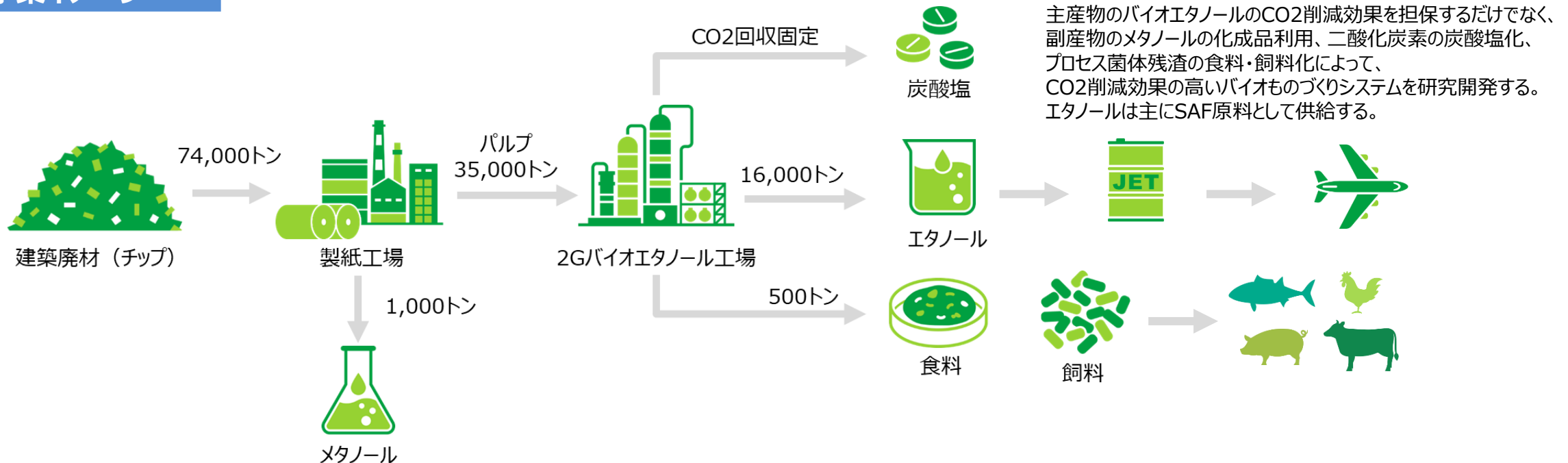
大興製紙株式会社 (①-b, ②-a, ②-b ③, ④, ⑤)
委託：東京大学 (②-b)
委託：Agro Ludens 株式会社 (⑤)
助成：レンゴー 株式会社 (①-b, ③)
助成：株式会社 Biomaterial in Tokyo (①-b, ②-a, ③)

事業規模など

□ 事業規模： 約195億円 □ 支援規模*：約96億円

*助成補助率 … ①-b：1/2, ②-a：1/2, ③：2/3～1/3, ④：1/3

事業イメージ



2-6. プロジェクトの実施体制 幹事企業：東洋紡株式会社

マンノシルエリスリトールリピッドの利用分野拡大に向けた革命的生産システムの開発

事業期間

2023年度～2030年度(8年間)

事業の目的・概要

廃食油を用いたマンノシルエリスリトールリピッド(MEL)の革命的な生産技術を開発し、大幅なコストダウンを達成して、利用分野拡大を目指す。

【研究開発項目①-b/助成】：MEL生産用廃食油の品質設定

【研究開発項目②-a/助成】：MEL高生産菌の開発

【研究開発項目③ /助成】：MELの連続培養生産及びスケールアップの技術開発

【研究開発項目④ /助成】：MELの分離・精製・加工及びスケールアップの技術開発

【研究開発項目⑤ /委託】：バイオサーファクタントの社会的認知向上

実施体制

※太字：幹事企業

東洋紡株式会社 (①-b, ②-a, ③, ④, ⑤)

産業技術総合研究所 (①-b, ②-a, ③, ⑤)

事業規模など

□ 事業規模： 約116億円 □ 支援規模*： 約50億円

* 助成補助率 … ①-b：1/2, ②：1/2, ③：2/3～1/3, ④：1/3

事業イメージ

バイオサーファクタント

- ✓ 低濃度で優れた界面活性能を示す
 - ✓ 安全性が高く、サステナブルな素材
 - ✓ 様々な用途への展開が期待される
- ⇒次世代の界面活性剤として産業構造を大きく変えることが見込まれる

※MELはバイオサーファクタントの1種

② MEL高生産菌の開発

バイオフィーマティックス技術を駆使し、セルフクローニングによるMEL高生産株(酵母)を取得する。

① MEL生産用廃食油の品質設定

未利用資源である廃食油をMELの原料(基質)として活用し、環境負荷低減とコストダウンを目指す。

③ MELの連続培養生産及びスケールアップの技術開発

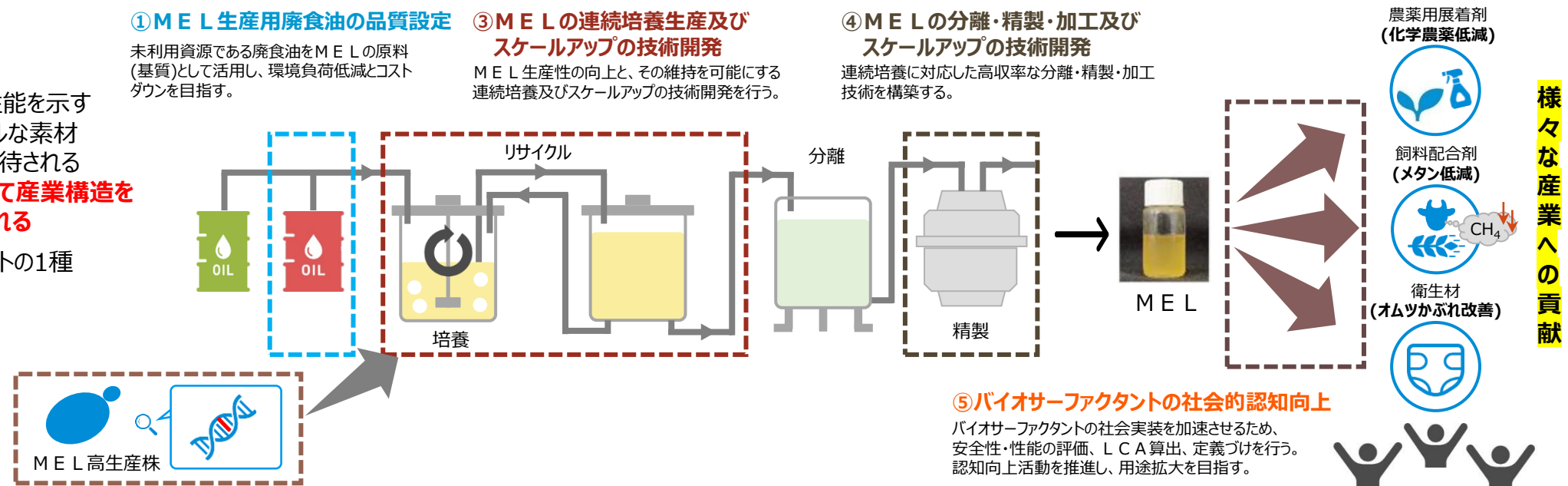
MEL生産性の向上と、その維持を可能にする連続培養及びスケールアップの技術開発を行う。

④ MELの分離・精製・加工及びスケールアップの技術開発

連続培養に対応した高収率な分離・精製・加工技術を構築する。

⑤ バイオサーファクタントの社会的認知向上

バイオサーファクタントの社会実装を加速させるため、安全性・性能の評価、LCA算出、定義づけを行う。認知向上活動を推進し、用途拡大を目指す。



2-7. プロジェクトの実施体制 幹事企業：株式会社ファーマフーズ

事業期間

2023年度～2027年度(5年間)

改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築

事業の目的・概要

未利用資源である卵殻膜をアップサイクルして広く産業利用する基盤を構築し、次世代型の繊維、蓄電素子材料、農業用バイオスティミュラントを開発する

- 【研究開発項目①-b/助成】：卵殻膜スターティングマテリアルとなる卵殻膜原料回収プロセスの開発・実証
- 【研究開発項目②-a/助成】：難溶性タンパク質である卵殻膜可溶化微生物等の開発・育種
- 【研究開発項目③ /助成】：改変酵素を用いた卵殻膜スターティングマテリアルの製造技術の開発・実証
- 【研究開発項目④-1/助成】：卵殻膜スターティングマテリアルを用いた新規繊維の加工技術の開発・実証
- 【研究開発項目④-2/助成】：卵殻膜スターティングマテリアルを用いた新規電池・キャパシタ用ナノ化材料の開発・実証
- 【研究開発項目④-3/助成】：卵殻膜スターティングマテリアルを用いた新規農業用バイオスティミュラントの開発・実証
- 【研究開発項目⑤ /委託】：バイオものづくり製品の社会実装のための評価手法等の開発

実施体制

※太字：幹事企業

株式会社ファーマフーズ (①-b, ②-a, ③, ④, ⑤)

事業規模など

□ 事業規模： 約51億円 □ 支援規模*：約20億円

* 助成補助率 … ①-b：1/2, ②-a：1/2, ③：2/3～1/3, ④：1/3

事業イメージ



2-8. プロジェクトの実施体制 幹事企業：藤森工業株式会社

細胞性と牛肉の社会実装に係る研究開発

事業期間

2023年度～2027年度(5年間)

事業の目的・概要

持続可能な社会を実現するための
和牛肉の細胞性食品開発と社会実装に向けた研究開発

- 【研究開発項目①-b/助成】：該当なし
- 【研究開発項目②-a/助成】：該当なし
- 【研究開発項目③ /助成】：和牛細胞株樹立と大量培養技術の開発
- 【研究開発項目④ /助成】：可食材料及び味・食感を再現する加工技術の開発
- 【研究開発項目⑤ /委託】：社会受容のための活動及びLCA評価手法の開発

実施体制

※太字：幹事企業

藤森工業株式会社 (③, ⑤)
株式会社島津製作所 (④)
TOPPANホールディングス株式会社 (④, ⑤)

事業規模など

□ 事業規模： 約14億円 □ 支援規模*： 約10億円
* 助成補助率 … ①-b：1/2, ②：1/2, ③：2/3～1/3, ④：1/3

事業イメージ

【事業目的】
将来予測される食糧のタンパク
質不足を国内調達で解消する
こと及び環境問題を解決した和
牛肉を、安定した供給のために、
細胞性食品の事業化を目指す

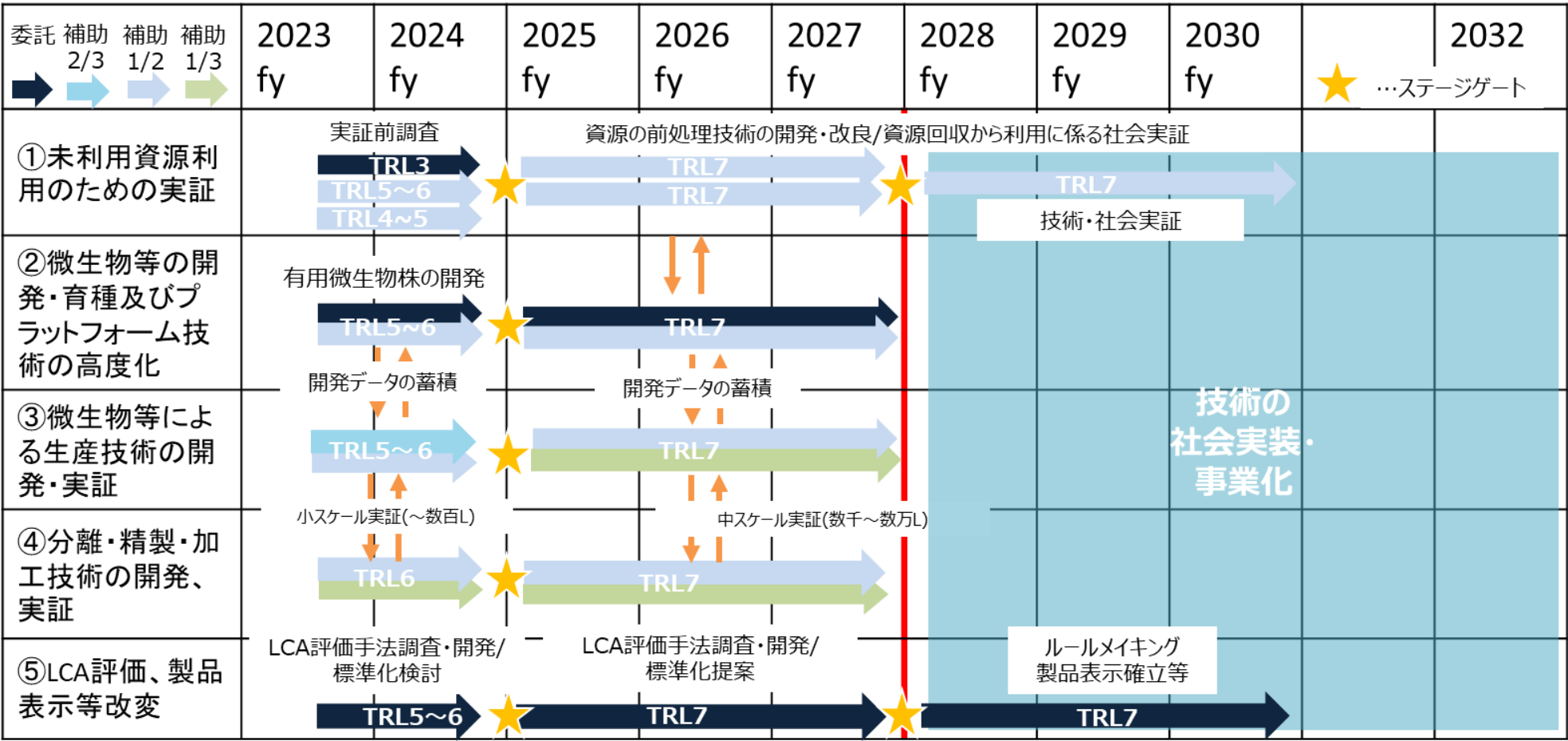
【事業概要】
和牛細胞を用いた、細胞性と
業肉の大量製造技術開発及び
社会実装に向けた社会受容促
進とルールの制定を推進



3. プロジェクトの実施スケジュール

- 毎年度、社会実装・技術推進委員会を実施し、プロジェクトに対する技術面・事業面での専門家の助言や、SGにおけるプロジェクトの継続・中止判断に係る審査、プロジェクト費用の増加又は減額及びWGにて指摘された改善点等をプロジェクトに反映するための助言を行う。
- ステージゲート審査は2024年12月に実施予定。

※追加公募の場合は、下記のスケジュールの終期をスライドして考える。



4. プロジェクト全体の進捗

- NEDOでは、年末のステージゲートに先立って、9月～10月で、6事業者に対して、社会実装・技術推進委員会を開催し、進捗を確認。
- 6事業とも、現時点においては概ねKPIは達成の見通しであり、現時点で重大な懸念は、いずれの事業においても示されていない。
- 各事業者の進捗概況と、それに対する委員会での主な指摘は以下（敢えて課題を指摘するコメントを抜粋して記載している）。

<実施企業等の主な取組状況>

【RITE/高砂香料工業/帝人】

- 未利用資源の確保、コリネ菌の育種、スケールアップ等、各研究開発項目いずれも、概ねKPIの達成が見込まれる。

【大王製紙/GEI】

- 木質バイオマスの糖化率、C5糖資化菌の育種、スケールアップ等、概ねKPIの達成が見込まれる。

【大興製紙】

- 耐熱菌育種、酵素大量発現系の確立、LCAシミュレーターのプロトタイプ開発等を実施し、概ねKPI達成が見込まれる。

【東洋紡】

- 廃食油の品質選定、高生産菌の育種、目的生産物（バイオサーファクタント）の社会的認知向上など、KPI達成が見込まれる。

【ファーマフーズ】

- 原料確保、卵殻膜可溶化酵素の特定、目的生産物への加工開発等、概ねKPIの達成が見込まれる。

【ZACROS/島津製作所/TOPPAN】

- 大量培養における細胞数・密度、可食培地や可食インクの開発等、概ねKPIの達成が見込まれる。

<社会実装技術推進委員会による主な意見>

- 実用レベルで目的生産物が作れる株にいかにか早く到達できるかに注力すべき。菌株の各パラメタの追求よりも、実生産で求めるスペックの実現を最優先にすべき。
- 連続糖化のベンチスケールでの実証を急ぐべき。／●非可食材の将来的な経済合理性も視野に入れ、非可食材を使うことと低カーボンインテンシティであることの訴求を戦略的に行うべき。
- LCAシミュレーターは、製造工程においてデジタルツイン化する領域をよく取捨選択して費用対効果を高めるべき。／●SAFという出口の性質上、市場ニーズが外部環境に大きく左右される可能性。事業全体での工夫を。
- セルフクロニングという縛りが生産性向上でどのくらい障害になるかは要注視。／●廃食油の高騰可能性には注意を。／●バイオサーファクタント勉強会での情報発信等の取組は評価。今後の活動に期待したい。
- 卵殻膜可溶化の酵素開発の進展を要注視。／●繊維やキャパシタ等の製品は川下事業者とのスペックのすり合わせを加速すべき。／●バイオスティミュラントは農薬としてのカテゴリになるとコストが大幅増のリスク。
- 食品に対する社会受容性には十分に配慮し、戦略的に進めるべき。その観点から万博等での露出も慎重に検討すべきであってルールや表示を考慮し進めるべき。



5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発
RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

研究開発項目①-(b) 未利用資源の原料化技術の開発 ・高砂香料工業株式会社	<u>取組状況</u> - 安定供給先を確保した。(高砂香料工業) - 未利用資源の組成の分析、及び成分組成および微生物データを作成した。(高砂香料工業) - 未利用資源中の一般生菌数および大腸菌群数を算出した。(高砂香料工業) <u>委員からの助言</u> - 市場環境はよく把握されている。
--	---

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発

RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

研究開発項目②-(b) <u>あらゆる未利用資源から生産困難バイオ製品を生産する微生物改変プラットフォーム技術の開発</u> ・ RITE (幹事) ・ 高砂香料工業株式会社	<u>取組状況</u> ・ プラットフォームの資産であり、生産菌株開発力の源となる3種のデータベースの枠組み構築を進め、格納するデータを今年度目標値以上に取得した。(RITE) ・ 多段階の遺伝子組換えにより未利用資源に含まれる糖を利用可能かつ、世界最高レベルの生産能力を示すコリネ菌生産土台株の育種に成功したため、今年度の目標を達成した。(RITE) ・ 多くの企業に活用してもらうため、プラットフォーム新棟建設と要素技術開発を推進するとともに開発候補物質のリストを整備し、積極的に企業への宣伝活動を行った。(RITE) ・ 各種香料素材のGC-MSを用いた際の保持時間情報を収集 / 香料素材ライブラリの基盤構築。(高砂香料工業) ・ 香料素材に対するコリネ菌の影響を特定中。(高砂香料工業) <u>委員からの助言</u> ・ 全体として、現段階での研究開発面・事業面での進捗に大きな問題はないと考える。 ・ FTO調査は、研究開発の進展に伴い常に行っており、知財戦略も含めたオープンクローズ戦略も明確化されており、評価できる。知財戦略においては、単独出願する部分と共同出願する部分の切り分けも明確にされている。 ・ 最終目標に向けて、菌株開発や発酵技術開発だけでなく、しっかりとした原料のおさえ、オフテイカーにしっかり訴求出来るスペックの整理検討を。 → 様々な糖組成の原料に対応できるコリネ菌生産土台株を開発する。さらにプラットフォーム新棟整備と要素技術開発により企業が必要とする生産菌株を早期に開発できる能力を最終年度までに備え、アピールできる体制を整えることを目指す。 ・ 現状目標値の半分程度の達成率で年度末に目標値に到達するか？ → コリネ菌生産土台株の育種と培養条件検討を重ねた結果、年度末目標を上回って達成した。 ・ 技術開発の進捗もまだ途上のため、競合技術や先行技術の解析含めた戦略は議論の対象にはならなかったが、一定程度の仮説を置いた対応シナリオの考え方整理について、早めの段階でのまとめがあった方が良い。 → 仮説を置いた対応シナリオを早めの段階で検討しながら対応する。
--	--

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発

RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

研究開発項目③-1 <u>香料素材の生産性を向上させる最適培養条件の探索とスケールアップ技術の開発</u> ・ 高砂香料工業株式会社	<u>取組状況</u> ・ 2025年度より開始 <u>委員からの助言</u> ・ なし
研究開発項目④-1 <u>香料素材の高生産培養を実現するフロー連続分離・精製技術の開発</u> ・ 高砂香料工業株式会社	<u>取組状況</u> ・ 2025年度より開始 <u>委員からの助言</u> ・ なし
研究開発項目⑤-1 <u>バイオものづくり技術を活用した香料素材のブランディング</u> ・ 高砂香料工業株式会社	<u>取組状況</u> ・ 2026年度より開始 <u>委員からの助言</u> ・ 事業化や標準化に関しての取り組みは具体的にされている。技術開発や各種検討を具体的に進めると、様々な課題が明らかになり、事業環境も変化するため、関係先と連携を取りながら対処して行く事が大切。 → 事業環境を見極め、関係先と連携しながら柔軟に対応する。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発

RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

研究開発項目③-2 高機能素材原料前駆体のバイオ合成最適条件探索とスケールアップ技術の開発 ・ 帝人株式会社	<u>取組状況</u> - 開発環境整備やスケールアップ設備導入に関する検討を実施中（帝人） - 目的物の収率や濃度の向上、および、グルコース以外の糖利用能の付与に向けた菌株開発を実施中（RITE） ----- <u>委員からの助言</u> - 発酵技術開発や分離精製だけでなく、しっかりとした原料のおさえ、オフテイカーにしっかり訴求出来るポイントの整理検討を期待。 → 原料については複数の原料ソースへのコンタクトを開始しており幅広く検討を実施するとともに、オフテイカーへの訴求につながり得る技術や特性の特定や具現化に向けた開発を継続する。(安価原料の利用拡大、等)
研究開発項目④-2 高機能素材原料前駆体の分離精製と目的物合成及びスケールアップ技術の開発 ・ 帝人株式会社	<u>取組状況</u> - 培養液からの目的化合物の分離・精製、および、当該化合物を使用した最終目的物の製造技術開発を実施中（帝人） - 社会実装に向けた製造プロセス検討やスケールアップ設備導入に関する検討を実施中（帝人） ----- <u>委員からの助言</u> - 設定目標は妥当。得られた目的物が実際の製品に使えるかどうか、不純物影響等を早期から頻繁に確認することを勧める。 → 製品への適用評価を適宜実施し、製品性能への影響因子の特定や改良検討を実施する。 - 競合他社の低炭素化に関する動きを把握し、本PJの位置づけや技術的優位性を特定することが必要。 → 関連事業部とも連携のうえ、競合動向の把握や環境価値最大化に向けた取り組みを継続する。
研究開発項目⑤-2 高機能素材原料のバイオ製造プロセスのLCA ・ 帝人株式会社	<u>取組状況</u> - CO2排出量試算、および、影響因子（ボトルネック）の把握に向けて、培養実験のマテリアルバランスデータの収集やケミカルプロセスにおけるシミュレーション活用を計画、実施中（帝人） ----- <u>委員からの助言</u> - LCAの検討段階で、物質収支、熱収支が明らかになってくるため、プロセス全体におけるボトルネックや改善すべき項目が見え、より効率の良い開発になると思われる。 → ラボスケールの段階から、想定されるプロセスでのCO2排出量試算を実施することにより、ボトルネックの早期把握やそれを通じた開発方針への反映を図る。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証
大王製紙コンソーシアム (大王製紙株式会社(幹事)、Green Earth Institute株式会社)

研究開発項目①-(b) <u>製紙工程で生じるバイオマスの原料化のための前処理・糖化</u> <u>(1) 木質パルプ、ペーパースラッジ等の原料化のための開発・実証</u> ・ 大王製紙 (幹事) ・ GEI	<u>取組状況</u> ・ 未利用資源パルプ、古紙パルプ、ペーパースラッジにつき、セルロース、ヘミセルロース、リグニン含量及び単糖組成等の成分分析を実施。糖化率と構成成分を比較し効率化。(GEI) ・ 未利用資源の単独糖化を行い、それぞれ2024年度の目標糖化率を達成。(大王製紙) <u>委員からの助言</u> ・ 国内の糖化酵素についてはどのレベルまでの検討を行う予定か。また供給量は十分な量を見込めているか。 ・ 糖化酵素の実際に使用する条件での性能評価と、それをもとにした競合との優位性比較を今後考えてほしい。 →国内メーカーからの酵素供給を想定し、酵素のリサイクル利用等のコスト低減の検討を、ベンチスケール装置での糖化・発酵試験を行う。
研究開発項目②-(a) C5糖の資化可能な有機酸生産菌の遺伝子組換え <u>(1) C5糖の資化可能なアミノ酸・有機酸生産菌の開発</u> ・ GEI	<u>取組状況</u> ・ 商用スケールでの生産量の一定量を販売可能な需要先を含む、ベンチスケールでの各生産物の評価企業を選定。 ・ C6&C5混合糖を用いたアミノ酸生産の培養、反応条件の検討および最適化を行い、目標値以上の対糖収率を達成。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証
大王製紙コンソーシアム(大王製紙株式会社(幹事)、Green Earth Institute株式会社)

研究開発項目③ ベンチスケールの発酵設備の開発および商用化 予定製品の需要調査 <u>(1) 低コスト糖液生産システムと同時糖化発酵プロセスや菌体リサイクルプロセスにも対応した発酵設備の開発・実証</u> ・大王製紙(幹事) ・GEI	取組状況 ・GEIが保有する装置を元に、本事業で必要なプロセスに基づき、ベンチスケール装置の仕様を決定、発注。(GEI) ・ベンチスケールの予備試験として、ラボスケールで木質パルプを用いた糖化液製造試験を実施。(GEI) ・未利用資源の原料化が実現可能なラボスケールの機器リストの作成を完了。(大王製紙) 委員からの助言 ・ベンチスケールからパイロットスケールへのステップ差(規模、統合化、安定運等)がやや大きいと思われるため、リスク管理も含めて検討すること。 ・まず順調とは思われるが、鍵となる技術の糖化について、SGではラボスケールでの検討結果をしっかり提示して、技術の蓋然性を示してほしい。 →ベンチスケール装置完成前から既存機で糖化発酵プロセスの開発を続け、先行してパイロットスケール装置設計に必要なデータ出しを進める。ベンチスケール装置完成後は糖化をはじめ各プロセスに対応したデータの取得を行う。
研究開発項目③ ベンチスケールの発酵設備の開発および商用化 予定製品の需要調査 <u>(2) 製品の用途開発・需要調査</u> ・大王製紙(幹事)	取組状況 ・アミノ酸、エタノールの2030年度の市場需要予想完成。 ・商用スケールにおける生産予想量のうち一定量を販売可能とする需要先を含む、ベンチスケール装置での各生産物の評価企業を選定し、うち化学メーカー1社より製品評価の内諾を得た。 委員からの助言 ・ユーザー、許容価格について、早い段階での調査に期待する。不明確なまま進める場合は、現行品に近い目標価格とすべき。 ・SAFに関しては、政策に依るところや、価格転嫁等を考慮するとエネルギーサプライヤー、最終ユーザーの意思決定も大事なため、これらのフォローを行ってほしい。 →エネルギーサプライヤーを中心に協業体制の構築に向けた議論を2024年度から進める。評価先の選定時には、価格帯についてもヒアリングを行い、想定許容価格を設定している。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証
大王製紙コンソーシアム (大王製紙株式会社(幹事)、Green Earth Institute株式会社)

研究開発項目④ 製紙工程で生じるバイオマス原料からの発酵液の分離方法の検討 （1）同時糖化発酵プロセスや菌体リサイクルプロセスにも対応した分離・精製設備の開発・実証 ・ 大王製紙（幹事）（2026年度以降） ・ GEI	取組状況 ・ アミノ酸生産菌の分離方法の検討を実施し、ラボスケールで菌体を濃縮。分離装置の仕様を決定、発注。（GEI） 委員からの助言 ・ ベンチスケールからパイロットスケールへのステップ差（規模、統合化、安定運等）がやや大きいと思われるため、リスク管理も含めて検討すること。【再掲】 →ベンチスケール装置完成前から既存機で糖化発酵プロセスの開発を続け、先行してパイロットスケール装置設計に必要なデータ出しを進める。ベンチスケール装置完成後は糖化を各プロセスに対応したデータの取得を行う。【再掲】
--	---

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証
大王製紙コンソーシアム (大王製紙株式会社(幹事)、Green Earth Institute株式会社)

研究開発項目⑤製紙工程で生じるバイオマス原料の高付加価値化のためのLCAや認証等の標準化やPR手法の検討、及びコンソーシアムの構築 (1) LCA ・大王製紙（幹事）	取組状況 - 各化成品のLCA算出に向けた評価方針を策定するために、GEIにてラボスケールで生成したエタノールのLCAを算出し、石油由来のエタノールと比較したCO2排出削減量を求めた。 - パルプ製造時に発生するエネルギー配賦の見直しや、大王製紙におけるパルプ製造にかかるフォアグラウンドデータの採取方法の決定を行った。
研究開発項目⑤製紙工程で生じるバイオマス原料の高付加価値化のためのLCAや認証等の標準化やPR手法の検討、及びコンソーシアムの構築 (2)非可食・未利用バイオ普及組織の設立 ・大王製紙（幹事）	取組状況 - 組織発足準備委員会を設立、初回開催。 - 組織の意義、役割について定義し、参画可能な企業を調査、選定し、ヒアリングを開始。
研究開発項目⑤製紙工程で生じるバイオマス原料の高付加価値化のためのLCAや認証等の標準化やPR手法の検討、及びコンソーシアムの構築 (3)製紙工程で生じるバイオマス原料の高付加価値化のためのLCAや認証等の標準化やPR手法の検討、及びコンソーシアムの構築 非可食（木質バイオマス由来）・未利用バイオの価値を裏付けるための調査 ・大王製紙（幹事）	取組状況 - 国際的な非可食・未利用バイオマスの利用にかかるの市況および事業展開について、膨大なデータの調査に対応出来る調査会社として、大手シンクタンクや学術機関等の研究室より調査機関候補をリスト化。 委員からの助言 - 非可食バイオマス由来の価値化については、必要な作業も検討されており評価できる一方、価値化の根拠・裏付けは今後の作業で明確にしていきたい。 - 非可食/可食の議論は倫理的な観点と価格的な観点とを切り分けて、両方の観点で考える必要がある。 →他の評価制度における定義を参考としつつ、有識者や学術機関等との議論を進め、世界的な食糧需要量と供給量のバランスと倫理的な観点での非可食材利用という考え方を切り分けて、検討を進める。
研究開発項目⑤製紙工程で生じるバイオマス原料の高付加価値化のためのLCAや認証等の標準化やPR手法の検討、及びコンソーシアムの構築 (4)FSC認証等、原料から製品のトレーサビリティ確保の手法検討 ・大王製紙（幹事）	取組状況 既存のバイオマス認証について調査し、連携可能と考えられる既存のバイオマス認証団体をリスト化。同リスト先の一部と面談を実施し、既存認証との組合せにより、新たに非可食バイオマス製品の認証の検討可能性の合意を得た。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業 大興製紙株式会社(幹事)

研究開発項目①-(b)-1 建築廃材からの未晒クラフトパルプ製造技術の 確立 ・ 大興製紙株式会社（幹事） ・ レンゴー株式会社（委託） ・ 株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）	<u>取組状況</u> ・ 工場運転時に低カップー価パルプを生産。 <u>委員からの助言</u> ・ 蒸解の温度をさらに上げれば、より効率が上がりエネルギーコストも削減できるのではないかと。→パルプ収率との兼ね合いにより現温度に設定されている。さらに温度を上げるには、設備自体に手を加えねばならない。
研究開発項目①-(b)-2 未晒クラフトパルプ由来糖液の生産技術開発 ・ 大興製紙株式会社（幹事） ・ レンゴー株式会社（委託） ・ 株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）	<u>取組状況</u> ・ 低カップー価のクラフトパルプを用い、ボトルスケールで糖化試験を実施。目標とする糖化率の糖液が得られた。 ・ 糖化槽でも同様の試験を行い、ボトルスケールとほぼ同じデータが得られることを確認。 <u>委員からの助言</u> ・ 特記なし

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業 大興製紙株式会社(幹事)

研究開発項目①-(b)-3 <u>未晒クラフトパルプ由来原料糖を用いたセルラーゼ生産</u> ・大興製紙株式会社（幹事） ・レンゴー株式会社（委託） ・株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）	<u>取組状況</u> ・ ジャーでの試験は完了、目標とする酵素活性が得られている。 ・ 1ton発酵槽での培養試験は2024年12月～2025年1月で実施予定。 <u>委員からの助言</u> ・ 特記なし。
研究開発項目①-(b)-4 <u>黒液からのメタノール生産</u> ・大興製紙株式会社（幹事） ・レンゴー株式会社（委託） ・株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）	<u>取組状況</u> ・ ファウルドレンの発生量と成分の調査を実施。 ・ 不純物に関しては、サンプルを分析機関へと提出し分析中。 <u>委員からの助言</u> ・ 特記なし。
研究開発項目①-(b)-5 <u>工場内生産されたメタノールを使ったBGL酵素生産（5トン発酵槽）</u> ・大興製紙株式会社（幹事） ・レンゴー株式会社（委託） ・株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）	<u>取組状況</u> ・ 酵素生産を行う宿主として<i>Pichia pastoris</i>の有用性を確認。 <u>委員からの助言</u> ・ 特記なし。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業 大興製紙株式会社(幹事)

研究開発項目②-(a)-1 <u>耐熱性BGLの開発</u> ・大興製紙株式会社（幹事） ・株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）	<u>取組状況</u> ・耐熱化、高生産化に向けて、研究開発項目②-(b)と連携。AIを利用した変異体酵素試験に向けてソフトの選定中。耐熱化研究の実績のある酵素を選定し、野生型およびAIによる変異体のスクリーニングに向けて、<i>Pichia pastoris</i>での異種発現系を構築している。
	<u>委員からの助言</u> ・BGLは各所で取り扱われているため、変異体が他社の特許に抵触するか、方向性が固まった段階で調査したほうが良いのではないかと。→方向性が固まった段階で調査していく。
研究開発項目②-(a)-2 <u>炭酸脱水素酵素の大量発現系の構築</u> ・大興製紙株式会社（幹事） ・株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）	<u>取組状況</u> ・市販酵素を用いたCO2固定による炭酸カルシウムの沈殿確認が完了。 ・現在、<i>Pichia pastoris</i>での異種発現系の構築を実施中。
	<u>委員からの助言</u> ・特記なし。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業 大興製紙株式会社(幹事)

研究開発項目②-(b)-1 <u>廃棄原料由来メタノールを利用した、 ピキア酵母による組換え酵素生産</u> ・大興製紙株式会社（幹事） ・国立大学法人 東京大学（再委託）	<u>取組状況</u> ・ 蒸留精製された黒液由来メタノールを用いた際に、試薬メタノールと同等の酵素生産量・活性が発現する事を確認。 ・ 不純物をより多く含むメタノールを用いた際には溶菌が観測された為、生育阻害物質の特定を行う必要が生じた。 ・ ドレン水等の工程から生じる廃液そのものを用いた培養では、若干の酵素生産が得られるもののメタノール濃度が不足している為、実際の培養プロセスへの適用にはメタノール成分の濃縮操作を要する事が確認された。 <u>委員からの助言</u> ・ 特記なし。
研究開発項目②-(b)-2 <u>計算科学を活用したβ-グルコシダーゼの 耐熱化・高活性化</u> ・大興製紙株式会社（幹事） ・国立大学法人 東京大学（再委託）	<u>取組状況</u> ・ AIの計算によるBGLの選定を考慮し、ソフトの検討を進めている。 <u>委員からの助言</u> ・ 特記なし。
研究開発項目③-1 <u>建築廃材からの2Gバイオエタノールの生産</u> ・大興製紙株式会社（幹事） ・株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）	<u>取組状況</u> ・ <i>Saccharomyces.cerevisiae</i>（発酵収率90%>）、もう1種の酵母（発酵収率>80%）全窒素・アルデヒドについては分析中。 ・ <i>Saccharomyces.cerevisiae</i> は実機使用可能と判断。もう1種の酵母は発酵収率を+10%上げる必要はある。 <u>委員からの助言</u> ・ 特記なし。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業 大興製紙株式会社(幹事)

研究開発項目④-1 <u>セルラーゼ生産に用いた<i>T.reesei</i>の飼料化/食品化</u> ・大興製紙株式会社（幹事）	<u>取組状況</u> - 急性毒性試験（ラットを用いた単回経口投与毒性試験）の結果、一般状態の異常及び被験物質の影響は見られない。 - 凍結乾燥後小規模粉末化。ラボスケールで凍結乾燥技術を用いて菌体の粉末化に成功。粉末化した菌体の飼料用栄養成分分析の結果取得。 - 飼料の小規模作製。 <u>委員からの助言</u> - 特記なし。
研究開発項目④-2 <u>エタノール発酵に用いた<i>S.cerevisiae</i>の飼料/食品化</u> ・大興製紙株式会社（幹事）	<u>取組状況</u> - 急性毒性試験（ラットを用いた単回経口投与毒性試験）の結果、一般状態の異常及び被験物質の影響は見られない。 <u>委員からの助言</u> - 特記なし。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業 大興製紙株式会社(幹事)

研究開発項目⑤-1 <u>デジタルツインを用いた バイオ燃料製造サプライチェーンのLCA</u> ・ 大興製紙株式会社（幹事） ・ Agro Ludens 株式会社（再委託）	<u>取組状況</u> ・ 実験データに基づき、動的シミュレーションソフトを用いて蒸解、糖化、発酵、蒸留プロセスのシミュレータプロトタイプを構築した。 ・ シミュレータを用いてGHG削減率を検証する。 ----- <u>委員からの助言</u> ・ 全工程をデジタルツイニングするのは大変。デジタルツインする部分、しない部分を選択すべき。 ・ 今回の動的シミュレーションソフトはオペレーション向けシステム。オペレーションまで改善したい部分をデジタルツイニングしては。 →蒸解後から糖液生産、酵素回収はオペレーションまで改善したデジタルツインを活用する予定。
研究開発項目⑤-2 <u>プロセス副産物の高度利用による カーボンクレジット化の検討</u> ・ 大興製紙株式会社（幹事） ・ Agro Ludens 株式会社（再委託）	<u>取組状況</u> ・ エタノール発酵CO2の炭酸塩固定化プロセスとプロセス菌体残渣の飼料/食品化プロセスのPFDを作成した。 ・ 2024年度までにプロセスシミュレータを構築し、プロセス副産物の高度利用プロセスによるGHG削減率を検証する。 ----- <u>委員からの助言</u> ・ 特記なし。
研究開発項目⑤-3 <u>ブロックチェーン技術による トレーサビリティ・システムの構築</u> ・ 大興製紙株式会社（幹事） ・ Agro Ludens 株式会社（再委託）	<u>取組状況</u> ・ CORSIA認証に必要なデータ諸元を整理し、各ステークホルダーの登録すべき情報を整理した。 ・ ブロックチェーン技術によるトレーサビリティ・システムのモックアップ仕様を策定した。 ----- <u>委員からの助言</u> ・ 未利用材の未利用性については説明が必要。今の用途より社会的ニーズや付加価値が高いものに使うことは未利用性の説明として通るが、パルプ向けからSAF向けへの変換がこれを満たすかは証明しなくてはならない。 →未利用資源をどう活用していくかは生產品のLCAを検討し、最適解を得ていく必要があると認識している。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

マンノシルエリスリトールリピッドの利用分野拡大に向けた革命的センサシステムの開発
東洋紡株式会社(幹事)、産業技術総合研究所

<u>研究開発項目①-(b)</u> <u>マンノシルエリスリトールリピッド</u> <u>(M E L) 生産用廃食油の品</u> <u>質設定</u> ・東洋紡株式会社(幹事)	<u>取組状況</u> - 入手した廃食油の成分分析及び、培養検討を実施。M E L の生産に影響を及ぼす成分を見出した。 <u>委員からの助言</u> - 原料廃食油のコストの状況は足元も今後も大きく変化して行く可能性がある。状況把握をしっかり行いながら柔軟な対応が必要と思われる。
<u>研究開発項目②-(a)</u> <u>M E L 高生産菌の開発・実証</u> ・東洋紡株式会社(幹事)	<u>取組状況</u> - セルフクローニング株を作製し、現行株と同等の生産性であることを確認した。 - 標的遺伝子改変株を構築し、M E L の生産性が向上する可能性を見出した。 <u>委員からの助言</u> - 製造コストのキーとなるM E L 生産株の構築については、計画通り、セルフクローニング株と標的遺伝子改変株の構築と評価が進んでいることが認められる。どこまで菌株におけるM E L 生産性を向上させることができるのか、今後の開発に期待したい。
<u>研究開発項目③</u> <u>M E L の連続培養生産及びス</u> <u>ケールアップの技術開発</u> ・東洋紡株式会社(幹事)	<u>取組状況</u> - 半回分培養を連続し、平均のM E L 生産速度が現行株の生産性を上回る結果となった。 <u>委員からの助言</u> - 建設コスト等の状況は足元も今後も大きく変化して行く可能性がある。状況把握をしっかり行いながら柔軟な対応が必要と思われる。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

[マンノシルエリスリトールリピッドの利用分野拡大に向けた革命的センサシステムの開発](#)
東洋紡株式会社(幹事)、産業技術総合研究所

研究開発項目④ <u>M E L の分離・精製・加工技術の開発・実証</u> ・東洋紡株式会社（幹事）	<u>取組状況</u> ・ M E L の連続的な回収を検討しており、今後安定的かつ高効率に回収する技術の確立に取り組む。また製品形態候補を設定した。 <u>委員からの助言</u> ・ 建設コスト等の状況は足元も今後も大きく変化して行く可能性がある。状況把握をしっかりと行いながら柔軟な対応が必要と思われる。
研究開発項目⑤ <u>バイオサーファクタントの社会的認知向上</u> ・東洋紡株式会社（幹事）	<u>取組状況</u> ・ M E L の環境安全性・性能評価は、農薬相性試験を行っている。BS勉強会でBS = 微生物由来の界面活性剤との定義づけを完了した。バッチ培養でのLCAも完了した。 <u>委員からの助言</u> ・ M E L の認知度の向上が必要であるところ、用途開発へのデータ取得や定義付けのためのBS勉強会、生物工学会での発信、標準化などの取り組みを通じて取り組んでおり、その成果が期待される。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築 株式会社ファーマフーズ(幹事)

<u>研究開発項目①</u> <u>卵殻膜スターティングマテリアルとなる卵殻膜原料</u> <u>回収プロセスの開発・実証</u> ・ 株式会社ファーマフーズ（幹事）	<u>取組状況</u> ・ サプライヤーと協議を行い年100トンまでの卵殻膜調達を試算。品質について検討中。（ファーマフーズ） <u>委員からの助言</u> ・ 特になし
<u>研究開発項目②-(a)</u> <u>難溶性タンパク質である卵殻膜可溶化微生物</u> <u>等の開発・育種</u> ・ 株式会社ファーマフーズ（幹事） ・ 株式会社バックス・バイオイノベーション	<u>取組状況</u> ・ ケラチン分解酵素ライブラリより34酵素をクローニング（バックス・バイオイノベーション） ・ 分解条件を最適化し、目的とする分解物を得られる酵素候補を選定した（ファーマフーズ） <u>委員からの助言</u> ・ 特になし
<u>研究開発項目項目③</u> <u>改変酵素を用いた卵殻膜スターティングマテリアル</u> <u>の製造技術の開発・実証</u> ・ 株式会社ファーマフーズ（幹事）	<u>取組状況</u> ・ 平均分子量 6 万の疑似卵殻膜スターティングマテリアルの作成に成功した（ファーマフーズ） ・ 加水分解プロセスの検討で必要な機器類を導入した（ファーマフーズ） <u>委員からの助言</u> ・ 酵素分解だと歩留まりが良くなるとのことだが、そうすると、スターティングマテリアルの質が変わってきて、下流工程に影響する可能性は考えないといけないのでは？材料に依存する製品が多いと思うので、いざ作ってみたら違う性能になることありうる。 →酵素完成後、早期に同等性の確認を行うことで解決する。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築 株式会社ファーマフーズ(幹事)

研究開発項目④-1 卵殻膜スターティングマテリアルを用いた新規繊維の加工技術の開発・実証 - 株式会社ファーマフーズ(幹事) - ダイワボウレーヨン株式会社	<u>取組状況</u> - ドープ液を複数水準で作製。ラボスケール湿式紡糸機を導入。(ファーマフーズ) - 改良条件での卵殻膜30%含有繊維の製造を実施。(ダイワボウレーヨン)   <u>委員からの助言</u> - カシミアについては動物飼育のコストと比較してLCAなども含めて優位性を出せるのではないかな？ →カシミアはGHG排出量の最も多い繊維の一つであるため、明確な優位性を訴求できると考えており、定量化に努める。
研究開発項目④-2 卵殻膜スターティングマテリアルを用いた新規電池・キャパシタ用ナノ化材料の開発・実証 - 株式会社ファーマフーズ(幹事) - 国立大学法人信州大学 - 三洋化成工業株式会社	<u>取組状況</u> - 処理条件を変えた卵殻膜加水分解物の作製・供給(ファーマフーズ) - 組成を変えたナノマテリアルの複数パターンの試作(信州大学) - 試験サンプル評価用機器の導入・評価準備(三洋化成) <u>委員からの助言</u> - 蓄電素子用途は性能上特段の優位性があるわけではない。競合素材も多い中で、採用されない可能性がかなりあることを念頭に置いておいた方がよい。 →競合となる技術をモニタリングしつつ、優位性を明確化しながら開発を進める。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

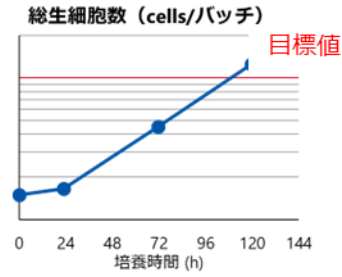
改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築 株式会社ファーマフーズ(幹事)

研究開発項目④-3 卵殻膜スターティングマテリアルを用いた新規農業用バイオスティミュラントの開発・実証 ・株式会社ファーマフーズ(幹事) ・株式会社浅井農園 ・株式会社ベジ・ドリーム栗原	<u>取組状況</u> ・BSペプチドとして最適な処理条件を決定(ファーマフーズ) ・圃場試験での評価方法を決定(浅井農園、ベジドリーム栗原) <u>委員からの助言</u> ・卵殻膜由来のBSについては、BSの機能をもたらす特定のペプチドの同定を試みられるとのことであり、同定に成功した際には、当該ペプチドを有効成分とするBSの用途につき、基本的な特許取得を目指して頂きたい。(現段階の実験結果では、その有効成分は、様々なペプチドを含む卵殻膜処理物の状態であり、処理条件などで有効成分を特定した特許は、第三者による特許回避が容易で、侵害立証も難しいため、ビジネス上の有効性の面で問題が生じやすい。) →配列特許の件、承知いたしました。一方で、単一配列の活性ペプチドが、ホルモン作用を持つことが発見された場合などは農薬としてカテゴライズされる恐れもあるため、状況に応じて柔軟に対応する。
研究開発項目⑤ バイオものづくり製品の社会実装のための評価手法などの開発 ・株式会社ファーマフーズ(幹事)	<u>取組状況</u> ・卵殻膜使用素材に対する消費者意識調査(ファーマフーズ) ・LCA評価のためのフロー図作製は現時点の情報を反映し作成完了。開発の進行に連動し精度向上を図る(ファーマフーズ) <u>委員からの助言</u> ・セルロースハイブリッド繊維の標準化・ブランド化については、本提案では、従来品のタンパク含量10%(これは「レーヨン」との表示になる)を超え、30%のものが作成されるとのことである。この高タンパク含量の次世代線維については、その名称についてのISOの取得や、さらには卵殻膜由来であることの表示(従来品は、ovoveilとの登録商標を取得)の取得について検討されるとのことであり、ぜひ、推進頂きたい。 →本件については対応を開始しており、一般社団法人 繊維評価技術協議会との議論を行っている。 ・本当にBSは、農薬や肥料などのいずれの法的範疇にも収まらないのか(植物に作用させるもので、肥料とも農薬ともいえない、「BS」という隙間があるのか? あるいは、BSは、農薬の定義の範疇の一カテゴリーになるのか?)、念のため、ご確認頂きたい。 →政府の動向を常にとらえるとともに、BS協議会の動向もチェックし、事業化がスムーズに進められるように、対応していく。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

細胞性と牛肉の社会実装に係る研究開発

ZACROS株式会社(幹事)、株式会社島津製作所、TOPPANホールディングス株式会社

研究開発項目③ 細胞性と牛肉用細胞のスケールアップ大量培養技術の実証 ・ZACROS株式会社（幹事）	<u>取組状況</u> ・1バッチ当たりの細胞数を増やし、培養スケールアップと高密度培養、培養期間の短縮を目指す。 年間の培養細胞数 = 1バッチ当たりの培養スケール × 細胞密度 × (365/培養期間) ・関西万博で提供を想定した2400食相当量の細胞性と牛肉を製造できる技術を開発する。 ・その量から逆算した数値目標をKPIとして設定。以下KPIに従って記載。 ✓ KPI① ～③：培養液量は3Lで細胞数●cells/バッチを達成。 ✓ KPI④ ～⑥：培養液量が3L以上で、● cells/バッチ 培養を2月に予定。 ✓ その他：無限増殖能を有する細胞株の構築に着手済み  3L培養槽  培養した細胞数 <u>委員からの助言</u> ・もっと培養時間を延ばせるのではないかな？ → 1週間で増殖速度が最大となる培養条件もしくは細胞株を目指す。 ・足場から剥離時のロスや、大容量になった場合、足場による培養の限界についてどう考えるか？ → 剥離ロスはある。数百または数千リットルスケールになると、水圧等の影響が出ることを想定する。そのため、足場材不要、高増殖能細胞株が必要と考えられ、着手済み。
研究開発項目④ 喫食可能な培地の開発とコストダウンの実証 ・島津製作所 細胞性と牛肉の作製 ・TOPPANホールディングス	<u>取組状況</u> ・喫食可能な低コスト原材料を用いて、計画時点のコストより約46%のコストダウンを達成（島津製作所） ・バイオインクの構成材料の中核であるコラーゲンを食品グレード品に転換。精製を加えたプロセス構築（TOPPAN） <u>委員からの助言</u> ・培地成分の使用率を把握しながら進めること。アミノ酸などの主要成分についても、代替材料等による低コスト化を検討すること。 ・コラーゲンを精製なくそのまま使えとコストダウンにもつながるのではないかな。 → コラーゲンは食感のパラメーターとの連動する可能性があるため、そのバランスも鑑みて最適化を進める

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

細胞性と牛肉の社会実装に係る研究開発

ZACROS株式会社(幹事)、株式会社島津製作所、TOPPANホールディングス株式会社

研究開発項目⑤ 社会受容性向上、安全性ガイドラインや表示などのルール形成、環境指標として重視されるLCA等の開発	<u>取組状況</u> 以下 3 つの仕組みに整理し、各取り組みを実施中。 仕組み①（社会需要性の向上） ・ 受容性調査のベースとなる培養肉の認知度や趣向性を調査するため、11月中に消費者アンケートを実施予定 ・ 培養肉の認知度をモニタリングするため、毎年調査を実施する予定 仕組み②（安全性や表示などルールの構築） ・ 安全性に関して海外事例をまとめたαレポートをもとにJACA「見解書」0次案のブラッシュアップを実施中 ・ 消費者の安心・安全確保のためのトレーサビリティ(ブランド)を調査中 ・ 細胞培養中の安全性を明らかにするための実験装置を東京農業大学に導入済 仕組み③LCA評価 ・ 大阪大学、東京大学、東京女子医科大学の培養工程の現状調査を完了 ・ まずは、大阪大学の培養工程を用い、LCAの算出試験を実施中 <u>委員からの助言</u> ・ 食品に対する社会受容性には十分に配慮し、戦略的に進めるべき。その観点から万博等での露出も慎重に検討すべきであってルールや表示を考慮し進めるべき。 ・ 社会実装で、知る権利・選択する権利に対して、表示ルールが重要
---	---

6. プロジェクトを取り巻く環境

主な最新動向

研究開発項目①

未利用資源の収集・資源化のための開発・実証

- 未利用資源や廃棄物の利活用について、資源の賦存量や所在地、資源種分析データなどの集積や利用促進についての取組が進められている。
 - ・DOEでは、米国のバイオエネルギー生産を3倍にし、将来のエネルギー需要の約15%を賄うバイオマス資源の生産が可能とレポート、等
- 草本系資源について、セルロース糖化技術を手掛けるBlue Biofuels社（米）は、独自の糖化技術を用いて、キンググラス、サトウキビバガス、トウモロコシ茎葉から、高収率でセルロースエタノールを生産することに成功したと発表（2024年9月）。
- 木質系資源については、これまでのNEDO事業等でリグニンの抽出法などが開発された他、宮崎大において白色腐朽菌によるリグノセルロース分解技術を開発中。
- 有機系廃棄物を活用したSAF製造等も実証が始まりつつある（FireFly Green Fuels社（英）はヒト排泄物からのSAF製造を2028年に生産開始と発表）。

研究開発項目②

産業用微生物等の開発・育種及び微生物等改変プラットフォーム技術の高度化

- 米国ではAmyris、Ginkgo Bioworks、Zymergenの3社がバイオファウンドリ事業で先行していたが、ZymergenはGinkgo Bioworksが買収、Amyrisは破産法第11条に基づく破産申請を行うなど、ビジネスモデルの再構築が進行中。
- 加えて米国では、2024年10月、NSFアワードにより82Mドルを投資して6つのグローバルセンターを設立し、レジリエントな作物、バイオマス由来燃料・化学品生産、バイオファウンドリによるバイオテクノロジーの応用拡大などをグローバルな連携のもと着手。
- 中国では、大学及び国研を中心に、政府の大型投資と米国からの帰国人材等で最先端の研究体制の整備が進んでいる。
- 韓国では、韓国科学技術院（KAIST）と韓国生命工学研究院（KRIBB）によって運営されるK-Biofoundryにおいてプラットフォーム開発。
- その他、デンマークDTU Biosustain BioFoundry、英国London BioFoundry等の公共バイオファウンドリで研究開発が進展中。

研究開発項目③

微生物等による目的物質の製造技術の開発・実証

- バイオものづくりにおけるスケールアップについて、政府支援の取組が進められている。
- ・米国では、2021年に設立された米国のBioMADE（DoDファンド等）が、原料の調達から商業製造を米国内で完結することを目指し、バイオ製造のスケールアップ技術開発、下流プロセス開発を支援。2024年10月、米国のバイオ製造製品のスケールアップと商業化を推進する17の革新的な新プロジェクトを発表。
- ・欧州では、Horizon Europe と Bio Based Europe の共同によりバイオ技術開発の支援を行う他、循環経済への移行を目的とした Circular economy action plan（CEAP）に基づく政策を進め、バイオ素材の市場創出を促進。
- ・英国では、High Value Manufacturing Catapult により、企業が革新的なバイオテクノロジー製品を開発・スケールアップする際に、その評価およびスケールアップの活動を支援する最先端の施設サービスを提供。

研究開発項目⑤

バイオものづくり製品の社会実装のための評価手法等の開発

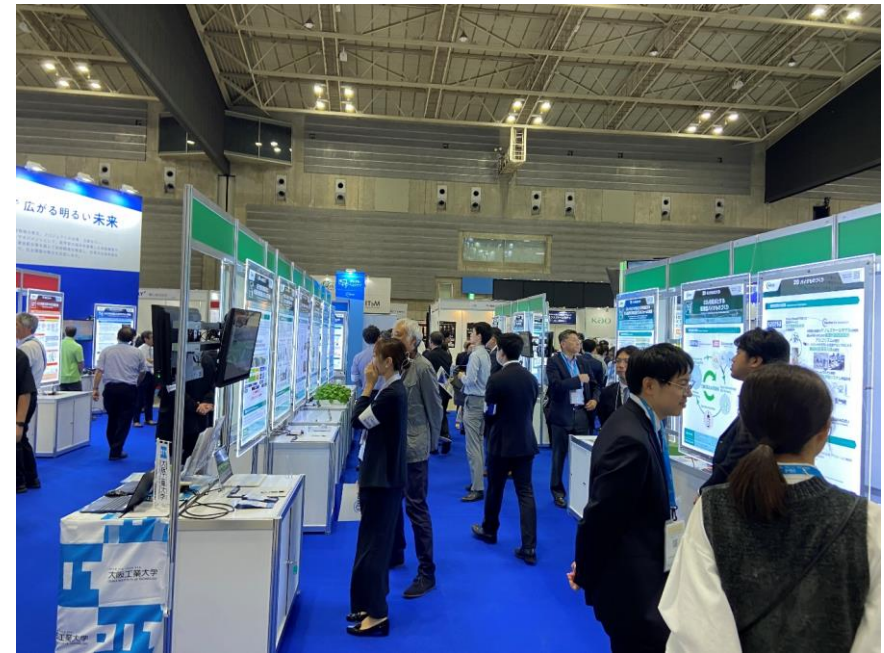
- 生物工学研究の国際コンソーシアムであるEBRC（Engineering Biology Research Consortium）主催のワークショップにおいて、バイオものづくり指標化と標準化に関する議論がなされ報告書が公表された。
- 国際標準化機構（ISO）においても、ISO/TC276「バイオテクノロジー」専門委員会において、国際標準に関する議論あり。
- WEFは、2024年6月に公表にした、「Why we need standards and metrics for the global bioeconomy」で、当該分野における標準化と指標の必要性を議論し、国際的取り組みの重要性を提示。
- Lanzatechが、CO₂由来製品で初めて、2023年3月にRound Table for Sustainable Biomass（RSB）認証を得たと発表。
- とりわけSAFに関しては、各国で導入目標を定めるとともに、量産化に向けた動きが活発化。
- ・英国：2030年10%、2040年22%（2024年7月）、米国：2030年30億ガロン/年（2024年5月） 等

7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

- 2024/10/9-11に開催された「BioJapan 2024」にてNEDOブースの出展およびセミナーを行い、本プロジェクト参画機関の事業成果や将来像について紹介した。
- 2024年度に、バイオものづくりに関する調査を実施。採択案件で社会実装を目指す最終製品（食品分野・化学/素材分野）を対象とした市場調査や、我が国における未利用資源のアベイラビリティに関する調査・分析を行い、その結果について、本プロジェクトの実施者向けに成果報告会を行う予定。



BioJapan 2024 NEDOセミナー（2024/10/9）
「バイオものづくりのためのプラットフォーム事業展開と将来像」



BioJapan 2024 NEDOブースの様子
（2024/10/9-11）

(参考 1) プロジェクトの事業規模

プロジェクト全体の関連投資額※

768.5億円

※ プロジェクト実施企業等が、事業終了後の期間を含めて見積もった社会実装に向けた取組（バイオものづくり革命推進基金事業による支援を含む）にかかる関連投資額

バイオものづくり革命推進事業の支援規模

	事業規模	支援規模
研究開発項目 1 未利用資源の収集・資源化のための開発・実証 (a)未利用資源の収集のためのサプライチェーン構築に向けた調査 (b)未利用資源の原料化のための開発・実証 (c)循環型バイオものづくりを進めるための原料としてのバイオ製品等の収集実証	329.6億円	164.8億円
研究開発項目 2 産業用微生物等の開発・育種及び微生物等改変プラットフォーム技術の高度化 (a)産業用微生物等の開発・育種 (b)産業用微生物等の開発・育種等を通じたプラットフォーム技術の高度化	107.7億円	95.6億円
研究開発項目 3 微生物等による目的物質の製造技術の開発・実証	601.8億円	243億円
研究開発項目 4 微生物等によって製造した物質の分離・精製・加工技術の開発・実証	179億円	60億円
研究開発項目 5 バイオものづくり製品の社会実装のための評価手法等の開発	30.6億円	30.6億円

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発
RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目①-(b) 未利用資源の原料化技術の開発 ・高砂香料工業株式会社	✓ 未利用資源を年間必要量以上確保し、安定サプライチェーンの構築。 ✓ 6ヶ月以上の保管が可能であり、目標価格を下回る未利用資源の前処理技術の確立。	
	実施内容	マイルストーン
	① 未利用資源の安定供給先を確保する。	未利用資源の安定サプライチェーン構築 (2025年) 未利用資源を必要量以上確保し、安定サプライチェーンが構築されている。
	② 未利用資源の保管条件を検討する。	未利用資源の前処理技術確立 (2025年) 目標価格を下回る未利用資源の前処理技術が確立されている。
	③ 培養装置における培養試験において、添加しているグルコース濃度に相当するグルコース濃度の未利用資源を用いて、乳酸生成コリネ菌のL-乳酸生成量を確認する。	グルコース培養時と同等のL-乳酸生成量達成 (2025年) 乳酸生成コリネ菌を培養した時に、グルコース培養時と同等のL-乳酸生成量を達成する。

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発
RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目②-(b) <u>あらゆる未利用資源から生産困難バイオ製品を生産する微生物改変プラットフォーム技術の開発</u> ・ RITE（幹事） ・ 高砂香料工業株式会社	✓ 物質生産菌開発力強化に直結する様々なデジタル資産、技術資産の開発と蓄積、およびそれぞれの資産を統合し効率的に運用可能な菌株開発拠点（プラットフォーム）の確立。 ✓ 商業生産に耐える生産性を持つコリネ菌株を獲得する。	
	実施内容	マイルストーン
	① 生産株創製支援データベース新規構築と拡充	3種のデータベースについて格納するデータ項目が決定しており、それぞれ●点以上のデータが格納されている。（2024年） 3種のデータベースにそれぞれ●点以上のデータが格納されており、生産菌株開発に活用できる体制が整っている。（2027年）
	② 生産土台株の育種	3種混合糖の同時利用が可能で、未利用資源を原料とした場合の生産性がグルコースを原料とした場合と比較して●%以上を示す生産土台株の育種を完了している。（2024年） 5種混合糖の同時利用が可能で、未利用資源を原料とした場合の生産性がグルコースを原料とした場合と比較して●%以上を示す生産土台株の育種を完了し、プラットフォーム資産としてカタログ化されている。（2027年）
	③ プラットフォーム拠点の構築と高度化、機能検証	プラットフォームに必要な技術と設備が明確にされており、プラットフォーム新棟の建設が開始されている。（2024年） プラットフォーム技術基盤の整備が完了している。多様な未利用資源の活用技術と高効率な菌株開発体制が確立しており、開発した物質生産株が実用化レベルの生産能力を有することが実証されている。（2027年）
	④ 種々香料素材のコリネ菌への影響を調べ、コリネ菌に対する影響指標を作成する。	<u>香料素材のコリネ菌への影響を特定（2023年）</u> 種々の香料素材のコリネ菌に対する影響指標を作成した。
⑤ ベンチマーク株の50%以上の生産性と相関が得られる培養パラメータの取得および最適条件の検討する。	<u>コリネ菌培養における重要パラメータの特定（2024年）</u> コリネ菌の菌体内外の変化を解析し、必要に応じて育種を行い、培養条件のデータを取得し、培養条件を数値化する。	
⑥ コリネ菌の育種・改良を実施する。	<u>生産性を予測することができるパラメータの特定（2025-2027年）</u> 生産性を解析し、必要に応じてコリネ菌の育種・改良を実施する。生産性に関わるパラメータおよびデータを収集する。	

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発
RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目③-1 香料素材の生産性を向上させる最適培養条件の探索とスケールアップ技術の開発 ・高砂香料工業株式会社	✓ セミコマーシャル規模で未利用資源を原料に、コリネ菌を使用して培養検討を実施し、目標とする生産速度を達成。	
	実施内容	マイルストーン
	① 培養プロセス・最適培養条件の検討を実施する。	グルコースを原料にし、目標生産速度の達成（2025年） 目標とするコリネ菌の生産速度を達成する。
	② 未利用資源を原料として、最適培養条件の検討を実施する。	未利用資源を原料にし、目標生産速度の達成（2026年） 未利用資源を原料に使用して、目標とするコリネ菌の生産速度を達成する。
	③ 改良されたコリネ菌を用いたり、生産プロセスの改良を行うことで、目標値を達成する。	パイロットスケールでの目標生産速度の達成（2027年） セミコマーシャル規模で最適培養条件を確立し、未利用資源を原料に、目標とするコリネ菌の生産速度を達成する。

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目④-1 香料素材の高生産培養を実現するフロー連続分離・精製技術の開発 ・高砂香料工業株式会社	✓ 未利用資源を原料に使用して、目標収率以上の回収条件を確定する。	
	実施内容	マイルストーン
	① 卓上ジャースケールで分離・精製システムの検討。	グルコースを原料にし、目標収率以上の回収条件確定（2025年） グルコースを原料に使用して、目標とするコリネ菌の生産速度で培養し、培養液を原料に、目標収率以上の回収条件を確定する
	② 適切なプロセスを決定する。	未利用資源を原料にし、目標収率以上の回収条件確定 I（2026年） パイロットスケールで未利用資源を原料に使用して、目標とするコリネ菌の生産速度となる条件で培養し、培養液を原料に、目標収率以上の回収条件を確定する。
	③ 未利用資源を原料にコリネ菌を培養し、分離・精製システムの検討。	未利用資源を原料にし、目標収率以上の回収条件確定 II（2027年） セミコマーシャルで未利用資源を原料に使用して、目標とするコリネ菌の生産速度となる条件で培養し、培養液を原料に、目標収率以上の回収条件を確定する。

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発
RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目⑤-1 バイオものづくり技術を活用した香料素材のブランディング ・ 高砂香料工業株式会社	✓ バイオプロセスのLCAが完了しており、バイオプロセスにより製造した香料素材の標準化規格が完成している。 ✓ ブランディング戦略も確立されている。	
	実施内容	マイルストーン
	① 環境負荷に関して、排出原単位データベースやサプライヤーからの情報収集により調査する。	<u>LCA完了 (2026-27年)</u> プロセスデータをベースにしたLCAを完了する。
	② 原料やユーティリティに関わるCFPなどの環境負荷を調査・算出し、LCAを実施する。	<u>バイオ由来製品のブランディング戦略確立 (2027年)</u> バイオ由来製品のブランディング戦略を確立させる。
	③ 算出されたLCAの結果から、バイオ由来製品のブランディング戦略の絞り込みを実施する。	<u>カーボンフットプリントの目標値以上の削減 (2027年)</u> 本事業で開発する製品のカーボンフットプリント (CFP) が、石油由来原料の化学合成品および天然抽出品のCFPに対して目標値以上削減されている。

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発
RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目③-2 高機能素材原料前駆体のバイオ合成 最適条件探索とスケールアップ技術の 開発 ・ 帝人株式会社 ・ RITE (幹事)	✓ 未利用資源由来原料を使用した高収率バイオ合成技術の確立 ✓ スケールアップ製造技術の確立	
	実施内容	マイルストーン
	①開発環境整備、生産効率の向上	・開発環境整備 ・目的物の収率や濃度の向上、および、グルコース以外の糖利用能の付与 (2024年)
	②スケールアップ検討、および、スケールアップ 条件下での生産効率の維持・向上	・スケールアップ条件下での目的物収率や濃度の定量目標値の達成 (2027年)
	③スケールアップ製造技術開発	・社会実装可能な製造技術の構築 ・産業利用可能な生産株の取得 (2030年)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発
RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目④-2 高機能素材原料前駆体の分離精製と 目的物合成及びスケールアップ技術の 開発 ・ 帝人株式会社	✓ 市場投入可能な価格水準の実現 ✓ 社会実装に向けたスケールアップ製造技術の確立	
	実施内容	マイルストーン
	①培養液からの目的化合物の分離・精製、 および、当該化合物を使用した最終目的物 の合成基礎技術検討	・ラボスケールでの目的物収率、純度の定量目標値の達成 (2024年)
	②スケールアップ検討、および、スケールアップ 条件下での生産効率の維持・向上	・スケールアップ条件下での目的物収率や純度の定量目標値の達成 (2027年)
	③スケールアップ製造技術開発	・社会実装可能な製造技術の構築 (2030年)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

未利用原料から有用化学品を産み出すバイオアップサイクリング技術の開発
RITEコンソーシアム (公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE) (幹事)、高砂香料工業株式会社、帝人株式会社)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目⑤-2 高機能素材原料のバイオ製造プロセスのLCA ・ 帝人株式会社	✓ 環境性能認定等の取得を可能とする工程データ取得システムの導入 ✓ 研究開発項目③-2および④-2で構築したスケールアップ製造プロセスにおけるCO2排出量試算	
	実施内容	マイルストーン
	①ラボスケールデータの収集やCO2排出量の試算方法、利用可能なデータベース等に関する情報収集、および、CO2排出量試算	・ラボスケールデータをベースとしたCO2排出量試算、および、影響因子（ボトルネック）の把握 （2024年）
	②スケールアップ検討における各種データ収集、および、CO2排出量試算	・研究開発項目③-2および④-2の定量目標値を達成するプロセス条件下におけるCO2排出量試算 （2027年）
	③スケールアップ検討で得られたデータを使用したCO2排出量試算、および、工程データ取得システムの導入	・環境性能認定等の取得を可能とする工程データ取得システムの導入 ・CO2排出量の算出手法構築 （2030年）

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証
大王製紙コンソーシアム (大王製紙株式会社(幹事)、Green Earth Institute株式会社)

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目①
木質パルプ、ペーパースラッジ等の原料化のための開発・実証

・大王製紙株式会社
(幹事)
・Green Earth
Institute株式会社

木質パルプとなるバージン又は古紙パルプを主原料にしたうえで、ペーパースラッジ由来の原料の糖化率を高め、原料とする原料前処理方法を確立する。

実施内容

木質パルプ、ペーパースラッジ等の原料化のための開発・実証

マイルストーン

(2024年度：ラボスケール)
未利用原料を含む各原料単独の糖化率を設定し目標糖化率以上を得る。
(2027年度：パイロットスケール)
・単独糖化において使用酵素の連続利用日数を目標設定しクリアする。
・複数原料について糖化しやすい各原料単独の糖化率を設定し、目標糖化率以上を得る。
(2030年度：商用スケール)
・原料由来糖液を含む原料で酵素の連続利用
・古紙パルプ及び未利用原料の糖化率を高める。

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目②
C5糖資化可能なアミノ酸・有機酸生産菌の開発

・Green Earth
Institute株式会社

C5糖を含む糖液（キシロース・グルコース混合液）を用いて、アミノ酸生産及び有機酸生産の対糖収率を向上させた生産菌体を得る。

実施内容

C5糖資化可能なアミノ酸生産菌の開発

マイルストーン

(2024年度)
・アミノ酸生産菌のC5糖資化機能付与
(2027年度)
・開発菌体でC5糖資化によりアミノ酸対糖収率向上
・開発菌体でC5糖資化により有機酸対糖収率向上
(2030年度)
・商用スケールにおいて、バージンパルプを主原料に、未利用資源も活用する。
・開発菌体でC5糖資化によりアミノ酸及び有機酸生産の対糖収率向上

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証
大王製紙コンソーシアム (大王製紙株式会社(幹事)、Green Earth Institute株式会社)

テーマ名・事業者名

研究開発項目③
微生物等による目的物質
の製造技術の開発・実証
・大王製紙株式会社
(幹事)
・Green Earth
Institute株式会社

アウトプット目標

商用スケールプラントにおいて、アミノ酸、有機酸、エタノールについて、それぞれに最適なプロセスを実現し、事業化可能と考えられる、最終濃度、対糖収率を実現する。

実施内容

低コスト糖液生産システムの開発・実証（ベンチスケール）

同時糖化発酵プロセスや菌体リサイクルプロセスにも対応した発酵設備の開発・実証（パイロットスケール）

同時糖化発酵プロセスや菌体リサイクルプロセスにも対応した発酵設備の開発・実証（商用スケール）

マイルストーン

（2024年度）

・グルコース等を原料として、糖化・菌体リサイクルプロセスにて、アミノ酸の生産濃度、糖収率ともに目標値以上を得る。
・木質パルプを原料として、同時糖化発酵プロセスにて、エタノールの生産濃度、糖収率ともに目標値以上を得る。

（2027年度）

・木質パルプを原料として、糖化・菌体リサイクルプロセスにて、アミノ酸の生産濃度、糖収率ともに目標値以上を得る。
・木質パルプを原料として、糖化・菌体リサイクルプロセスにて、有機酸の生産濃度、糖収率ともに目標値以上を得る。
・木質パルプを原料として、同時糖化発酵プロセスにて、エタノールの生産濃度、糖収率ともに目標値以上を得る。

（2030年度）

・木質パルプを原料として、糖化・菌体リサイクルプロセスにて、アミノ酸の生産濃度、糖収率ともに目標値以上を得る。
・木質パルプを原料として、糖化・菌体リサイクルプロセスにて、有機酸の生産濃度、糖収率ともに目標値以上を得る。
・木質パルプを原料として、同時糖化発酵プロセスにて、エタノールの生産濃度、糖収率ともに目標値以上を得る。

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証
大王製紙コンソーシアム (大王製紙株式会社(幹事)、Green Earth Institute株式会社)

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目③
製品の用途開発・需要調査（ユーザー評価）
・大王製紙株式会社（幹事）

エタノール、アミノ酸、有機酸の用途、商業レベルでの販売先を確保する。

実施内容

製品の用途開発・需要調査（ユーザー評価）

マイルストーン

- （2024年度）
 - ・ベンチスケールで生産したエタノール、アミノ酸、有機酸の品質評価企業の選定
 - ・上記企業のうち商用生産量に対する販売見込量が商業レベルとなる需要先の選定
- （2027年度）
 - ・スケールアップにおける製品の品質や再現性の変化にかかる、上記企業からの情報を基にした対応策と実施時期の策定
 - ・上記企業を通じて商用生産量に対する販売見込量が商業レベルとなる需要先の選定
- （2030年度）
 - ・スケールアップにおける製品の品質や再現性の変化にかかる、商用スケールプラントに対する対応策と実施時期の策定
 - ・商用生産量に対する販売見込量が商業レベルとなる需要先の選定

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証
大王製紙コンソーシアム (大王製紙株式会社(幹事)、Green Earth Institute株式会社)

テーマ名・事業者名

研究開発項目④
同時糖化発酵プロセスや
菌体リサイクルプロセスにも
対応した分離・精製設備
の開発・実証
・大王製紙株式会社
(幹事)
・Green Earth
Institute株式会社

アウトプット目標

発酵液からの精製収率について、商用スケールでアミノ酸及び有機酸（あわせて「バイオ樹脂原料」）、及びエタノールの生産におけるプロセスを確立する。

実施内容

同時糖化発酵プロセスや菌体リサイクルプロセスにも対応した分離・精製設備の開発・実証（ベンチスケール）

同時糖化発酵プロセスや菌体リサイクルプロセスにも対応した分離・精製設備の開発・実証（パイロットスケール）

同時糖化発酵プロセスや菌体リサイクルプロセスにも対応した分離・精製設備の開発・実証（商用スケール）

マイルストーン

（2024年度）
・木質パルプを原料としたエタノール及びバイオ樹脂原料の精製収率をベンチスケールで向上させる。

（2027年度）
・木質パルプを原料としたエタノール及びバイオ樹脂原料の精製収率をパイロットスケールで向上させる。

（2030年度）
・木質パルプを原料としたエタノール及びバイオ樹脂原料の精製収率を商用スケールで向上させる。

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証
大王製紙コンソーシアム (大王製紙株式会社(幹事)、Green Earth Institute株式会社)

テーマ名・事業者名

研究開発項目⑤
非可食バイオマス由来の
価値化・LCA等を通じた
CO₂排出量削減の価値
化のための手法の開発
・大王製紙株式会社
(幹事)

アウトプット目標

・未利用資源由来のエタノール、アミノ酸、有機酸の生産プロセスによるCO₂排出量や副産物の発生抑制量を、実測値を元に評価し、各スケールでのLCAから問題点と改善策を立案・実行することで商用スケールプラントでのLCA削減も同時に進める。
・非可食（木質バイオマス由来）・未利用バイオマスの価値付け・ブランディング・認知度の向上といった、未利用等バイオマス由来製品価値化に向けた活動を進める。

実施内容

LCA

非可食・未利用バイオ普及組織の設立

マイルストーン

(2024年度)
・商用生産時におけるCO₂排出量、CO₂削減効果、化石燃料使用量の理論値算出とフォアグラウンドデータの決定、バウンダリ、機能単位の決定
(2027年度)
・パイロットスケールにてCO₂を実測に基づく、最もCO₂削減効果の高い生産条件等の試算
(2030年度)
・木質パルプ由来のエタノール、アミノ酸、有機酸の生産プロセスの実測値を基にした、LCAの算定

(2024年度)
・非可食（木質バイオマス由来）・未利用バイオマスの価値付け・ブランディング・認知度の向上に向けた活動スケジュール作成
(2027年度)
・非可食・未利用バイオ普及活動の実施
・商用スケール実証に関するプレスリリース等広報活動の実施
(2030年度)
・非可食・未利用バイオ普及活動を進める
・商用スケール実証に関するプレスリリース等広報活動の実施

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

製紙産業素材を活用したバイオ燃料・樹脂原料等の商用生産に向けた研究開発・実証
大王製紙コンソーシアム (大王製紙株式会社(幹事)、Green Earth Institute株式会社)

テーマ名・事業者名

研究開発項目⑤
非可食バイオマス由来の
価値化・LCA等を通じた
CO₂排出量削減の価値
化のための手法の開発
・大王製紙株式会社
(幹事)

アウトプット目標

- ・調査会社、コンサルタント、大学等と連携し、非可食（木質バイオマス由来）・未利用バイオマスと可食バイオマスの共通点と相違点を精査し、未利用等バイオマスの利用価値を明確化する。
- ・FSC認証等の認証制度や認証機関と連携した非可食・未利用バイオマス由来製品であることを証明する手法及び表示方法を確立する。

実施内容

非可食（木質バイオマス由来）・未利用バ
イオの価値を裏付けるための調査

FSC認証等、原料から製品のトレーサビリティ
確保の手法検討

マイルストーン

- (2024年度)
 - ・未利用等バイオマスの利用価値の根拠となる参考文献・データのピックアップと分析及び調査機関等のリストアップ
- (2027年度)
 - ・未利用等バイオマスの原料使用量からの食糧消費量換算による、食糧危機へ有効な製品であることの立証
 - ・未利用等バイオマスの利用価値の定量化や標準化のための根拠データの検討
- (2030年度)
 - ・未利用等バイオマスの利用価値の根拠データの提出及び広報

- (2024年度)
 - ・既存バイオマス認証のリストアップおよび各種関連団体との協議
 - ・ISOに沿った未利用等バイオマス由来製品の標準化手法の立案
- (2027年度)
 - ・継続協議を行う関連団体の決定
 - ・ISOに沿った未利用等バイオマス由来製品の標準化手法の協議
- (2030年度)
 - ・ISOに沿った未利用等バイオマス由来製品の標準化手法の確立

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業
大興製紙株式会社(幹事)

テーマ名・事業者名

研究開発項目①-(b)
未利用資源の収集・資源化のための開
発・実証

- ・ 大興製紙株式会社（幹事）
- ・ レンゴー株式会社（委託）
- ・ 株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）

アウトプット目標

- ① 実機酸素脱リグニン処理後のリグニン含量と生産量の目標値達成。パルプ製造設備の設置工事完了後の運転を開始。
- ② 連続糖化により糖化率と糖濃度の目標値達成。実機糖化設備の設置工事完了した設備を用いて、セラミックフィルター/連続遠心機、UF膜、NF膜などを用いて目標とする糖濃度の糖液を製造する。
- ③ 酵素生産量と、酵素生産性の目標値を達成する。
- ④ 目標とするメタノール生産量を確保する。
- ⑤ 目標とするBGL活性 と酵素タンパク質量にて実製造メタノールでの酵素を生産する。

実施内容

マイルストーン

①建築廃材からの未晒クラフトパルプ
製造技術の確立

目標とするカップー価にて漂白法を確立（2024年度）

②未晒クラフトパルプ由来糖液の
生産技術開発

糖化槽にて糖化率と酵素リサイクル回数目標値を達成する(2024年度)

③未晒クラフトパルプ由来原料糖を
用いたセルラーゼ生産

1ton以上の発酵槽で、目標とする酵素生産性を達成する（2024年度）

④黒液からのメタノール生産

回収したメタノールを目標とする純度とし、この回収メタノールが *Pichia.pastoris*の培養に
使えること（2024年度）

⑤工場内生産されたメタノールを使った
BGL酵素生産（5ton発酵槽）

（2G糖→MeOHへ変更）を原料として*Pichia.pastoris*を使い目標とする酵素生産性の
達成（2024年度）

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業
大興製紙株式会社(幹事)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目②-a 産業用微生物等の開発・育種 - 大興製紙株式会社（幹事） - 株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）	① 目標とする温度にて耐熱性目標値の活性を残存させる。且つメタノールでの目標とする生産性の達成。メタノールを炭素源として培養し培養液中の酵素タンパク質濃度の目標値を達成させる。 ② 発酵槽での大量培養を実施。この時の炭酸脱水素酵素の目標とする生産性を達成させる。	
	実施内容	マイルストーン
	①耐熱性BGLの開発 ②炭酸脱水素酵素の大量発現系の構築	目標とする温度にて活性残存率目標値の達成、メタノールでの目標とする生産性の達成（2024年度） 炭酸脱水素酵素が異種発現系で発現していること（2024年度）

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業
大興製紙株式会社(幹事)

テーマ名・事業者名

研究開発項目②-(b)
産業用微生物等の開発・育種を通じた
プラットフォーム技術の高度化

・大興製紙株式会社(幹事)
・国立大学法人 東京大学(再委託)

アウトプット目標

- ① 発酵槽での大量培養を実施。この時の炭酸脱水素酵素の生産性として目標値を達成させる。
- ② 酵素の生産性の目標値達成と、目標とする温度での熱安定性が野生株に対して高いこと。

実施内容

① 廃棄原料由来メタノールを利用した、
ピキア酵母による組換え酵素生産

② 計算科学を活用した
β-グルコシダーゼの耐熱化・高活性化

マイルストーン

ラボスケールでの検討を完了し、パイロットスケール・プラントスケール
での実証に必要なパラメータが定まっている。(2024年度)

ラボスケールでの検討を完了し、パイロットスケール・プラントスケール
での実証に必要なパラメータが定まっている。(2024年度)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業
大興製紙株式会社(幹事)

テーマ名・事業者名

研究開発項目③
微生物等による目的物質の
製造技術の開発・実証

- ・ 大興製紙株式会社（幹事）
- ・ 株式会社Biomaterial in Tokyo（委託）

アウトプット目標

- ① エタノール日産量と連続稼働日数の目標値の達成。

実施内容

- ①建築廃材からの2Gバイオエタノールの生産

マイルストーン

発酵収率と連続発酵の目標値達成。（2024年度）

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業
大興製紙株式会社(幹事)

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目④
微生物等によって製造した物質の分離・
精製・加工技術の開発・実証

・ 大興製紙株式会社（幹事）

- ① ・ヒト試験で問題がないこと、変異原性が無いこと。
・2026年までの実験の継続。ヒト試験の結果をもとに厚生労働省への「食薬区分申請を実施する」。
・魚類に対する投餌試験では有効性が認められること。
- ② ・2026年までの実験の継続。ヒト試験の結果をもとに厚生労働省への「食薬区分申請を実施する」。
・魚類や家禽に対する投餌試験では有効性が認められること。

実施内容

マイルストーン

①セルラーゼ生産に用いた
*T.reesei*の飼料/食品化

ラット慢性毒性試験で問題がないこと。（2024年度）

②エタノール発酵に用いた
*S.cerevisiae*の飼料/食品化

粉末化、安全性担保。（2024年度）

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

建築廃材等未利用資源を活用したSAF用2Gバイオエタノール生産実証事業
大興製紙株式会社(幹事)

テーマ名・事業者名

研究開発項目⑤
バイオものづくり製品の社会実装のための
評価手法等の開発

- ・大興製紙株式会社（幹事）
- ・Agro Ludens 株式会社（再委託）

アウトプット目標

- ① 実運転データから未来のオペレーションの問題抽出。実空間でのバイオ燃料サプライチェーンのGHG削減率目標値以上の実証。
- ② GHG削減率が目標値を超えるデータをそろえる。プロセス副産物の高度利用によるカーボンクレジット化。
- ③ GHG削減率の見える化、GHG削減率の担保。CEF適合率100%のSAF用バイオエタノールであることを担保。

実施内容

①デジタルツインを用いた
バイオ燃料製造サプライチェーンのLCA

②プロセス副産物の高度利用による
カーボンクレジット化の検討

③ブロックチェーン技術による
トレーサビリティ・システムの構築

マイルストーン

バイオ燃料製造サプライチェーンのデジタルツインプロトタイプを構築し、
GHG削減率目標値以上が可能であることを証明する（2024年度）

プロセス副産物の高度利用プロセスのシミュレータを構築し、
GHG削減率目標値以上が可能であることを証明（2024年度）

CEF適合率100%を担保するブロックチェーン技術による
トレーサビリティ・システムのアルゴリズム策定（2024年度）

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

マンノシルエリスリトールリピッドの利用分野拡大に向けた革命的センサシステムの開発
東洋紡株式会社(幹事)、産業技術総合研究所

テーマ名・事業者名

研究開発項目①-(b)
M E L 生産用廃食油の品質設定

・東洋紡株式会社（幹事）

アウトプット目標

✓ M E L 生産培地の原料油のうち●%を代替できる廃食油の品質を設定する

実施内容

M E L 生産用廃食油の品質設定

マイルストーン

●Lot以上の廃食油を検証し、MEL生産性に影響する成分の候補を特定する。
(2024年)

ベンチスケールにおいて、MEL生産性に影響を与える因子の添加実験を行い、許容濃度限度を設定する。(2026年)

セミコマースケールにおいて、MEL生産培地の原料油のうち●%を廃食油に代替した培養を可能にする。(2027年)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

マンノシルエリスリトールリピッドの利用分野拡大に向けた革命的センサシステムの開発
東洋紡株式会社(幹事)、産業技術総合研究所

テーマ名・事業者名

研究開発項目②-(a)
M E L 高生産菌の開発・実証

・東洋紡株式会社（幹事）

アウトプット目標

✓ M E L の比生産速度を現在の●倍にしたセルフクローニング株を創出する

実施内容

セルフクローニング株の構築

遺伝子改変株の構築準備

マイルストーン

セルフクローニング株を取得し、現行株と同程度の生産性を達成する。（2024年）

●種類の遺伝子改変株の取得およびM E L 生産性の評価を完了させる。（2025年）

M E L 生産性が現行株の●倍以上に向上した遺伝子改変株を取得する。（2026年）

M E L 生産性が現行株の●倍以上となったセルフクローニング株を取得する。（2027年）

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

マンノシルエリスリトールリピッドの利用分野拡大に向けた革命的センサシステムの開発
東洋紡株式会社(幹事)、産業技術総合研究所

テーマ名・事業者名

研究開発項目③
M E L の連続培養生産及びスケールアップの技術開発

・東洋紡株式会社（幹事）

アウトプット目標

✓ ● 日以上の連続培養で M E L 生産を継続させ、● 日当たりの生産量を現行比 ● 倍以上にできる比生産速度を達成する。

実施内容

M E L の連続培養生産及びスケールアップの
技術開発

マイルストーン

ベンチスケールにて、現行株を用いて、現行の生産性を維持したまま半回分もしくは 1 / 3 回分培養を継続する条件を決定する。(2024年)

ベンチスケールにて、遺伝子改変株を用いて廃食油含有培地で ● 日以上培養を継続させる。● 日当たりの生産量を現行比 ● 倍以上にできる比生産速度を達成する。(2026年)

セミコマーシャルスケールにおける連続培養の条件を最適化し、廃食油を含んだ培地で ● 日以上培養を継続させる。● 日当たりの生産量を現行比 ● 倍以上にできる比生産速度を達成する。(2028年)

コマーシャルスケールにて、再現性良く培養できる工程管理条件を設定する。(2030年)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

マンノシルエリスリトールリピッドの利用分野拡大に向けた革命的センサシステムの開発
東洋紡株式会社(幹事)、産業技術総合研究所

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目④ M E L の分離・精製・加工技術の開発・実証 ・東洋紡株式会社（幹事）	✓ 連続培養に対応する精製技術を確立し、収率 ● % 以上を達成する。また、想定するアプリケーションに適した製品形態への加工技術を確立する。	
	実施内容	マイルストーン
	M E L の分離・精製技術の開発・実証	フラスコスケールで、半回分もしくは 1 / 3 回分培養液から M E L を ● % 以上回収する条件を決定する。(2023年) ベンチスケールで連続培養で発生する培養液から、● % 以上の M E L を再現性良く回収する工程管理条件を決定する。(2026年) セミコマーシャルスケールで連続培養で発生する培養液から、● % 以上の M E L を再現性良く回収する工程管理条件を決定する。(2028年) コマーシャルスケールで、連続培養で発生する培養液から、● % 以上の M E L を再現性良く回収する工程管理条件を決定する。(2030年)
	M E L の加工技術の開発・実証	2 つ以上の製品形態候補を作製する。(2024年) 製品形態と加工技術を確立する。(2026年) セミコマーシャルスケールで、加工技術のスケールアップを完了する。(2028年) コマーシャルスケールで、加工技術のスケールアップを完了する。(2030年)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

マンノシルエリスリトールリピッドの利用分野拡大に向けた革命的センサシステムの開発
東洋紡株式会社(幹事)、産業技術総合研究所

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目⑤ バイオサーファクタントの社会的認知向上 ・東洋紡株式会社（幹事）	✓ バイオサーファクタント(BS)を、合成界面活性剤の市場に普及させる。具体的にはBSの1種であるM E Lを畜産・農業分野、衛生資材へ展開を目指す。	
	実施内容	マイルストーン
	M E Lの環境安全性と性能評価	環境安全性：展着剤として登録に必要な環境安全性が確認できる。(2027年) 性能評価 農薬展着剤：M E Lと相性の良い農薬及びそのメカニズムを解明できる。(2027年) 性能評価 飼料添加剤：M E Lを飼料添加剤として使用した際のメリット(G H G排出削減等)を明らかにする。(2027年) 性能評価 衛生材用途：M E Lを飼料添加剤として使用した際のメリットを明らかにする。(2027年)
	バイオサーファクタントの認知向上	国内のバイオサーファクタント製造業者との協調によりバイオサーファクタントの定義づけを完了させる。(2024年) 潜在顧客のバイオサーファクタントの認知度を2038年頃に30%にするために、認知度を1%以上にする。(2027年)
	L C Aと削減貢献量の算出	M E LのL C Aを完了させる。(2024年) 削減貢献量の算出に向けて農薬使用量低減・散布水量・散布輸送エネルギー低減のデータ収集を完了させる。(2027年)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築
株式会社ファーマフーズ(幹事)

テーマ名・事業者名

研究開発項目①
卵殻膜スターティングマテリアルとなる卵
殻膜原料回収プロセスの開発・実証

・ 株式会社ファーマフーズ（幹事）

アウトプット目標

- ✓ 卵殻膜の品質規格の決定。
- ✓ 事業期間終了時に年間 50 톤の卵殻膜を調達可能な体制の構築。

実施内容

卵殻膜調達ロードマップの作成

卵殻膜規格の決定

卵殻膜分離装置および設置場所の選定

年間 50 톤調達可能な体制の構築

卵殻膜年 50 톤調達可能な体制の実証

マイルストーン

年 50 톤卵殻膜が調達可能となるシナリオの作成(2023年)

③と連動した品質、価格面での卵殻膜規格最適化(2024年)

卵殻膜を年 50 톤調達可能となる追加設備の選定(2025年)

卵殻膜を年 50 톤調達可能なスペックとなる機器の導入(2026年)

増設した設備等を稼働し、年 50 톤卵殻膜が調達可能である実証(2027年)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築 株式会社ファーマフーズ(幹事)

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

研究開発項目②
難溶性タンパク質である卵殻膜可溶化
微生物等の開発・育種

- ・株式会社ファーマフーズ(幹事)
- ・株式会社バックス・バイオイノベーション

- ✓ 卵殻膜スターティングマテリアル製造に最適な酵素の開発
- ✓ 開発酵素の供給体制の構築

実施内容

マイルストーン

可溶化プロセスに適合する酵素候補選定

卵殻膜の分解に適合する酵素候補をデータベースから探索する(2023年)

可溶化プロセスに適合する改変酵素の機能
発現、および研究開発項目③への供給

発現系の遺伝子設計や培養条件の検討を重ねる。また、最適な組み合わせを見出す上でも、候補を増やしながら実験を進める(2024年)

スターティングマテリアルの製造に適した酵素の
改良

最終的に必要となるスターティングマテリアルの分子量や、製造プロセスに適合するように、酵素の選定や改良を行う(2025年)

スターティングマテリアルの要求仕様に適した酵
素の製造条件の決定

酵素製造を行うための宿主、培養条件、精製条件などの仕様をラボレベルで検討を重ねるとともに、酵素製剤をOEM生産可能なメーカーと協議、連動して方法改良を行いコスト検討を実施(2026年)

卵殻膜スターティングマテリアル製造に適した
酵素の量的供出

2026年度までの成果を元にして、卵殻膜の分解プロセスに供した上で問題となる点を洗い出したうえで、OEMによる量産を実施(2027年)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築
株式会社ファーマフーズ(幹事)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目③ 改変酵素を用いた卵殻膜スターティング マテリアルの製造技術の開発・実証 ・株式会社ファーマフーズ（幹事）	✓ 平均分子量 5 万程度の卵殻膜スターティングマテリアルを安定製造できるプロセスの構築 ✓ ・卵殻膜スターティングマテリアルをタンパク質換算で 1 万円/kg以下で製造する	
	実施内容	マイルストーン
	高分子量卵殻膜可溶化条件の決定	卵殻膜スターティングマテリアル製造時の環境条件検討(2023年)
	疑似的高分子量卵殻膜の製造・供給 酵素分解条件の検討	酵素不使用条件での疑似卵殻膜スターティングマテリアルの開発 開発酵素を用いたビーカースケールでの加水分解条件の検討(2024年)
	数十Lスケールでのプロセス開発の実施	ジャースケールでの卵殻膜スターティングマテリアルの生産検討(2025年)
	外部委託工場でのプロセス開発の実施	タンクケールでの卵殻膜スターティングマテリアルの量産化検討・製造コスト試算 (2026年)
	量産時製造価格を目標価格とする	タンパク質あたり1万円/kgでの量産化および、製造したスターティングマテリアルを用 いて④の検討品が製造可能であることの確認(2027年)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築
株式会社ファーマフーズ(幹事)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目④-1 卵殻膜スターティングマテリアルを用いた 新規繊維の加工技術の開発・実証 ・株式会社ファーマフーズ（幹事） ・ダイワボウレーヨン株式会社	✓ カシミアに近い物性を持つ卵殻膜-セルロースハイブリッド繊維の製造プロセスを決定する。 ✓ 上記繊維について12,000/kg以下の製造コストで製造可能なプロセスを開発する。	
	実施内容	マイルストーン
	紡糸機の導入、ドープ液物性の最適化	湿式紡糸機の導入検討、ドープ液の物性評価（2023年）
	新規繊維製造プロセス設計 設備仕様の決定	導入した紡糸機を用いた繊維製造プロセスの最適化 次年度以降で導入する紡糸機の仕様の決定（2024年）
	中量産時紡糸プロセスの確立 紡糸溶媒リサイクル時の除去成分の決定	中量産時の製造条件の確立 ラボ紡糸機を稼働し、紡糸溶媒のリサイクル技術の検討を行う（2025年）
	大型機の仕様決定・発注 溶媒リサイクル90%となるプロセス開発	大型紡糸機の仕様を決定し発注を行う 溶媒リサイクル条件を最適化し、必要設備の導入準備を行う（2026年）
	12,000円/kg以下での量産実証	導入した大型紡糸機（日産1トン程度）の製造プロセス最適化（2027年）

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築
株式会社ファーマフーズ(幹事)

テーマ名・事業者名

研究開発項目④-2
卵殻膜スターティングマテリアルを用いた
新規電池・キャパシタ用ナノ化材料の開
発・実証

- 株式会社ファーマフーズ（幹事）
- 国立大学法人信州大学
- 三洋化成工業株式会社

アウトプット目標

✓ 既存の蓄電素子部材と比較して同等以上の機能を有することの実証
✓ 上記製品の製造コストが3,500円/kgもしくは容量当たりコストが既存品と同等となるプロセス開発

実施内容

ナノファイバーシートの試作および評価体制の構築

ナノ化蓄電素子部材の有用性の実証

卵殻膜スターティングマテリアルへの原料切り替え

ナノ化蓄電素子部材として最適な製造法の確立

目的に記載の価格目標達成

マイルストーン

ナノファイバーの複数条件での試作
信州大学と三洋化成での評価方法の統一(2023年)

ナノ化蓄電素子部材の蓄電素材部品としての性能評価の実施(2024年)

③で開発したスターティングマテリアルを用いてナノ化蓄電素子部材を作製し実用機能を持つ製品の検討を行う
(2025年)

製造プロセスを最適化し、品質管理項目などの検討を実施する(2026年)

委託工場にて製造テストを実施し、目標価格を達成できるか検証する(2027年)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築
株式会社ファーマフーズ(幹事)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目④-3 卵殻膜スターティングマテリアルを用いた 新規農業用バイオスティミュラントの開 発・実証 - 株式会社ファーマフーズ（幹事） - 株式会社浅井農園 - 株式会社ベジ・ドリーム栗原	✓ ・卵殻膜スターティングマテリアルを原料としたBSペプチド製造条件の最適化 ✓ ・上記製品の製造コストが10,000円/kg以下となる製造プロセスの確立	
	実施内容	マイルストーン
	BSペプチドの最適化および散布条件決定	卵殻膜ペプチド製造時の処理条件の最適化検討(2023年)
	BSペプチドの有効配列の決定 作物への散布条件の決定	ペプチドのBS効果のメカニズムの解析 圃場試験における散布方法や濃度に関する検証(2024年)
	BSペプチドの製法の最適化	有効配列情報に基づき、B S ペプチドの製法を最適化する(2025年)
	大規模圃場試験時の施用方法の最適化	トマト、パプリカ圃場試験時のBSペプチドの施用方法の検討(2026年)
	BSペプチドの最終製品製造コストが10,000 円/kg以下となる製法確立	製品として農家に案内可能となるために必要な、栽培条件の決定、品質規格の決 定、製造コストの最適化の実施(2027年)

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

改変酵素を用いた卵殻膜の総合的活用プラットフォームの構築
株式会社ファーマフーズ(幹事)

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目⑤ バイオものづくり製品の社会実装のための評価手法などの開発 ・株式会社ファーマフーズ（幹事）	✓ ④で開発する各製品（繊維、蓄電素子部材、BSペプチド）のLCA評価の完了 ✓ 上記製品の市場サイズデータの取得及び目標シェア率を得るためのシナリオ分析	
	実施内容	マイルストーン
	LCAフロー図作成に必要な情報の整理	LCA評価のために必要な第三者機関の選定、必要情報のヒアリング(2023年)
	LCA評価のために必要な原単位の整理 市場調査による開発方針の確認	LCA実施に必要なプロセスの整理、比較用ベースライン値の調査 市場調査を行い開発製品が市場に適合するかを確認する(2024年)
	LCA計算のために必要な原単位の整理 標準化に関する検討	開発の進行にあわせて原単位を収集しLCA評価を進める 繊維表示名、バイオスティミュラントの表示ルールへの対応(2025年)
	LCA原単位の収集	製造スケールアップに伴うLCA評価(2026年)
	最終製品のLCA評価の完了	実製造時の原単位取得を行い、LCA評価を完了する(2027年)

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

細胞性と牛肉の社会実装に係る研究開発

ZACROS株式会社(幹事)、株式会社島津製作所、TOPPANホールディングス株式会社

テーマ名・事業者名

研究開発項目③

細胞性と牛肉用細胞のスケールアップ

大量培養技術の実証

バッチ当たりの細胞数を増やし、培養スケールアップと高密度培養、培養期間の短縮を目指す。
年間の培養細胞数 = 1バッチ当たりの培養スケール × 細胞密度 × (365/培養期間)

ZACROS株式会社 (幹事)

アウトプット目標

- ✓ 2025年 関西万博にむけて2400食相当の細胞を供給できる技術開発をする
- ✓ 2028年 細胞性牛肉ステーキの販売開始
- ✓ 2032年 事業化

実施内容

①細胞性と牛肉用細胞のスケールアップ大量培養技術の実証

- ・培養液量3Lで、●cells/バッチを達成済(KPI①②③)。
- ・液深を考慮した培養液量で●cells/mLに成功し、2月に実施する培養試験で●cells/バッチを達成見込み(KPI④⑤⑥)。
- ・さらなるスケールアップに向けて、無限増殖能を有する細胞株の構築に着手。

マイルストーン

2024

関西万博にむけて2400食相当の細胞を供給できる技術開発をする

※数値目標：●L培養スケール、細胞密度●cells/mLで●cells/バッチを達成

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

細胞性と牛肉の社会実装に係る研究開発
ZACROS株式会社(幹事)、株式会社島津製作所、TOPPANホールディングス株式会社

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
研究開発項目④ <u>喫食可能な培地の開発とコストダウンの実証</u> ・島津製作所 細胞性と牛肉の作製 ・TOPPANホールディングス	✓ 喫食可能な成分から構成される低コスト培地を開発し、従来の10%ウシ胎児血清（FBS）および試薬から構成されるプロトコル比100%以上の増殖能を示す培地を開発する。また将来の社会実装を目指し、従来比1/50のコストダウンを実現する。 ✓ 細胞性牛肉ステーキを、本物と同等もしくはそれ以上の味・食感で提供する	
	実施内容 ①喫食可能な原材料を用いた培地処方の確立 ②従来比1/50のコストダウンを実証	マイルストーン ・コストダウン培地の開発（2024年 島津製作所）
	①可食材料への転換 ②食感と味（香り）の設計技術構築 ③細胞性牛肉の社会実装	・安全性試験項目の各基準値を満たす細胞性牛肉の作製（2024年 TOPPAN）

(参考 2) 研究開発進捗のマイルストーン

細胞性と牛肉の社会実装に係る研究開発
ZACROS株式会社(幹事)、株式会社島津製作所、TOPPANホールディングス株式会社

テーマ名・事業者名

研究開発項目⑤
社会受容性向上、安全性ガイドライン
や表示などのルール形成、環境指標とし
て重視されるLCA等の開発

和牛培養肉の社会実装に向けて研究開発以外に必要な要素として考えられる仕組みの構築を目指す

ZACROS株式会社（幹事）

アウトプット目標

- ✓ 2025年 関西万博にむけて2400食相当の細胞供給能力を確保する
- ✓ 2028年 細胞性牛肉ステーキの販売開始
- ✓ 2032年 事業化

実施内容

仕組み①（社会需要性の向上）
・消費者アンケート調査予定
・有識者へヒアリングを実施

仕組み②（安全性や表示などルールの構築）
・海外での表示/定義に係るルール調査を実施中
・表示ルールのあるべき項目や表示内容/要件案」を整理中
・海外イベントのパネルディスカッションに登壇

③仕組み③LCA評価
・他業界のLCA計算結果を調査
・LCA計算範囲(案)や手法(案)を作成
・大阪大学、東京大学、東京女子医科大学の現場を視察

マイルストーン

2024年
・アンケート調査を実施（11月予定）
・調査結果や安全性データを分析し、見解書の0次案を策定（3月予定）

2024年
既存法を細胞性食品に適用した場合の解釈を調査し、透明性（社会受容）のための消費者アンケート調査をもとに、表示ルールの0次案を策定予定（3月予定）

2024年
LCA計算手法の調査を実施し、1例以上の細胞性と牛肉についてLCA計算を実施することで、算出項目を洗い出す。（3月予定）