

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：水素細菌によるCO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>を原料とする革新的なものづくり技術の開発  
実施者名：株式会社 ダイセル 代表名：代表取締役社長 榊 康裕

---

コンソーシアム内実施者： 双日株式会社（幹事企業）  
電力中央研究所  
Green Earth Institute株式会社  
東レ株式会社  
DIC株式会社

# 目次

## 0.コンソーシアム内における各主体の役割分担

### 1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

### 2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

### 3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

### 4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

# 0. コンソーシアム内における 各主体の役割分担

# 0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

## 各機関の強みを活かし、組換え水素細菌の開発、培養技術開発・実証を一体となって推進

【全体の取り纏め】：双日（幹事企業）

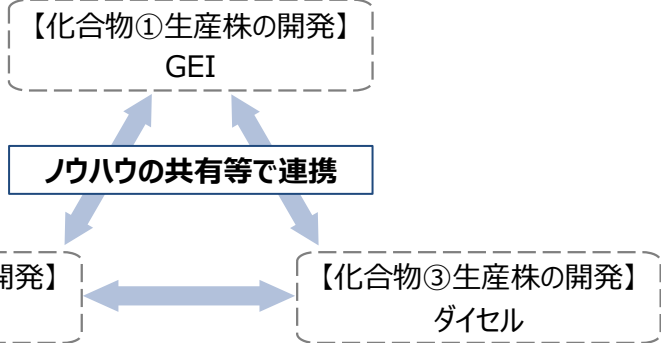
### 【研究開発項目2】化成品を生成する組換え水素細菌の開発

実施内容：

PHBから派生する化成品を高生産する水素細菌の開発

※目的生産物

- 化合物①
- 化合物②
- 化合物③



遺伝子組換え株の提供  
継続的な組換え株の改良

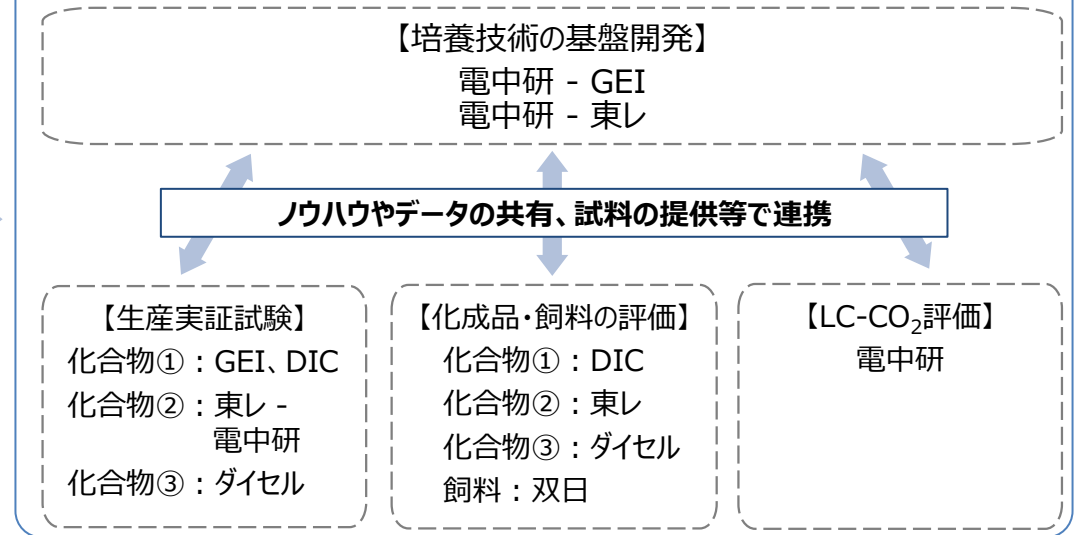
**連携**

課題のフィードバック

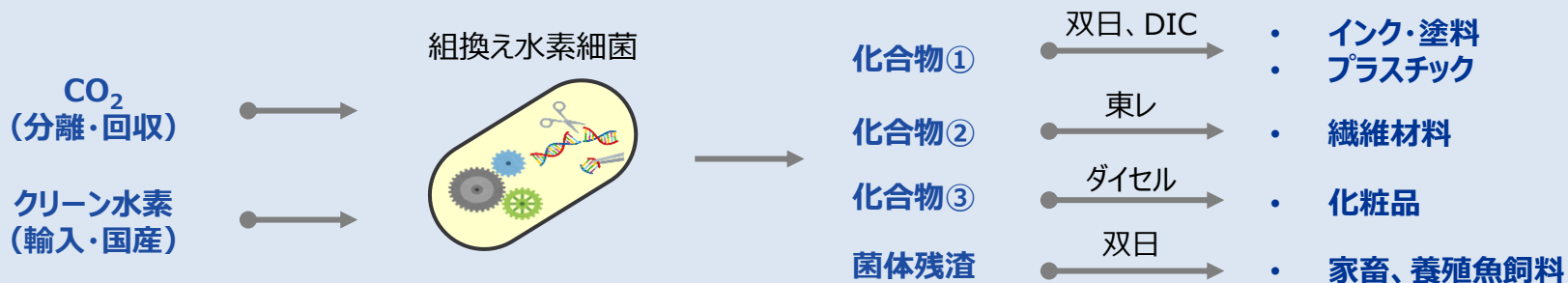
### 【研究開発項目3】水素細菌の培養技術の開発と実証

実施内容：

段階的なスケールアップ、社会実装に向けた検証



コンソーシアムで連携した事業体で、CO<sub>2</sub>を直接原料とした化成品・飼料原料の生産・販売を通じ、幅広い用途での誘導品高付加価値化を目指す



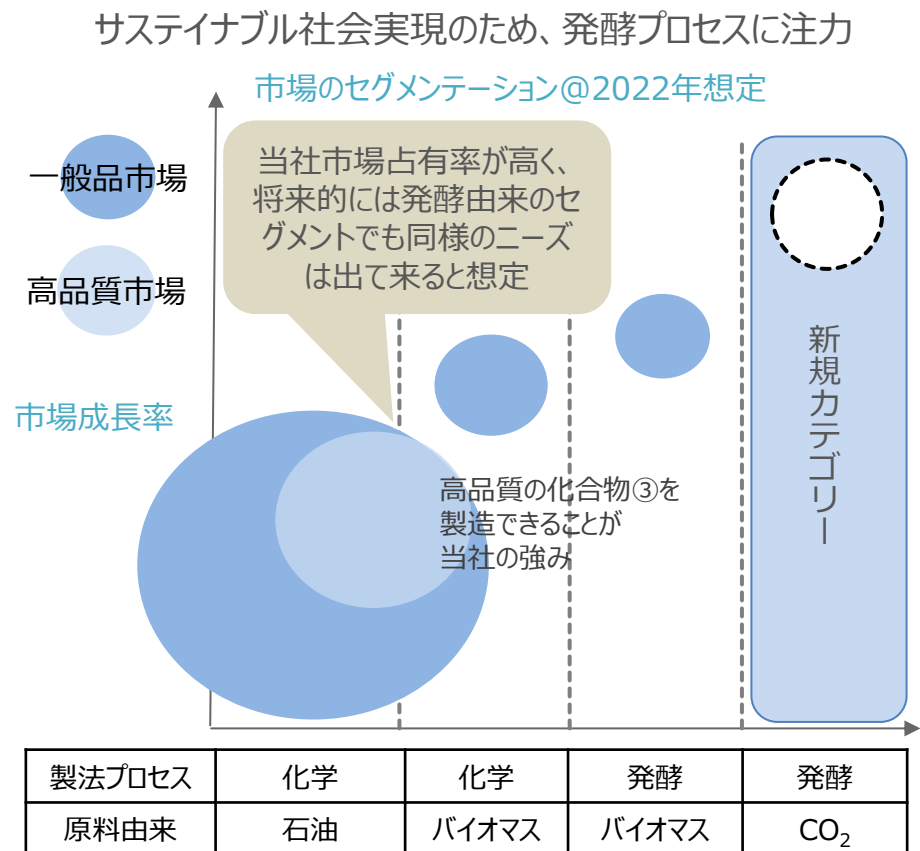
# 1. 事業戦略・事業計画



# 1. 事業戦略・事業計画 / (2) 市場のセグメント・ターゲット

## 化粧品市場のうち、サステイナブル・ナチュラルを訴求した化粧品をターゲットとして想定

### セグメント分析



#### 製法・原料由来分類

※各セグメントの市場規模（グローバル）、成長率は当社推定

### ターゲットの概要

#### 市場概要と目標とするシェア・時期

- 2030年 大手化粧品企業での原料脱石化の流れ本格化
- 2031年 CO<sub>2</sub>・水素を活用した発酵プロセス製品で市場参入
- 2033年 量産化設備（第一期）を導入し、本格的に販売開始
- 2035年 よりサステイナブルな素材である発酵プロセス、バイオマス原料由来製品の市場が本格的に立ち上がる
- 2038年 追加の量産化設備（第二期）を導入
- 2040年 投資回収完了

# 1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル

## ダイセル独自の精製技術を用いてCO<sub>2</sub>由来化粧品素材を提供する事業を創出/拡大

### 化粧品市場に対する提供価値

#### <目指すところ>

石油由来製品の市場からCO<sub>2</sub>原料のバイオプロセス製品に置き換え、カーボンニュートラルの社会に貢献する。その為にダイセル独自の精製技術を用いて精製度が高く、かつサステナブルな化粧品素材を市場に提供することで、業界プレゼンスを上げる。

#### <顧客>

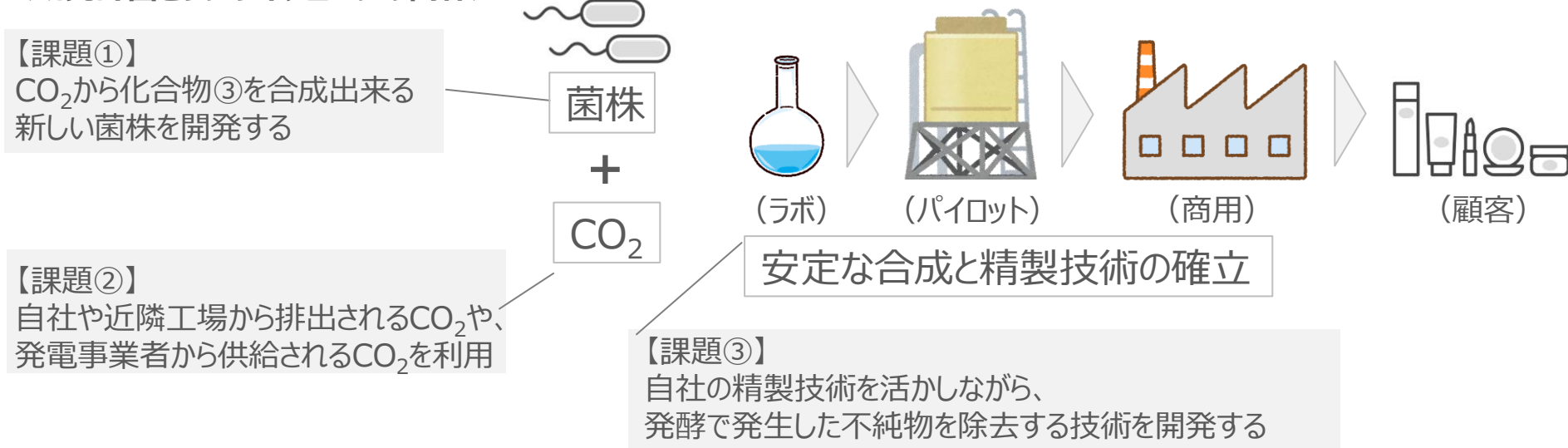
- ①サステナブルを意識している化粧品メーカー
- ②高品質素材に価値を見出している化粧品メーカー

#### <価値の提供>

・石油由来物質が広く使用されている化粧品にCO<sub>2</sub>由来の有機物質を提供する。嗜好品であるからこそ環境負荷の低減が望まれる化粧品へ貢献する。

### ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性

#### <研究計画とサプライチェーンの関係>



# 1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル (標準化の取組等)

## サステイナブル素材への転換ニーズにあわせCO<sub>2</sub>由来化粧品素材を提供

### 市場導入に向けての取組方針・考え方

CO<sub>2</sub>活用・発酵プロセスによるサステイナブル化と高品質を両立した製品を、サステイナブル素材への転換が進む化粧品市場に提供する

(原料・プロセスによる環境負荷低減)

- CO<sub>2</sub>を原料とした水素細菌による化粧品素材生産により低環境負荷製品であることをLCA評価により示す

(高品質素材の提供)

- 高品質を達成可能な発酵プロセスに、自社の精製技術を活かし、かつ環境負荷を低減した精製プロセスを組合せることで、高品質な化粧品素材を製造する

### 国内外の動向・自社の取組状況

(国内外の標準化や規制の動向)

- LCA導入企業の増加
- サステイナブル、エシカル、ナチュラルを訴求した化粧品市場の拡大
- ナチュラルインデックスに対する国際標準化 (ISO16128) と各国の支持
- CO<sub>2</sub>排出量の低い素材に対するニーズの高まり

(市場導入に向けた自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組)

- LCA評価手法の検討
- 石化由来製品からサステイナブル製品への転換

本事業期間におけるオープン戦略 (標準化等) またはクローズ戦略 (知財等) の具体的な取組内容

### 標準化戦略

- LCA評価 (コンソーシアムでの取組み)

### 知財戦略

- 菌株、発酵生産プロセス、精製プロセスの知財網構築
- ガス培養技術のノウハウ化

# 1. 事業戦略・事業計画 / (4) 経営資源・ポジショニング

## 既存ビジネスでの経験を活かして、社会・顧客に対して脱炭素素材という価値を提供

### 製法プロセス・原料由来ごとの強み・課題

製法プロセス 原料由来	強み	課題
発酵 CO <sub>2</sub>	・ <b>カーボンネガティブ</b>	・技術確立
発酵 バイオマス	・ナチュラル訴求 ・低CO <sub>2</sub> 排出量	・品質 ・コスト競争力
化学 バイオマス	・ナチュラル訴求	・従来プロセス イメージ払拭
化学 石油	・高品質 ・コスト競争力	・石油由来原料 ・高CO <sub>2</sub> 排出量

### 自社の強み

- ・ 長年の既存ビジネスによる顧客とのネットワーク、情報
- ・ 精製技術
- ・ 嫌気性菌を用いた発酵技術

### 自社の弱み及び対応

- ・ 生産菌開発
  - ・ 水素と酸素の爆発混合気体の安全利用
- ⇒ コンソーシアム内の知見を活用

### 他社に対する比較優位性

メーカー	DAICEL 		競合A	競合B	競合C	競合D
製法	化学	発酵	化学	化学	化学	発酵
原料由来	石油	CO <sub>2</sub>	石油	石油	バイオマス	バイオマス
品質	高	高	中	高	低	低
CO <sub>2</sub> 排出量	大	小~マイナス	大	大	中	小

# 1. 事業戦略・事業計画 / (5) 事業計画の全体像

## 10年間の研究開発の後、2033年頃の事業化を想定

### 投資計画

- ✓ 当該基金を通じて、支援対象期間内にベンチ・パイロットベースの発酵槽を設備投資
- ✓ 支援期間終了後も自己負担にて実製造設備導入及び市場拡大に合わせた増産投資を継続を想定

	支援対象期間						自己実施期間				
	研究開発・実証						事業化				
							投資回収（事業化後も市場拡大に合わせ、継続的に自己投資継続が想定される為、2040年を置く）				
	2022年度 (N0年度)	...	2025年度 (N3年度)	...	2027年度 (N5年度)	...	2030年度 (N8年度)	...	2033年度 (N11年度)	...	2040年度 (N18年度)
(単位：億円)											
売上高	—						2031年～：販売開始				
研究開発費	支援期間累計 約 25 億円 (caseによる)						支援期間終了後も研究開発は継続 事業化後も量産体制確立に向け 継続的に自己投資を想定				
取組の段階	ラボスケールでの プロセス確立		数十～数百Lスケールでの プロセス確立		数百～数千Lでの プロセス確立		パイロットでの検証 ～実製造設備導入		量産体制確立		
CO2削減効果	—						CO2削減効果として、3.7～5.2 kg-CO2/kg-化合物③を見込む				

※ 2026年度以降の計画見直し中

# 1. 事業戦略・事業計画 / (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画

## 研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	<ul style="list-style-type: none"><li>電中研の知見を活用し、炭酸固定能を有する水素細菌に化合物③産生能を付与し、CO<sub>2</sub>から化合物③を生産する菌株を構築する</li><li>電中研・GEI・東レの知見を取り入れ、菌株改変、生産プロセス技術開発により、生産性を向上する</li><li>精製プロセス開発により化粧品市場で求められる高品質な化合物③を生産、顧客へのサンプルワークを実施する</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>当該基金を通じて、ベンチ・パイロットベースの発酵槽を設備投資し、蒸留精製プロセスを含めて、最終製品として社会実装可否を見極める</li><li>酸素/水素混合気体の安全な取扱いのノウハウを獲得する</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>サステイナブル素材へのニーズの強い、大手化粧品メーカーをターゲットにプロモーションを実施</li><li>CO<sub>2</sub>を活用したエコフレンドな素材であることをベースにグローバルで啓蒙活動を行う</li></ul>
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"><li>CO<sub>2</sub>から化合物③を生産する菌株を構築中</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>安全に配慮した条件での培養が可能となった</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>随時、大手潜在顧客と情報交換を行い、外部環境、ニーズ変化の有無を確認し、現時点では当初計画より変化は見られなかった</li></ul>
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none"><li>CO<sub>2</sub>利用微生物の中で高い生育速度を有している水素細菌を利用する</li><li>高品質な化合物③製造の知見がある</li><li>品質に影響する不純物の同定と低減プロセス構築のノウハウを有している</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>研究開発段階に掛かる設備投資費用の一部に、国のバックアップを得ることで社会的信頼を獲得し、早期の社会実装を目指す</li><li>各社専門分野が異なるコンソーシアムメンバー間で協業することにより、社会実装の確度アップを図る</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>CO<sub>2</sub>を活用したサステイナブルな素材であることを全面に押し出し、最大限の高付加価値化を図る</li><li>研究開発費の一部に、国のバックアップを得ることで社会的信頼を獲得し、早期の社会実装を目指す</li></ul>

## 国の支援に加えて、約15億円規模の自己負担を予定

### 資金調達方針

- ✓ 支援期間終了後も自己負担にて実製造設備導入及び市場拡大に合わせた増産投資を継続を想定

	2022年度 (N0年度)	...	2027年度 (N5年度)	2028年度 (N6年度)	...	2030年度 (N8年度)	...	2040年度 (N18年度)
事業全体の 資金需要	約 30 億円							
国費負担※ (委託又は補助)	約 15 億円							
自己負担	約 15 億円							

**支援期間終了後も  
自己負担にて投資継続を想定**

※インセンティブが全額支払われた場合

※ 2026年度以降の計画見直し中

## 2. 研究開発計画

## 2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

# アウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

### 研究開発項目

2. CO<sub>2</sub>から有用物質を生産できる組換え水素細菌の開発

### アウトプット目標

CO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>を利用して増殖し、ポリマー原料(PHB)を蓄積する性質を持つ水素細菌について、PHB代謝経路等を改変し、生来では生産されない有用物質に変える組換え株を物質毎に創製する。また、研究開発項目3の培養技術と組み合わせ、一定の生産性を達成する。

### 研究開発内容

① 化合物①生産株の開発

② 化合物②生産株の開発

③ 化合物③生産株の開発

### KPI

化合物①生産株の構築  
項目3と連動し、目標KPIに定めた生産性を達成

化合物②生産株の構築  
項目3と連動し、目標KPIに定めた生産性を達成

化合物③生産株の構築  
項目3と連動し、目標KPIに定めた生産性を達成

### KPI設定の考え方

実施項目3で目標とする「現行品の1.2倍の価格」の目途がつく生産性から推定して設定

実施項目3で目標とする「現行品の1.2倍の価格」の目途がつく生産性から推定して設定  
(現状の糖からの化合物②の生産速度と同等)

実施項目3で目標とする「現行品の1.2倍の価格」の目途がつく生産性から推定して設定

## 2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

# アウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

### 研究開発項目

3. CO<sub>2</sub>から有用物質を生産する水素細菌の培養技術の開発と実証

### 研究開発内容

1 高度培養技術の基盤開発

2 物質生産実証試験

3 化成品/菌体飼料の評価

4 プロセスのLC-CO<sub>2</sub>評価

### アウトプット目標

CO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>を利用する水素細菌について、高度培養技術を確立し、世界最高水準の菌体生産速度を達成する。また、現行品の1.2倍程度の価格で経済性を獲得できるプロセスを設定し、大型培養規模で実証する。

### KPI

野生株を用いて、目標に定めた菌体生産速度を達成

実施項目2で開発した組換え株を用いて、開発した高効率菌体培養により、数百～数千Lスケールで以下の生産性を実証

生産物の物性や臭気等品質が既存の化成品と同等以上  
菌体残渣を使った飼料として登録

H<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>を出発物質に菌体と物質を生産する上記プロセスにおけるLC-CO<sub>2</sub>を実測値を基に算定

### KPI設定の考え方

生理特性に基づいたCO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>の供給や培養工学的アプローチにより、培養規模に関わりなく、現行の世界最高水準の菌体生産速度を維持することから設定

現行品の1.2倍程度の価格の達成の目途を得て、更に大規模な商用プロセスのフィジビリティスタディが可能となる生産性の実証

最終製品の原材料として市場受容性に必須  
法令上の安全性・成分量の確保から必須

プロセスのCO<sub>2</sub>削減効果を明確にするため、実測に基づいた精緻なLC-CO<sub>2</sub>算定が必須

## 2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (全体像)

### 各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

#### 【研究開発項目2】

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 化合物①生産株の開発	<p>化合物①生産株の構築</p> <p>目標KPIに定めた生産性を達成</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素酸化細菌組換え手法確立</li> <li>組換え体のガス培養による化合物①関連物質の生成確認 (TRL2)</li> </ul>	<p>研究開発項目3との連携で、化合物①生産のKPI設定を満たす組換え株の構築 (TRL6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>野生株が持つPHB高生産性代謝経路を利用した生産菌の開発                             <ul style="list-style-type: none"> <li>遺伝子組換えによる生合成経路導入</li> <li>高生産化のための酵素遺伝子探索・変異導入</li> <li>収率向上のための副生成物経路遮断</li> <li>連続培養を志向したフラックスバランスの改善</li> </ul> </li> <li>育種による目的化合物への耐性獲得</li> </ul>	<p>代謝経路構築 (90%)</p> <p>酵素探索・最適化 (50%)</p> <p>代謝フラックス最適化 (50%)</p> <p>目的化合物への耐性獲得 (70%)</p>
2 化合物②生産株の開発	<p>化合物②生産株の構築</p> <p>目標KPIに定めた生産性を達成</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化合物②を生産する水素細菌を取得</li> <li>目的物質生産のためのボトルネック解決策を推定。</li> <li>新しい課題の解決策を実施中 (TRL3)</li> </ul>	<p>研究開発項目3との連携で、化合物②生産のKPI設定を満たす組換え株の構築 (TRL6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>代謝経路最適化                             <ul style="list-style-type: none"> <li>オミクス解析によるフラックスの把握</li> <li>副産物経路の遮断などによる生産経路の強化</li> </ul> </li> <li>酵素設計                             <ul style="list-style-type: none"> <li>分子動力学的シミュレーションによる設計</li> </ul> </li> <li>遺伝子発現最適化 (産総研連携)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>計算科学による配列設計</li> </ul> </li> <li>連続培養向け最適化 (産総研連携)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>オミクス解析による課題把握と組換えによる改良</li> <li>進化論的育種による連続培養向け株への改良</li> </ul> </li> </ul>	<p>スマセル技術適用に社内実績 (80%)</p> <p>酵素開発は高難易度 (40%)</p> <p>発現最適化は別株で実績 (80%)</p> <p>水素を用いた連続培養系の構築が未知数。但し、別微生物、化合物で実績 (40%)</p>
3 化合物③生産株の開発	<p>化合物③生産株の構築</p> <p>目標KPIに定めた生産性を達成</p>	<p>組換え大腸菌で化合物③人工代謝経路を構築済み</p> <p>水素細菌での人工代謝経路を構築中 (TRL2)</p>	<p>研究開発項目3との連携で、化合物③生産のKPI設定を満たす組換え株の構築 (TRL6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人工代謝経路の設計および選定</li> <li>酵素遺伝子の探索・評価</li> <li>水素細菌への遺伝子導入および発現検討AI予測、情報科学的手法などを活用した酵素機能改変および向上</li> <li>代謝シミュレーション、ゲノム育種等を利用した宿主ゲノムの改変</li> </ul>	<p>異種発現効率に課題 (95%)</p> <p>AI予測の実証に課題 (80%)</p>

## 2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (全体像)

### 各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

#### 【研究開発項目3】

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1	高度培養技術の基盤開発	目標KPIの菌体生産速度を達成	数十 L規模での培養 (TRL2) ↔ 生産実証規模の培養で所定の菌体生産速度 (TRL5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>微細気泡の導入などCO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>の効果的供給方法を開発</li> <li>菌体生産における律速因子の特定や培養工学的変数の把握</li> <li>培養のモデル化とともに増殖の律速因子を極力排除した高効率菌体生産バイオリアクターを開発</li> </ul>	不水溶性H <sub>2</sub> の菌体への安全かつ効率的な供給に課題 (70%)
2	物質生産実証試験	実施項目2で開発した組換え株を用いて数百～数千Lスケールで生産性を実証	合成経路の設計 合成経路の一部を組み込んだ組換え体の取得に着手、1 L未満での培養 (TRL2) ↔ 商用生産の設備仕様や生産条件を取得 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイロットでの最適培養条件と菌体生産性の知見に基づいて、高性能CFDソフトウェア、スケールダウンモデルを活用した培養のスケールアップを検討</li> <li>これまでのスケールアップ事例の知見を活かしたシミュレーションなどのバイオファンドリ拠点(数千 L規模の培養)の知見を活かし、培養の実証設備の設計・建設(協力機関と連携)適用</li> <li>連続培養の達成のため、菌体分離用の中空糸膜技術を適用</li> <li>生産物の分離・精製のため、膜技術を適用</li> <li>排気ガスからの膜分離によるリサイクルプロセスの開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他細菌の目的化合物組換え生産株の開発実績 (70%)</li> <li>気体を基質としたリアクターのスケールアップに課題 (70%)</li> <li>商用規模の連続発酵実証経験、国際実証での経験(80%)</li> <li>アジピン酸前駆体や乳酸などで発酵液精製の経験あり(90%)</li> </ul>
3	化成品/菌体飼料の評価	既存の化成品と同等以上(物性、臭気)/菌体残渣を飼料登録	生産例なく未着手(TRL1)/類似の細菌で登録実績なし (TRL2) ↔ 既存品(生産物と飼料)と同等以上の品質 (TRL5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産物の機能性評価、分離・精製の検討</li> <li>臭気原因物質の分析及び同定、不純物低減のための精製条件の確立</li> <li>プリ、子豚での給餌試験による安全性評価</li> <li>飼料としての配合を検討し、販売可能な品質、形状を確立</li> </ul>	原因物質の除去プロセスに課題 (80%)/現在、他の菌体での実績あり (70%)
4	プロセスのLC-CO <sub>2</sub> 評価	CO <sub>2</sub> とH <sub>2</sub> を出発物質に菌体と物質を生産する上記プロセスのLC-CO <sub>2</sub> を実測値を基に算定する。	小規模培養でのインベントリ実測に着手 (TRL2) ↔ 最大規模の培養での実測によりLC-CO <sub>2</sub> 評価を行う (TRL5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>各培養規模でLC-CO<sub>2</sub>の算定に必要なインベントリ情報を実測し、プロセスのCO<sub>2</sub>削減効果を算定</li> <li>学協会・関連団体から有識者を招き、算定結果の評価を受ける</li> </ul>	インベントリ情報の実測を前提に削減効果が見積り可能 (80%)

## 2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (これまでの取組)

### 各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

#### 【研究開発項目2】

##### 1 化合物①生産株の開発

###### 直近のマイルストーン

- 化合物①生産株の構築
- 組換え体のガス培養により化合物①生産を確認
- 目標生産性を達成

###### これまでの (前回からの) 開発進捗

- RNAseq解析とメタボローム解析に基づき、物質生産時に発現低下が見られたCO<sub>2</sub>固定化関連遺伝子の過剰発現を、副生物生成に関与が示唆される遺伝子に入れ替える形で導入することで実施し、対応する形質転換体を14種作製・評価し、化合物①生産への影響を確認した。
- CO<sub>2</sub>以外の炭素源を添加した際の化合物①生産試験を実施し、化合物①生産能の増減を評価した。
- 上記結果から、フィードバック阻害がCO<sub>2</sub>からの化合物①生産に対して有効に働くという仮説設定が提唱された。類似の効果が期待できる遺伝子過剰発現による化合物①生産性向上可能性について検討すべく、菌株の作製および評価試験を実施中。

###### 進捗度

- △ 本事業取扱い株において化合物①生産向上につながる事が期待される遺伝子変異体の作製は順調に進むが、期待したほど化合物①生産性が向上しない。また、5L槽でのガス培養でバイアル培養での化合物①生産性が見られず、安定的に化合物①生産を実現できる培養条件の設定が必要である。

##### 2 化合物②生産株の開発

- 化合物②生産株の構築
- 組換え体のガス培養により化合物②生産を確認
- 目標生産性を達成

- 必要な遺伝子の高発現化を目指して、プロモーター検討、遺伝子設計、可溶化検討などを実施した。その過程で鍵酵素の高発現化が宿主の生育を阻害する現象が多発、原因を調査したところ反応中間体の蓄積が細胞毒性を示すことが示唆された。
- 産総研と協議の上、中間体の蓄積を防ぐように鍵酵素の発現量を調整する遺伝子設計を実施する方針とした。
- 誘導によって鍵酵素を高発現させる組換え水素細菌を取得。項目3で開発した東レ10L培養設備を用いた試験において、2g/L以上の化合物②を確認しマイルストーンを達成した。
- 化合物②合成酵素の改変について、酵素の評価を完了し機械学習を開始した。

- マイルストーンを達成
- 酵素改変の機械学習を開始
- 新たな課題抽出と計画を策定中

##### 3 化合物③生産株の開発

- 組換え体のガス培養により化合物③生産を確認
- 目標生産性を達成

- 水素細菌形質転換のための細胞への核酸導入手法を確立した。
- プラスミドによる遺伝子導入手法を確立し、導入した遺伝子の発現を確認した。
- 遺伝子組換えによるゲノムの構造変異導入手法を確立し、遺伝子破壊による表現型を確認した。
- 薬剤耐性遺伝子をゲノムに残さないためのマーカーレス組換え手法を確立した。
- 遺伝子組換えおよびプラスミド導入により、細胞内に代謝デザイン経路を導入し、生産候補株を作出した。
- 複数プロモーターと酵素の組合せによるコンストラクトを構築、評価を実施した。
- 代謝酵素を複数種導入し、比較的活性の高い酵素を見出した。

- △ 化合物③生産が極微量であり、安定して確認できていない。更なる発現効率の向上検討をすとともに、構築した生産菌が化合物③生産できる培養条件を探索中。

## 2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (これまでの取組)

### 各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

#### 【研究開発項目3】

##### 直近のマイルストーン

##### これまでの (前回からの) 開発進捗

##### 進捗度

1 高度培養技術の基盤開発

- 菌体生産速度 A g/Lを数十 Lスケールで達成

- 基質ガス (H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) の利用特性を解明し、増殖に反映できる高効率培養法を確立
- 数十 L規模のリアクターを用い、目標とする菌体生産性を達成

- 実施計画の通り進捗している。

2 物質生産実証試験

- 研究開発項目[2]で開発した組換え株を用いて数十Lスケールで生産性を実証

- <化合物①>
- 研究開発項目[2]で構築した菌株から選抜した株について、5 L培養槽で微細気泡化ガスを用いた化合物①生産株の培養実験を実施し、各種設定条件での培養を実施した。
  - 電中研に既設の培養槽の槽モデルの作成を完了し、実現象に近い挙動を示すCFDモデルを作成した。現在、実験データとより整合性が取れるような調整を行っている。
- <化合物②>
- 10L連続培養設備の開発に向けて、発酵槽の改造を完了した。現在ポンプや接手などの選定、設計中。
- <化合物③>
- 社内安全基準を満たすラボ検討用のミニジャー設備を導入した。
  - 研究開発項目[2]で構築した組換え株をLスケールで培養、得られた菌体を用いて生産評価を実施、微量の化合物③が検出された。
  - 代謝評価系を構築し、中間代謝物を複数種生産候補株から検出した。

- <化合物①> 概ね想定通り進捗している。
- <化合物②> 概ね想定通り進捗している。
- <化合物③> 概ね想定通り進捗している。

3 物質生産実証試験

- <精製プロセスの確立、化成品の評価>
- 化合物①:
- 想定プロセスフローの一次提案および当該プロセスの妥当性検証
- 化合物③:
- 品質低下要因となる臭気原因物質の推定
- <飼料の評価>
- 野生株菌体の栄養成分の把握と配合適正量を決定

- <精製プロセスの確立、化成品の評価>
- 化合物①:
- 導入した蒸留およびゼオライト膜装置を用いて検討を実施
  - 蒸留検討に関して、1塔目では塔頂温度 & 段数と化合物①の留出口スとの相関を、2塔目では塔頂温度と共沸成分比との相関を解明
  - ゼオライト膜検討に関して、処理温度 / 背圧 / 流量の各種条件と、透過液 / 非透過液の各組成の相関を解明。また、工業用の化合物①の規格である0.1%以下を達成。
- 化合物③:
- 化合物③濃縮に適用可能な膜モジュールの調査を実施し、今後の検討候補とする膜選定を実施した。
- <飼料の評価>
- 水素細菌残渣の栄養成分分析結果に基づき、水産飼料作成時の配合比率を決定した。

- <精製プロセスの確立、化成品の評価> 化合物①: 実施計画の通り進捗している。
- 化合物③: 概ね実施計画の通り進捗している。
- <飼料の評価> 実施計画の通り進捗している。

4 プロセスのLC-CO<sub>2</sub>評価

- 生産フローを作成し、バウンダリを設定
- CO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>を出発物質に菌体と物質を生産する上記プロセスのLC-CO<sub>2</sub>を実測値を基に算定

- 水素細菌菌体と化合物を同時に生産するシステムにより既存プロセスを置き換えた場合のCO<sub>2</sub>削減効果を推算した。
- フォアグラウンドプロセスデータとして、数十 L規模のリアクターにおける水素細菌培養時の電力消費量、原料消費量、菌体生産量を実測した。

- 実施計画の通り進捗している。

## 2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (今後の取組)

### 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

#### 【研究開発項目2】

##### 1 化合物①生産株の開発

###### 直近のマイルストーン

- 化合物①生産株の構築
- 組換え体のガス培養により化合物①生産を確認
- 目標生産性を達成

###### 残された技術課題

- フィードバック阻害作用代替遺伝子導入株の化合物①生産評価
- 5 L槽における各種遺伝子組換え体の副生物の測定
- 遺伝子組換え体の副生物測定データや他宿主株のRNAseq解析に基づく本事業取扱い株での化合物①生産性向上のための指針作成

###### 解決の見通し

- CO<sub>2</sub>・水素からの化合物①生産できる他宿主株を見出したことで、そのオミクス解析データを本事業取扱い株と比較することで当該株での化合物①生産性向上の糸口が見出されることが期待される。

##### 2 化合物②生産株の開発

- 化合物②生産株の構築
- 組換え体のガス培養により化合物②生産を確認
- 目標生産性を達成

- 改良鍵酵素の設計と評価 (産総研連携)  
→機械学習で作成した酵素の評価
- 化合物②耐性株の育種と探索  
→宿主選定
- 組換え水素細菌の取得と培養評価  
→前駆体生産経路の強化と異種酵素の発現強化 + 酵素発現バランスの最適化
- ラボガス培養設備を用いた組換え水素細菌の培養とガス消費マテバウ取得

- マイルストーンを達成
- 開発計画の妥当性がある程度確認され、残課題の整理がついた。
- 発現バランスの最適化設計実施、現在評価中

##### 3 化合物③生産株の開発

- 組換え体のガス培養により化合物③生産を確認
- 目標生産性を達成

- 代謝中間体から化合物③への変換に必要な遺伝子の機能発現
- 副生物経路の遮断

- 生産菌構築についてはコンソーシアム内知見を活用する
- 化合物③生産は宿主保有経路の活用と遺伝子最適化により可能
- 遺伝子導入技術向上と評価系確立を背景とし検討サイクルを加速する

## 2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (今後の取組)

### 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

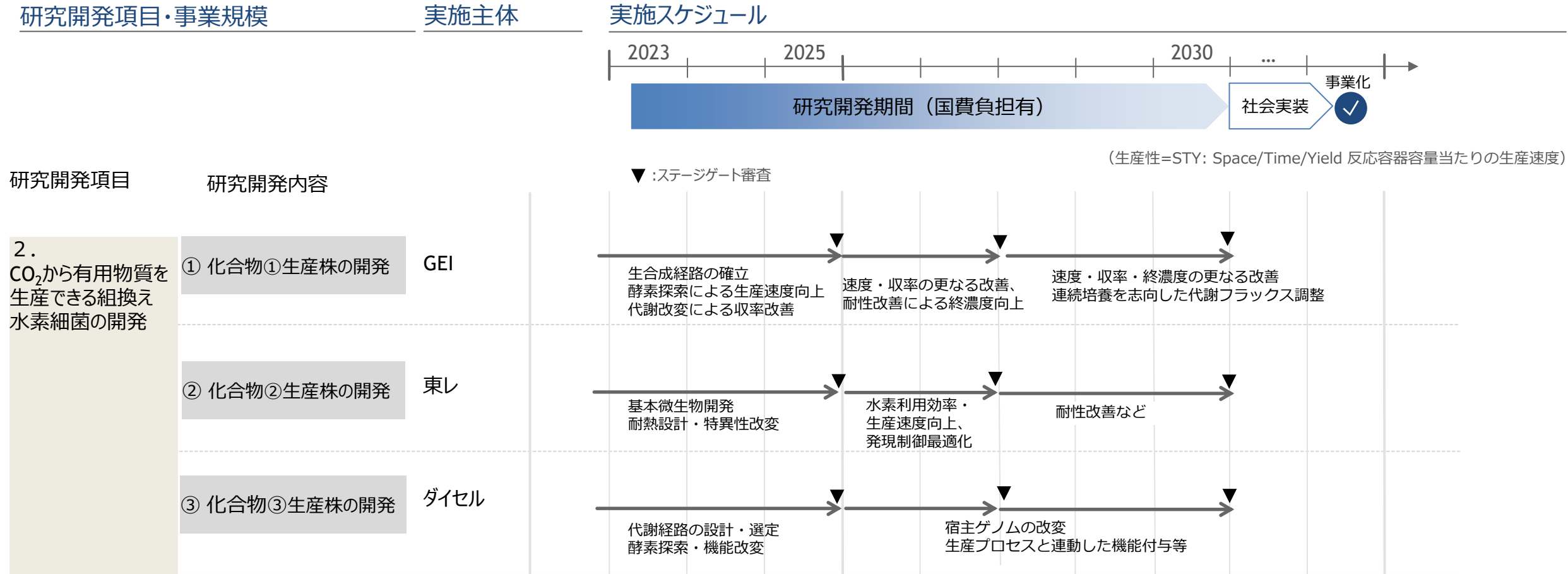
#### 【研究開発項目3】

	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 高度培養技術の基盤開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>菌体生産速度 A g/Lを数十 Lスケールで達成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マイルストーンは達成</li> <li>数十 L規模リアクターを用いた培養条件の検討による菌体・物質生産性の向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>数十 L規模リアクターを用い、種々の条件下で培養、物質生産データを収集する</li> </ul>
2 物質生産実証試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発項目[2]で開発した組換え株を用いて数十Lスケールで生産性を実証</li> </ul>	<p>&lt;化合物①&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>数 L規模リアクターデータに基づくCFDモデルの調整完了</li> <li>数十 L規模リアクターデータへのCFDモデル適用</li> <li>数十 Lスケールでの実培養とCFDモデル予測の比較とCFDモデルの修正</li> </ul> <p>&lt;化合物②&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設計したラボ培養装置の動作確認と、水素細菌の培養プロセス構築 →物質収支測定と連続培養改造</li> </ul> <p>&lt;化合物③&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>生産培養条件の効果確認</li> <li>ミニジャースケール以上での低水素濃度条件における培養評価及びプロセス構築</li> </ul>	<p>&lt;化合物①&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CFDモデル作成は概ね予定通り</li> </ul> <p>&lt;化合物②&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>概ね予定通り</li> </ul> <p>&lt;化合物③&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンソーシアム内の水素細菌培養に関する知見を活用することで検討を進める</li> </ul>
3 化成品/菌体飼料の評価	<p>&lt;精製プロセスの確立、化成品の評価&gt;</p> <p>化合物①:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>想定プロセスフローの一次提案および当該プロセスの妥当性検証</li> </ul> <p>化合物③:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>品質低下要因となる臭気原因物質の推定</li> </ul> <p>&lt;飼料の評価&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>野生株菌体の栄養成分の把握と配合適正量を決定</li> </ul>	<p>&lt;精製プロセスの確立、化成品の評価&gt;</p> <p>化合物①:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>模擬反応液を用いた精製条件の検討</li> </ul> <p>化合物③:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>発酵液からの化合物③濃縮、精製検討と簡易臭気評価</li> </ul> <p>&lt;菌体飼料&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>今年度のマイルストーンは達成済</li> </ul>	<p>&lt;精製プロセスの確立、化成品の評価&gt;</p> <p>化合物①:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>今後ラボ蒸留および膜装置導入し、技術検討を進める</li> </ul> <p>化合物③:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>生産菌株の構築、発酵生産が確認された後、発酵液を用いた検討を進める</li> </ul>
4 プロセスのLC-CO <sub>2</sub> 評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産フローを作成し、バウンダリを設定</li> <li>CO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>を出発物質に菌体と物質を生産する上記プロセスのLC-CO<sub>2</sub>を実測値を基に算定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>数十 L規模リアクターでのフォアグラウンドプロセスの実測</li> <li>バックグラウンドデータの継続的な情報収集</li> <li>異なる原料調達フローごとのCO<sub>2</sub>排出量推算</li> <li>CO<sub>2</sub>を原料とした物質生産のLC-CO<sub>2</sub>評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>数十 L規模リアクターにおいても運転に伴うフォアグラウンドプロセスデータを取得し、LC-CO<sub>2</sub>評価に活用する</li> </ul>

## 2. 研究開発計画 / (3) 実施スケジュール

### 複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

#### 【研究開発項目2】

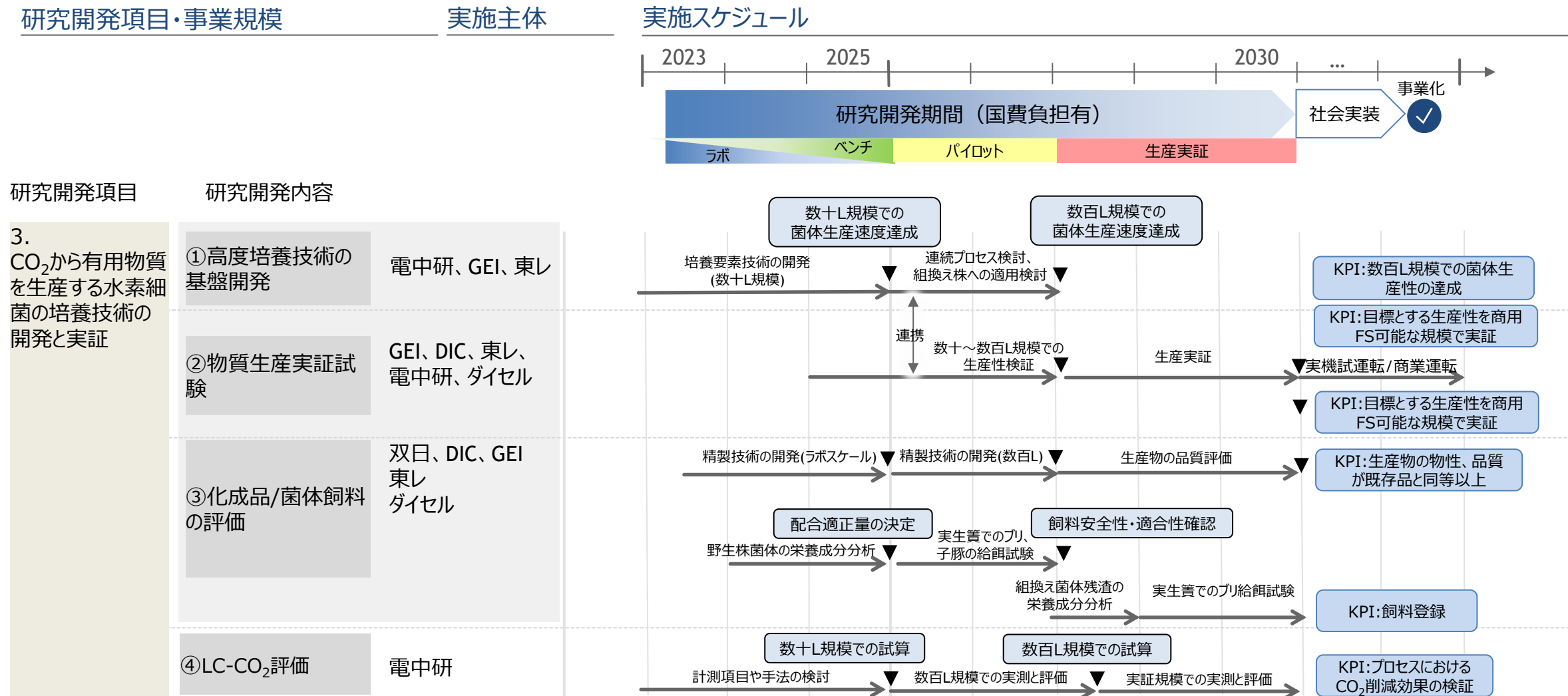


【研究開発項目2】で相互の積極的な技術交流により、効果的な連携を図る。  
 【研究開発項目3】と連携しながら効果的に生産性の向上を図る。  
 特に、培養技術開発における知見の提供を受けて開発に活用する。

## 2. 研究開発計画 / (3) 実施スケジュール

### 複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

#### 【研究開発項目3】

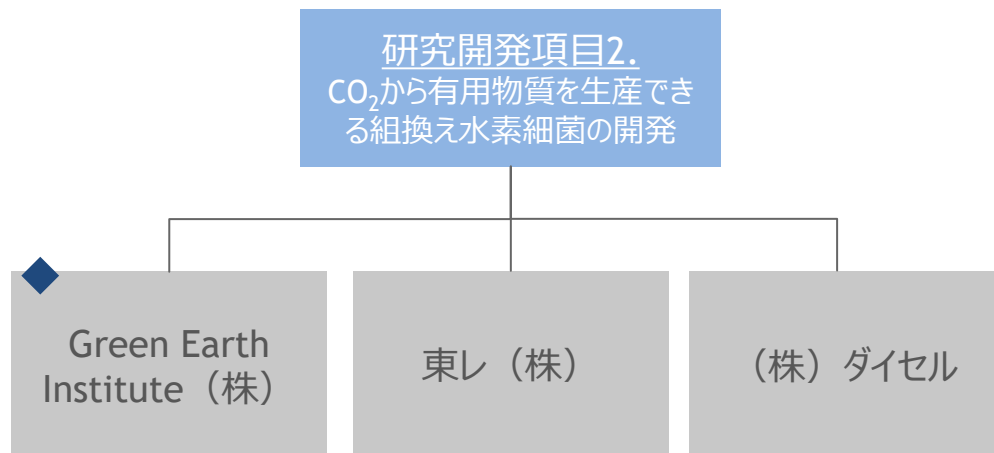


▼:ステージゲート審査

## 2. 研究開発計画 / (4) 研究開発体制

### 各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

#### 実施体制図



3社間ならびに【研究開発項目3】との連携が前提であり、菌株の改変並びに培養等の情報交換を行う。また、開発した菌株は【研究開発項目3】で使用する。

☆ 幹事企業    ◆ 中小・ベンチャー企業

#### 各主体の役割と連携方法

##### 各主体の役割

- GEI : 研究開発項目2のとりまとめ、化合物①生産株の開発、研究開発項目3との連携窓口
- 東レ : 化合物②生産株の開発
- ダイセル : 化合物③生産株の開発

##### 中小・ベンチャー企業の参画

- GEI : バイオリファイナリ技術の開発およびその商用化に特化したベンチャー企業として創業したGEIは、当該分野に幅広い技術的知見や事業化に向けたチャネルを有し、特に最近ではバイオファウンドリ事業によるバイオ技術のスケールアップに強みを獲得していることから、同企業が本事業に参加することで技術開発と事業化の加速が期待される。一方、中小企業単独ではハードルが高い水素細菌の気体培養のような新規技術基盤開発を本事業を通じて実行できることは、GEIとしても事業拡大の観点から大きなメリットとなる。

##### 研究開発における連携方法（共同実施者間の連携）

- 定期的な会議による共通基盤技術・情報の共有（研究開発項目2と3で共同実施）  
1回/1か月以上で幹事が研究開発項目3と連携した「定例会」を開催
- 水素細菌の遺伝子組換え技術を確立するため、必要な情報交換会を担当者間で開催
- 人的交流、培養設備の共用（研究開発項目3の培養技術開発担当や実証担当）

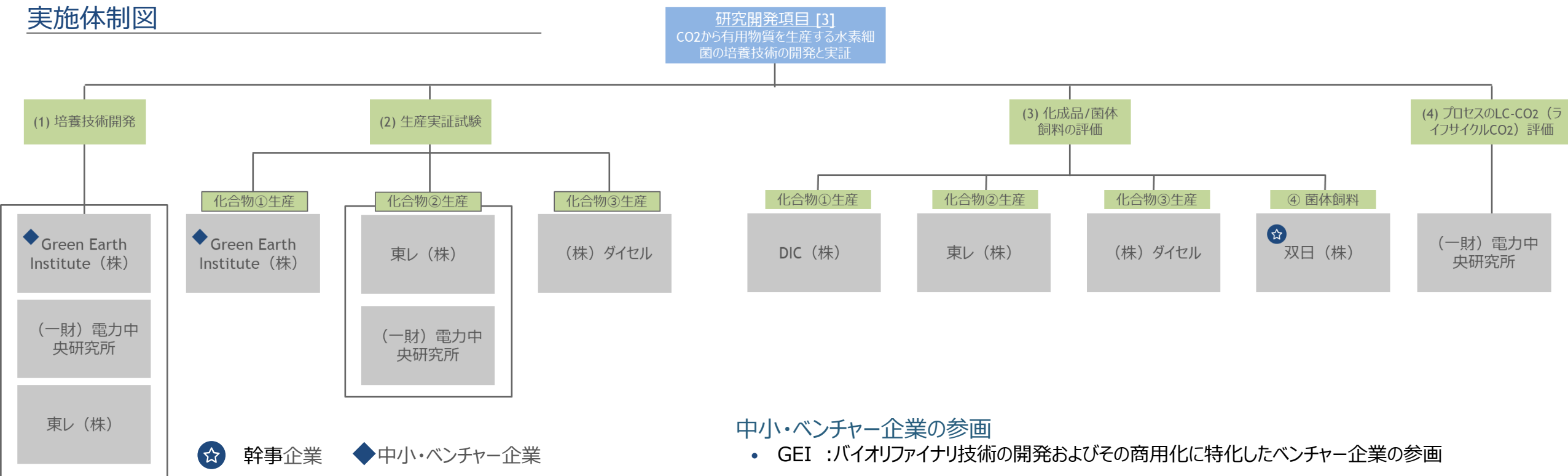
##### 共同実施者以外の本プロジェクトにおける他実施者等との連携

- 研究開発項目3と培養・分離・精製技術について連携
- 本プロジェクトの非競争領域での協議会が発足され、当コンソーシアムとして全ての分科会に担当者を配置することでそれぞれの項目について連携可能性を模索

## 2. 研究開発計画 / (4) 研究開発体制

### 各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図



#### 各主体の役割

- 双日 : 研究開発項目3のまとめ、菌体の飼料適合性評価、飼料登録  
研究開発項目2との連携窓口、研究開発項目2と3の全体まとめ
- GEI : 化合物①の生産実証、培養槽のスケールアップ
- DIC : 化合物①の生産実証における分離精製を実証
- 東レ : 化合物②の生産実証、分離・精製
- ダイセル : 化合物③の生産実証、分離・精製
- 電中研 : 培養技術開発、LC-CO<sub>2</sub>評価

#### 中小・ベンチャー企業の参画

- GEI : バイオリファイナリ技術の開発およびその商用化に特化したベンチャー企業の参画

#### 研究開発における連携方法（共同実施者間の連携）

- 定期的な会議による共通基盤技術・情報の共有（研究開発項目2と3で共同実施）  
1回/1か月以上で幹事が研究開発項目2と連携した「定例会」を開催  
1回/年を目安に経営に過年度の成果報告及び将来の開発方針に合意（コミットメント）
- 研究開発項目3で開発しているガス培養技術についての成果報告会を開催
- 培養設備の共用（研究開発項目2で開発した菌株のパイロットと実証設備での培養を許容）

## 2. 研究開発計画 / (5) 技術的優位性

### 国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2. CO <sub>2</sub> から有用物質を生産できる組換え水素細菌の開発	1 化合物①生産株の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>組換え株作製に係る特許技術 (GEI) 特許第7118460号、特許第6894650号、特許第6668577号、WO2020208842 (A1)</li> <li>組換え株の開発受託業務で得た知見・ノウハウ (GEI)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>組換え菌体の商用化実績 (GEI)</li> <li>組換え菌 (水素細菌以外) 取扱い実績 (GEI)</li> </ul>
	2 化合物②生産株の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>微生物改変技術、ナイロンモノマー微生物技術 (東レ) <a href="https://www.toray.co.jp/news/details/20220817150637.html">https://www.toray.co.jp/news/details/20220817150637.html</a></li> <li>酵素AI設計・シミュレーション技術 <a href="https://staff.aist.go.jp/kameda-tomoshi/index2.html">https://staff.aist.go.jp/kameda-tomoshi/index2.html</a></li> <li>酵素生産実用菌の育種技術 (東レ) <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589014X21001110?viewFullText=true">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589014X21001110?viewFullText=true</a></li> <li>膜利用発酵プロセスのスケールアップ技術 (東レ) <a href="https://cs2.toray.co.jp/news/toray/newsrrs01.nsf/0/AFB55CAF3DF5A0E649258076002F6B18">https://cs2.toray.co.jp/news/toray/newsrrs01.nsf/0/AFB55CAF3DF5A0E649258076002F6B18</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>独自のモノマー前駆体ターゲット保有 (東レ)</li> <li>連続培養プロセス、膜分離に関する高い技術 (省エネ濃縮技術、水処理膜製品、バイオ用分離膜の活用) (東レ)</li> <li>水素細菌組換え株取得の遅れ ⇒対策：酵素AI設計・シミュレーション</li> </ul>
	3 化合物③生産株の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>化合物③生産に関わる特許技術 (ダイセル) 特許5787360 (<a href="https://patents.google.com/patent/JP5787360B2/ja">https://patents.google.com/patent/JP5787360B2/ja</a>)</li> <li>微生物の取り扱い、物質生産技術 (ダイセル) <a href="https://www.nature.com/articles/d42473-020-00552-8">https://www.nature.com/articles/d42473-020-00552-8</a></li> <li>ヒドロゲナーゼ発現ベクター (ダイセル、東大) 特開2013-32</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガス利用培養の実績・知見 (ダイセル)</li> <li>副産物の増加による生産物の品質低下 (ダイセル) ⇒対策：代謝改変による生産最適化</li> </ul>
	共通技術および共通のリスクとその対策	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Hydrogenophilus</i>の代謝特性解析 (電中研/東大) <a href="http://www.extremophiles.jp/gakkaishi_old/jjse16_2v3.pdf">http://www.extremophiles.jp/gakkaishi_old/jjse16_2v3.pdf</a></li> <li>水素細菌の代謝制御技術 (電中研) 特許6241906, 特許5104005, 特許5985331</li> <li><i>Hydrogenophilus</i>の遺伝子組換え技術 (公知情報)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>リスク：水素細菌組換え株取得の遅れ 生産経路に関する他社特許の回避 培養技術の不足</li> <li>対策：研究開発項目2間の情報交換や研究開発項目3との培養技術の連携</li> </ul>

## 2. 研究開発計画 / (5) 技術的優位性

### 国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
3. 水素細菌によりCO <sub>2</sub> から有用物質を生産する培養技術の開発と実証	1 高度培養技術の基盤開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素細菌を含むCO<sub>2</sub> 利用細菌の培養技術 (電中研) 特許6241906, 電中研報告U94055, U92058, U90020, <a href="https://jsbba2.bioweb.ne.jp/jsbba_db/download_pdf.php?p_code=4C01a08&amp;pdf=2020, doi:10.1007/s00284-006-0151-1">https://jsbba2.bioweb.ne.jp/jsbba_db/download_pdf.php?p_code=4C01a08&amp;pdf=2020, doi:10.1007/s00284-006-0151-1</a></li> <li>バイオリクター技術 (電中研) 電中研報告U96011, U97012, U98051, U99054, V12011</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>利用細菌の数十年の研究実績 (電中研)</li> <li>パイロット規模までの高効率バイオリクター開発実績 (電中研)</li> </ul>
	2 物質生産実証試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>DoE (実験計画法)、高性能CFDソフトウェア、スケールダウンモデルを活用したスケールアップ技術 (GEI)</li> <li>バイオフィアウンドリ事業における生産技術開発ノウハウ (GEI)</li> <li>非可食バイオマスからの連続培養技術 (東レ) <a href="https://www.env.go.jp/earth/ondanka/cpttv_funds/pdf/db/168.pdf">https://www.env.go.jp/earth/ondanka/cpttv_funds/pdf/db/168.pdf</a></li> <li>実証プラント技術・省エネ濃縮技術 (東レ) <a href="https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100989.html">https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100989.html</a></li> <li>バイオ用途向け中空糸膜技術 (東レ) <a href="https://cs2.toray.co.jp/news/film/newsrrs01.nsf/0/0C1F0DAE7B2253BE49258797000398EE">https://cs2.toray.co.jp/news/film/newsrrs01.nsf/0/0C1F0DAE7B2253BE49258797000398EE</a></li> <li>水素社会に向けた取り組みと関連技術 (東レ) <a href="https://www.toray.co.jp/story_economist/">https://www.toray.co.jp/story_economist/</a></li> <li>嫌気発酵による工業的なモノづくり技術および知見 (ダイセル) 2020525.pdf, 2020316.pdf (daicel.com)</li> <li>化合物③製造技術および高品質確保のための精製、分析技術 (ダイセル)</li> <li>膜分離技術 (東レ、ダイセル、DIC) <a href="https://prtimes.jp/main/html/rd/p/00000014.000035577.html">https://prtimes.jp/main/html/rd/p/00000014.000035577.html</a> <a href="https://www.daicel.com/business/field/other">https://www.daicel.com/business/field/other</a> <a href="https://www.toray.co.jp/news/details/20211119133725.html">https://www.toray.co.jp/news/details/20211119133725.html</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>商用生産スケールまでのスケールアップ実績 (GEI)</li> <li>水素細菌以外による生産技術開発ノウハウ (GEI)</li> <li>精製プロセスでの膜分離技術活用 (東レ、ダイセル、DIC)</li> <li>不純物の同定と低減プロセス構築のノウハウ (東レ、ダイセル)</li> <li>水素調達・コスト見通し (東レ)</li> </ul> <p>⇒対策：自社水素PJとの連携、コスト情報入手</p>
	3 化成品/菌体飼料の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>化合物③製造技術および高品質確保のための精製、分析技術 (ダイセル)</li> <li>新規材料の飼料適合性評価技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不純物の同定と低減プロセス構築のノウハウ (ダイセル)</li> <li>飼料の成分分析ならびに効果検証を行う技術を保有</li> <li>遺伝子組換え菌体の飼料利用への制度的な制限のリスク</li> </ul>
	4 LC-CO <sub>2</sub> 評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>LCA評価技術 (電中研) 電中研報 V19004,C1808, Y06, V13021, V10025</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LCA手法の開発実績と実プロセスでの実測の経験 (電中研)</li> </ul>

#### 各研究開発内容の共通のリスクと対策

リスク：水素培養の安全性確保  
水素・CO<sub>2</sub>調達・コスト見通し  
実証試験地確保  
製品の品質

対策：研究開発項目2と3間の情報交換や連携  
CO<sub>2</sub>調達 (協力機関：発電事業者)  
安全性に配慮したエンジニアリング  
分析・製品化評価

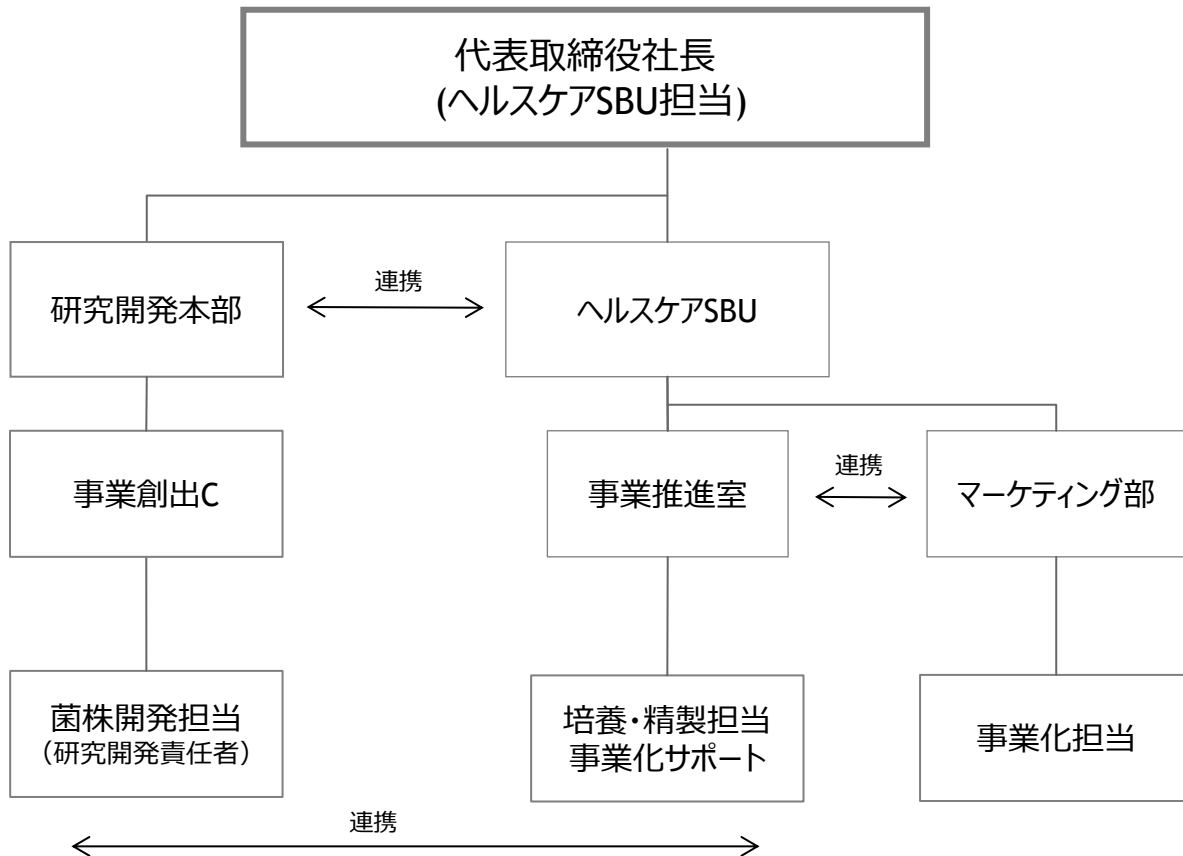
# 3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

### 3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

## 経営者のコミットメントの下、部門横断的に複数チームを設置

組織内体制図



組織内の役割分担

#### 研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
  - 研究開発本部 事業創出C
- 担当部署
  - 研究開発本部 事業創出C
    - : ② 菌株開発を担当
  - ヘルスケアSBU 事業推進室
    - : ③ 製造技術の開発を担当
    - : 事業化サポートを担当
  - ヘルスケアSBU マーケティング部
    - : 事業化を担当

#### 部門間の連携方法

- 役員への1回/3ヶ月程度の会議報告
- チーム横断の研究開発進捗報告会議 (1回/月)
- 事業化部門と研究開発部門の定期的な会議報告 (1回/月)

### 3. イノベーション推進体制／（2）マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

## 経営者等によるCO<sub>2</sub>由来化粧品原料製造技術開発事業への関与の方針

#### 経営者等による具体的な施策・活動方針（※1.2.3.）

- 経営者のリーダーシップ
  - 当社は、長期ビジョン『DAICEL VISION 4.0』および中期戦略『Accelerate 2025』にて、製品（Product）、製造プロセス（Process）、働く人（People）という3つのサステナビリティを実現していくことで、持続可能な社会を実現していくこと、これまでの大量消費社会から循環型社会構築に向けて、ダイセルらしく貢献していくことを目標にしている。
  - 2020年度より、社長を委員長とし、主にCSR関連部門の部門長を委員とするサステナブル経営委員会を設立し、サステナビリティに関連する課題の解決、取り組みのレベルアップを推進している。
- 事業のモニタリング・管理
  - 半期ごとに経営層による研究開発及び事業開発の進捗の確認
  - ステージゲート毎に社内推進部門を含め関係者が、実証事業の進捗状況を確認し、経営資源の投入を判断

#### ◀関連HPリンク▶

[※1.長期ビジョン DAICEL VISION 4.0](#)

[※2.中期戦略 Accelerate 2025 \(daicel.com\)](#)

[※3.サステナビリティマネジメント | サステナビリティ | 株式会社ダイセル \(daicel.com\)](#)

#### 経営者等の評価・報酬への反映（※4.）

- 取締役報酬
  - 月額報酬、業績連動賞与および株式報酬により構成しており、その支給割合は概ね、月額報酬65%：業績連動賞与20%：株式報酬15%となっている。
  - 業績連動賞与には、「サステナブル経営方針の実践状況」の観点が含まれている。

#### 事業の継続性確保の取組（※5.）

- 長期視点でのエネルギーオフセットへの取り組み
  - 当社は、「2050年カーボンニュートラル」の達成に向け、中期目標として「2030年GHG排出量50%削減（2018年度基準）」を策定した。2023年7月、カーボンニュートラルの取り組みをさらに加速するため、「エネルギー戦略委員会」を「カーボンニュートラル戦略委員会」へ改称、委員会が中心となり、省エネルギー推進・管理を行うとともに、GHG排出量削減目標達成に向けて、地球環境と共生する循環型プロセス構築を推進している。
  - 本事業は、上記方針と一致しており、経営者の交代時においても事業継続性を確保する。

[※4.コーポレート・ガバナンス | サステナビリティ | 株式会社ダイセル \(daicel.com\)](#) 30

[※5.気候変動への対応 | サステナビリティ | 株式会社ダイセル \(daicel.com\)](#)

### 3. イノベーション推進体制／（3）マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

## 経営戦略の中核に本事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

#### 取締役会等コーポレート・ガバナンスとの関係（※4.5.）

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
  - 当社は、カーボンオフセット・エネルギーオフセットの実現として、製造プロセス革新による、省エネルギー化を進めている。また、排出したカーボンの再利用・有効活用を可能にする技術開発を行い、環境負荷低減と同時にコスト削減や生産性向上など製造業の競争力を高めていくことを目指している。
  - 「2050年カーボンニュートラル」の達成に向け、中期目標として「2030年GHG排出量50%削減（2018年度基準）」を策定した。中長期目標達成に向け、省エネルギーなどの対策をさらに発展させ、GHG排出量削減を推進している。
  - 2023年5月、産官学の協働を通じたカーボンニュートラル社会の実現に向けて、経済産業省が主導する「GXリーグ」に参画した。
- コーポレートガバナンスとの関連付け
  - 社長直轄のサステナブル経営員会を設置し、取締役会および経営会議に答申を行っている。それを受けて取締役会および経営会議はサステナブル経営委員会に助言を行っている。

#### ◀関連HPリンク▶

[※5.気候変動への対応 | サステナビリティ | 株式会社ダイセル \(daicel.com\)](#)

[※4.コーポレート・ガバナンス | サステナビリティ | 株式会社ダイセル \(daicel.com\)](#)

#### ステークホルダーとの対話、情報開示（※6.）

- 中長期的な企業価値向上に関する情報開示
  - ホームページ、ダイセルレポート（統合報告書）、サステナビリティレポートによって、ステークホルダーへの情報発信をしていく。
  - 本事業への参画機関と協調し、研究成果をプレスリリース等で対外的に公表していく。  
※参画に関するプレスリリースを実施（2023年8月4日）
  - 学会にて積極的に情報発信を行う。
  - メディアにアプローチし、社会的意義と研究成果を記事化してもらい、社会へ発信していく。

[※6.ライブラリー | サステナビリティ | 株式会社ダイセル \(daicel.com\)](#)

### 3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

## 機動的に経営資源を投入し、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

#### 経営資源の投入方針

- 全社事業ポートフォリオにおける本事業への人材・設備・資金の投入方針
  - 研究開発ステージの進捗に伴い、必要となる技術を有する人材を確保する。
  - ダイセル新井工場の既存設備・土地活用を検討する
  - 技術方針を定めるための初期検討に関する費用(人件費や研究機関等との共同研究)、社内業務との切り分けが困難な研究員の人件費については自社負担で進める方針
- 機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性確保
  - 中期戦略 Accelerate 2025- II に記載の通り、サステナブル経営へのシフト、他社も含めた協創体の構築、大胆な権限委譲による自律自走型の組織への移行を進めている。
  - 研究開発ステージの進捗にあわせ、開発体制の強化、リソースの追加を検討する。
  - 化粧品原料は客観数値データだけでは推し量ることのできない人間の感覚に影響される製品であることから、製品サンプル段階で顧客評価を受け方針を見直す計画としている。

#### 専門部署の設置と人材育成

- 専門部署の設置
  - 化粧品原料の事業部門であるヘルスケアSBUを軸に、必要な技術に強みを持つ部門が全社横断的に参画する体制を構築済み。
  - 事業環境の変化を鋭敏に捉える営業部門や事業戦略部門と研究開発部門が密に連携し、変化に応じて戦略を見直す体制となっている。
- 人材育成
  - コンソーシアム内企業等への若手技術者派遣を計画する等、サステナブルな社会実現に向け将来にわたり貢献することのできる若手人材育成を実施する。
  - 学会や展示会、セミナー等を通じて大学や研究機関、スタートアップ企業とつながりを持ち、オープンイノベーションを推進する。  
※本検討に関連し、若手技術者が大学にて技術指導を受けている。  
※日本農芸化学会に参加し、大学や研究機関の参加者と積極的な意見交換を行った。

(参考：各種HPリンク)

[会社情報 | 株式会社ダイセル \(daicel.com\)](https://www.daicel.com)



[サステナビリティ | 株式会社ダイセル \(daicel.com\)](https://www.daicel.com)



# 4. その他

## 4. その他 / (1) 想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、安全性・事業性確保が困難と判断した場合には事業中止も検討

### 研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 水素/酸素混合気体を安全利用可能な設備設計に到らないリスク  
→ コンソーシアム内の知見活用に加え、他分野におけるガス利用に関する知見も積極的に情報収集、適用を検討する
- 市場が要求する品質の製品を得られないリスク  
→ 現有技術にとどまらず社外技術も積極的に活用、導入する
- 安定的に低コストで原料ガスを入手できないリスク  
→ 調達先調査を実施する
- 製造コストが下がらず市場の求める価格帯での販売が不可能となるリスク  
→ コスト競争力を高める新技術を積極的に検証し導入を検討する

### 社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- CO<sub>2</sub>/水素を活用した水素細菌プロセスの経済性が成立しないため、市場が立ち上がらないリスク  
→ CO<sub>2</sub>/水素の供給元、エンジン会社と連携し、市場開拓へ注力しながら、国に対しての政策提言も行っていく
- 世界的に脱炭素の流れが普及せず、CO<sub>2</sub>排出量の少ない化学品素材の需要が拡大しない  
→ 国への政策提言、ロビー活動などを通じて、脱炭素を推進する啓蒙活動を行っていく

### その他（自然災害等）のリスクと対応

- 大規模地震等の自然災害によるリスク  
→ 耐震対策の徹底、設備の立地検討
- 可燃性気体によるリスク  
→ 複数分野の有識者を交えた事前のアセスメント実施  
→ 十分な安全性を確保した設備の設置



- 事業中止の判断基準：
  - 安全が担保できる技術/設備を実現できない
  - 各ステージゲートにおいて事業性を見込める技術レベルに達していない
  - 脱炭素の流れが浸透せず事業性が見込めない