

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：CO<sub>2</sub>を原料に物質生産できる微生物による製造技術等の開発・実証

実施者名：富士フイルム株式会社、代表名：代表取締役社長 後藤 禎一

# 目次

## 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

# 1. 事業戦略・事業計画

# 1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

## カーボンニュートラル（CN）実現に向け、高効率なカーボンネガティブソリューションが求められている

### カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

#### （社会面）

- 21年に開催された「気候変動枠組条約締結国会議（COP26）」で、150以上の国が、2050年カーボンニュートラル（CN）化の目標を表明。

#### （経済面）

- CN化には、化石資源からの脱却が必要不可欠。
- 現有のソリューション技術（バイオマス資源等）はコスト・供給量が課題であり、化石資源の置き換えは一部に留まる見込み。

#### （政策面）

- 世界各国は、バイオエコノミー推進を基本戦略に位置付け、技術開発支援策が講じられている。

#### （技術面）

- バイオマス資源を活用する技術開発は進んでいるが、森林保護や人口増加に伴い、バイオマス資源の供給不足が深刻化する可能性がある。
- 近年、CN化のソリューション技術として、水素細菌が注目されている。CO<sub>2</sub>吸収能力が高く、様々な有機材料を産生する特徴を有している。

- 市場機会：化石資源依存産業からの脱却で創生されるバイオエコノミー市場規模は、世界で200兆円以上と予測されている。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：水素細菌を用いたバイオ生産は、CN化と経済の両立が期待できるソリューション技術。資源の少ない日本で実用化できれば、バイオエコノミー世界市場の優位性を獲得できる。

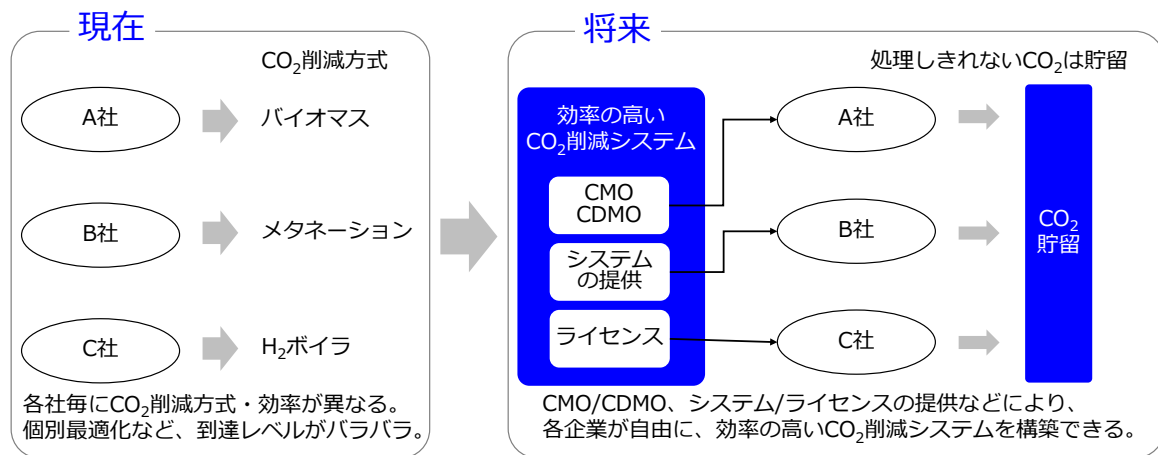
### カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

#### （現状の産業アーキテクチャ）

- 各企業が得意技術・分野でCO<sub>2</sub>削減に取り組んでいるが、技術的な効率差や個別最適化・技術秘匿などから、各社各様の到達レベル。

#### （目指すべき産業アーキテクチャ）

- 高効率なCO<sub>2</sub>削減システム（カーボンネガティブソリューション）が公開・汎用化され、企業・自治体等が同システムを自由に選択出来る。



#### ● 当該変化に対する経営ビジョン：

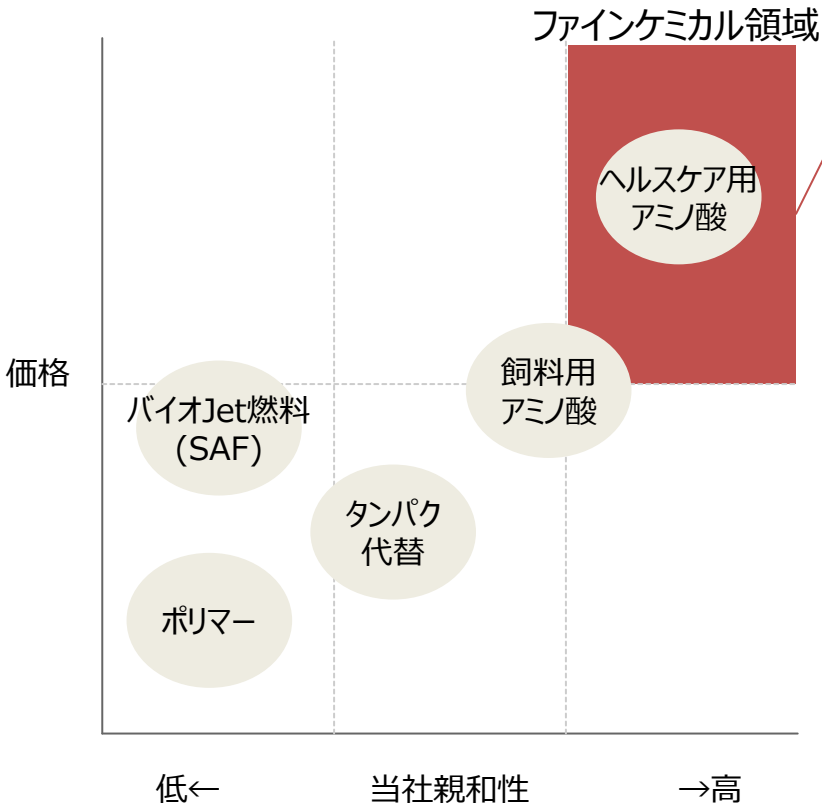
富士フイルムグループは、バイオCDMO事業で培ってきたバイオ生産技術の強みを活かし、CO<sub>2</sub>を直接資源化できる水素細菌による高効率な大量生産プラットフォーム技術確立を目指す。

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

カーボンネガティブソリューションのターゲット市場とセグメント分析

セグメント分析

CO<sub>2</sub>を資源化するターゲットの中から、高付加価値・当社親和性の高い「ファインケミカル領域：アミノ酸」を第1ターゲットとし、大量生産プラットフォーム技術の構築を目指す。



ターゲットの概要

第1ターゲット：市場概要と目標とするシェア・時期（アミノ酸）

- ヘルスケア用アミノ酸世界市場予測規模：0.05億t（2050年）。
- 目標：2030年に市場参入、2050年の技術実装率 約5%相当※2を狙う。

| 顧客       | CO <sub>2</sub> 排出量 | 課題                                                                                               | 想定ニーズ |
|----------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| アミノ酸メーカー | 2050年<br>2.3 億t/年※1 | <ul style="list-style-type: none"><li>効率の高いガス培養プロセス技術の確立。</li><li>原材料の安定調達、サプライチェーン構築。</li></ul> | 安定供給  |

※1: 上記CO<sub>2</sub>排出量は、従来製法のまま全アミノ酸市場の増産に対応した場合、1t増産に1haの森林破壊（= 8.8 t-CO<sub>2</sub>/年相当排出）を伴うと仮定し、その増加分（2030年基準）を算出したもの。

※2: 技術実装率目標は、顧客を通じて各産業に本技術を実装する割合のストレッチ目標。

ターゲットの拡大（2030年～）：市場概要と目標とするシェア・時期

第1ターゲットで大量生産プラットフォーム技術を獲得し、バイオCDMO、ソリューションビジネスを通じ、さまざまな産業の顧客と共同で、本技術の社会実装に努める。

|          | 世界市場予測規模        | 2050年の技術実装率目標※2 |
|----------|-----------------|-----------------|
| タンパク代替   | : 1.0 億t（2035年） | 約 1%相当          |
| バイオJet燃料 | : 3.6 億t（2050年） | 約 1%相当          |
| 石油化学製品   | : 6.8 億t（2040年） | 約0.3%相当         |

※2: 技術実装率目標は、顧客を通じて各産業に本技術を実装する割合のストレッチ目標。

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

## 大量生産プラットフォーム技術を用いた製品・サービスを提供する事業を創出/拡大

### 社会・顧客に対する提供価値

- **社会共通課題解決ソリューション提供**
  - ・水素細菌の「大量生産プラットフォーム技術」を確立し、顧客への技術・製品・サービスの提供を通じ、社会課題であるCN化促進に貢献。
- **顧客の技術開発受託サービス提供**
  - ・ガス培養プロセス技術の開発。
  - ・大型ガス培養設備の設計・建設。
- **顧客の課題解決ソリューション提供**
  - ・CN化製品の提供（ビジネスモデル①）  
アミノ酸の需要伸長による供給リスク、ならびに悪天候等に伴うバイオマス原材料の不足懸念を解消。
  - ・サービスの提供（ビジネスモデル②③）  
競争力のある、当社独自の大量バイオ生産プラットフォームを構築し、CO<sub>2</sub>削減ソリューションを、顧客へ提供する。



### 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

#### 技術開発

- **主要開発課題**
  - 防爆技術
  - 高速ガス溶解
  - スケールUp
  - 連続培養 等
- **技術独自性、優位性**

当社は、バイオからファインケミカルまで多様な製品・技術を保有。本事業では当社保有のアセットを最大限に活用し、独自のプラットフォームを獲得する。

[当社保有アセット]

  - 防爆構造安全設計・制御技術。
  - バイオCDMO、機能性フィルム塗工で培った気泡・発泡・脱泡制御技術。
  - スケールUp技術：パラメータ取得、AIを用いた解析・シミュレーション技術。
  - バイオCDMOで培った連続培養及び精製技術。

#### 事業戦略

2030年までに当社独自の大量生産プラットフォーム技術を確立し、ビジネスモデル①で市場に参入。その後、目指すべき産業アーキテクチャの実現に向け、ビジネスモデル②③で本技術を展開していく戦略。

#### ビジネスモデル①：自社製造・自社販売

第一ターゲットとして、ヘルスケア用アミノ酸の製造・販売。伸長するアミノ酸需要に対し、供給リスク解消・安定生産をメリットに市場参入を目指す（既存アミノ酸メーカーとの協業含む）。

#### ビジネスモデル②：CMO(受託製造)/CDMO(受託開発・受託製造)

- ・ CMO：当社が保有する水素細菌の遺伝子改変株による産生物(アミノ酸等)の製造を受託。
- ・ CDMO：顧客が保有する水素細菌の遺伝子改変株に最適なプロセスを開発し、産生物の製造を受託。

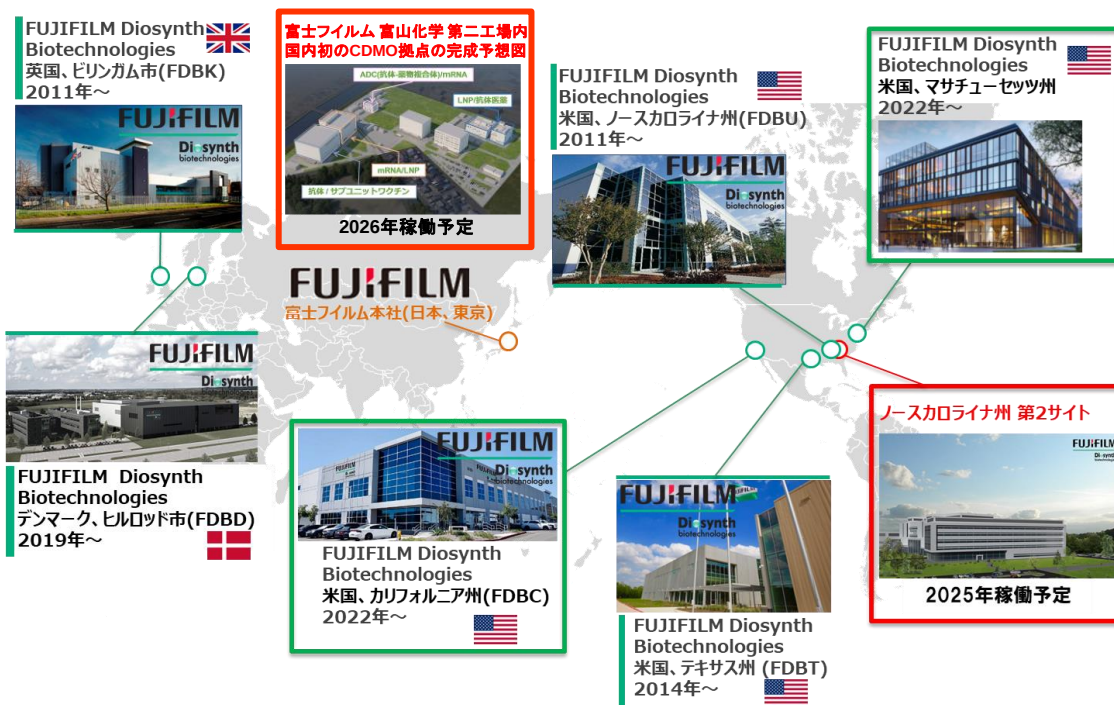
#### ビジネスモデル③：ソリューションビジネス

顧客が保有する製造工程でCO<sub>2</sub>を削減したい場合に、開発・製造支援を行う。支援に必要なシステム設計と実装、原料や無機培地、付帯設備の提供および関連するライセンス提供を行う。

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（社会実装補足: バイオCDMOの強み活用）

## 大量生産プラットフォーム技術を用いた製品・サービスを提供する事業を創出/拡大

- **当社のバイオCDMO事業：**グループ会社 FUJIFILM Diosynth Biotechnologies（以下FDB）とともに、米国・欧州で合計 6 拠点（25年には7拠点）を保有し、グローバルに事業を展開しています。
- バイオCDMOの事業の方針は、  
「**高生産技術の追求、先端分野のビジネス拡大、生産能力の増強**」。  
トータルヘルスケアカンパニーとして成長を続け、社会に貢献していきます。



### 高生産技術の追求：

当社の異業種で培った幅広い生産技術と、バイオCDMOリーディングカンパニーであるFDBがもつバイオテクノロジーの融合により、他社の追従を許さない高生産性技術を開発。

（以下一例）

- ▶ 細胞培養：業界トップクラスの抗体産生能 10g超/ℓ の「Apollo™ X」を開発。
- ▶ 次世代製造ライン：業界初、培養から生成までシームレスにつないだ連続生産システム。
- ▶ 微生物培養：業界トップクラスのタンパク質産生能 15g/ℓ の「pAVEway™」を開発。

### 富士フイルム

#### 異業種で培った幅広い技術

- ✓ 写真フィルムで培った品質管理技術
- ✓ 高度な遺伝子解析技術
- ✓ 先進的なAI・DX技術
- ✓ 画像解析・エンジニアリング技術

### FUJIFILM Diosynth Biotechnologies

#### バイオCDMOのリーディングカンパニー

- ✓ 30年以上にわたる実績
- ✓ あらゆるバイオ医薬品の製造が可能
- ✓ 原薬・製剤・包装、プロセス開発、少量～大量生産に対応

### 独自性・優位性のある高生産技術

「バイオCDMOで確立した高生産技術」を本プロジェクトに展開し、水素細菌の大量生産技術確立を実現する。

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（社会実装補足:様々な産業領域の強み活用）

## 大量生産プラットフォーム技術を用いた製品・サービスを提供する事業を創出/拡大

富士フイルムグループは、ヘルスケア・マテリアルズ・ビジネスイノベーション・イメージングの事業領域で、様々な製品・サービスを提供しています。当社の技術は、写真フィルムで培った基盤技術・コア技術から、様々な事業領域で技術が発展していき、新たなコア技術が形成されるというサイクルを繰り返しています。本事業でも当社の基盤技術・コア技術を展開し、発展させることで、社会に貢献していきます。

### 富士フイルムの事業領域とコア技術/基盤技術



#### ヘルスケア

- メディカルシステム
- バイオCDMO
- LSソリューション



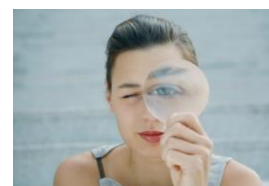
#### マテリアルズ

- 高機能材料
- グラフィックコミュニケーション



#### ビジネスイノベーション

- オフィスソリューション
- ビジネスソリューション



#### イメージング

- コンシューマーイメージング
- プロフェッショナルイメージング

#### バイオ医薬品開発製造受託



#### 化粧品



#### ディスプレイ材料



#### 電子材料



#### チエキ



#### デジタルカメラ



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

## 標準化を活用した水素細菌によるバイオ生産品CO<sub>2</sub>吸収量の定量化ルール形成と競争優位性構築の推進

### 標準化を活用した事業化戦略（標準化戦略）の取組方針・考え方

#### 競争優位性を構築するための基本方針案

- ①バイオ生産品のLCA算定については、CO<sub>2</sub>吸収量、吸収に要した所要時間などの測定を必須要件とし、水素細菌が最もCO<sub>2</sub>吸収効果（CO<sub>2</sub>低減効果）を高く示す測定方法・条件を標準化する。
- ②水素細菌のCO<sub>2</sub>吸収量の測定に必要な定量化装置についても、本事業で開発するシステムもしくは国内製品が最も効率良く性能を発揮する条件を見出し、これを標準化する。
- ③水素細菌のLCAに付加する情報に、特許侵害を検知可能な情報を含めたものを標準化することに努める。
- ④上記測定法・条件によるCO<sub>2</sub>低減効果が、ISO/IWA 42 (Net zero guidelines)等のネットゼロ and/or カーボンニュートラルの国際標準におけるCO<sub>2</sub>減算分として認められるように既存提案改訂の働きかけや、必要に応じて、新規提案することを検討する。

### 国内外の動向・自社の取組状況

#### 1. 国内外の動向

- Green×Digital、日本化学工業協会への参画を通じて、GHGプロトコル、Pathfinder Framework、化学産業におけるCFPガイドラインなど世界・業界におけるLCA算定ルールの標準化動向の監視と、必要に応じて意見提出を行える体制としている。

#### 2. 自社の取り組み状況

- 環境配慮設計の仕組みに基づき、製品ライフサイクル全体におけるCO<sub>2</sub>排出削減と、当社製品・サービスの導入による社会でのCO<sub>2</sub>削減貢献量の算定を実施している。
- LCAについてはISO14040/44、ISO14025に基づく算定により、複合機、CTPプレート等の製品にてエコリーフ環境ラベルを取得している。
- CFP算定の標準ルールメイクが進む中で、国際動向を監視しながら、バイオ生産システムも含めたすべての製品に対しこれら標準に準拠する算定ルールの策定と、環境配慮設計の仕組みの改定により当社全製品への展開を図る。
- バイオ医薬品においても、連続培養によるCO<sub>2</sub>削減効果を算定し検証している。この知見も活用し、水素細菌によるバイオ生産システムの正確なLCA評価（CFP算定）を行うために、そのプロセスでのCO<sub>2</sub>吸収効果を精度良く実測し算定に反映させることで、算定値の精度向上と削減効果の妥当性を保証する。

# 1. 事業戦略・事業計画／（４）経営資源・ポジショニング

## バイオCDMOの強みを活かして、社会・顧客に対して大量生産という価値を提供

### 自社の強み、弱み（経営資源）

#### ターゲットに対する提供価値

「水素細菌の大量生産プラットフォーム」の社会実装により、

- 価格競争力のあるソリューション
- 技術の公開・汎用化による市場拡大
- 理想的な産業アーキテクチャへの転換が期待できる。



#### 自社の強み

- グループ会社含め、グローバルにヘルスケア事業を展開
  - バイオCDMO事業で培ってきた量産技術と品質
  - 様々な解析技術力、高い技術開発力
  - グローバルなサプライチェーン、多様なヘルスケア事業
- イノベーションを創出できる多様な基盤技術と専門性人材（ケミカル、バイオ、エンジニアリング、AI等）
- ヘルスケア事業以外にも様々な事業・技術力を有しており、社内連携で顧客視点のニーズとシーズのマッチング検討が可能

#### 自社の弱み及び対応

- 水素細菌に関する経験が浅い。アカデミアやベンチャーとの協調・連携により、早期に技術・ノウハウを蓄積していく。
- LCA、CFPの標準化は、一社では対応しきれない重要な課題。本事業参画企業やアカデミア等と連携し、推進していく。

### 他社に対する比較優位性(競合との比較、課題をどのように克服するか)

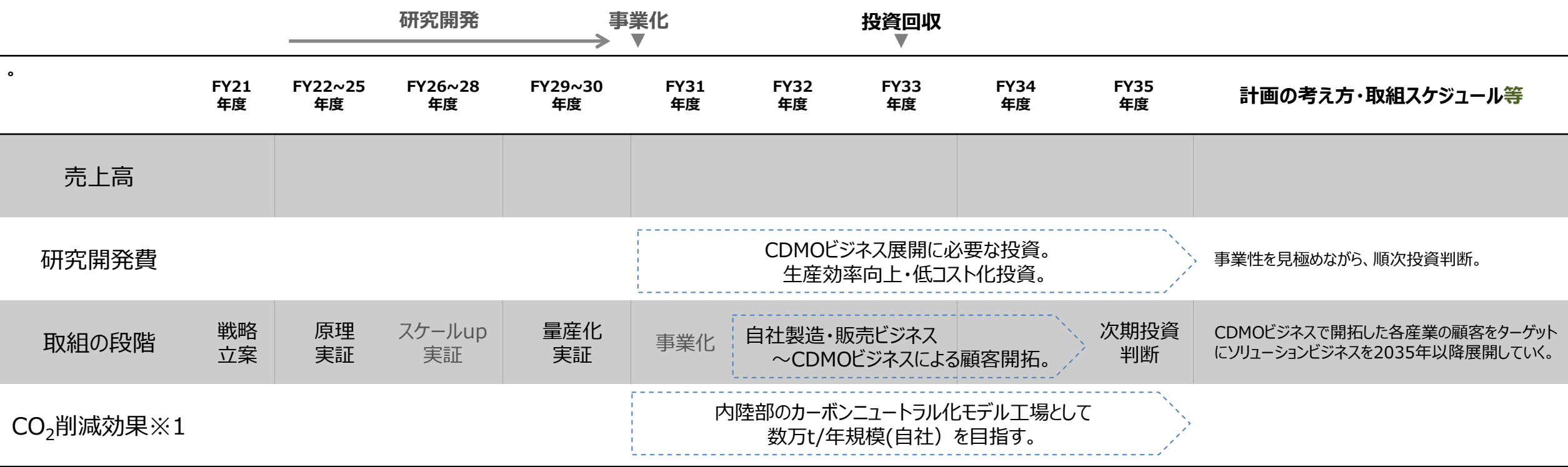
|         | 技術                                                  | 顧客基盤                                         | サプライチェーン                                     | その他経営資源                                          |
|---------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 自社      | (現在)<br>動物細胞、培地等の<br>量産化技術・開発力                      | (現在)<br>医薬・医療等、ヘルス<br>ケア関連の顧客基盤              | (現在)<br>ヘルスケア製品の製<br>造・販売や製造受託               | (現在)<br>各分野で、様々な基<br>盤技術・人材を保有                   |
|         | ↓                                                   | ↓                                            | ↓                                            | ↓                                                |
|         | (将来)<br>水素細菌による大量<br>生産技術、およびLCA<br>に用いる評価技術を<br>確立 | (将来)<br>上記の他、化成品・公<br>共事業等、様々な業<br>種の顧客基盤を構築 | (将来)<br>関連企業・サプライ<br>チェーンが増加し、新<br>規雇用が創出される | (将来)<br>バイオ・ケミカル・エンジ<br>ニアリングが融合し、新<br>たな基盤技術を創出 |
| 他社<br>A | バイオ生産で高い量<br>産化技術を保有。                               | 医薬・医療等、ヘルス<br>ケア関連の顧客基盤                      | ヘルスケア製品の製<br>造・販売や製造受託                       | バイオに特化した基盤<br>技術・人材を保有                           |

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

8年間の研究開発後、2031年度より事業化、2030年代前半に投資回収を想定

ビジネスモデル①自社製造/自社販売のケース：投資計画（グリーンイノベーション基金助成ありの場合）

2031年より、アミノ酸等の自社製造、自社販売による事業化～2030年代前半に投資回収を目指す。  
（本事業で開発実証用に整備したインフラを活用した場合）



※1:上記数値は、水素細菌培養工程のCO<sub>2</sub>固定量を示す。CO<sub>2</sub>の正味削減効果量は、  
委託事業にて、物質・エネルギー収支定量化によりCO<sub>2</sub>減算効果を実証した結果を基に算出予定。

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像（補足：2050年までの社会実装ストレッチ目標）

事業化後、顧客開拓に取り組み、2030年代中頃より本システムの社会実装～各産業のCN化推進に貢献していく

ビジネスモデル ①自社製造・自社販売&②CMO/CDMO & ③ソリューション

自社製造・自社販売ビジネスモデルによる事業化後、②CMO/CDMOビジネスを通じて顧客開拓に努め、③ソリューションビジネスへの拡大を目指す。  
このビジネスモデルにより、各産業に本システムを展開していくことで、社会実装～2050年度CN化実現への貢献を目指す。

| 年度                     | 2022~2025           | 2026~2028           | 2029~2030            | 2031~2040               | 2041~2050                                                 |
|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 売上高                    |                     |                     |                      | 自社製造、CDMO<br>ビジネス推進     | ソリューションビジネス<br>による社会実装                                    |
| 研究開発費                  | 数十億円<br>(支援額+自社投資額) | 数十億円<br>(支援額+自社投資額) | 百数十億円<br>(支援額+自社投資額) | 事業性と顧客ニーズに応じて、順次投資判断    |                                                           |
| 取り組み段階                 | 基本技術開発～小型実証         | 中型実証                | 大型実証                 | 事業化                     | 顧客を通じて各産業へ展開<br>CDMOビジネスによる顧客開拓～<br>各産業へのソリューション提供による社会実装 |
| CO <sub>2</sub> 削減効果※1 |                     |                     |                      | 数千～数十万t/年<br>(自社+顧客実装先) | 数十万t/年以上<br>(主に顧客実装先)                                     |

※1:上記数値は、水素細菌培養工程のCO<sub>2</sub>固定量(ストレッチ目標)を示す。CO<sub>2</sub>の正味削減効果量は、委託事業にて、物質・エネルギー収支定量化によりCO<sub>2</sub>減算効果を実証した結果を基に算出予定。

# 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（進捗状況）

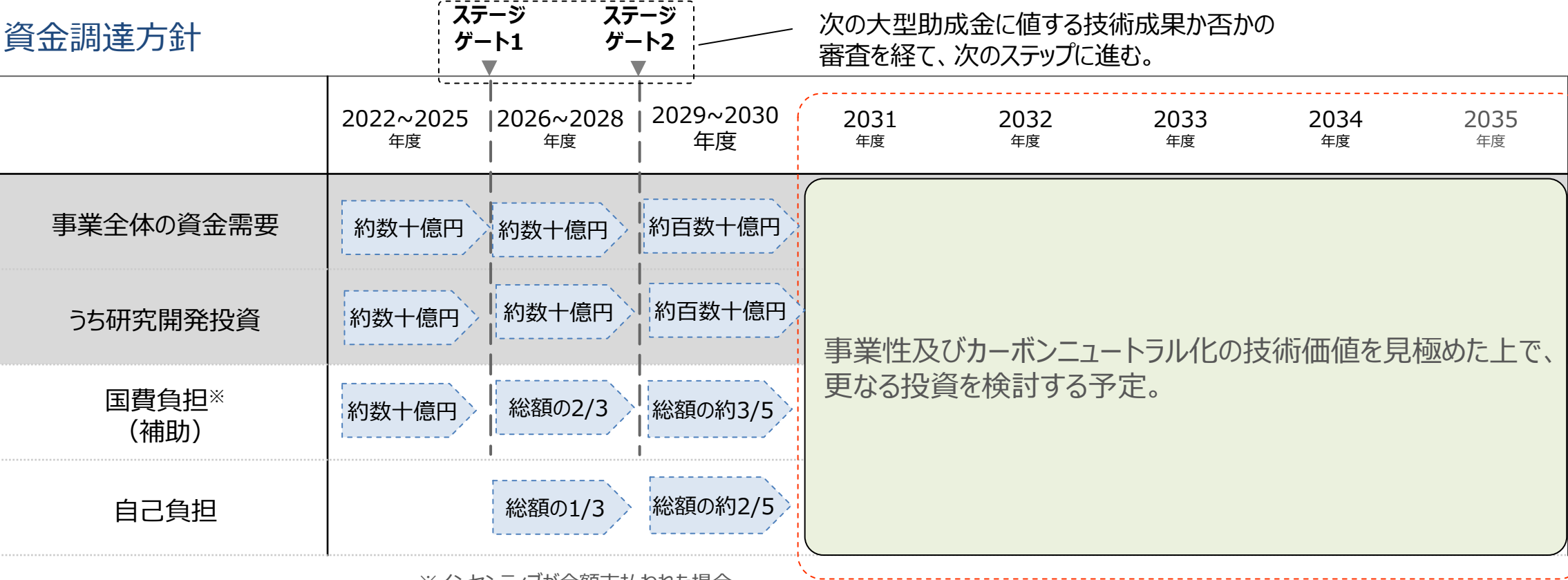
## 研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

|           | 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>標準化戦略<br/>安全を最優先した大量生産プラットフォーム技術を作り、オープンライセンス化することで、デファクトスタンダード化を目指す。また、水素細菌生産技術はコアとして秘匿するが、その性能評価に関しては標準化を検討し市場拡大につなげる。</li><li>オープンイノベーション<br/>水素細菌の遺伝子改変技術は、アカデミアや他企業と連携する。当社の生産技術と組合せることで、相乗効果が期待出来る。</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>設備・システム導入<br/>当社「ソリューションビジネス」の拡大には、複数のエンジニアリング会社との連携が必須。標準化戦略と併行して、連携先を検討する。</li><li>立地戦略<br/>開発・実証の拠点は、当社CN化モデル工場の「神奈川事業場 足柄サイト」。先行導入予定のインフラ等を活用し、効率的に進める。</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>マーケティング全般<br/>「ソリューションビジネス」の事業リスクは、水素価格の高止まり。<br/><br/>政策等の活用に加え、安価水素の調達が可能な海外顧客や、大幅な供給不足が予想されるSAF等の顧客ニーズに対応していく。</li></ul> |
| 進捗状況      | <ul style="list-style-type: none"><li>大量生産プラットフォームの基本技術構築につながる水素を安全に取り扱う防爆安全技術実証用の小スケールプラントを整備中。</li><li>国際標準化最新動向を調査分析し、その結果を基に基本戦略一次案を検討。</li></ul>                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>大量生産プラットフォームの各基本技術実証後、検討予定。</li></ul>                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"><li>水素価格、調達に関連する動向を調査分析中。</li></ul>                                                                                             |
| 国際競争上の優位性 | <ul style="list-style-type: none"><li>優位性：知財・標準化戦略<br/><br/>大量生産プラットフォーム技術の知財権獲得、および標準化戦略により、当社/日本に有利なコンソーシアムが形成出来る。</li></ul>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>優位性：エンジニアリング会社との連携<br/><br/>技術の優位性、標準化戦略に加え、複数のエンジニアリング会社と連携することで、更なる優位性が獲得出来る。</li></ul>                                                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>優位性：大量生産プラットフォーム技術<br/><br/>「CO<sub>2</sub>削減ニーズ」や「低価格ニーズ」が高い顧客を優先的に選定することで、当社ソリューションビジネスの早期拡大に繋げる。</li></ul>               |

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、 2035 年までに事業化に必要な投資を自己負担する予定

資金調達方針



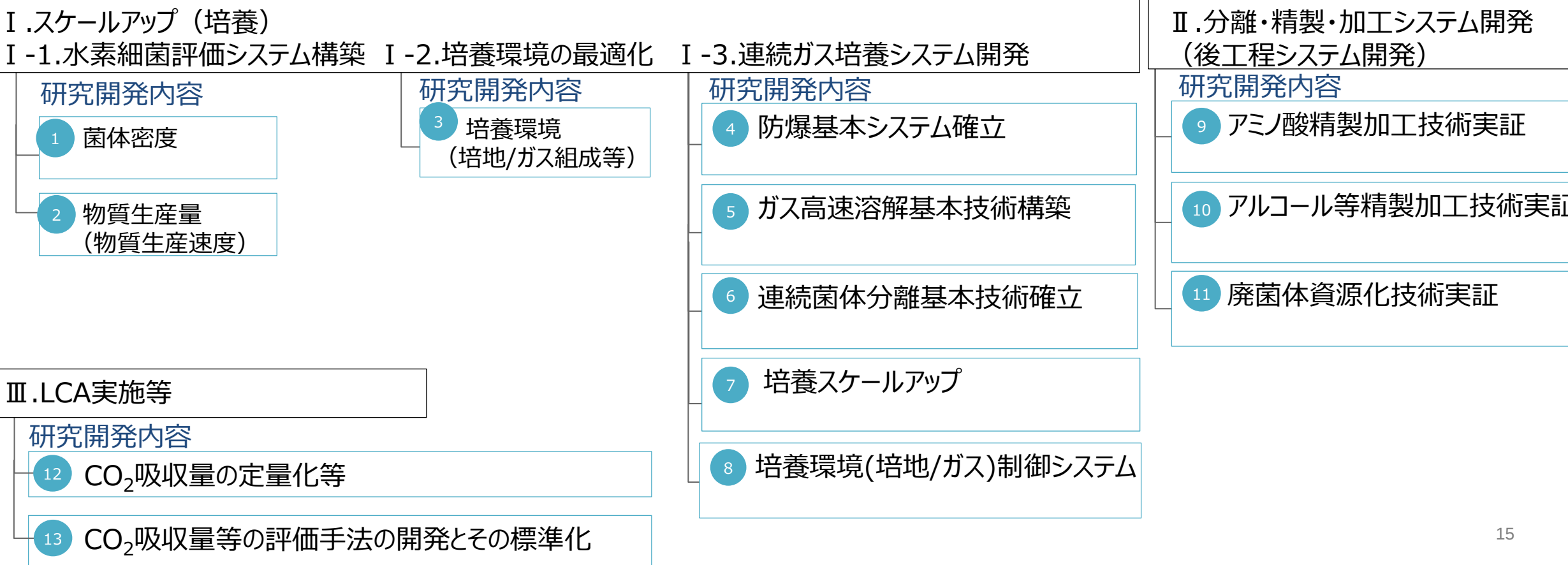
- 上記の自己負担費用は、自己資金にて対応予定。
- 事業ポートフォリオの強化と資産の効率的な活用を通じて営業キャッシュフローを創出し、重点注力分野へ優先的に配分していく。

## 2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

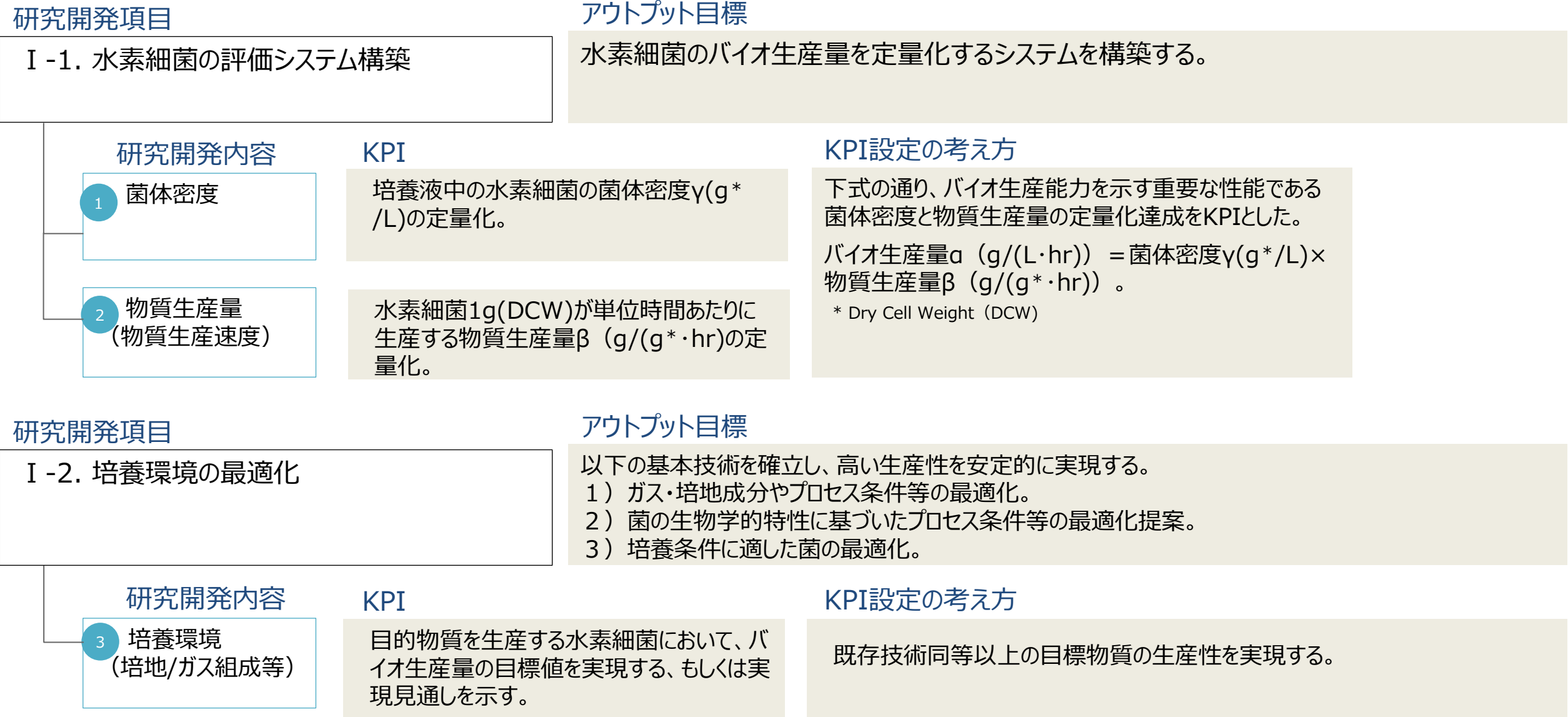
【研究開発項目 3】CO<sub>2</sub>を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証テーマの課題

- CO<sub>2</sub>を原料に物質生産できる水素細菌による製造技術等の開発・実証として、以下に示す3つの研究開発に取り組む。  
（各目標、KPI、達成レベル、解決方法等については次ページ以降に記載）
  - I .スケールアップ（培養）
  - II .分離・精製・加工システム開発
  - III .LCA実施等



## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

### I -1. 水素細菌の評価システム構築、 I -2. 培養環境の最適化



2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

I -3.連続ガス培養システム開発

研究開発項目

I -3.連続ガス培養システム開発

アウトプット目標

2030年に、量産化スケールにて、アミノ酸の連続生産の実証を行う。  
既存技術以上の産生速度を目標とする。

研究開発内容

4 防爆基本システム

5 ガス高速溶解基本技術

6 連続菌体分離基本技術

7 培養スケールアップ

8 培養環境(培地/ガス) 制御システム

KPI

爆発下限未満の条件制御可能化。

産生に必要な各ガス溶解速度達成。

産生速度が維持できること。

各SGにおける目標スケールでの実証  
テスト結果が予測結果を再現。

培養槽内の状態センシングと、培養支  
配要因へのFB制御システムの実現。

KPI設定の考え方

水素を安全に使用するための必須事項。

目標産生能力を実現するために必要な、ガス  
供給（溶解）能力を設定。

採算性向上のため、連続培養が必要であり、  
そのための必須事項。

CO<sub>2</sub>吸収能、生産コストの優位性構築の  
観点から、量産化スケール値を設定。

高効率な培養・ターゲット産生物生産を実現  
するために設定。

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

Ⅱ.分離・精製・加工システム開発 Ⅲ.LCA実施等

| 研究開発項目                                |  | アウトプット目標                                                                                                                                     |                                                                   |
|---------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Ⅱ.分離・精製・加工システム開発                      |  | 水素細菌からの産生物質の精製加工と廃菌体資源化の技術見極め）と量産化スケールのシステム実証（2030年）を行う。                                                                                     |                                                                   |
| 研究開発内容                                |  | KPI                                                                                                                                          | KPI設定の考え方                                                         |
| 9 アミノ酸精製加工技術                          |  | 目標品質に到達、或いは到達見通しを示す。                                                                                                                         | 出口製品要求仕様を満たすための必要事項。                                              |
| 10 アルコール等精製加工技術                       |  | 目標品質に到達、或いは到達見通しを示す。                                                                                                                         | 出口製品要求仕様を満たすための必要事項。                                              |
| 11 廃菌体資源化技術                           |  | 製造スケールでのメタン発酵等の廃菌体資源化の実証。                                                                                                                    | 経済合理性、CO <sub>2</sub> 削減効果向上のための必要事項。                             |
| 研究開発項目                                |  | アウトプット目標                                                                                                                                     |                                                                   |
| Ⅲ.LCA実施等                              |  | 本バイオ生産システムのCO <sub>2</sub> 吸収量の定量化及びその手法の構築（2025年）。事業化後の国内標準化、国際標準化を達成のために、本取り組みで定量化する吸収量が、CO <sub>2</sub> 減算分としてグローバルに認められるシステムを構築する（2030）。 |                                                                   |
| 研究開発内容                                |  | KPI                                                                                                                                          | KPI設定の考え方                                                         |
| 12 CO <sub>2</sub> 吸収量の定量化等           |  | LCA・CO <sub>2</sub> 吸収能の定量化。                                                                                                                 | カーボンネガティブソリューションの環境影響低減の主要性能として、LCA・CO <sub>2</sub> 吸収能の定量化は必須事項。 |
| 13 CO <sub>2</sub> 吸収量等の評価手法の開発とその標準化 |  | 標準化のための評価システム構築。                                                                                                                             | 事業化後の国際優位性を構築するためには、標準化に対応するシステムの構築は必要事項。                         |

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

### I -1.水素細菌の評価システム構築、 I -2. 培養環境の最適化、 II .分離・精製・加工システム開発、 III .LCA実施等

| 研究開発内容                               | KPI                                                                                  | 現状                                               | 達成レベル               |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|
| 1 菌体密度                               | 培養液中の水素細菌の菌体密度 $\gamma$ (g*/L)の定量化                                                   | ラボスケールで水素細菌での定量化手法を確立した (TRL3)                   | ↔ 大型スケール ('30 TRL7) |
| 2 物質生産量（物質生産速度）                      | 水素細菌1gが単位時間あたりに生産する物質生産量 $\beta$ (g/(g*・hr)の定量化                                      | 目標のアミノ酸（1種）を定量化手法を確立した (TRL3)                    | ↔ 大型スケール ('30 TRL7) |
| 3 培養環境（培地/ガス組成等）最適化                  | バイオ生産量の目標値を実現する、もしくは実現見通しを示す                                                         | ラボスケールで水素細菌培養最適条件探索中 (TRL3)                      | ↔ 大型スケール ('30 TRL7) |
| 4 防爆基本システム                           | H <sub>2</sub> : 4%未満またはO <sub>2</sub> : 5%未満を満たすこと。                                 | 小スケール実証設備向け防爆システムを手配開始した (TRL3)                  | ↔ 大型スケール ('30 TRL7) |
| 5 ガス高速溶解基本技術                         | 各ガスの溶解速度の達成<br>H <sub>2</sub> : ●●、O <sub>2</sub> : ●●、CO <sub>2</sub> : ●●(L/L/min) | 目標のガス溶解速度が得られることを確認した (TRL3)                     | ↔ 大型スケール ('30 TRL7) |
| 6 連続菌体分離基本技術                         | 連続菌体/上清分離操作を行った際に、菌体密度を維持                                                            | 水素細菌の分離が可能なシステムを選定し小スケール実証設備向け装置を手配開始した。(TRL3)   | ↔ 大型スケール ('30 TRL7) |
| 7 培養スケールアップ                          | 各SGにおける目標スケールでの実証テスト結果が予測結果を再現 SG1:小型、SG2:中型、SG3:大型                                  | スケールアップ時の培養槽内状態予測シミュレーション構築中 (TRL3)              | ↔ 大型スケール ('30TRL7)  |
| 8 培養環境(培地/ガス)制御システム                  | 培養槽内の状態のセンシングと、培養支配要因へのFB制御システムの実現                                                   | ラボスケール培養装置構築中。センサーの検討中 (TRL3)                    | ↔ 大型スケール ('30 TRL7) |
| 9 アミノ酸精製加工技術                         | 目標品質への到達見通し                                                                          | 水素細菌では実績なし、他の細菌による培養生産は実用化されている (TRL3)           | ↔ 大型スケール ('30 TRL7) |
| 10 アルコール等精製加工                        | 目標品質への到達見通し                                                                          | 水素細菌では実績なし、既存製品工程の回収アルコール精製では、工業品質レベルをクリア (TRL3) | ↔ 大型スケール ('30TRL7)  |
| 11 廃菌体資源化技術                          | 製造スケールでのメタン発酵等の資源化の実証<br>※メタン発酵採用の場合                                                 | メタン発酵の外注テストを実施中 (TRL3)                           | ↔ 大型スケール ('30 TRL7) |
| 12 CO <sub>2</sub> 吸収量の定量化等          | CO <sub>2</sub> 吸収能等の定量化と環境影響優位性有無見極め                                                | 定量化環境を整備中 (TRL3)                                 | ↔ 大型スケール ('30TRL7)  |
| 13 CO <sub>2</sub> 吸収量等の評価法の開発とその標準化 | 標準化のための評価システム構築                                                                      | 評価システムを構築中 (TRL3)                                | ↔ 大型スケール ('30 TRL7) |

## 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

| 研究開発内容                      | 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 菌体密度                      | 培養液中の水素細菌の菌体密度 $\gamma$ (g*/L)の定量化                     | <ul style="list-style-type: none"><li>水素細菌（野生株）の菌体懸濁液を用いて、菌体密度の定量化手法を確立した。</li><li>菌体懸濁液の濁度より、菌体密度(g*/L)への換算式を取得した。</li></ul>                                                                                                         | ○ 予定通り遂行中 |
| 2 物質生産量<br>(物質生産速度)         | 水素細菌1g(DCW)が単位時間あたりに生産する物質生産量 $\beta$ (g/(g*・hr)) の定量化 | <ul style="list-style-type: none"><li>アミノ酸（1種）の定量化手法を確立した。</li></ul>                                                                                                                                                                  | ○ 予定通り遂行中 |
| 3 培養環境<br>(培地/ガス組成等)<br>最適化 | 目的物質を生産する水素細菌において、バイオ生産量の目標値を実現する、もしくは実現見通しを示す         | <ul style="list-style-type: none"><li>水素細菌（野生株）の培養条件を検討し、先行文献同等以上の菌体密度への到達を確認した。</li><li>ラボスケールの条件探索スクリーニングのため、スクリーニング装置の設置を推進しており、新たに複数スケールの培養装置の設置を完了した。</li><li>培養関連情報や代謝・遺伝子情報等を集積したデータベース（ナレッジDB）の基本設計を完了し、データ蓄積を開始した。</li></ul> | ○ 予定通り遂行中 |

## 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

| 研究開発内容              | 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            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 4 防爆基本システム          | H <sub>2</sub> : 4%未満または<br>O <sub>2</sub> : 5%未満を満たす<br>小スケール実証                                     | ・小スケール実証用培養装置に装備する防爆システムの仕様を確定し手配開始した。                                                          | ○<br>予定通り遂行中   |
| 5 ガス高速溶解基本技術        | 各ガスの溶解速度<br>H <sub>2</sub> : ●●、O <sub>2</sub> : ●●、<br>CO <sub>2</sub> : ●●(L/L/min)<br>を小スケールで実現する | ・ラボスケールおよび小スケール実証装置と同スケールの模擬槽を用いた実験で、目標のガス溶解速度が得られることを確認した。<br>・小スケール実証用培養装置向けガス溶解システムの詳細仕様検討中。 | ○<br>予定通り遂行中   |
| 6 連続菌体分離基本技術        | 連続菌体/上清分離操作を行った際に、菌体密度を維持する小スケール実証                                                                   | ・ラボ実験により菌体分離可能な方式を見出し、小スケール実証用培養装置向け菌体分離装置の選定完了、手配開始した。                                         | ○<br>予定通り遂行中   |
| 7 培養スケールアップ         | 小スケールでの実証テスト結果が予測結果を再現                                                                               | ・小スケール実証装置と同スケールの模擬槽を整備完了し、混合状態可視化、ガス溶解速度計測など実験開始した。<br>・大スケールの予測を可能にするための培養シミュレーションの構築開始した。    | ○<br>予定通り遂行中   |
| 8 培養環境(培地/ガス)制御システム | 培養槽内の状態のセンシングと、培養支配要因へのFB制御システムの実現                                                                   | ・各種センサーを装備したラボスケール培養装置を整備完了。一部未入手のセンサーを探索・検討中。                                                  | ○～△<br>センサー検討中 |

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

| 研究開発内容                               | 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                                  |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 9 アミノ酸精製加工技術                         | 目標品質に到達、或いは到達見通しを示す                                                                | なし（2024年度中頃から開始する計画）                                                                                                                        | —                                    |
| 11 廃菌体資源化技術                          | 既存の廃菌体の資源化に関する技術比較、メタン発酵等の外注テストより候補技術を絞り込む。                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>・廃菌体処理候補技術を一覧表に整理した。</li><li>・メタン発酵の外注テストを実施中。</li></ul>                                              | ○～△：サンプル確保のため評価がやや遅延。<br>全体計画で吸収見込み。 |
| 12 CO <sub>2</sub> 吸収量の定量化等          | <ul style="list-style-type: none"><li>・小スケール培養システムの物質収支、エネルギー収支定量法を構築する。</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>・ラボスケール培養の測定系設備の整備を実施し、菌体及び培養液の元素組成定量化を開始。</li><li>・小スケール培養の定量化フローを作成。各測定機器の絞り込み及び具体化設計検討中。</li></ul> | ○<br>予定通り遂行                          |
| 13 CO <sub>2</sub> 吸収量等の評価法の開発とその標準化 | <ul style="list-style-type: none"><li>・物質収支評価法手法で必要な国際標準化スケジュールの立案と提案準備</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>・CFP算定で必要なCO2測定法について、当社培養システムで検証中。検証結果に基づき、標準化計画をブラッシュアップ予定。</li></ul>                                | ○<br>予定通り遂行                          |

## 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

| 研究開発内容                  | 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 菌体密度                  | 培養液中の水素細菌の菌体密度 $\gamma$ (g*/L)の定量化                    | 目標物質生産菌など、他の水素細菌株でも定量できることの確認。      | 目標物質生産菌を用いて定量できることを確認する     |
| 2 物質生産量<br>(物質生産速度)     | 水素細菌1g(DCW)が単位時間あたりに生産する物質生産量 $\beta$ (g/(g*・hr))の定量化 | 実際の目標物質生産菌を用いた、目標物質の定量化が可能であることの確認。 | 目標物質生産菌からのアミノ酸を定量できることを確認する |
| 3 培養環境<br>(培地/ガス組成等)最適化 | 目的物質を生産する水素細菌において、バイオ生産量の目標値を実現する、もしくは実現見通しを示す        | 目標物質の目標生産性を実現する培養環境（培地/組成等）の確立。     | 目標物質生産菌を用いた検討で解決する          |

## 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

| 研究開発内容                  | 直近のマイルストーン                                                                                           | 残された技術課題                                                                                                                                                                      | 解決の見通し                                                                             |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 防爆基本システム              | H <sub>2</sub> : 4%未満または<br>O <sub>2</sub> : 5%未満を満たす<br>小スケール実証                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>・防爆システム機器性能確認と小スケール培養装置への導入。</li><li>・各ガス成分の制御性把握</li><li>・小スケール培養装置への実装と実証</li></ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>・性能確認済</li><li>・予測モデルを開発し<br/>解決する</li></ul> |
| 5 ガス高速溶解基本<br>技術        | 各ガスの溶解速度<br>H <sub>2</sub> : ●●、O <sub>2</sub> : ●●、<br>CO <sub>2</sub> : ●●(L/L/min)<br>を小スケールで実現する | <ul style="list-style-type: none"><li>・小スケール用ガス溶解システムの詳細仕様検討、装置設計。</li></ul>                                                                                                  | 小スケール模擬槽を使用<br>した確認実験、改良で解<br>決する                                                  |
| 6 連続菌体分離基<br>本技術        | 連続菌体/上清分離操<br>作を行った際に、菌体密<br>度を維持する小スケール<br>実証                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>・小スケール培養装置向け菌体分離装置の設計と導入</li><li>・小スケール培養装置での実証試験</li></ul>                                                                             | 小スケール培養装置用設<br>備設計、発注済                                                             |
| 7 培養スケールアップ             | 小スケールでの実証テスト<br>結果が予測結果を再現                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>・小スケール模擬槽での混合状態、ガス溶解状態の可視化と計測。</li><li>・培養シミュレーションモデルを使用した数値解析と模擬<br/>槽での可視化実験結果との整合性確認（妥当性検証）</li><li>・スケールアップ時の培養槽内予測と培養槽設計</li></ul> | 小スケール模擬槽の実験<br>で解決する                                                               |
| 8 培養環境(培地/ガ<br>ス)制御システム | 培養槽内の状態のセンシ<br>ングと、培養支配要因へ<br>のFB制御システムの実現                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>・ラボスケール装置へのセンサー実装とFB制御を用いた培養実証</li><li>・小スケール培養装置仕様検討、確定。</li><li>・小スケール培養装置での実証。</li></ul>                                             | ラボスケール装置での検<br>証実験と条件最適化で<br>解決する                                                  |

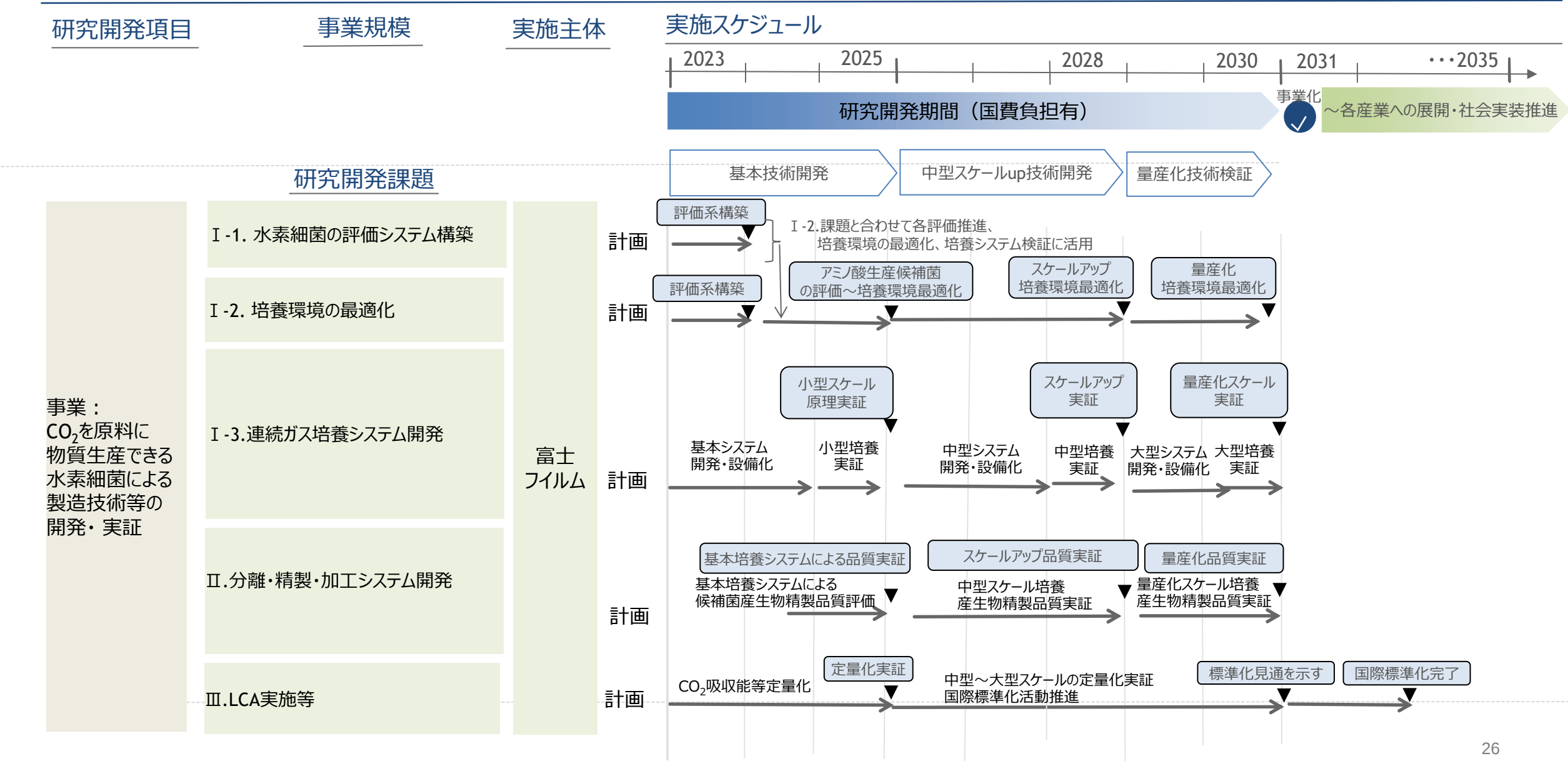
## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

### 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

| 研究開発内容                               | 直近のマイルストーン                                 | 残された技術課題                                                                                                              | 解決の見通し                              |
|--------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 9 アミノ酸精製加工技術                         | 目標品質に到達、或いは到達見通しを示す                        | 培養液からのアミノ酸の分離・精製技術の確立                                                                                                 | 既存アミノ酸/ケミカル製品精製技術を活用し解決する           |
| 11 廃菌体資源化技術                          | 既存の廃菌体の資源化に関する技術比較、メタン発酵等の外注テストより候補技術を絞り込む | 水素細菌廃菌体のメタン発酵により、CO <sub>2</sub> 由来の炭素をどの程度メタンに変化できるかの見積もり。                                                           | メタン発酵の外注試験で、水素細菌の廃菌体を使った評価を行い見通しを得る |
| 12 CO <sub>2</sub> 吸収量の定量化等          | ・小スケール培養システムの物質収支、エネルギー収支定量化を構築する。         | ・ラボスケール培養の物質収支定量化設備による代謝物の同定とその定量化課題の抽出とその対策。<br>・小スケール培養の物質収支定量化設備整備とその立ち上げ及び各種培養条件での定量化。                            | 今後得られる各スケールの定量化課題を解決していく予定。         |
| 13 CO <sub>2</sub> 吸収量等の評価法の開発とその標準化 | ・物質収支評価法手法で必要な国際標準化スケジュールの立案と提案準備。         | ・複数のCO <sub>2</sub> 測定法候補について、実際の系での使用可能性検証。その結果により標準化スケジュールを立案。<br>・信頼性の高いCO <sub>2</sub> 減算方法として、標準化を推進する効果的な団体を選定。 | 標準化動向の更なる調整分析結果を基に解決していく予定。         |

## 2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

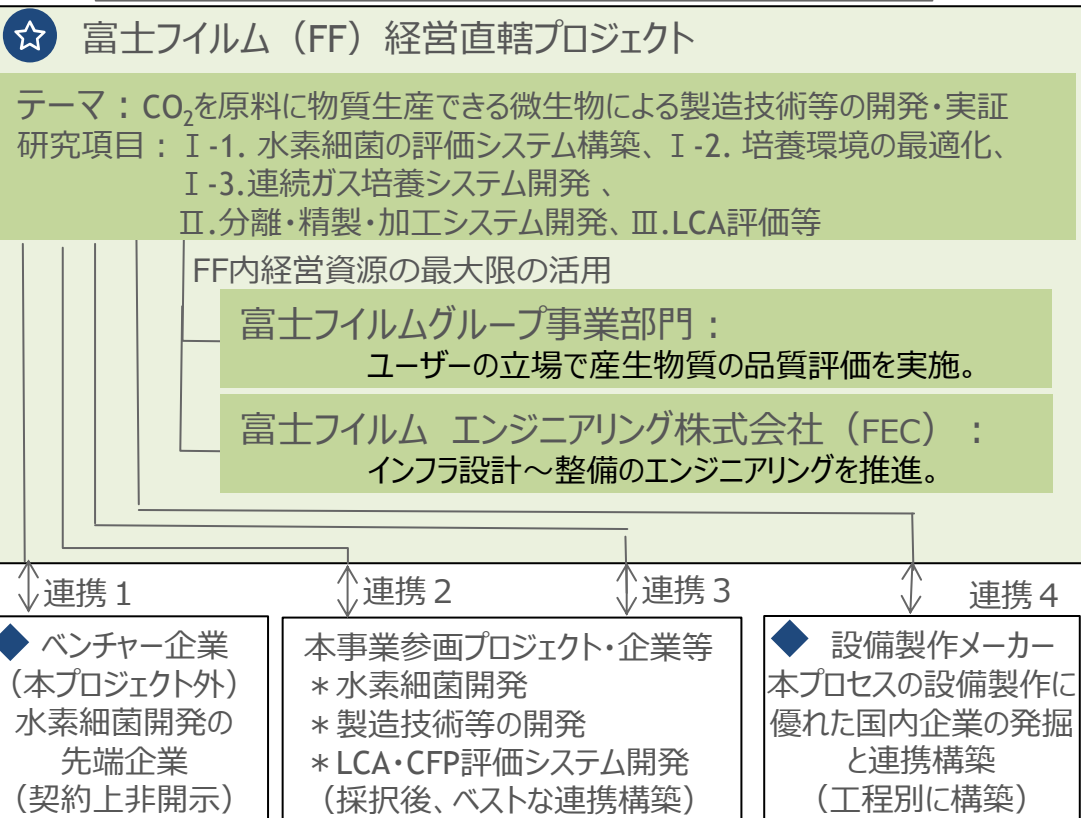
### 複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



## 2. 研究開発計画／（４）研究開発体制

### 水素細菌の能力を最大限引き出すバイオ量産化プロセスの開発・実証と国際優位性構築の実施体制と役割分担

#### 実施体制図



#### 役割と連携方法

##### 富士フィルムの役割

- Ⅰ～Ⅲの各開発課題推進を主導する。
- 富士フィルムグループ事業部門が保有するユーザー視点を活用し、本プロジェクトシーズが市場ニーズとマッチングしているか検証する。
- 富士フィルムエンジニアリング株式会社（FEC）は、開発実証に必要なインフラ設計～整備のエンジニアリング推進をコストセンターとして担当する。

##### 研究開発における連携方法

- FFグループ各専門コアメンバーを、富士フィルム経営直轄プロジェクトとすることで、課題解決に必要な経営資源を即断即決で投入できる推進体制を構築する。
- 開発推進に必要なコアメンバーと原理実証インフラは、富士フィルム 先端研究所の一角所に集約することで、究極のアジャイルな研究開発推進を可能とする。

##### 本プロジェクトにおける他実施者等との連携

- LCA・CFPの評価、定量化については、最先端のアカデミア、企業と標準化評価システム構築連携の枠組みを委託事業期間中に構築し、FFグループ内の評価ノウハウと融合して、国際優位性構築を目指す。
  - 水素供給システム構築については、FF神奈川事業場 足柄サイトのカーボンニュートラル化推進で連携している地元自治体、企業の3者連合\*と水素ベンダーとの連携構築を進め、量産化実証を確実に行っていく。
- ※<https://www.fujifilm.com/jp/ja/news/list/7806>

##### 中小・ベンチャー企業等とのオープンイノベーション連携

- 産生能の高い水素細菌改変の最先端ベンチャー企業（契約制約で非公開）と2社間との共同研究体制や、GI事業参画企業、外部企業等との積極的な連携により推進していく。
- バイオ生産プロセス技術の海外流出防止（＝海外企業に真似られない）戦略として、光学フィルムの生産プロセス分野で実績のある以下に示す設備サプライチェーンを構築していく。  
⇒国内の設備製作中小企業を中心に、本プロジェクトの推進を通じて、工程別に各実証用プロセスを発注し協働で構築することで、国際優位性の高い量産化プロセス供給ベンダーへの成長を支援する。



幹事企業



中小・ベンチャー企業

## 2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

### 国際的な競争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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I スケールアップ<br>(培養)<br>-1.水素細菌評価<br>システム構築<br>-2.培養環境の最適化 | <div>1</div> 菌体密度<br><div>2</div> 物質生産量<br><div>3</div> 培養環境<br>(培地/ガス組成等) | <ul style="list-style-type: none"> <li>社内解析グループが保有する微量成分等の解析技術。</li> <li>国内外培地事業での対象細胞に合わせた成分最適化技術。 <ul style="list-style-type: none"> <li>これまでの開発経験やAI活用等による培地成分最適化ノウハウ。</li> </ul> </li> <li>CDMO事業で活用している基盤技術。 <ul style="list-style-type: none"> <li>遺伝子解析・編集技術(ウェット、ドライ)。</li> <li>細胞樹立、選別、宿主選抜技術。</li> <li>目的タンパク質発現ノウハウ・製造技術。</li> </ul> </li> <li>創薬開発、細胞培養で培ったHTS、ロボティクス技術。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>銀塩写真や高機能材料等、多岐に渡る技術開発や事業に対応する多様な解析技術を保有。</li> <li>培地事業を通して、培地成分最適化等の培地開発の知見・経験が豊富。</li> <li>細胞代謝物、タンパク質成分全般の定量と配列解析、微量培養成分などの高感度定量ノウハウ。</li> <li>細胞改変、改良のための宿主選抜環境の的確な選択手法、技術ノウハウを保有。</li> <li>ゲノム、遺伝子機能情報データに立脚した優良細胞作製・選別、代謝改変の実践経験を保有。</li> <li>創薬やiPS細胞開発を通してHTSやに関する知見を獲得。</li> </ul> <p>微生物（水素細菌）への適用は未知数。</p> |

## 2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

国際的な競争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                                                                                                          |
|-------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I .スケールアップ<br>(培養)<br><br>-3.連続ガス培養システム開発 | 4 防爆基本システム   | <ul style="list-style-type: none"><li>製膜・塗布にて製造スケールで有機溶剤の防爆管理をしており、大型設備での防爆対応設備の構築と運用に関する技術。</li></ul>                        | <ul style="list-style-type: none"><li>有機溶剤を使用した製膜・塗布の製造での防爆対応実績豊富。</li></ul>                                             |
|                                           | 5 ガス高速溶解基本技術 | <ul style="list-style-type: none"><li>抗体医薬向けの高密度細胞培養技術で構築した高効率酸素溶解技術。</li><li>有機化合物の分子構造を自在に変換、不可能を可能にする低分子を製造する技術。</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>動物細胞培養においては他社に比べて高密度培養を実現<br/>微生物×ガス培養では未知数。</li><li>多種多様な低分子界面活性剤を保有する。</li></ul> |
|                                           | 6 連続菌体分離基本技術 | <ul style="list-style-type: none"><li>抗体医薬向けの連続培養で構築した細胞分離（ろ過）技術。</li><li>ポリマー溶液から、細胞懸濁液まで様々な液のろ過を製造において運用。</li></ul>         | <ul style="list-style-type: none"><li>動物細胞培養において連続培養を実現。</li><li>微生物（水素細菌）への適用は未知数。</li></ul>                            |
|                                           | 7 培養スケールアップ  | <ul style="list-style-type: none"><li>通気によるガス溶解予測数値モデルを活用したプロセス設計技術。</li><li>数値計算と可視化モデル実験等によるシミュレーション技術。</li></ul>           | <ul style="list-style-type: none"><li>数L培養槽から数百L培養槽へのスケールアップの実績あり。数十万Lのスケールアップが課題。</li></ul>                             |
|                                           | 8 培養環境制御システム | <ul style="list-style-type: none"><li>製膜、塗布、動物細胞培養など各種製造プロセスにおいて、工程状態のセンシング、制御技術を所有。</li></ul>                                | <ul style="list-style-type: none"><li>当社では多岐に渡る製品を製造しており、多くの分野の知見を活かすことができる。</li></ul>                                   |

## 2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

### 国際的な競争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                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ⅱ.分離・精製・加工システム開発<br>(後工程システム開発) | 9 アミノ酸精製加工技術                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>抗体医薬品のグローバルCDMOビジネスで培った精製プロセス技術。</li> <li>精製加工は長年のケミカル製品の開発・生産で培ってきた技術を適用できる領域である。写真・機能性フィルム・半導体材料など、様々な事業領域で獲得してきた技術を活用可能である。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>高生産性を狙った抗体医薬品の連続精製プロセス開発に成功。本研究での量産スケール規模より小規模であり、スケールアップは課題。</li> <li>グループ会社では、試薬や化成品など多様なケミカル製品の精製加工技術・設備を保有しており、連携した開発推進が可能である。</li> </ul> |
|                                 | 10 アルコール等精製加工技術                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>世界トップシェアのTACフィルム製造で培った、蒸留技術による有機溶剤再生技術。</li> </ul>                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>100%近いリサイクル率の高度な蒸留技術を自社で確立出来ている。本研究ではエネルギー使用量削減が課題。</li> </ul>                                                                                |
|                                 | 11 廃菌体資源化技術                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>メタン生成菌を用い、有機物含有廃液からメタンを生成し、発電・蒸気を生成するシステム。</li> </ul>                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>メタン発酵システムの実用実績あり。</li> </ul>                                                                                                                  |
| Ⅲ.LCA実施等                        | 12 CO <sub>2</sub> 吸収量の定量化等          | <ul style="list-style-type: none"> <li>多種多様な製造管理で培ってきた工程のモニタリング技術、解析技術は各工程解析に活用可能。</li> </ul>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>バイオCDMO事業で培ってきたバイオ生産品のLCA評価のノウハウ。</li> </ul>                                                                                                  |
|                                 | 13 CO <sub>2</sub> 吸収量等の評価法の開発とその標準化 | <ul style="list-style-type: none"> <li>グローバルに展開している富士フィルムグループの多種多様な製品の事業展開で培ってきた世界の各業界との繋がり。</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>バイオCDMO事業だけでなく、多種多様な材料製品のLCA評価のデータベースと汎用化のノウハウ。</li> </ul>                                                                                    |

# 3. イノベーション推進体制

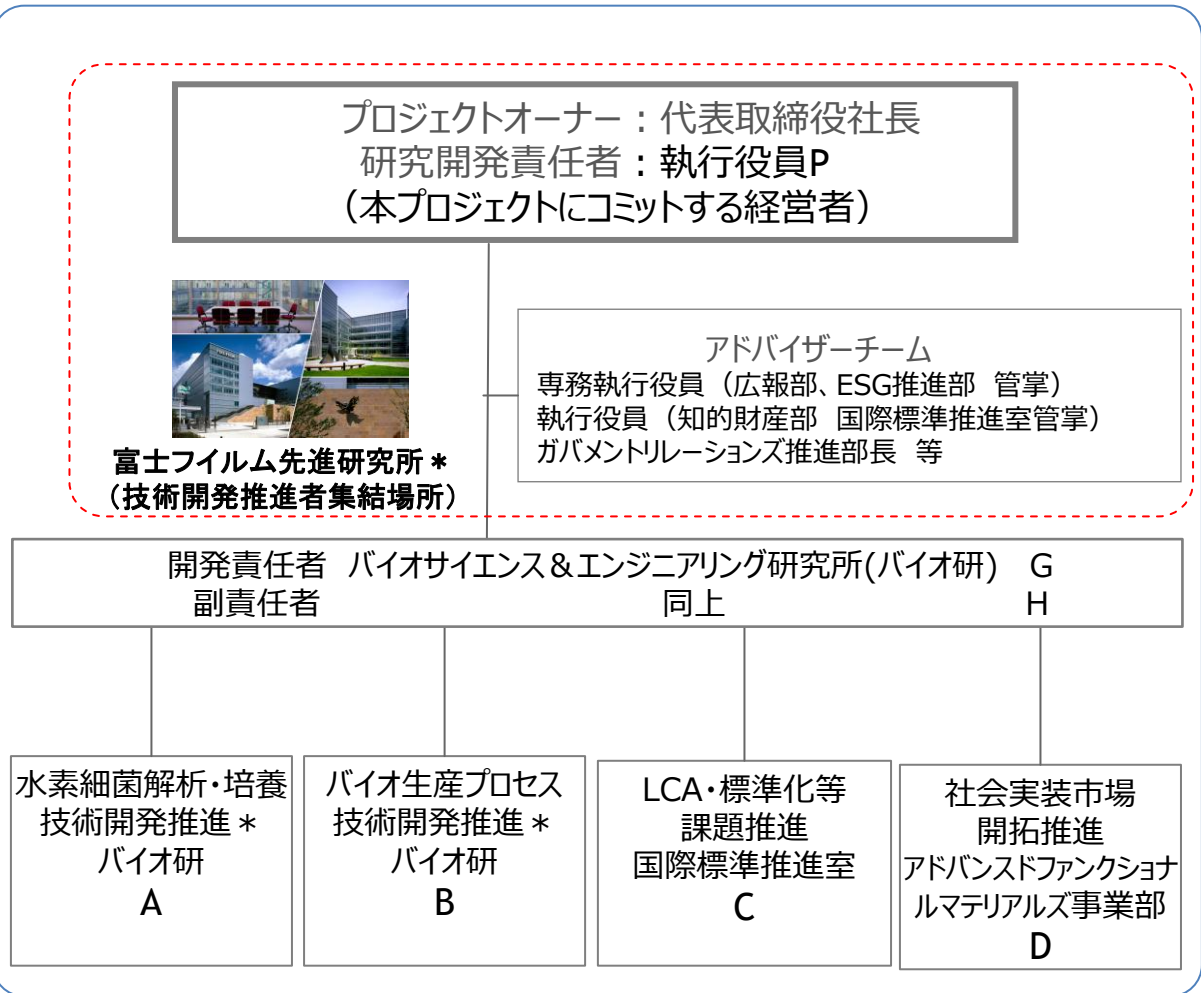
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

### 3. イノベーション推進体制／（１）組織内の事業推進体制

#### イノベーション創出経験のある多種多様な人材で構成する経営トップ層直轄のプロジェクト体制

- 経営トップ層直轄のプロジェクト体制を構築することで、課題解決に必要な富士フィルムグループの経営資源を即断即決で投入し、難易度の高い目標達成を目指す。
- 富士フィルムのイノベーション創出に貢献してきた多種多様な人材と開発インフラを1か所に集結させ、主要課題を推進するチーム構成により、組織の枠を取り払った連携を可能とすることで、アジャイルなプロジェクト推進を可能とする。

#### 体制図



#### 組織内の役割分担

##### 各推進責任者と担当部署

- 研究開発責任者 P：  
ライフサイエンス戦略本部 副本部長兼バイオサイエンス&エンジニアリング研究所長。
- 研究開発・実証・標準化推進チーム構成
  - Aチーム：微生物解析技術等課題①～③推進。
  - Bチーム：バイオプロセス技術等課題④～⑪推進。
  - Cチーム：LCA等定量化、標準化課題⑫、⑬推進。
  - Dチーム：CN化貢献社会実装市場開拓推進。
- チームリーダー実績
  - P：細胞、微生物培養技術開発及び関連事業拡大実績多数。
  - G：バイオとケミカルの融合開発推進等の実績多数。
  - H：細胞を含む各種生産技術実用化実績多数。
  - A：バイオ材料、バイオものづくり開発推進等の実績多数。
  - B：培養プロセス含む様々な生産プロセス開発実用化実績多数。
  - C：国際標準化等実績多数。
  - D：ファインケミカル材、培地等の商品化推進実績多数。

##### 部門間の連携方法

- ライフサイエンス事業領域の戦略及び技術開発推進を執行する経営者が研究開発責任者となり、各関連部門長と密な連携を可能とする。
- 全チームの技術開発推進コアメンバーは、富士フィルム先進研の1か所に集結し、多様な技術者が、常に直接議論即応できるアジャイルな開発推進を可能とする。

### 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

#### 経営者等による気候変動への対応への関与の方針

##### 経営者等による具体的な施策・活動方針

当社は、2017年8月に長期CSR計画「サステナブルバリュープラン（Sustainable Value Plan）2030」（以下、「SVP2030」と記載）を策定した。「SVP2030」の下、「事業プロセスにおける環境・社会への配慮」と「事業を通じた社会課題の解決」の2つの側面から、4つの重点分野「環境」「健康」「生活」「働き方」と、事業活動の基盤となる「サプライチェーン」「ガバナンス」における各分野で設定した目標達成に向けた取り組みを進めている。

特に「環境」においては、国際社会共通の重要課題である気候変動への対応として、CO<sub>2</sub>排出削減に積極的に取り組んでいる。2021年12月には、新たなCO<sub>2</sub>排出削減目標を設定した。新たな目標では、2040年度までに自社が使用するエネルギー起因のCO<sub>2</sub>排出を実質的にゼロとすることを目指している。また、原材料調達から製造、輸送、使用、廃棄に至るまでの自社製品のライフサイクル全体において、2030年度までにCO<sub>2</sub>排出量を50%削減（2019年度比）する。本目標は、パリ協定で定められている「1.5℃目標」に整合したものであり、この達成に向け、当社は新たな環境戦略“Green Value Climate Strategy”を策定した。この戦略の骨子は、環境負荷の少ない生産活動“Green Value Manufacturing”と、優れた環境性能を持つ製品・サービス“Green Value Products”の創出・普及である。この戦略に基づき、2022年3月29日には、富士フイルム(株)は、東京ガス(株)、神奈川県南足柄市と「脱炭素社会の実現に向けた包括連携協定」を締結した。これにより、ものづくりにおけるカーボンニュートラルモデルの確立を目指している。また、バイオエンジニアリング技術の応用として、水素細菌を用いたCO<sub>2</sub>の資源化は、有効なCO<sub>2</sub>排出削減方法の1つと考えている。

##### 経営者等の評価・報酬への反映

脱炭素社会の実現に向けて、2021年12月に新たなCO<sub>2</sub>排出削減目標を設定した。この目標を達成するためのインセンティブとして、2022年4月1日付で、中期業績連動型株式報酬（パフォーマンス・シェア・ユニット）の業績指標評価にESG指標（CO<sub>2</sub>排出量目標に対する排出実績率）を追加した。

##### サステナブル社会の実現に向けた推進体制

事業を通じて社会課題を解決するという明確な方針の下、社会の発展に対する貢献と当社事業のさらなる成長を両立させる考え方が、経営や企業文化の根幹に根づいている。

2019年6月に、ESGの取り組みを加速させるため、従来、経営企画部内に置かれていたCSR部門を発展的に改組し、社長直下の組織としてESG推進部を設立した。ESG推進部は、富士フイルムグループの経営の根幹にESGの視点を取り込むことやESGに関する施策を社内に浸透させる役割を担いながら、グループ全体のESG課題の検討・提案、活動実績の社外への情報開示、ステークホルダーとのコミュニケーションのほか、グループ各社のCSR活動支援、活動に対する進捗管理などを行っている。また、当社社長を委員長とするESG委員会は、富士フイルムグループのESGに関する重要事項についての意思決定を行っており、その内容は取締役会にも報告されている。ESG委員会は、委員長の当社社長、ESG・経営企画・人事の各担当役員、および事業会社（富士フイルム・富士フイルムビジネスイノベーション）の社長で構成され、議題によって関連する役員・事業部長などが審議に参加している。このESG委員会の下部組織として新たに設立した「GX（Green Transformation）委員会」を活用してGXを加速する。

### 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

#### 経営戦略中核にカーボンニュートラルを位置づけ、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

- 当社コーポレートガバナンスにおける主な会議体
  - 富士フイルムグループは取締役会を、グループ経営の基本方針と戦略の決定、重要な業務執行に関わる事項の決定、並びに業務執行の監督を行う機関と位置づけている。定時取締役会を原則毎月1回開催するほか、必要に応じて臨時取締役会を開催している。
  - また経営会議にて、取締役会で決定された基本方針、計画、戦略に基づき、重要案件やグループ全体に関わる施策等の審議を行っている。なお、当社は業務執行の迅速化を図るため、執行役員制度を採用しており、執行役員は、取締役会が決定した基本方針に従って、業務執行の任にあたる。執行役員の員数は現在10名（うち、取締役の兼務者が3名）で、その任期は取締役と同様に1年としている。
- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
  - 当社グループがSustainable Value Plan 2030にて掲げている事業プロセスにおける環境・社会への配慮、及び事業を通じた社会課題の解決を目的とした、水素細菌を用いたアミノ酸製造技術を開発するための設備・研究開発(本事業)への投資が、取締役会で承認された。
  - 当社グループの関係部門を管掌する執行役員が参加する経営会議にて、カーボンニュートラルへの貢献とアミノ酸等の大量生産システムに繋げる本事業を、経営トップをプロジェクトオーナーとする直轄プロジェクトとして立ち上げ、当社グループの総力を結集して推進していくことが承認された。

##### ステークホルダーとの対話、情報開示

- 中長期的な企業価値向上に関する情報開示
  - 当社グループは、2018年12月に「気候変動関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）」の提言への賛同を表明し同提言に則った情報開示を進めており、2019年4月には事業活動での100%再生可能なエネルギー利用を目指す国際的なイニシアチブ「RE100」に加盟している。
  - 「2040年度までに当社グループが使用するエネルギーによるCO<sub>2</sub>排出実質ゼロ」を目標に掲げ、エネルギー利用効率の最大化及び再生可能エネルギーの導入・活用によるCO<sub>2</sub>排出削減を進めている。
- 株主・投資家との対話  
当社グループはトップマネジメントが積極的にIR活動に参画する等、国内外の投資家の皆様とのコミュニケーションの強化を図り、IR活動の充実を通して投資家の皆様との信頼関係の強化を図っている。また、議決権行使担当者やESGアナリストとの継続的な対話を通して、当社の経営方針やガバナンス体制に関するアップデートを行うとともに、当社経営に対する適切な助言をいただき、取り組みのさらなる改善に繋げている。

##### 企業価値に関する指標との関連性

キャッシュフローマネジメントと共に、ROIC、CCCをKPIとして定めている。事業ポートフォリオの強化と資産の効率的な活用を通じて、3年で1兆円の営業キャッシュフローを創出し、成長分野へ優先的に配分するとともに、持続的な成長を可能にする強靱な事業基盤を構築することで、企業価値を向上させていく。（2023/3末時点でのPBRは0.97倍）

### 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

- 本事業への経営資源の投入方針  
カーボンニュートラル化の課題解決に必要な人材・設備・資金を投入する。
  - 本プロジェクト推進に必要な多様な専門人材や自己資金を投入する方針が、取締役会、及び経営会議で承認されている。
  - 本事業推進に必要な開発実証設備用に、先進研究所と神奈川事業場 足柄サイトの土地、及び既設ユーティリティの一部を活用する。
- 機動的な経営資源投入のための体制
  - バイオCDMO技術開発推進部門統括とライフサイエンス戦略本部の副本部長を兼務している執行役員によるプロジェクト推進統括体制により技術開発と事業戦略を機動的に推進し、知財及び国際標準化推進部門の管掌役員、環境戦略推進部門の管掌役員をアドバイザーに配置するプロジェクト体制とした。
  - 毎月のプロジェクト進捗報告会、及び、四半期毎にCEOへの報告会を開催することで、課題解決に必要な富士フイルムグループの経営資源を即断即決で投入可能とする。
- 実施体制の柔軟性の確保
  - バイオ生産に対応できる、汎用性あるLCA(CFP)評価システム開発とその国際標準化推進について、本事業に参画する国内企業や先端アカデミア等の社外リソースを積極的に活用し、国際優位性構築を実現する。
  - 当社グループ内組織(富士フイルム和光純薬社、等)は、本事業の開発ターゲット物質のユーザーに相当するため、当社はグループ会社内でプロトタイプ等の検証を迅速に行うことが可能であり、シーズとニーズのマッチングにより、後戻りのないアジャイルな開発を行う。

##### 専門部署の設置と人材育成

- 専門部署の設置
  - 本プロジェクト体制により、各部門に分散している専門人材を一か所に集結させることで、迅速な研究開発を可能とする。また、研究開発責任者への権限委譲により、機動的な研究開発意思決定を可能とする。
  - プロジェクト内には、将来の事業化、及び社会実装推進チームも設置し、事業環境変化に対応したソリューション事業拡大と、国内外のカーボンニュートラル化の実現への貢献を目指す。
- グローバル人材の活用と育成
  - 当社グループは、バイオ医薬品CDMO、バイオ医薬品製造向け培地、いずれの市場においても、世界トップ3の一角※に位置しており、バイオものづくり関連人材を多数有している。世界市場を相手に関連する技術開発と事業化を推進できる人材をさらに育成しながら、本事業の国際優位性の構築に繋げる。 ※当社調べ
  - バイオサイエンスとエンジニアリングを融合することを目的に設立したバイオサイエンス&エンジニアリング研究所に、上記人材を含む国内外の開発人材を集結させ、OJTにより水素細菌によるバイオ生産技術開発のコア人材を育成していく。
- ベンチャー等との連携  
産生能の高い水素細菌改変技術の国内最先端ベンチャー企業と、先方の要望に応じた共同研究体制を構築する等、パートナー毎との最適な連携を通じて世界最先端技術の実用化を目指す。
- 中小企業との連携  
開発実証用バイオ生産プロセスを、技術優位性のある設計製作メーカーを中小企業を中心に工程別に選定し、国内中小企業をバイオ生産プロセスの設備化を担える企業に育成する。プロセス技術の国外への流出防止効果もある。

## 4. その他

## 4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

### プロジェクト推進のリスクと対応策及び事業中止の判断基準

#### 研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 微生物改良の開発遅延リスクと対応。
  - 物質高生産水素細菌を模擬するプロセス先行開発。
    - \* 微生物レスによるガス溶解技術開発。
    - \* ターゲット産生物添加による菌体分離技術開発。
  - 水素細菌の物質生産能の支配要因を菌体内外両アプローチで早期発見、早期対策のサイクルを回す。
    - \* 水素細菌に適したスクリーニング評価環境を構築。
    - \* 水素細菌の能力を最大限引き出せる連続ガス培養プロセスの開発。
  - 積極的なオープンイノベーション推進(All-Japan戦略)。
    - \* 採択後、研究開発項目②を推進する事業参画企業との連携の枠組みを構築していく。
  - 開発インフラ手配の長納期化リスク。
    - 長納期インフラの先行手配
      - \* シーケンサー等のキーデバイスや建築設計・鉄骨等

#### 社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 水素の低価格化遅れリスクと対応。
  - 付加価値の高い市場を第一ターゲットに設定。
    - \* 社会実装の第一ターゲットを水素価格が高くても収益を上げることができる付加価値の高いHC用アミノ酸市場に設定する。これにより、水素の低価格化がある範囲で遅れても初期段階の社会実装を計画通り推進でき、死の谷のリスクを回避しながら、付加価値の低い傾向があるCO<sub>2</sub>排出量の多い産業への実装を着実に展開していく。
  - 長期計画のシナリオに対する想定外のリスクと対応。
    - \* 長期計画では、想定外の問題が発生するケースがある。問題に直面した際には、経営トップの即断即決で経営資源を投入し最善策を講じる。

#### その他（自然災害等）のリスクと対応

- 自然災害によるリスクと対応。
  - 事業継続計画（BCP）で想定される自然災害（地震、津波、洪水、富士山噴火等）に対する対策を講じた以下の拠点にて、本プロジェクトを遂行し、自然災害リスクをミニマム化する。
    - \* 委託事業：富士フィルム先進研究所内。（神奈川県足柄上郡開成町）
    - \* 補助事業：富士フィルム神奈川事業場足柄サイト内。（神奈川県南足柄市）
  - 上記拠点は、内陸部であるため、南海トラフ等の大地震を起因とした大津波リスクは極めて低い。また、利用する建屋等は、耐震を含むBCPで想定されている災害対策を講じている。
  - 万一、被災した場合でも、過去に被災した熊本地震で得られた「迅速な自然災害復旧対策の知見、ノウハウ」を活用して、プロジェクト継続のための迅速な復旧対策を行う予定。

- 事業中止の判断基準：社会実装に求められる生産コストや事業性等を含むプロジェクトの中間目標達成の目途が立たない場合。