

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：光合成によるCO₂直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築
実施者名：株式会社ちとせ研究所（幹事企業）、代表名：代表取締役CEO 藤田朋宏



目次

0. 略語

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（標準化の取組等、含む）
- (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（全体像、これまでの取組、今後の取組）
- (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

略語

CEF :	CORSIA Eligible Fuel (CORSIA適合燃料)
CORSIA :	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (国際民間航空のためのカーボン・オフセット及び削減スキーム)
ESG :	Environment Social Governance (環境、社会、ガバナンス)
GMO :	Genetically Modified Organism (遺伝子組み換え生物)
ICAO :	International Civil Aviation Organization (国際民間航空機関)
IMAT :	Institute of Microalgal Technology, Japan (一般社団法人日本微細藻類技術協会)
JMBC :	Japan Microbiome Consortium (一般社団法人日本マイクロバイオームコンソーシアム)
LCA :	Life Cycle Assessment (ライフサイクルアセスメント)
PBR :	Photo Bio Reactor
PF :	プラットフォーム
SAF :	Sustainable Aviation Fuel (持続可能な航空燃料)
TBMB:	TABÉRUMO BIOFARM (B) SDN BHD
TEA :	Techno-Economic Analysis (技術経済性評価)
TRL :	Technology readiness levels (技術成熟度レベル)

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

責任ある消費と生産への要求が高まり、CO₂を直接原料とするものづくり産業が急拡大すると予想

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)

- 積極的な気候変動対策がもたらす変革への社会受容の高まり。
- 「責任ある消費」「ESG情報」への消費者意識の高まり。

(経済面)

- 気候変動対策を成長機会と捉えた、脱炭素分野への投資拡大。
- 排出権取引、炭素税、グリーン/バイオプレミアムの導入加速。

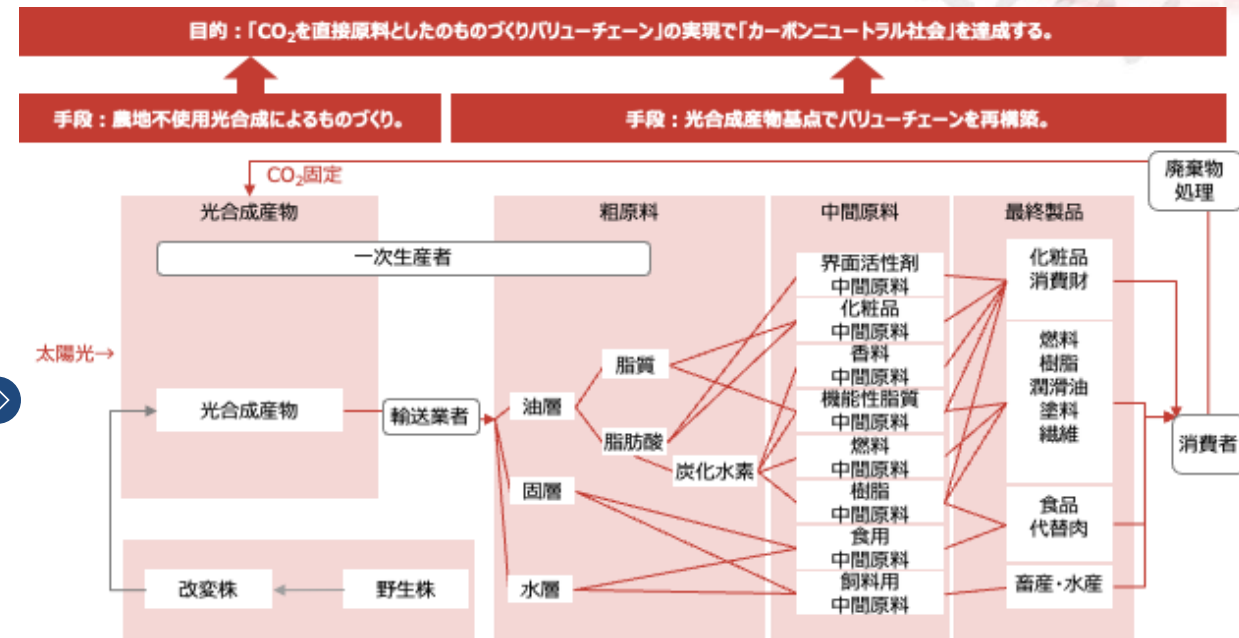
(政策面)

- 世界各国が「2050年カーボンニュートラル」を宣言。
- カーボンニュートラル関連の規制緩和や制度設計を期限を切って展開。

(技術面)

- ネガティブエミッション技術開発の競争激化。
- デジタル技術の導入でバイオものづくりが加速、大規模システム化に適応。
- 原料の量産化、加工、用途開発を一体となって進める必要性。

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



● 市場機会：

カーボンニュートラル社会への転換において、CO₂を固定して生産されるネガティブエミッション製品の需要は急速に拡大し、供給市場が生まれる。

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

石油化学基点の産業から光合成基点の産業へ切り替わることによる、人々の価値観の変化。

● 当該変化に対する経営ビジョン：

- CO₂固定からのものづくりバリューチェーンを確立するために、CO₂から直接生産した光合成産物を、「安定的に」「低価格で」「世界規模で」供給できるプレイヤーになる。



1. 事業戦略・事業計画 / (2) 市場のセグメント・ターゲット

CO₂を固定して生産される製品市場のうち、カーボンニュートラルへの寄与が大きい、光合成産物を原料とした製品市場をバリューチェーンごと、ターゲットとして想定

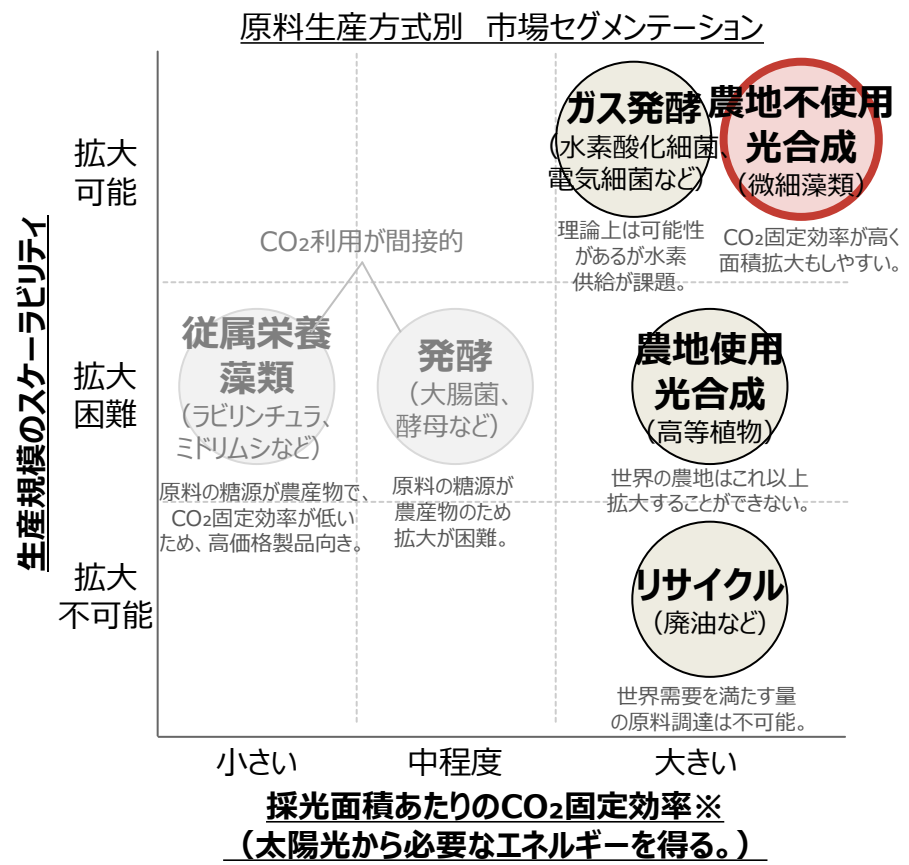
セグメント分析

CO₂を固定して生産される製品市場のうち、CO₂固定効率が高くスケールビリティのある、光合成産物（微細藻類）を原料とする製品市場に注力。

ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 2050年時点で、本事業のアウトカム目標である42.1億トン/年のCO₂削減効果のうち35%相当（14億トン/年）を当社の寄与分とし、製品売上規模で70兆円を達成。



※前提1 代替ジェット燃料にもなる炭素数9以上の有機物を作る。
 ※前提2 H₂やCOの生成に電気エネルギーが必要な場合、太陽光発電を使う。

需要家	世界消費量 (年)
石油元売り 化学品 潤滑油 繊維 化粧品 メーカー	灯油・ジェット燃料 3,486億トン (2040) 3,741億トン (2050) 容器包装用途プラ 4.2億トン (2040) 5.6億トン (2050) 化学繊維用途プラ 1.14億トン (2040) 1.54億トン (2050) 動物性繊維 182万トン (2040) 171万トン (2050)
食品 代替肉 飼料 メーカー	牛・豚・鳥肉、生乳 17.8億トン (2040) 21.9億トン (2050) 飼料 2,212万トン (2040) 2,592万トン (2050)

1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル

光合成生産基盤を用いてカーボンニュートラルな製品・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

- 化石資源利用産業の需要家にネガティブエミッションな原料を供給する。
 - 2050年時点で7億トンの光合成産物を生産。
 - 2050年時点でCO₂削減14億トン。
- 脱化石資源世界・省資源社会における消費者の消費選択肢の提供。
 - 肉、動物繊維等の、資源利用効率の低い製品への依存度を下げる。
- 低緯度地域の耕作不適地をCO₂吸収地域に転換。
 - ターゲットとなる耕作不適地約11億ha。

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

- 製品・サービス：
 - **光合成産物を原料とする各種工業原料・素材、これらが用いられた最終製品。**
(産業アーキテクチャのうち、一次生産者・原料業者のそれぞれに収益機会を見出して想定)
- 収益化の方法：
 - **一次生産者 + 原料業者として**
 - 商用 (2,000ha) プラントへと規模拡張、原料販売開始。需要家と共にサプライチェーンを構築・拡張し、市場成長に伴う需要増に応える
 - **最終製品業者として**
 - 一部の光合成由来素材(粗原料、中間原料、製品を含む)は、自社で最終製品化して販売する。
 - **技術ライセンサーとして**
 - 原料業者に技術ライセンスし、そのライセンス費用を収益とする
- 実現に必要な研究開発：
 - 微細藻類のゲノム改変株をオンデマンドで提供できる技術プラットフォーム (PF) の開発。
 - パイロットスケール (100ha) に投入可能な工業レベルの微細藻類改変株の開発。
 - 生産コスト低減に資する生産効率化・省資源化技術開発、実証プラントでの評価。
 - 光合成産物を無駄なく使い切る為の分離・精製・加工技術開発・用途開発。
 - CO₂削減効果をはじめとする環境配慮要素を評価する基準設定。

項目1 ゲノム編集・調整PF

項目2 微生物開発

項目3-1 生産技術基盤構築

項目3-2 用途開発・市場展開

項目3-3 LCA基準設定

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)

バイオ製品のライフサイクルアセスメント (LCA) 手法の標準化により、信頼される製品市場の形成を推進

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

光合成産物由来バイオ製品のLCA手法を比較可能な状態でオープン化。標準化によって持続可能性基準に反する製品を市場から排除する。

- 最終製品に至るまでのエネルギー収支、CO₂収支の計算方法を設定し公開する。
- 特に光・CO₂固定効率の計算方法の基準も明確化する。
- 商品への表示・標榜方法についても、ガイドラインを策定する。
- GMO or non GMOの基準とその確認方法の国際連携を進め、公開する。

国内外の動向・自社の取組状況

製品のLCA実施基準が不明確・非開示な状態でサステナビリティを標榜するグリーンウォッシュ製品が氾濫。国際機関、産業界が一体となって駆逐する流れに。

国内外の標準化や規制の動向

- 航空業界では、ICAOにより、2027年にSAFの使用が義務化。
- ICAOは、市場メカニズムを活用した排出削減の枠組みとして、国際航空におけるカーボンオフセット及び削減スキーム (CORSIA) 適格燃料として認証 (CEF認証) された燃料のみをSAFとして承認。
- 航空業界の流れは他の業界にも波及する想定。

これまでの自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組

- 光合成産物由来SAFの産業化のための「研究拠点の整備・運用」・「標準化の推進」を行う (一社) 日本微細藻類技術協会の設立・運営支援。
- 鉱工業分野でのGMO微細藻類の開放系利用に向けた規制緩和協議。
- JMBCに設立初期から関わり、複数企業による合意形成を経て計測方法の標準化を達成・論文化。

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

(1) オープン戦略

- (一社) 日本微細藻類技術協会と連携して、原料生産から焼却廃棄までのLCA実施基準をCEF認証を参考にして策定しオープン化。
- CO₂アロケーション、水資源や食品との競合を考慮した新たなLCA実施基準を策定しオープン化。
- バイオ品の混合比率情報をオープン化。

(2) クローズ戦略

- 生産設備その制御プロトコルはできる限り広範囲に特許化する。
- 具体的な培養方法や品質規格等は当事者内で秘匿する。

1. 事業戦略・事業計画 / (4) 経営資源・ポジショニング

農地を使わないネガティブエミッション製品という価値を提供

自社の強み、弱み (経営資源)

ターゲットに対する提供価値

- 化石資源利用産業の需要家に、ネガティブエミッションな原料を提供。
- 特に、日本の需要家が世界に先駆けて原料供給を受けられることは、日本企業の世界展開にあたり大きなアドバンテージになる。
- あらゆる消費者に、サステナブルな製品を正しい情報と共に提供。



自社の強み

- フラットパネル型フォトバイオリアクター(PBR)を利用した微細藻類大規模生産システム。
- MATSURIと名付けられた、環境意識の高い化学、素材、食品メーカーの研究部門・事業部門・経営部門とのオープンイノベーション体制。
- マレーシア・サラワク州での10年以上にわたる事業活動の結果としての政官民学との信頼関係。

自社の弱み及び対応

- 生産規模が大きくなるまではコストが合わない。
- 化学・機械系の知見 (協力機関のサポート)。

他社に対する比較優位性

<自社>

生産技術	顧客基盤	サプライチェーン	現地連携体制
<ul style="list-style-type: none">• 世界最大の微細藻類生産PBR設備を運用中。• AIによるバイオプロセス制御技術。	<ul style="list-style-type: none">• MATSURI参画企業。	<ul style="list-style-type: none">• 現在は実証試験中のため原料サンプルを提供。	<ul style="list-style-type: none">• 実証拠点となる、マレーシア・サラワク州での長期駐在を通じて築かれた政官民学との信頼関係
<ul style="list-style-type: none">• 生産規模の拡大、資源循環利用プロセスの追加、新規微細藻類株の導入により、CO₂固定効果が高まる。	<ul style="list-style-type: none">• ネガティブエミッション素材の価値を認める世界の化石資源利用産業の企業群が参画。	<ul style="list-style-type: none">• 低緯度地域における一次生産拠点から、加工拠点、日本を含む最終製品生産拠点、消費者までサプライチェーンが完成。	<ul style="list-style-type: none">• マレーシアで拡大するとともに、インド、中東、アフリカでも政官民学からの支援を得て生産拠点立ち上げ。

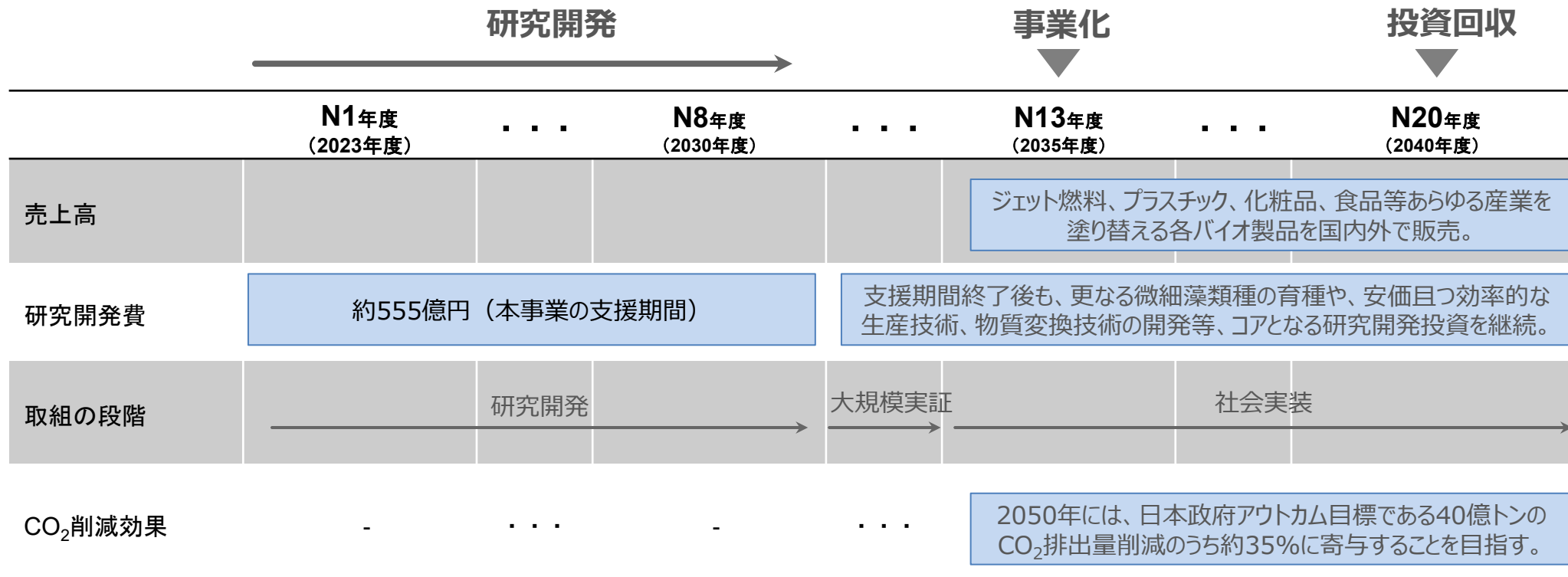


1. 事業戦略・事業計画 / (5) 事業計画の全体像

8年間の研究開発の後、2035年頃の事業化、2040年頃の投資回収を想定

投資計画

- ✓ 本事業終了後も研究開発や実証試験を継続し、微細藻類の商用生産からジェット燃料をはじめとする各バイオ製品の販売に至る、微細藻類を基盤とした産業に係る事業について2035年頃の事業化を目指す。
- ✓ 国内外の需要家と共にジェット燃料を中心にプラスチック、化粧品、食品等のあらゆる市場での販売を図り、2040年頃に投資回収を目指す。



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・マーケティング投資）を見据えた計画を推進



研究開発・実証

設備投資

マーケティング投資

取組方針

- 研究開発起点ではなく、商用生産を見据えた研究開発・実証を行う。
- 光合成産物を余すことなく有価物化するプロセスの確立の為に、生産物は共同実施機関、協力機関にサンプルとして提供し、オープンイノベーション体制で用途開発をスピードに推し進める。

- 2030年を目途に建設予定の2,000ha商用規模の生産拠点は以下を考慮する。
 - 光合成は太陽光をエネルギー源として利用するため、太陽光が潤沢に照射される低緯度地域を前提とする。
 - 一次生産から粗原料への加工までを生産拠点で実施する。
 - 資材は、原則生産設備を建設する現場に近いところで調達する。

- 2021年に立ち上げた、国内外の意欲的な企業と連帯した微細藻類産業構築活動（MATSURI）の国際展開を早期に推進し、本事業の認知度向上と潜在的需要家の呼び込みをする。
- 2030年を目途にLCAの標準化により他社の取り組みとの差別化を図る。

国際競争上の優位性

- 当社の有する世界最先端の微細藻類大規模生産技術を元に、微細藻類由来の製品を世界初かつ大規模に供給することができる。
- ものづくり研究開発力の高い日本の化学企業と早い段階から連携し、需要家や消費者の期待する製品開発が可能となる。

- 拠点選定の基準を詰めておくことにより、効率的な設備投資を行うことができる。
- 当社は過去10年、技術開発と並行で、東南アジアや中東において、将来の建設用地確保のための協議を進めている。

- 本事業の実施期間を通じて当社の国際認知度を高めることで、より多くの需要家に製品を販売することができる。
- 世界で横行する環境持続的でない生産方法との違いを消費者に訴求する事で、太陽光のエネルギーだけで大規模生産する我々のプロジェクトの国際な優位性が明白になる。
- 今後、圧倒的な規模感で原料を供給するため、類似プロジェクトを量で排除できる。

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	マーケティング投資
取組方針	<ul style="list-style-type: none">● 商用生産拠点での安定運用に寄与するか、実用化時の需要家の需要を満たせるか、等を常に留意しながら研究開発・実証を行う。● 本事業を通じて得られる光合成産物を余すことなく有価物化するプロセスを確立するために、生産された光合成産物は随時、共同実施機関、協力機関にサンプルとして提供し、オープンイノベーション体制で用途開発をスピーディーに推し進める。	<ul style="list-style-type: none">● 2030年を目途に建設予定の2,000 ha 商用規模の生産拠点は以下を考慮する。<ul style="list-style-type: none">● 光合成は太陽光をエネルギー源として利用するため、太陽光が潤沢に照射される低緯度地域を前提とする。● 一次生産から粗原料への加工までを生産拠点で実施する。● 資材は、原則生産設備を建設する現場に近いところで調達する。	<ul style="list-style-type: none">● 2021年に立ち上げた、国内外の意欲的な企業と連帯した微細藻類産業構築活動（MATSURI）の国際展開を早期に二桁億円の資金を投じて推し進めてゆくことを通じて、本事業の認知度を高めるとともに、潜在的な需要家を呼び込む。● 2030年を目途にLCAの標準化を通じて光合成産物の環境持続性や信頼性に関する正確な情報を商品・製品に付帯させ、消費者の本物を見分ける目を育成することで、他社の取り組みとの差別化を図る。
進捗状況	<ul style="list-style-type: none">● 2023年3月より世界最大の微細藻類生産設備（PBR）の運用を開始し、更なる大規模化及び安定化に必要となる特有の課題の整理と解決を日々繰り返している。● 微細藻類から得られる炭化水素「ボツリオコッセン」を原料に、より少ない化学変換工程でバイオパラキシレンを得る技術を確立した。得られたパラキシレンを原料に100%バイオ由来原料によるPETの開発に世界で初めて成功した。	<ul style="list-style-type: none">● 微細藻類の生産適地候補とされる低緯度地域にて、微細藻類生産に向けた具体的な候補土地の選定及び試験実施の協議をそれぞれのパートナーと進めている。● UAEでは、2024年4月に日UAEビジネスカウンシルにて当社の取り組みを紹介、ビジネスカウンシルの共同議長および同国の経済省より強い関心が寄せられている。	<ul style="list-style-type: none">● MATSURIの参加機関数について、2021年の立ち上げ当初の20機関から、2026年1月時点で123機関へと増加した。● 2024年5月には世界最大級のテックイベントVIVA TECHNOLOGYに出展し、海外での認知度拡大および潜在需要家との関係構築を進めている。● 2025年大阪・関西万博日本館ファクトリーエリアにてMATSURI パートナー企業10社と共に藻類を活用した循環型ものづくり展示「『藻』のもの by MATSURI」を公開し、藻類を「素材」とし未来の暮らしを支える多様な製品を通じて、その可能性を伝えた



1. 事業戦略・事業計画 / (7) 資金計画

国の支援に加えて、162億円規模の自己負担を予定

資金調達方針

	N1 2023年度	...	N8 2030年度	...	N13 2035年度
事業全体の資金需要*1	約587億円				本事業期間にて微細藻類の改変から大規模生産、製品化に至る研究開発を完了させた後、微細藻類由来の新産業構築と拡大に向けて、自己負担及び国内外の外部資金の活用により、世界各地を拠点とした生産規模の拡大及びそれに伴う研究開発や生産技術向上に係る研究開発などを実施の予定。
うち研究開発投資	約555億円				
国費負担*2	約425億円				
自己負担*2	約162億円				

※1：当社がGI基金事業に係り支出する税込の金額

※2：インセンティブが全額支払われた場合

2. 研究開発計画



2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

「1/10期間でゲノム編集・調整」を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目	アウトプット目標		
項目1 ゲノム編集・調整PF	• 産業利用価値の高い微細藻類を従来比1/10期間で非組換えゲノム編集・ゲノム調整できる基盤を開発する。		
	研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方
	1 ゲノム編集PF	<ul style="list-style-type: none">ゲノム編集技術によるコンストラクトを機能させるまでの期間。コンストラクトを完成後、安全性を立証するまでの期間。	実績のない生物に対しゲノム編集を適用するにも、それが非組換え体として安全性が認められるようにするためにも、膨大な期間を要する。本KPIにて基盤を整えることで、トータルの開発期間短縮が可能になる。
2 ゲノム調整PF*	<ul style="list-style-type: none">ゲノム改変した微細藻類の中から優良株を選抜するためのスループット数。評価培養試験に供することができる1バッチあたりのクローン数。	選抜効率を高めることで、産業上利用価値の高い株が得られるまでの期間を短縮することができる。ここでは、ソーティング技術、イメージング技術で選抜効率を大幅に高めることをKPIとする。	

*ゲノム調整 (genome adjustment) : 人為的に設計構築された細胞のゲノムを実験室進化手法 (ゲノムワイド変異と選抜) を用いて安定化させ、工業環境に適応した生物を得る手法。ちとせの造語。



2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

「脂質生産性5倍以上」を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目	アウトプット目標		
項目2 微生物開発	• ゲノム編集・ゲノム調整および生産技術とを組み合わせ、非組換えで脂質生産性を5倍以上向上させる。		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
1 ゲノム編集・ゲノム調整株の取得	• 一般的な野生株と比較した目的物生産性の改善率	ゲノム編集やゲノム調整を駆使することで、目的物生産性がどれだけ向上させるかをKPIとして設定する。	
2 産業用培養システムによる安全性評価および脂質生産性の確認	• 外来遺伝子非残存確認の達成度。 • オフターゲット解析等による安全性評価の達成度。	ゲノム編集においては経産省、及び本微細藻類を適用するマレーシアへの申請のための安全性評価の実施が必須。	



2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

「2030年時点代替候補品と製造コスト同等」を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目	アウトプット目標		
項目3-1 生産技術基盤構築	・ 2030年までに、微細藻類を用い、光合成由来素材の製造コストが2030年時点の代替候補製品と同等価格以下となる技術を開発する		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
1 生産システム開発 および最適化	・ 光合成産物の生産性	・ 生産システム稼働におけるエネルギー消費を最小化・最適化し、エネルギー消費に伴うCO ₂ 排出量および製造コストを削減しながら、アウトプット目標を達成することが可能である。	
2 循環システム開発、 初期プロトタイプ実証、 機能別プロトタイプ実証	・ リサイクルを含む資源の最小化及びそれに係るエネルギー使用量	・ 生産システム同様、光合成産物製造コストは、生産に供される資源の最小化・リサイクルの促進によって、エネルギー効率およびCO ₂ 排出削減効果を改善することが可能である。	



2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

「2030年時点代替候補品と製造コスト同等」を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目

項目3-2
用途開発・市場展開

アウトプット目標

- 2030年までに、微細藻類を用い、光合成由来素材の製造コストが2030年時点の代替候補製品と同等価格以下となる技術を開発する。

研究開発内容

1

湿潤光合成産物の
省エネ三分離システム
開発および最適化

KPI

- 開発した手法によるバイオマスの処理に要する消費エネルギー量の、従来法との比

KPI設定の考え方

従来の乾燥光合成産物から有機溶媒を用いた抽出・分離プロセスでは、光合成産物の乾燥工程に多くのエネルギーを要す。アウトプット目標達成には、エネルギー消費の削減が重要である

2

光合成由来からの最終
製品製造実証および
品質評価

- 異なる産業分野における製品の開発・実証数、及び光合成産物に対して、製品として利用される部分の割合

CO₂排出削減効果の最大化及びアウトプット目標達成には、①光合成産物利用に伴うCO₂排出量を分配する十分な商業用途の多様性確保、及び②光合成産物全体の経済利用が重要である



2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

「パイロットスケール (100ha) データでLCA基準設定」を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目	アウトプット目標		
項目3-3 LCA基準設定	<ul style="list-style-type: none">• CEF認証取得に必要な情報を揃えるためにパイロットスケール (100ha) プラントデータを用いて商用生産規模のLCA計算・予測手法の基準を設定する。• CEF認証ではカバーされない、水使用、食品競合のLCA基準も設定する。		
	研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方
	1 CEF認証	<ul style="list-style-type: none">• CEF認証取得に必要な情報を揃えるための生産規模	国際的にも認められる持続可能性基準であるCEF認証基準を参考にする。CEF認証のエビデンスには予測値も認められるが、商用生産により近い規模のデータに基づいたLCAを行うことを目指しKPIとする。
2 持続可能性基準の設定	<ul style="list-style-type: none">• CO₂アロケーション、水資源使用、食品競合の基準設定	CO ₂ アロケーション、水資源の利用や食品との競合など、カーボンニュートラル社会実現のために必要な基準でCEF認証だけでは網羅しきれないものがある。本項目では、CEF認定ではカバーしきれない持続可能性基準の立案をKPIとする。	



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

項目1 ゲノム編集・調整PF

実現可能性
(成功確率)

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 ゲノム編集PF	<ul style="list-style-type: none"> ゲノム編集技術によるコンストラクトを機能させるまでの期間。 コンストラクトを完成後、安全性を立証するまでの期間。 	ゲノム編集から安全性評価まで3年以上要する。 (TRL2)	ゲノム編集から安全性評価まで4ヶ月以内で実行する。 (TRL4)	<ul style="list-style-type: none"> ゲノム編集対象株の拡充 編集株と評価の連動強化 	90%
2 ゲノム調整PF	<ul style="list-style-type: none"> ゲノム改変した微細藻類の中から優良株を選抜するためのスループット数。 評価培養試験に供することができる1バッチあたりのクローン数。 	従来微細藻類の変異株評価・選抜は1バッチ1,000クローン程度。 (TRL3)	<ul style="list-style-type: none"> 1バッチで100万クローン以上を評価、選別する。 1バッチ10万クローンを評価、選別する。 (TRL4) 	<ul style="list-style-type: none"> ドロップレット培養時の検出系の拡充 マイクロ流体デバイスを用いた形態の高速取得と選抜 	90%



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

項目2
微生物開発

実現可能性
(成功確率)

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1	ゲノム編集・ゲノム調整株の取得	<ul style="list-style-type: none"> 一般的な野生株と比較した目的物生産性の改善率。 	通常野生株を使用している。 (TRL2) 目的物生産性を野生株と比べて5倍以上に引き上げる。 (TRL4)	<ul style="list-style-type: none"> 藻類の脂質生産性を向上させるとともに、バイオマス生産性も併せて向上させることで単位面積単位時間あたりの脂質生産性を向上させる。 	90%
2	産業用培養システムによる安全性評価および脂質生産性の確認	<ul style="list-style-type: none"> 外来遺伝子非残存確認の達成度。 オフターゲット解析等による安全性評価の達成度。 	通常野生株を使用している。もしくは組換え体のラボ内使用に止まっている。 (TRL2) 実用レベルの生産性が得られた変異株について非組換えおよび安全性を確認する。 (TRL4)	<ul style="list-style-type: none"> 産業用システムを活用して安定した評価系を確立し、生産性を評価する。 オフターゲット解析等による安全性の確認。 	(生産性) 95% (安全性) 85%



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

項目3-1
生産技術基盤構築

実現可能性
(成功確率)

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)	
1	生産システム開発および最適化	<ul style="list-style-type: none"> 光合成産物の生産性 	生産性 0.1-0.15 g/L/d (TRL1-4)	生産性 0.2g/L/d (小規模TRL6)	<ul style="list-style-type: none"> 新規曝気設備による攪拌およびCO₂供給エネルギーの改善 培地成分および施肥・追肥プロトコル、の開発・最適化。 	90%以上
2	循環システム開発、初期プロトタイプ実証、機能別プロトタイプ実証	<ul style="list-style-type: none"> リサイクルを含む資源の最小化及びエネルギー使用量 	エネルギー消費量： >100MJ/kg (TRL2-4)	エネルギー消費量 >5MJ/kg (TRL6)	<ul style="list-style-type: none"> 収穫動力の小さい膜技術を用いた藻類バイオマス収穫設備の開発および最適化。 	90%以上



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

項目3-2
用途開発・市場展開

実現可能性
(成功確率)

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)	
1	湿潤光合成酸物の省エネ三分離システム開発および最適化	<ul style="list-style-type: none"> 開発した手法によるバイオマスの処理に要する消費エネルギー量の、従来法との比。 	湿潤光合成産物を用いたベンチスケール試験において抽出分離プロセスの最適化および従来法との比較評価。(TRL4)	従来法に要するエネルギー量の90%以下で、新規抽出法を実施する。(TRL6)	<ul style="list-style-type: none"> 従来困難であるとされてきた湿潤光合成産物からの成分抽出・分離を効率化する。 各種条件の違いによる抽出・分離効率への影響評価および最適化。 	90%
2	光合成由来からの最終製品製造実証および品質評価	<ul style="list-style-type: none"> 異なる産業分野における製品の開発・実証数、及び光合成産物に対して、製品として利用される部分の割合。 	湿潤光合成産物や粗分離物を利用した、極小規模の燃料、樹脂、食品添加物、食品等のプロトタイプ作成は実施。(TRL3)	少なくとも日本標準産業分類における5つの分野以上において、製品製造ラインの構築、生産実証を実施する。(TRL7)	<ul style="list-style-type: none"> 従来、光合成産物を用いた製品開発において、最大の律速は製造に用いる光合成産物の量的確保である。本項目では、3-1および3-2-1より得られる十分量の光合成産物を確保することでそうした課題を克服する。 長期連続的な光合成産物の成分分析を通じて、原料品質の安定性を検討する。 異なる産業分野からの協力機関との連携により、多様な製品製造を効率的に実施する。 	95%



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

項目3-3
LCA基準設定

実現可能性
(成功確率)

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1	CEF認証	<ul style="list-style-type: none"> CEF認証取得に必要な情報を揃えるための生産規模 	<p>光合成産物由来バイオ製品でCEF申請はなされていない。</p> <p>CEF認証を参考にしてLCAを実行し、計算過程を公開 (TRL4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 商用プラントの予測 <ol style="list-style-type: none"> 5ha規模のインベントリデータを収集 LCA実施結果を基に商用プラントの予測の高精度化を実現 工程改善とCEF認証 <ol style="list-style-type: none"> 予測情報を基に改善案を提示 CEF認証を参考にしたLCA実行 	95%
2	持続可能性基準の設定	<ul style="list-style-type: none"> CO₂アロケーションの基準設定 水資源使用の基準設定 食品競合の基準設定 	<p>CEF認証ではCO₂アロケーション、水資源節約や食品競合回避まではカバーされていない。</p> <p>それぞれ基準を設定し、その計算過程を公表する。 (TRL4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> CEF認証でカバーされない基準設定 <ol style="list-style-type: none"> 原料の一拠点への集約工程等、現状考慮されていないが考慮すべきCO₂アロケーションを計算する。 目的物生産の過程で使用した水資源ソースを確認するとともに、水使用量を算出する。 生産に使用している土地が食品と競合しうる農産物の栽培と競合しないかを確認し、その結果と判断根拠を提示する。 	95%



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

項目1 ゲノム編集・調整PF

直近のマイルストーン

これまでの開発進捗

進捗度

1 ゲノム編集PF	ゲノム設計からゲノム編集株機能確認までを5ヶ月で実行できる系を確立。	• Platinum-TALEN発現ベクターを用い、NICSおよびNIFSシステムに適合したスクリーニングシステムを構築した。遺伝子操作モデル株を用いた検証により、標的設計から機能確認までの工程を5か月以内で実行できるワークフローを確立した。	100%
2 ゲノム調整PF	藻類のドロップレットスクリーニング基盤技術を確立し、1バッチで100万個以上のドロップレットを蛍光・散乱光ベースで評価・選抜するスクリーニング系を構築する。	• ドロップレット培養時に藻類選抜可能な系を構築し、本選抜系で1バッチ100万個以上のドロップレットを蛍光と散乱光で評価・選抜する系を確立した。	100%



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

項目2
微生物開発

直近のマイルストーン

これまでの開発進捗

進捗度

1

ゲノム編集・ゲノム調整株の取得

脂質生産性を向上させる2つ以上の独立した形質を付与し、なおかつ生産性を2倍以上にする



- 脂質生産性を向上させる2つ以上の独立した形質を付与し、実験室環境下における培養試験において元株より脂質生産性が2倍向上している変異株を取得した。

100%

2

産業用培養システムによる安全性評価および脂質生産性の確認

400L培養での評価系確立



- 400Lスケールでの培養評価系を確立し、取得した変異株の培養評価を実施した。

100%



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

項目3-1 生産技術基盤構築

直近のマイルストーン

これまでの開発進捗

進捗度

1

生産システム開発および最適化

新規培地及び曝気手法の開発



- ラボスケールの培養において生産性が改善される培地を開発。
- ラボスケールにおいて、曝気量削減確認。
- マレーシアの屋外小規模設備にて、生産性改善と曝気量削減を確認

100%

2

循環システム開発、初期プロトタイプ実証、機能別プロトタイプ実証

新規回収手法及び湿潤原料貯蔵開発



- 既存の遠心分離を用いた収穫における効率の基準値を設け、膜モジュール試作機を利用した収穫試験を実施中。また、遠心・膜・前処理の組み合わせによる効率化試験を実施。
- 用途開発に悪影響を及ぼすような品質の変化を生じることなく、貯蔵・保管に要するエネルギーが一定以下になる貯蔵条件をラボスケールにて確認。貯蔵設備仕様を作成。

100%



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

項目3-2
用途開発・市場展開

直近のマイルストーン

これまでの開発進捗

進捗度

	直近のマイルストーン	これまでの開発進捗	進捗度
1	湿潤光合成酸物の省エネ三分離システム開発および最適化	<ul style="list-style-type: none">20L規模の評価において特定の湿式プロセスでプロセス投入エネルギーが従来法の90%以下となることを確認した。特定の藻類種に対しては湿式プロセスで生じやすい課題（乳化）を回避できるプロセスを小スケールで確立した。	100%
2	光合成由来からの最終製品製造実証および品質評価	<ul style="list-style-type: none">各種素材ならびにこれらを使用した食品のプロトタイプは、日本標準産業分類の09.食料品製造業において5品目以上に割り当てられた。	100%



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

項目3-3
LCA基準設定

直近のマイルストーン

これまでの開発進捗

進捗度

	直近のマイルストーン	これまでの開発進捗	進捗度
1 CEF認証	CO ₂ 排出/固定量算出根拠の公開	5ha施設におけるインベントリーデータを収集し、安定培養を実現した際のGHG排出量を見積り、更なる改善のためのホットスポットを特定し、セミクロースの場にて計算内容の公開まで完了した	100%
2 持続可能性基準の設定	CO ₂ アロケーション、水資源、農地利用の基準を設定すべき根拠の公開	GHG削減について、炭素割合の多い油脂を原料とした材料の優位性確保の可能性を計算した。水資源については、水源毎のウォーターフットプリントを調査した。更に、GHG排出以外に富栄養化や酸性化への影響についても植物系バイオマスよりも環境に優しいことを示せる可能性を示した。前述の結果をセミクロースの場にて藻類の環境価値が高い領域の公開まで完了した。	100%



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

項目1
ゲノム編集・調整PF

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

ゲノム編集PF

ゲノム設計からゲノム編集株機能確認までを5ヶ月で実行できる系を確立。

• 目標達成済み

• 25年度で終了

2

ゲノム調整PF

蛍光・散乱光ベースで微細藻類 1 バッチで100万クローンをソーティング

• 目標達成済み

• 25年度で終了



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

項目2 微生物開発

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

ゲノム編集・ゲノム調整株の取得

脂質生産性を向上させる2つ以上の独立した形質を付与し、なおかつ生産性を2倍以上にする

直近のマイルストーンについては目標達成済み

SG2の課題として下記の課題がある

- 実際の培養環境下においてさらに高いバイオマス生産性を実現する藻類変異株の獲得
- 実際の培養環境を模した培養評価を実施できる培養系の確立。

- 最適な変異処理条件を検討する。
- 実際の培養環境においてより高いバイオマス生産性を実現する変異株を選抜するためのスクリーニング系を確立する。

2

産業用培養システムによる安全性評価および脂質生産性の確認

400L培養での評価系確立

直近のマイルストーンについては目標達成済み

SG2の課題として下記の課題がある

- 項目2-1において選抜した変異株について、拡大培養時の形質安定性

- 項目2-1において選抜した変異株について400LFP-PB Rにおいて培養評価を実施し、その生産性がFP-PBRにおいても達成することを確認する。



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

項目3-1 生産技術基盤構築

直近のマイルストーン

1
生産システム開発および最適化

新規培地及び曝気手法の開発

2
循環システム開発、初期プロトタイプ実証、機能別プロトタイプ実証

新規回収手法及び湿潤原料貯蔵開発

残された技術課題

直近のマイルストーンについては目標達成済み

SG2の課題として下記の課題がある

- ラボスケール・屋外小規模設備で実証された培地や曝気手法の6haスケールでの試験による実証

直近のマイルストーンについては目標達成済み

SG2の課題として下記の課題がある

- ベンチスケール (5ha) プラントを利用した連続実証

解決の見通し

- 培地製造プロセスと施肥プロセスの改善を継続することで解決する
- 曝気の迅速な制御・省力化により解決する。

- 藻類種の特性に合わせて、濃縮プロセスを改善することで課題解決する
- 含水率毎の手法の開発により、藻類の高い粘性に伴う課題を解決する



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

項目3-2
用途開発・市場展開

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

湿潤光合成酸物の省エネ三分離システム開発および最適化

20L規模の試験において、従来法に要するエネルギー量の90%以下で新規抽出法を実施する

直近のマイルストーンについては目標達成済み

SG2の課題として下記の課題がある

- 解乳のための分離エネルギーの削減
- 抽出対象部分に対する投入溶媒量の削減

- 抽出物乳化回避（抑制）による固液分離性向上。
- 溶媒抽出対象部分の濃縮による投入溶媒量の削減および抽出物ボリュームの削減。

2

光合成由来からの最終製品製造実証および品質評価

5品以上の食品原料及び食品製品開発

直近のマイルストーンについては目標達成済み

SG2の課題として下記の課題がある

- 食経験のない藻類を用いた食品原料及び食品製品開発
- 食品以外の藻類製品の開発

- 食経験のない藻類については食安全性評価を通じ、適用可能性を検討する。
- 藻類製品のプロトタイプ開発を継続する。



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

項目3-3 LCA基準設定

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

CEF認証

CO₂排出/固定量算出
根拠の公開

直近のマイルストーンについては目標達成済み

SG2の課題としては下記の課題がある

- 5ha規模におけるフォアグラウンドデータ取得
- 新規抽出工程でのLCAの測定
- 既存プロセスに対する優位性の評価

- GHG測定に関するフォアグラウンドデータ取得のための計測設備の準備は完了。26年度に実測定を進める。
- 抽出工程においては、ターゲットとして設定したGHG排出量を達成するために必要な要件をLCAの視点から判断できるよう、開発する。
- 機能価値を設定し直し、比較対象を複数設定することで本プロセスの優位性を示す。

2

持続可能性基準の設定

CO₂アロケーション、水資源、農地利用の基準を設定すべき根拠の公開

直近のマイルストーンについては目標達成済み

SG2の課題としては下記の課題がある

- 水使用量、廃水の評価等に関する前提条件の設定とライフサイクル影響評価
- 製品領域毎における認証基準の整理と適用のための課題解決

- ライフサイクル影響評価に供するモデルは整理が完了しているため、水使用に関わる工程の整理を行うことで解決する。
- 環境影響評価や認証に関する規格の整理とその準拠のために実行すべき内容を整理することで、課題を解決する。



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・事業規模		実施主体	実施スケジュール									
研究開発項目	研究開発内容	▼:マイルストーン	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035年本格事業化
			研究開発期間 (国費負担有)									

項目1
ゲノム編集・調整PF

1
ゲノム編集PF

ちとせ研究所
広島大
日本微細藻類
技術協会
奈良先端大

ゲノム設計からゲノム編集株機能確認までを5ヶ月で実行できる系3種以上確立。

2
ゲノム調整PF

ちとせ研究所
長岡技科大学

蛍光・散乱光ベースで微細藻類1バッチで100万クローンをソーティング。

産業利用価値の高い微細藻類のゲノム編集技術によるコンストラクトを機能させ、安全性の立証するまでの期間を4ヶ月で実行する。

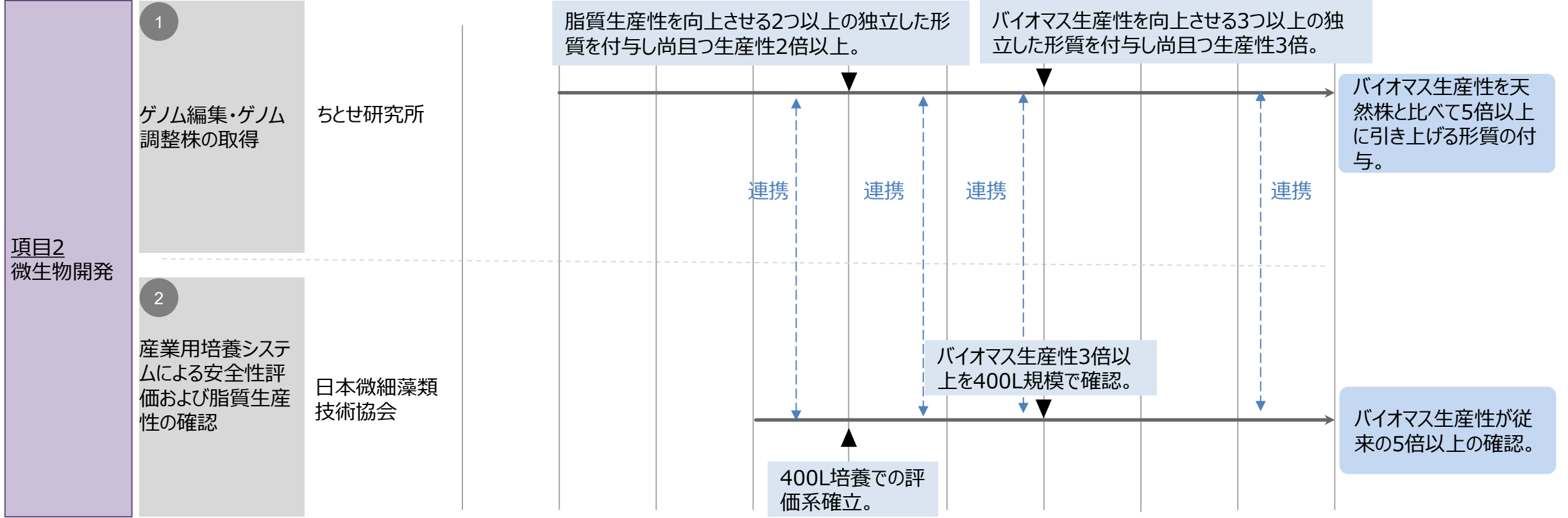
変異株をドロップレット法を用いて1バッチで100万クローン以上から評価・選抜し、さらに形態判別モデルを用いて1バッチで10万クローンを評価・選抜するシステムを構築。



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

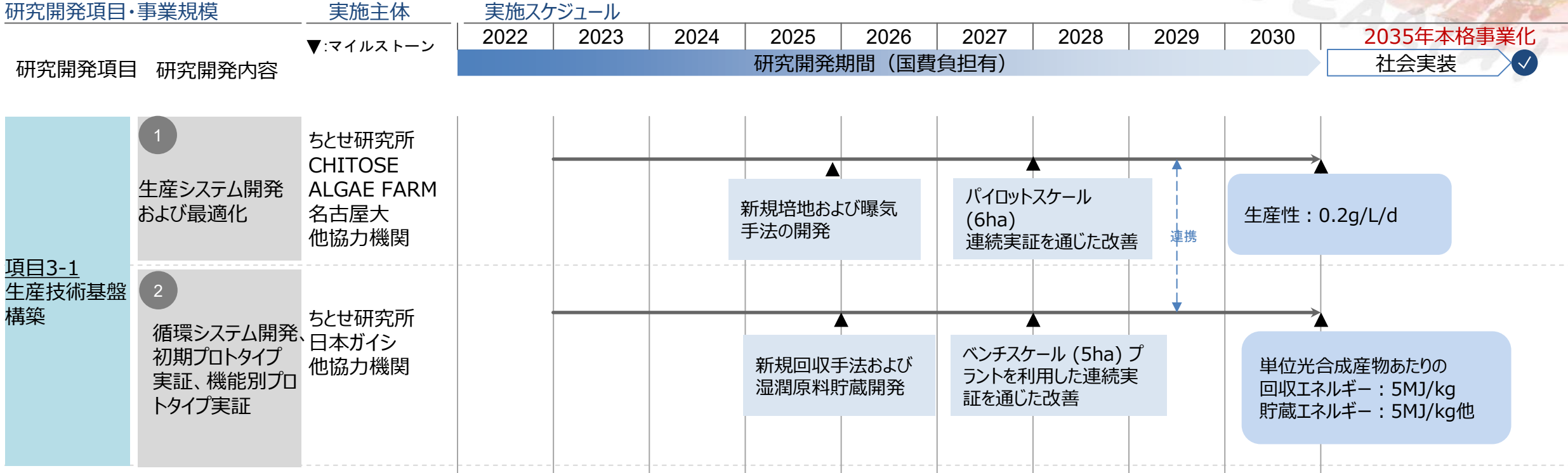
研究開発項目・事業規模	実施主体	実施スケジュール									2035年本格事業化 社会実装
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
研究開発項目	▼:マイルストーン	研究開発期間 (国費負担有)									✓





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 / (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・事業規模

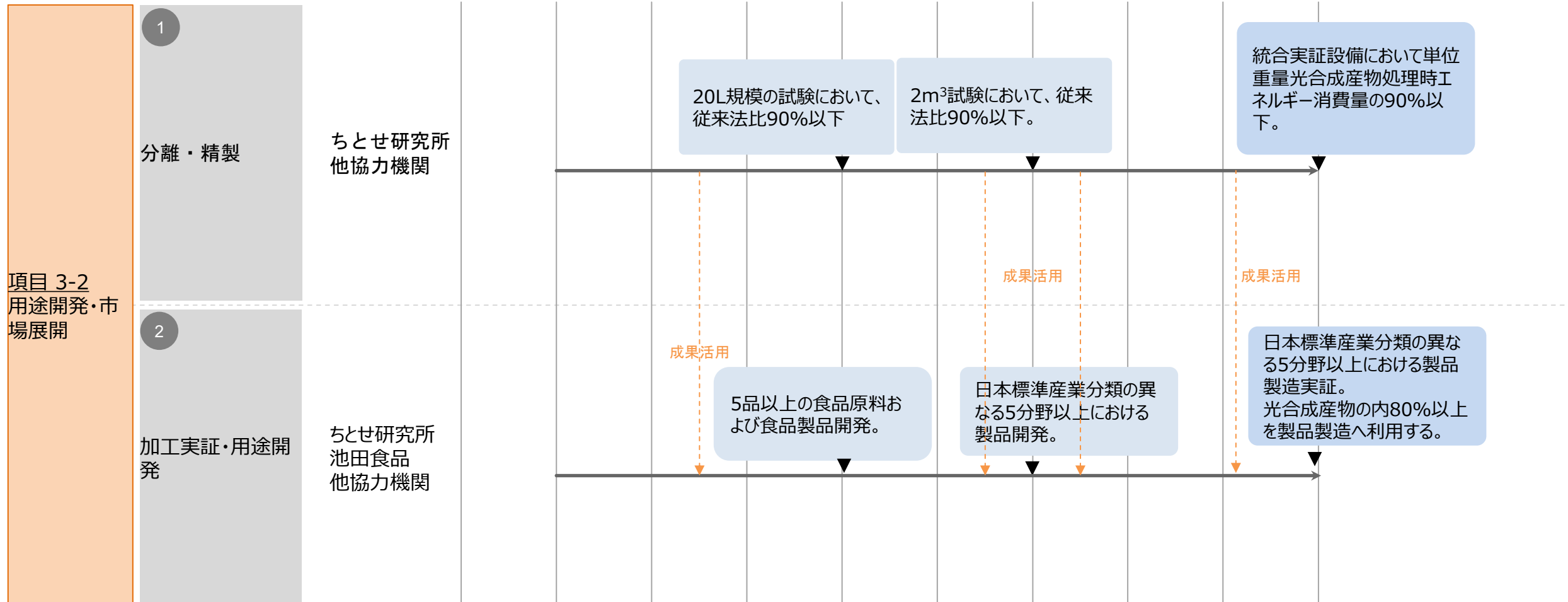
実施主体

実施スケジュール

▼:マイルストーン

研究開発項目 研究開発内容

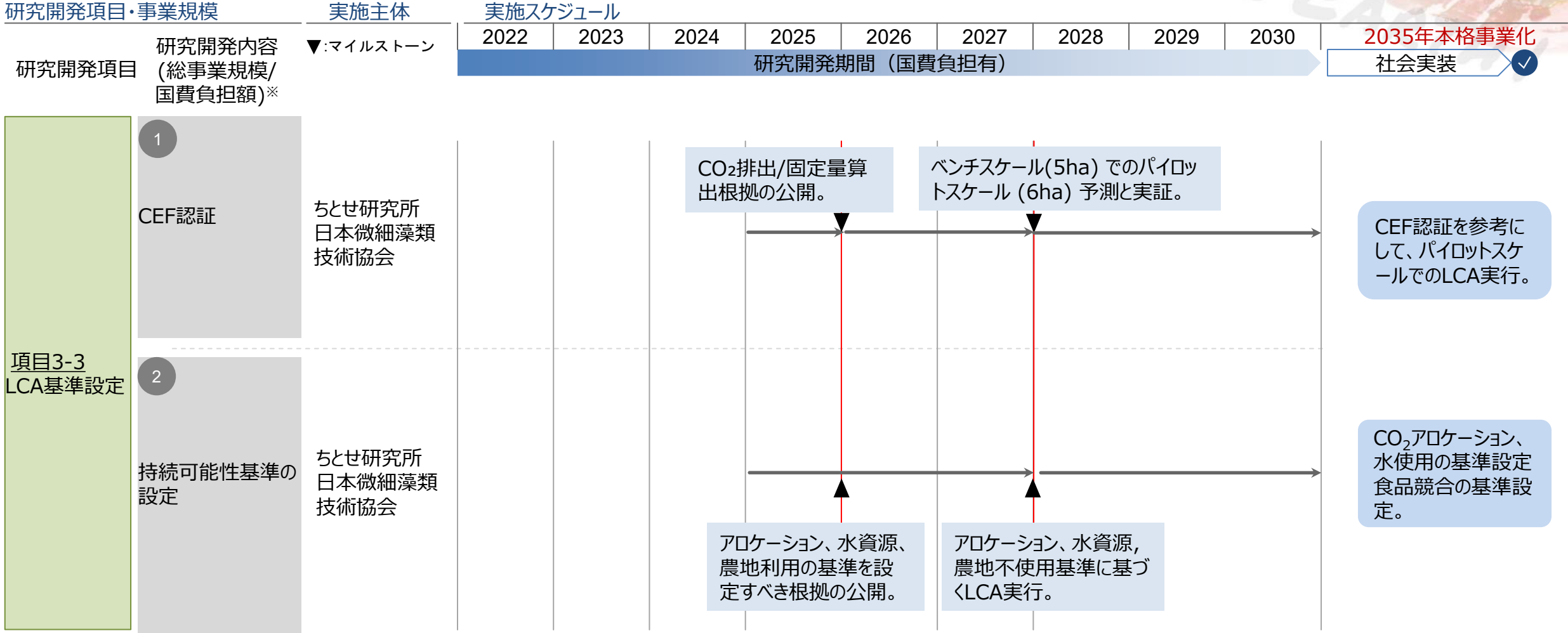
2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035年本格事業化
研究開発期間 (国費負担有)									社会実装





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



*総事業規模は、実施者の自己負担も含めた総投資額、国費負担額はNEDOからの補助金の額



2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

民間投資も活用して事業化を加速するためのオープンイノベーション体制を構築

協力機関とのオープンイノベーション体制構築における基本方針

我々は、事業化を加速するために、自己資金で当社の取り組みに協力くださる機関（以下、協力機関）とのオープンイノベーション体制を構築する。

協力機関のパターン

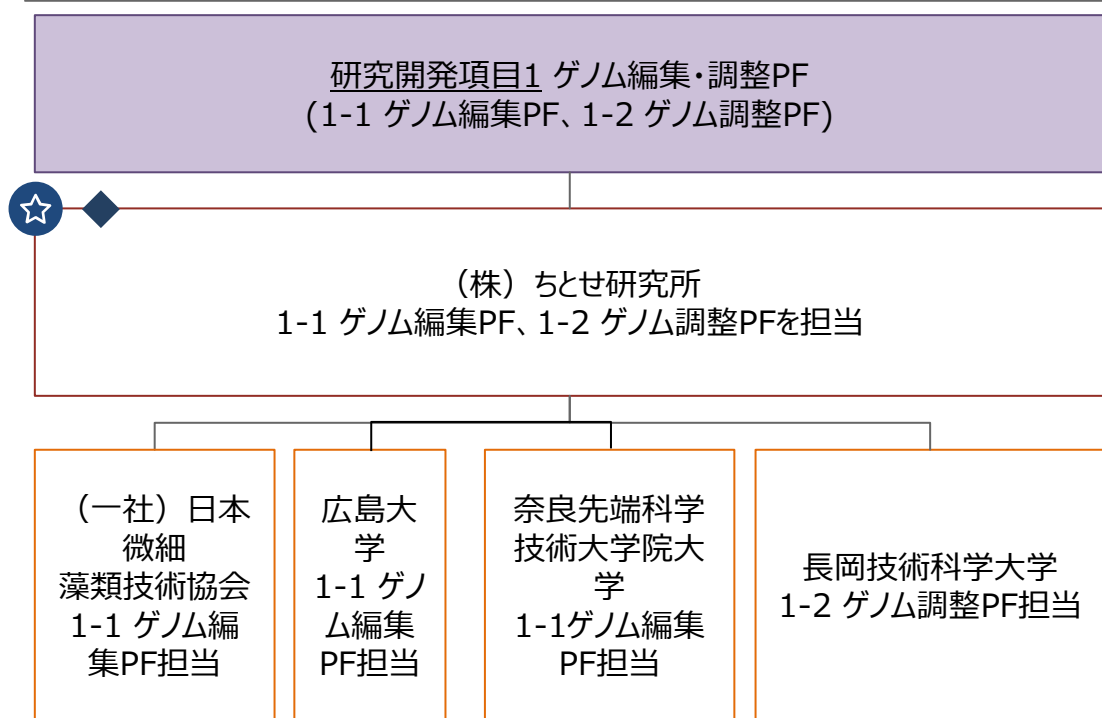
1. 主に研究開発項目3において、プロジェクト内研究目的での活用を終えた光合成由来素材の提供を受け、自己資金により最終製品に至るまでの用途開発および最終製品の評価を実施する機関。
2. マレーシアにおける研究開発・実証・拡大を支援する、マレーシア・サラワク州政府・研究機関・企業等。
3. マレーシア以外の低緯度地域における実証可能性の検討を支援する政府・研究機関・企業等。



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



- ☆ 幹事企業
- ◆ 中小・ベンチャー企業

- 委託先
- 再委託先
- 共同実施先
- 協力機関

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目 1 全体の取りまとめは、(株) ちとせ研究所が行う。
- (株) ちとせ研究所は、微細藻類の変異導入、評価系、データ解析基盤の確立を担当する。
- 広島大学は、微細藻類におけるゲノム編集用の遺伝子改変ツール、データ解析基盤の開発を担当する。
- 奈良先端科学技術大学院大学はポリソームの取得と解析を担当する。
- 長岡技術科学大学は、顕微鏡画像撮影、ドロップレット&ソーティング系、画像判別モデルベース選抜技術の開発を担当する。
- (一社) 日本微細藻類技術協会は、スケールアップ検討、安全性評価の基盤構築を実施する。

研究開発における連携方法 (共同実施者間の連携)

- 研究開発項目 1 の検討について、再委託先とは月に 1 回以上の定期的な連絡会を実施し、相互に進捗や課題を確認、共有できる連携体制を確保する。

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

- 特になし。

中小・ベンチャー企業の参画

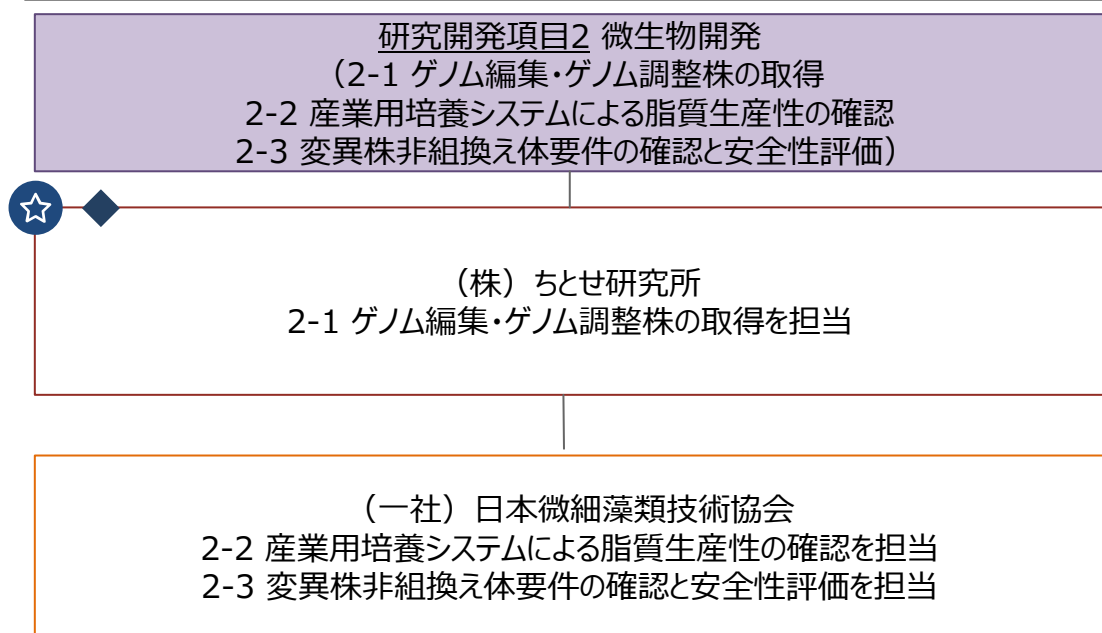
- ちとせ研究所以外、本項目への中小ベンチャーの参画はなし。



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



☆ 幹事企業

◆ 中小・ベンチャー企業

委託先

再委託先

共同実施先

協力機関

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目 2 全体の取りまとめは、(株) ちとせ研究所が行う。
- (株) ちとせ研究所は、ゲノム編集、ゲノム調整株の取得と研究開発項目 1 で得られた成果を活用した産業株の構築を担当する。
- (一社) 日本微細藻類技術協会は産業用培養システムでの安全性評価と脂質生産性の確認を行う。

研究開発における連携方法 (共同実施者間の連携)

(一社) 日本微細藻類技術協会に (株) ちとせ研究所の研究員を派遣するなど、密接な連携体制を確保する。

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

- 特になし。

中小・ベンチャー企業の参画

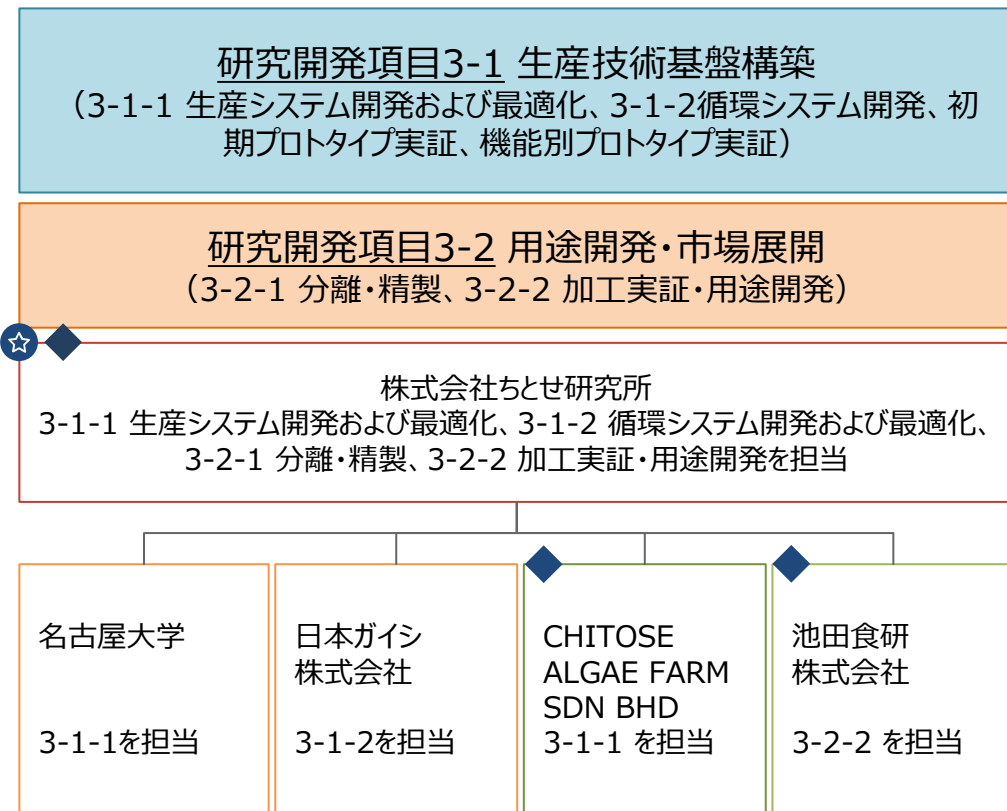
- ちとせ研究所以外、本項目への中小ベンチャーの参画はなし。



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



☆ 幹事企業

◆ 中小・ベンチャー企業

- 委託先
- 再委託先
- 共同実施先
- 協力機関

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目3全体の取りまとめは、株式会社ちとせ研究所が行う。
- 名古屋大学は、3-1-1において再委託先として、大規模生産実証時の気象/水質/生産に関する大規模なデータの取得・分析を実施する。
- 日本ガイシ株式会社は、3-1-2において再委託先として、微細藻類 回収設備の開発を担当する。
- CHITOSE ALGAE FARM SDN BHDは、3-1-1において共同実施先として、食品グレードの光合成産物供給体制の構築を担当する。
- 池田食研株式会社は、3-2-2において、共同実施先として、協力機関や株式会社ちとせ研究所と共に、食品および食品添加物用途の製品開発・製造実証・製品評価を担当する。

研究開発における連携方法（共同実施者間の連携）

光合成産物から得られる中間体を用いて製造される製品に関する研究において、関連する企業群によって分科会等の協議体を設置し、原料や中間体の分配、バリューチェーンの構築、等を協力して実施する。協議体は株式会社ちとせ研究所が管理・運営する。

- 成果物や権利関係については、株式会社ちとせ研究所と各企業間の中で契約に基づいて管理される。
- 株式会社ちとせ研究所は光合成産物を、分科会等における協議・検討内容を踏まえ、各再委託先・共同実施先・協力機関に十分量供給する。

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

協力機関として現在35社が3-1、3-2の各研究項目に協力を表明しており、それぞれの機関が要する技術・設備・人材を活用し、用途開発・実証、製造プロセス開発・実証、製品評価等、が効率的に実施されるよう運用バリューチェーン毎に連携する。

中小・ベンチャー企業の参画

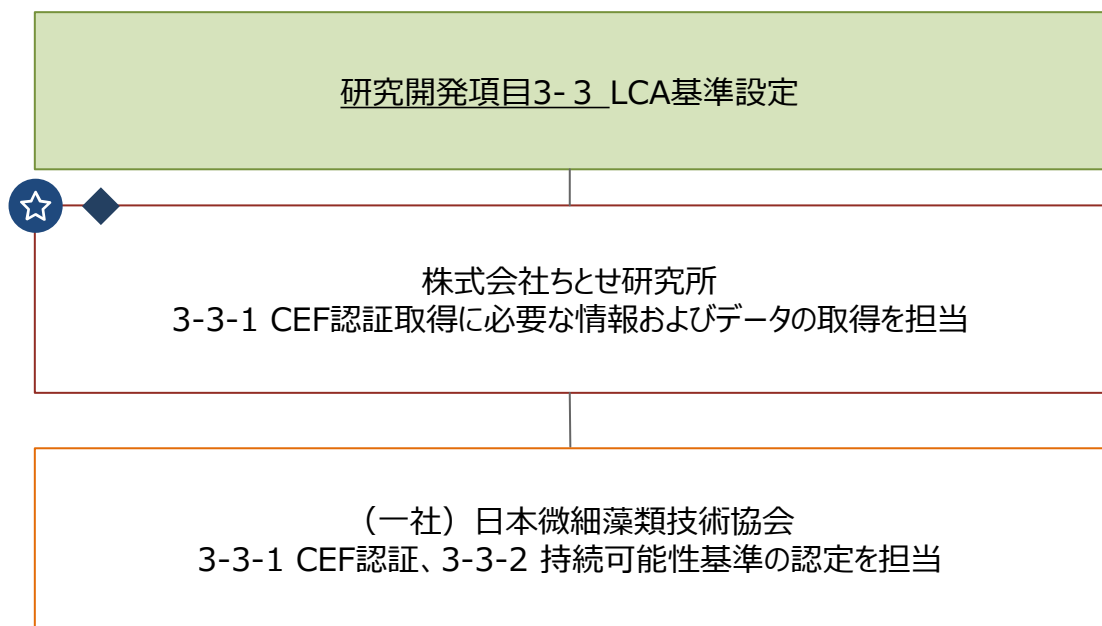
CHITOSE ALGAE FARM SDN BHD、池田食研株式会社、協力機関の一部



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



☆ 幹事企業

◆ 中小・ベンチャー企業

□ 委託先

□ 再委託先

□ 共同実施先

□ 協力機関

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目3-3全体の取りまとめは、(一社) 日本微細藻類技術協会が行う。
- (株) ちとせ研究所は、大規模生産設備におけるLCAのためのインベントリデータを取得する。
- (一社) 日本微細藻類技術協会は2,000ha規模での予測システムの作成、CORISIA等への申請を実施する。
- (一社) 日本微細藻類技術協会はアセスメント結果のレビューと持続可能性基準の妥当性検証を実施する。

研究開発における連携方法 (共同実施者間の連携)

(一社) 日本微細藻類技術協会は(株) ちとせ研究所の大規模生産設備に研究員を派遣し、LCA取得に必要なデータ取得を現地で行う。

- (株) ちとせ研究所は(一社) 日本微細藻類技術協会に研究員を派遣し、大規模生産設備に導入する設備の一部の設計指導を行う。

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

- 特になし。

中小・ベンチャー企業の参画

- ちとせ研究所以外、本項目への中小ベンチャーの参画はなし。



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
項目1 ゲノム編集・調整PF	1 ゲノム編集PF	<ul style="list-style-type: none">● 国産ゲノム編集技術。(広島大)● バイオDX技術。(広島大)● 微細藻類代謝ナレッジ。(ちとせ研究所)● 培養データ活用AI技術デジタル基盤。(ちとせ研究所)	<p>広島大 【優位性】世界トップレベルの卓越したゲノム編集研究シーズ。多種多様な生物種への技術導入実績、高い経験値。 【リスク】潤沢なリスクマネーを投入する海外ベンチャーとのグローバルな開発競争。</p> <p>ちとせ研究所 【優位性】微生物からの有用物生産を目的とした民間企業との共同開発が多数進行中。世界初のコンボリユージョナルデータを利用した制御コンセプト。 【リスク】国際的知名度。資金の潤沢な海外企業の追い上げ。</p>
	2 ゲノム調整PF	<ul style="list-style-type: none">● ゲノム改変技術。(ちとせ研究所)● Water-in-Oil エマルジョン活用ミリオンスクリーニングシステム。(長岡技科大)● イメージング技術とマイクロ流体デバイス技術を活用した細胞モニタリング技術。(長岡技科大/ちとせ研究所)	<p>ちとせ研究所 【優位性】15年以上にわたる国内外大手企業からの受託開発実績。実力と経験あるチーム。 【リスク】キャパシティの確保。</p> <p>長岡技科大 【優位性】高効率・低コストな活性・機能・代謝物検出。 【リスク】資金の潤沢な海外企業の追い上げ。</p>



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
項目2 微生物開発	1 ゲノム編集・ゲノム調整株の取得	<ul style="list-style-type: none">● 研究開発項目1で開発する微生物改変PF及びそれを開発するために活用する各種基盤技術。(ちとせ研究所/広島大/長岡技科大)● 光合成産物の生産性能をラボレベルで培養評価するためのフラスコスケール, リッタースケール及びフラットパネル型フォトバイオリアクター設備。(ちとせ研究所)● 屋外で生産評価するための設備。(ちとせ研究所)	<p>【優位性】我々の微細藻類事業への投資額は我々以外の団体が実施してきたプロジェクトよりも遥かに少ないが、ゲノム改変技術・生産技術何れにおいても優位性を確保し、世界最大微細藻類PBR生産実証にも成功している。本事業にてカーボンニュートラル社会を支えるための残課題を解決する。</p> <p>【リスク】合成生物ベンチャー台頭よりさらに前に米国微細藻類ベンチャーが数百億円規模の資金調達により事業化を試みたことは脅威である。</p>
	2 産業用生産システムによる安全性評価および脂質生産性の確認	<ul style="list-style-type: none">● ゲノム編集株の安全性評価基盤。(日本微細藻類技術協会)● AIを活用してゲノム編集の活性予測・オフターゲット検索を提供する「Genome Editing Cloud」。(広島大)● 一時的に遺伝子組み換え技術を用いて得られた微生物が非組換え体であることを政府に認定されるための手続き経験。(ちとせ研究所/広島大/日本微細藻類技術協会)	<p>【優位性】安全性評価に関わる部分は、積極的に公開・標準化し、国際社会に受け入れられるよう努めることで優位性が得られる。ゲノム編集技術のトップランナーと標準化の実施機関連携により、その優位性を担保する。</p> <p>【リスク】ゲノム編集株の安全性評価方法については、必ずしも競合他社との差別化をすべきポイントとは言えず、リスク要因は無いと考えられる。</p>



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

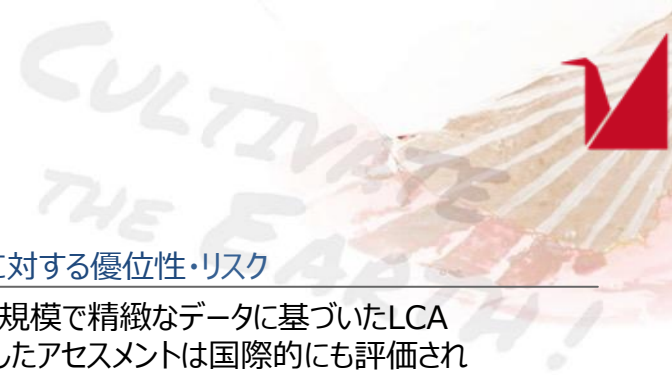
研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
項目3-1 生産技術基盤 構築	1 生産システム 開発および最 適化	<ul style="list-style-type: none">実生産環境・システム・株に適した培地開発技術。大規模設備を用いた光合成産物生産実績。	【優位性1】実生産環境におけるデータ取得に必要な大規模生産プラットフォームを構築・運用実績。 【優位性2】商業用培地の調達経路構築・開発・実証実績。 【リスク1】寡占企業による株と肥料のセット販売等がリスクとして挙げられる。
	2 循環システム 開発、初期プ ロトタイプ実証、 機能別プロト タイプ実証	<ul style="list-style-type: none">光合成産物生産設備設計・改善技術。光合成産物生産設備の省力・低コスト化技術・実績。食品グレードの光合成産物生産および販売実績。	【優位性1】オープンポンド、レースウェイ、フラットパネル型PBR、チューブ型PBR等、現状検討されうるほぼ全ての生産システムおよび付帯設備を、屋外環境下において数千m ² 以上の規模で構築、運用、してきた実績。 【優位性2】必要エネルギー・CO2排出を大幅に削減可能 【優位性3】実生産地における開発・実証に十分な研究体制 【リスク】現時点において認知されていない、応用困難な新技術。



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
項目3-2 用途開発・市場展開	1 分離・精製	<ul style="list-style-type: none">● 実生産環境において生産され、同技術開発に利用可能な光合成産物供給技術・体制。● 酸や溶媒等を同時に利用することが可能なガラスライニングを施した反応装置。(日本ガイシ)● 化学・バイオ処理を施すことにより湿潤光合成産物から、乾燥工程を経ることなく直接脂質等を分離する抽出技術。● 光合成産物より分離された脂質を用いて燃料や樹脂等のプロトタイプ開発実績。	<p>【優位性1】 3-1の研究開発より、年間を通じて供給される大規模な光合成産物は、同プロセスおよび設備検討・開発・実証の実施に大きく貢献する。</p> <p>【優位性2】 複数の微細藻類種や異なる生産条件より得られるそうした光合成産物を供給可能なメーカーは国内には存在しない。</p> <p>【リスク1】 より簡便な方法による抽出工程が一般化する可能性はリスク・脅威として考えられる。</p>
	2 加工実証・用途開発	<ul style="list-style-type: none">● 年間100トンオーダーでの光合成産物の供給体制。● タンパク質原料を用いた食品添加物製造技術。(池田糖化)● 光合成産物を用いた食品製品開発・製造・販売実績。● 光合成産物由来SAF製造実績。● 光合成産物由来バイオ樹脂のデモ製品製造実績。● 養鶏飼料および水産飼料給餌試験実施実績。● 多様な分野での大規模共同研究体制構築実績。	<p>【優位性1】 3-1および3-2-1の研究開発より年間を通じて供給される大規模な光合成産物および光合成由来素材は、各種製品開発・実証の実施に大きく貢献する。現状、複数の微細藻類種や異なる生産条件より得られるそうした光合成由来素材を供給可能なメーカーは国内には存在しない。</p> <p>【優位性2】 異なる産業分野の主要プレイヤーと構築された大規模共同研究開発プラットフォーム(MATSURI)は、現状世界で唯一と言える。</p> <p>【リスク1】 類似製品の出現は、大きな脅威となりえる。</p>



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
項目3-3 LCA基準設定	1 CEF認証	<ul style="list-style-type: none">● 大規模生産設備の設計・建設・運用を通じて、LCAに必要なより精緻なインベントリーデータ取得技術。(ちとせ研究所)● 標準化を目的とした、微細藻類の工程アセスメント経験。(日本微細藻類技術協会)	<p>【優位性】他社には真似のできないより大規模で精緻なデータに基づいたLCAは前例がない。また、CEF認証を目的としたアセスメントは国際的にも評価されるものであり、優位性がある。これを積極的に公開することでグリーンウォッシュを一掃する。</p> <p>【リスク】定量的な持続可能性評価を無視したグリーンウォッシュは脅威となる。</p>
	2 持続可能性基準の設定	<ul style="list-style-type: none">● よりサステナブルでエシカルな社会実現に向けて、一般消費者の消費行動・社会生活の行動変容を促す広報・プロモーション経験。(ちとせ研究所)● LCA実践経験とプロモーション経験に基づき、真のサステナビリティを実現・認知してもらうための適切な基準設定。(ちとせ研究所、日本微細藻類技術協会)	<p>【優位性】我々は、持続的ではない(もしくはスケーラブルではない)取り組みを実行している事業者が目を見逃しがちな指標をも環境基準として設定する用意がある点で他社に対して優位性があると言える。</p> <p>【リスク】持続的ではない(もしくはスケーラブルではない)取り組みが、過剰に評価されて投資を集めてしまうことは脅威となる。</p>

3. イノベーション推進体制

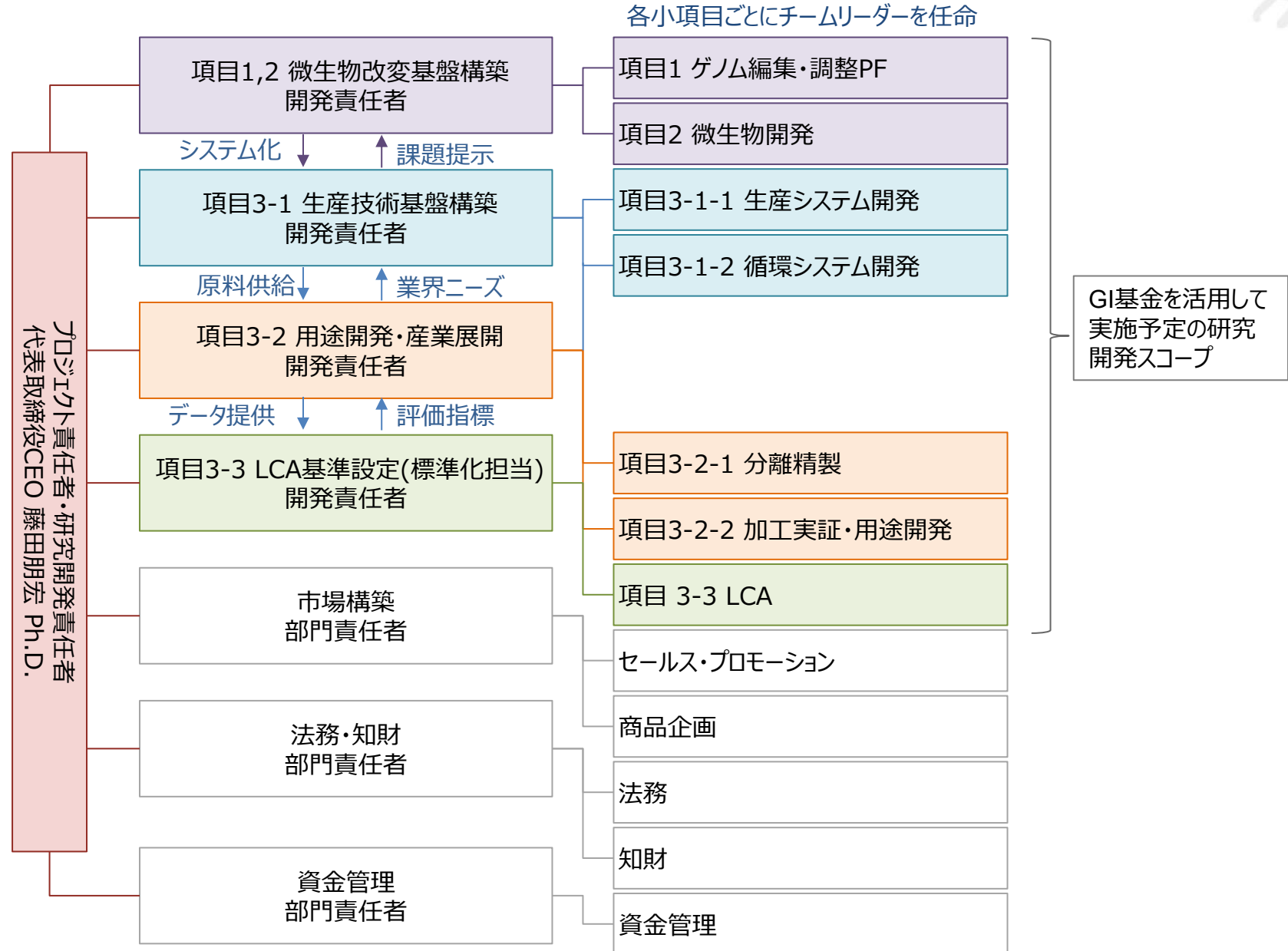
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)



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、本事業実施のためのプロジェクトチームを編成

体制図





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、本事業実施のためのプロジェクトチームを編成

プロジェクトチーム連携方法

ちとせ研究所内の連携方法

- 社内情報共有システムを緊密に活用し、部門横断的にリアルタイムに進捗及び課題を共有し続けている。
- チーム毎の週次webミーティングにてタスク優先度・アクションプランを最適化している。
- プロジェクト全体の月次webミーティングにて全体戦略・基本方針を最適化している。

企業間の連携方法

- 本GI基金プロジェクトに参画する機関と進捗共有会を月1回以上開催している。
- 原料から最終製品に至る製品ごとのバリューチェーンを構成する最小単位で、月1回程度の会議を開催している。
- 広くニーズを拾い上げることを目的にGI基金プロジェクトへの参加を表明していない企業も含めた全MATSURIパートナー企業交流会を半期に一度開催している。

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

経営者による本事業への関与の方針

（1）経営者等による具体的な施策・活動方針

経営者のリーダーシップ

- 当社グループのコーポレートスローガンを「Cultivate the Earth」と定め、産業構造のバイオ化をグループミッションに位置付けている。
- 2021年に、株主、従業員、重要な取引先に向けて開催した事業戦略説明会の中でも、全ての産業がバイオ化する時代を見据えて事業の核となる技術開発と人材育成を行ってきたことを報告。引き続き微細藻類事業を中核事業の一つと位置付け、投資を行っていくことを発表した。
- 国内・海外メディアからのインタビュー取材、関連カンファレンス等での講演依頼等に積極的に応え、微細藻類事業の取り組みの発信に注力している。
- 本事業への参画にあたっては、研究開発責任者をCEOが担い、経営陣が主体となって本事業にかかわることをコミットしている。

事業のモニタリング・管理

- プロジェクトの進捗及び資金利用状況について、研究開発項目単位で四半期毎の報告会を開催。事業の進め方について、経営陣が必要な判断・指示を行う。
- 重要な問題が発生した場合には、チームリーダーの要請で速やかに経営陣との協議が設定される体制を整備し、事業環境の変化に速やかに対応する。
- 進捗管理にあたっては、共同実施先、外部機関、国内外の需要家、金融機関等から幅広く意見を取り入れ、反映させる。
- 事業化の判断は、需要家からのオフテイク契約の締結状況、資金調達状況等の指標を総合的に勘案し、取締役会で協議の上決定する。

（2）経営者等の評価・報酬への反映

- 本事業の進捗状況は、取締役及び執行役員の報酬の評価指標の一部となる。
- 報酬は外部の有識者で構成されるアドバイザリーボードの確認を経て決定される。

（3）事業の継続性確保の取組

- 経営陣が従業員に対して、グループミッションの発信や微細藻類事業の経営上の位置づけに関する情報発信を積極的に行うことで、本事業に主体的に参加する従業員を育ててゆく。
- 経営者の後継者育成にあたっては、グループミッションの背景にある思想を理解していることや、次世代にグループミッションを伝えていく能力があること等を考慮する。
- 本事業が関わる微細藻類関連プロジェクトには複数の経営幹部がコミットしており、また幹部候補も着実に育成されている。各メンバーが重要な役割を担いつつも誰が欠けてもそれがノックアウトファクターにはならない体制を構築しており、この体制を今後も継続する。



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

経営戦略の中核において本件事業を位置づけ、広く情報発信

（1）取締役会での議論

カーボンニュートラルに向けた全社戦略

- 「産業構造のバイオ化」が当社グループのミッションであり、過去10年以上、このミッションの下で事業活動を行ってきた。
- 2021年5月に開催した事業戦略説明会の中では、機が熟したことから、これまで築いてきた技術基盤・事業基盤をもって、光合成産物由来の製品産業を実際に形にしていくフェーズに入ることを発表している。
- 2021年5月に、産業界横断的に「微細藻類を基盤とした社会」を構築するプロジェクトである「MicroAlgae Towards Sustainable & Resilient Industry(MATSURI)」を始動。2026年1月時点で123機関がプロジェクトに参画し、産業の在り方と其中で各社が果たす役割の整理を進めている。
- 2021年6月から、微細藻類事業部門を管掌する執行役員を設置し、全社戦略に基づき事業推進に当たらせることを決定した。

事業戦略・事業計画の決議・変更

- 事業の進捗状況や課題は、本事業の研究開発責任者であるCEOおよびチームリーダーから取締役会に報告される。CEO単独での計画変更はできないため、適切なタイミングで取締役会に付議され、決定、指示が出される体制である。

（2）ステークホルダーに対する公表・説明

情報開示の方法

- ステークホルダーに対して事業戦略の進捗報告会を年に1回程度開催し、CEOから本事業の進捗や全社戦略における本事業の位置づけを発表する。
- 本事業の内容や成果については、当社ウェブサイト、講演会、SNS等で積極的に発信し、MATSURIの参加者を増やす情報の公開に努める。

ステークホルダーへの説明

- 事業の将来の見通し・リスクは、投資家や金融機関等のステークホルダーに対して、継続的に説明する。
- 事業の将来の見通し・リスクを取引先やサプライヤー等のステークホルダーに対して、継続的に説明する。
- 事業の効果（社会的価値等）を、国民生活のメリットに重点を置いて、幅広く情報発信する。



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、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

（1）経営資源の投入方針

実施体制の柔軟性の確保

- 事業の進捗状況や事業環境の変化に対応し、先手を打って開発体制や手法等を見直し、積極的に人材や資金等のリソース投入等を行う。
- これまでもプロジェクト拡大に合わせて柔軟に体制の拡大をしてきており、今後もプロジェクト進捗・拡大に合わせて先手を打って体制拡大を行う。
- 研究期間を通じて協力機関とのオープンイノベーションの取組みを積極的に行い、得られたプロトタイプを需要家や消費者に提供することでフィードバックを得て、アジャイルに方針を見直す。
- 原料供給から最終製品までのバリューチェーンを構成する協力機関と分科会を形成し、フィードバックループを回しながらプロジェクト運営できる体制を構築している。

人材・設備・資金の投入方針

- 自前主義に拘り事業化の実現タイミングを損なわない様、目標達成に必要なであれば、躊躇なく外部リソースの活用を検討する。
- ちとせグループのKSPラボ、マレーシアの1,000m²拠点、マレーシアの5ha拠点、ブルネイ2,000m²拠点、（一社）日本微細藻類技術協会など既存拠点を活用する。
- サステナブルな商品の価値を認める社会を作るための広報マーケティング活動や、実際の商品製造販売、商用規模（2,000ha）への拡大に向けた資金調達活動を並行して進める。
- 短期的な経営指標に左右されず、サステナブルな商品の価値を認める社会・産業を作ることに資源投入し続ける。

（2）専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - CEO藤田の直轄プロジェクトとして本事業を推進するためのプロジェクトチームを設置し、機動的な意思決定を可能とする組織構造・権限設定を行う。
 - 事業環境の変化に合わせて、産業アーキテクチャや自社のビジネスモデルを不断に検証・最適化する。
- 若手人材の育成
 - 2050年の事業化を託すために、若手人材（20代、30代）の現場投入、責任ある立場への挑戦機会の提供を積極的に行い、研究開発責任者やチームリーダーの意志を次の世代に伝搬するための育成機会を積極的に持つ。
 - ちとせグループ自身がスタートアップ企業として、大手メーカーと積極的に共同研究を推進しながら、バイオ分野に限らない業界横断的に活躍できる人材育成を継続的に続ける。また、そのための人材育成の仕組みをブラッシュアップし続ける。
 - 学会やアクセラレーションプログラム等の機会を通じて、アカデミアの若手研究者やスタートアップ企業との共同研究を推進する。

4. その他

4. その他 / (1) 想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、実証設備全損等の事態に陥っ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

- 開発目標未達リスク
→設定したKPIが達成されないリスクに対して、KPIは必達とし、想定計画内で未達の場合、民間資金を追加投入しKPIを達成することで、社会実装を実現する。
- 競合の追い上げリスク
→我々が世界的に最もアドバンテージを有し、現時点で技術的に競合の追い上げリスクが最も低いセグメントを事業構築の対象に選んでいる。
- 研究開発段階における物価上昇リスク・調達リスク
→研究開発段階において物価上昇が発生した場合は民間資金の追加投入を、想定していた資材が入手できないなど発生した場合は代替品を調達するなど仕様を柔軟に見直し、開発スケジュールにできる限り影響しないようにする。



● 事業中止の判断基準：

- 物価の大幅上昇（日本円の大幅下落を含む）や戦争や紛争等により、資材の調達が著しく困難になり、開発目標達成に深刻な影響を与え、また民間投資によるカバーも困難と判断された場合、GI基金事業について中止も視野に計画を再検討する。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 環境に配慮した商品に対する消費者理解が得られないリスク
→ 消費者理解を得るために、現在の計画に加えて更なるマーケティング費用を投じる。
- カーボンリサイクルへの貢献の低い「グリーンウォッシュ」がさらに台頭するリスク
→ カーボンリサイクル社会実現に向けたプロモーション活動にもしっかりとコストをかけて社会実装を推進する。
→本提案を通じて、グリーンウォッシュ勢との技術的、LCA基準的差別化要因をはっきりさせるため、グリーンウォッシュ勢の台頭はむしろ我々にとって好機とも言える。



- 代替候補品の圧倒的なコスト削減/CO₂削減を日本国内メーカーが達成し、当社による事業化の可能性が完全についた場合、事業を中止する。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- CO₂供給元を予定している隣接の火力発電所が爆発事故等、CO₂供給が受けられなくなるリスク
→ CO₂発生装置を導入し、開発・実証を継続する。
- 現在想定しているマレーシアでの活動が不可能になるリスク
→戦争や紛争などが発生することにより、マレーシアにおける活動が困難になった場合、現在商用生産現場として調整している他国に研究開発拠点を移動して開発は継続する。



- ベンチスケール (5ha)生産実証設備の全損等により、復旧の目処が全く立たず、また代替生産設備の整備目処も立たない場合、事業を中止する。