

グリーンイノベーション基金事業 CO₂等を用いたプラスチック原料製造技術開発 成果報告会

炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術の開発 / 脱化石資源とバイオマス利活用

ZEON

日本ゼオン株式会社

2026年09月17日

創発推進センター
カーボンニュートラル研究開発推進室
室長 橋本貞治

会社名： 日本ゼオン株式会社
設立： 1950年4月12日
本社所在地： 東京都千代田区丸の内
上場市場： 東証プライム市場 [4205]
資本金： 242億11百万円
連結売上高： 4,120億円(2025年度)
連結営業利益： 364億円(2025年度)
連結従業員数： 4,425名
主要工場所在地： 高岡、川崎、水島、徳山、氷見二上、敦賀、
米国(ケンタッキー、テキサス、ミシシッピ)、中国(上海、広州)、
シンガポール、タイ、ベトナム



本社



水島工場GPIプラント

独創的技術によるC4,C5モノマー

GPB



ブタジエン

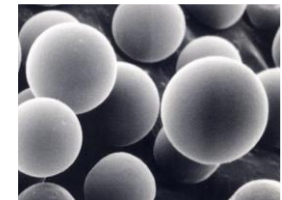
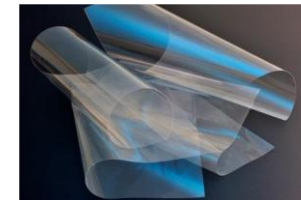
GPI



イソプレン

精製技術

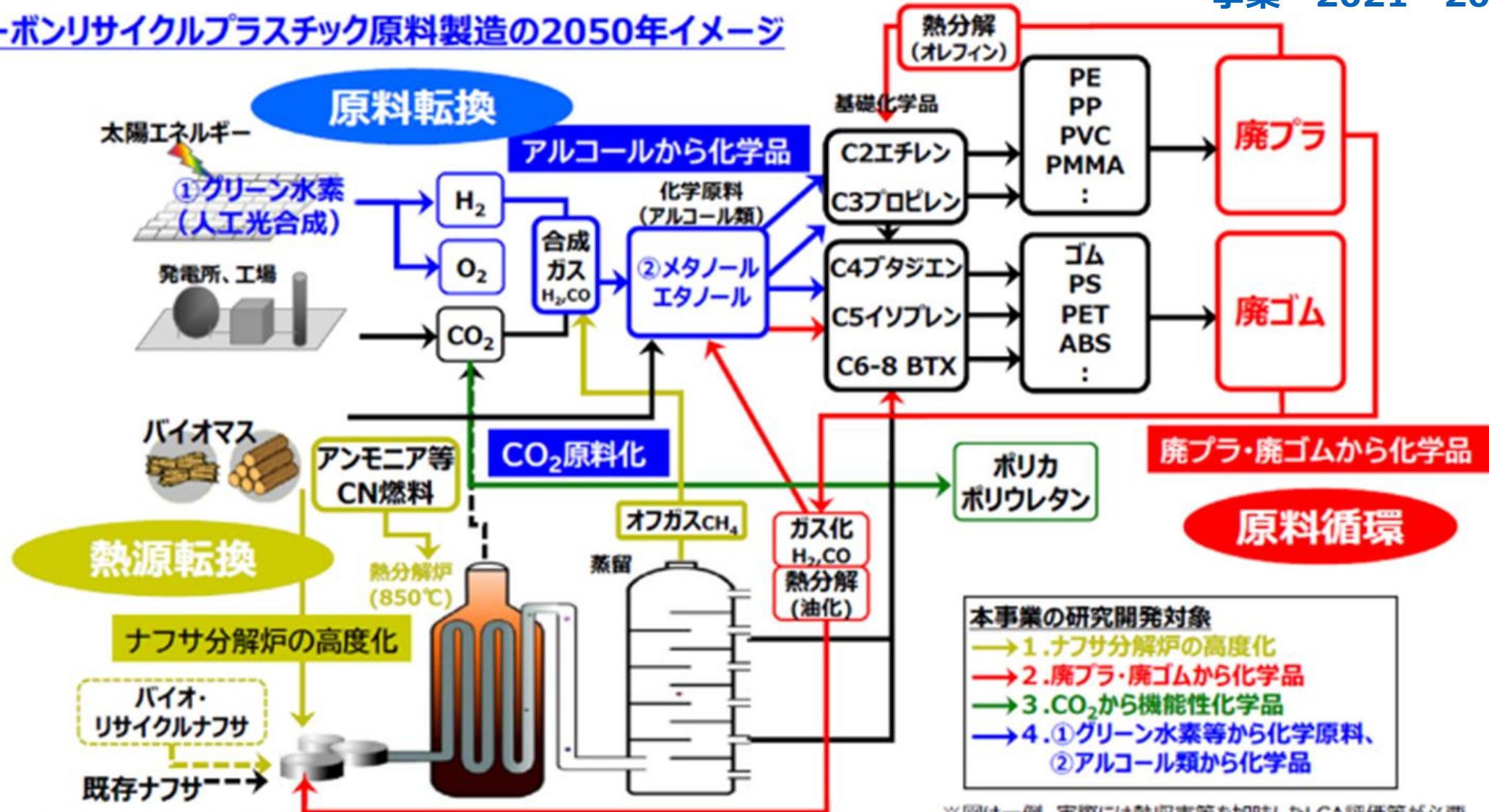
ユニークな製品設計による製品開発



差別化製品

事業 2021~2030年度

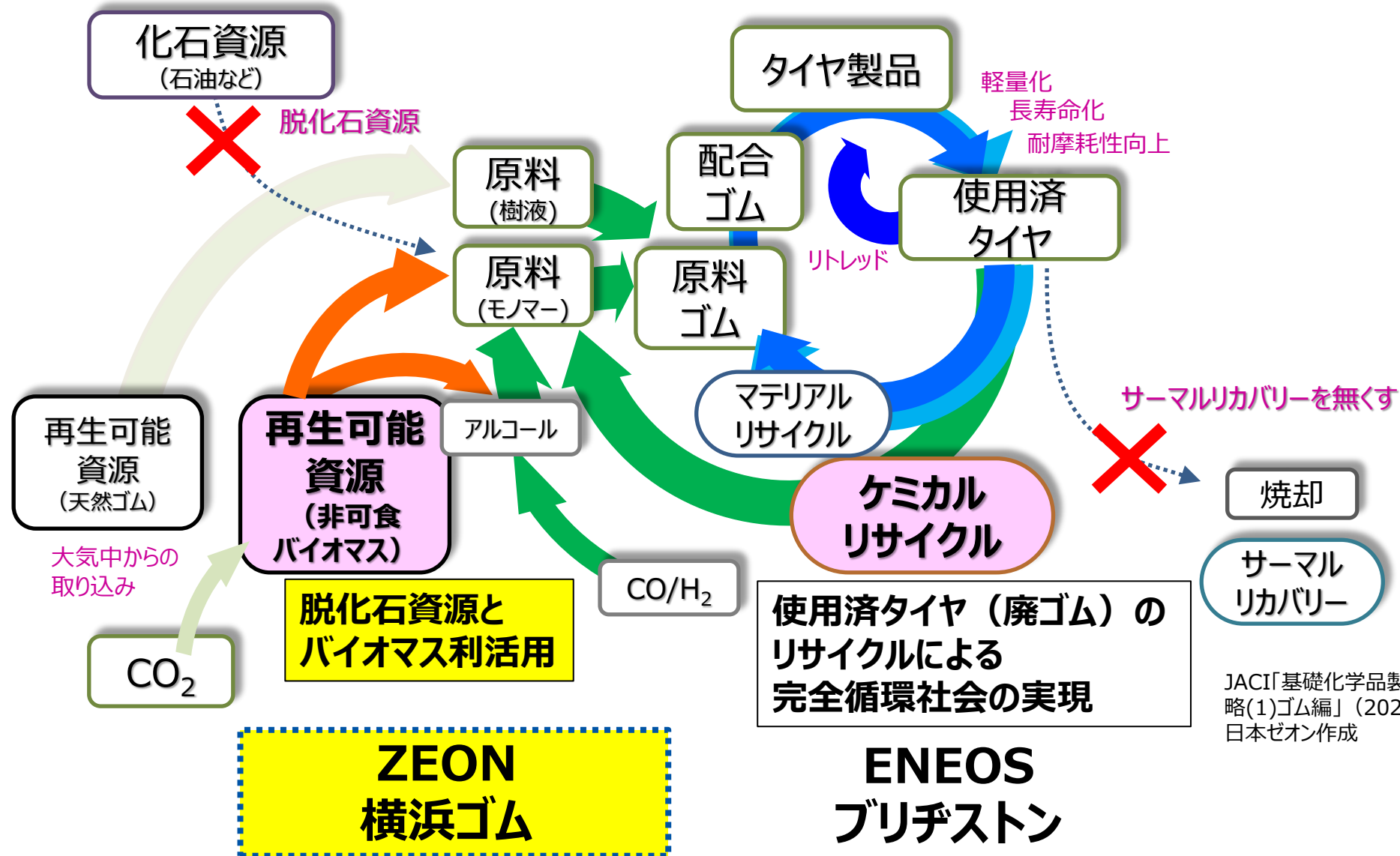
カーボンリサイクルプラスチック原料製造の2050年イメージ



METI_CR_PJ研究開発・社会実装の方向性資料より引用

※図は一例。実際には熱収支等を加味したLCA評価等が必要

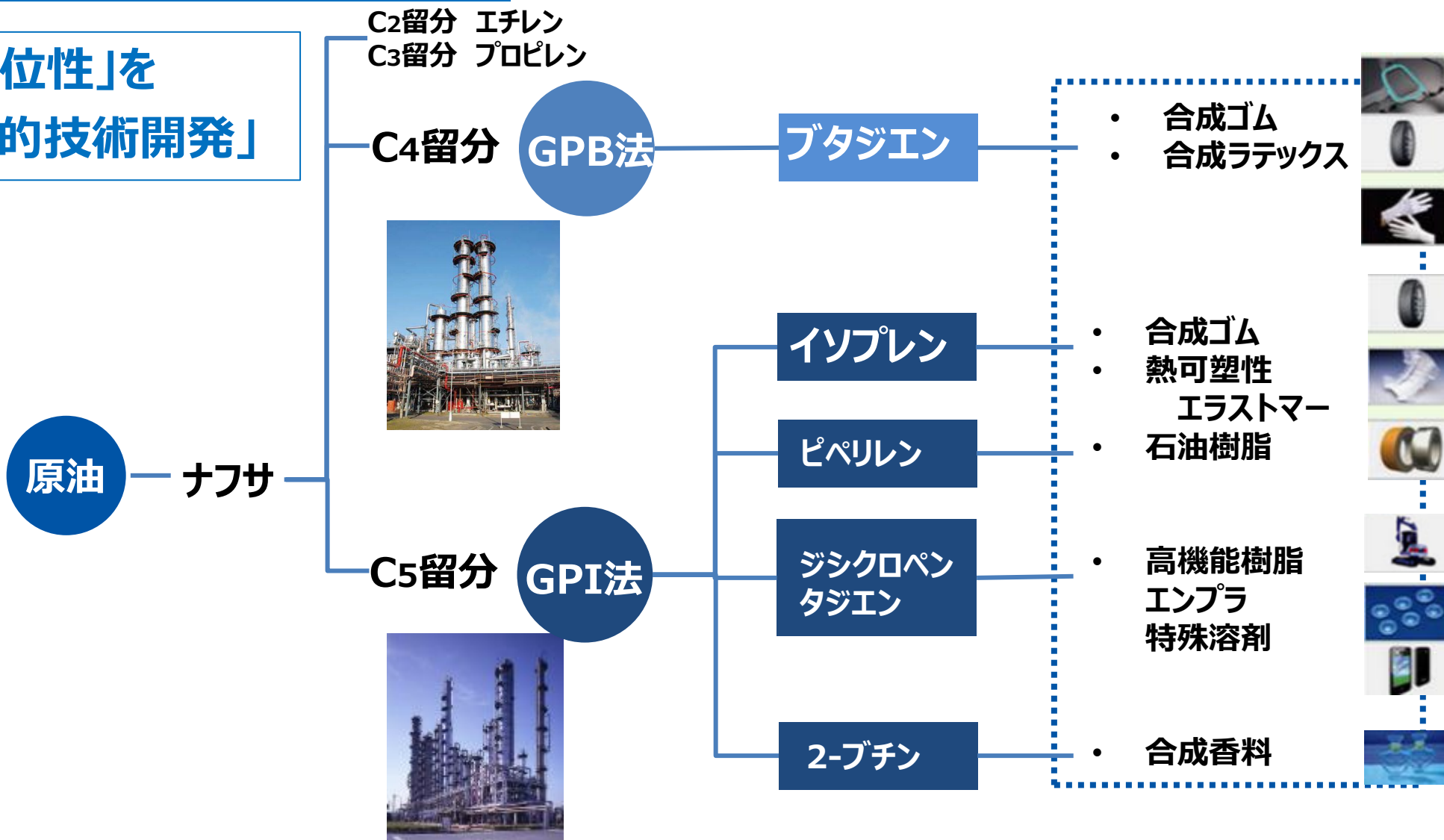
コンソーシアム体制／2050年の望ましいタイヤ・ゴム資源循環



JACI「基礎化学品製造分野の技術戦略(1)ゴム編」(2020年3月)を基に
日本ゼオン作成

これまでの価値の源泉（現在）

「差別化」と「優位性」を
創造する「独創的技術開発」

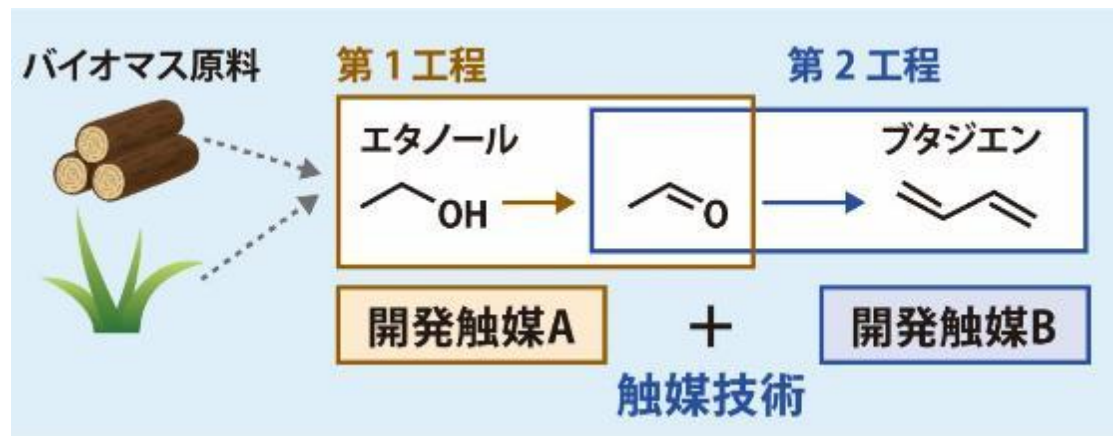


2 テーマ

脱化石資源と
バイオマス利活用

1

エタノールからの 高効率ブタジエン合成

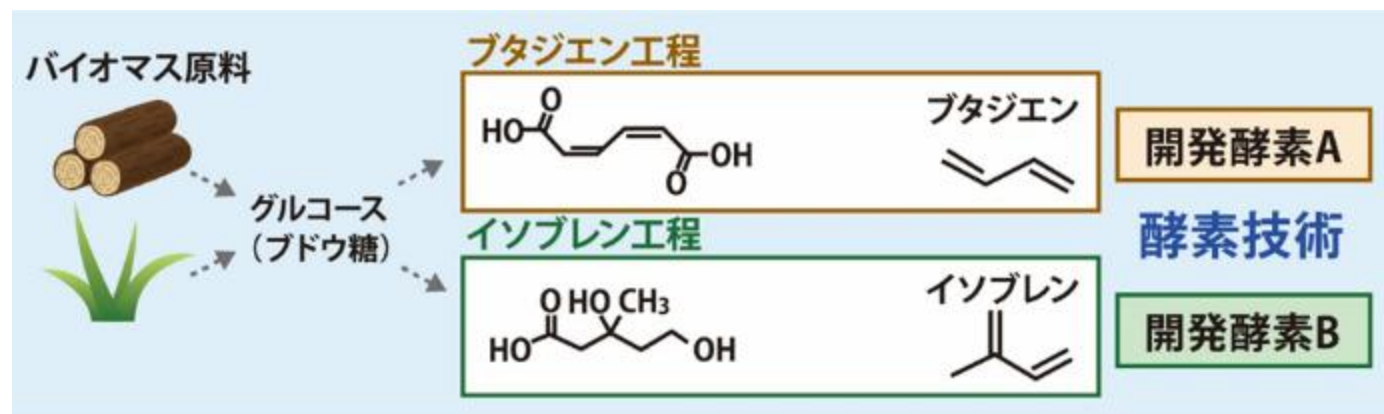


触媒法
(化学合成法)

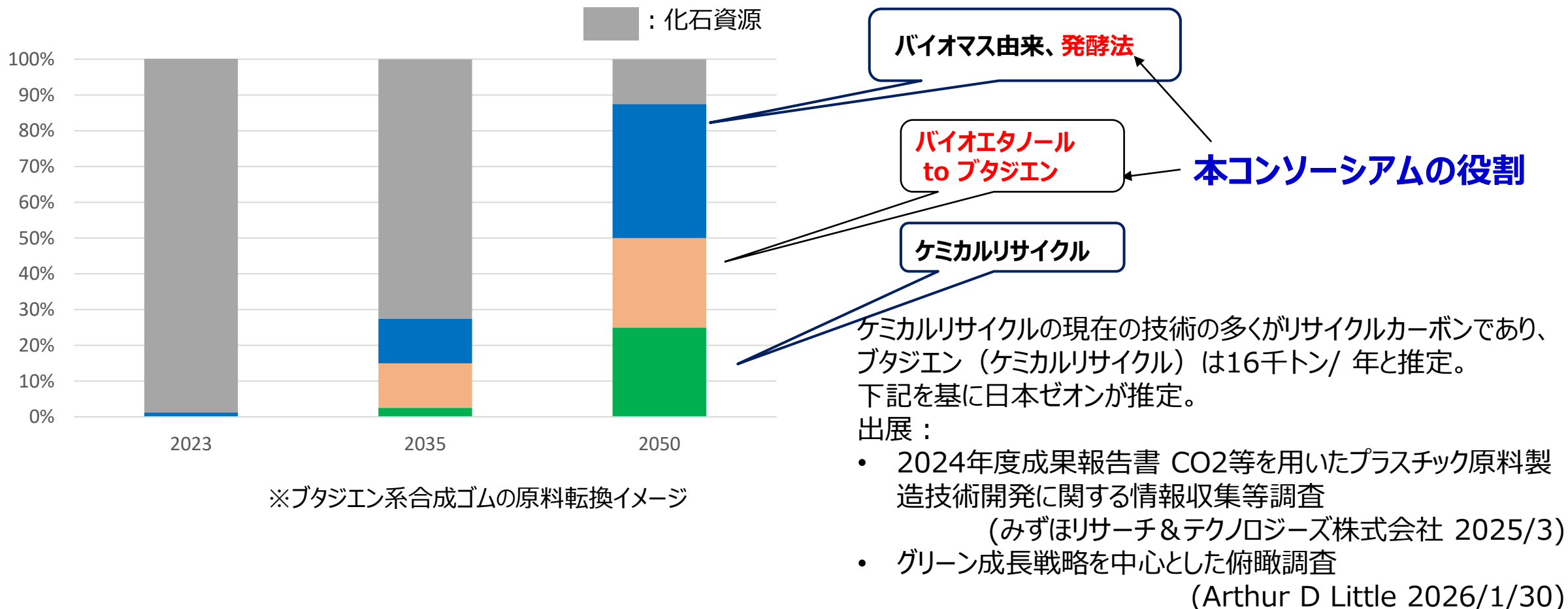
Ethanol-to-Butadiene

2

微生物発酵法によるブタジエン合成



微生物発酵法



短期（～2035年）：バイオエタノール由来ブタジエン（E to B）を社会実装し、化石資源依存を低減

中期（2035～2045年）：廃プラ由来原料・リサイクルカーボンとの組み合わせにより原料多様化を推進

長期（2045年以降）：糖・バイオマスを起点とした発酵法で社会実装し、持続可能なC4・C5供給体系を構築

カーボンニュートラルに貢献する技術開発

再生炭素源に替えながら、
2つの競争優位性を保つ

バイオマス

2 植物資源からのバイオ
ブタジエン、イソプレン製造

1 エタノールからの
高効率ブタジエン合成

糖

エタノール

原油

ナフサ

C2留分 エチレン
C3留分 プロピレン

C4留分

GPB法

ブタジエン

- ・ 合成ゴム
- ・ 合成ラテックス

廃タイヤなどからの
エタノール/モノマー再生

イソプレン

- ・ 合成ゴム
- ・ 熱可塑性
エラストマー

ピペリレン

- ・ 石油樹脂

廃ゴム
廃プラ

ジシクロペン
タジエン

- ・ 高機能樹脂
エンブラ
特殊溶剤

C5留分

GPI法

2-ブチン

- ・ 合成香料

持続可能な企業活動の実現

タイヤ/合成ゴムの資源循環を、再生可能資源からC4/C5製造技術を確立し、カーボンニュートラル
(CN)な製品へ転換する事業を拡大

10年間の研究開発の後、2034年の事業化、2040年代での投資回収を想定

投資計画

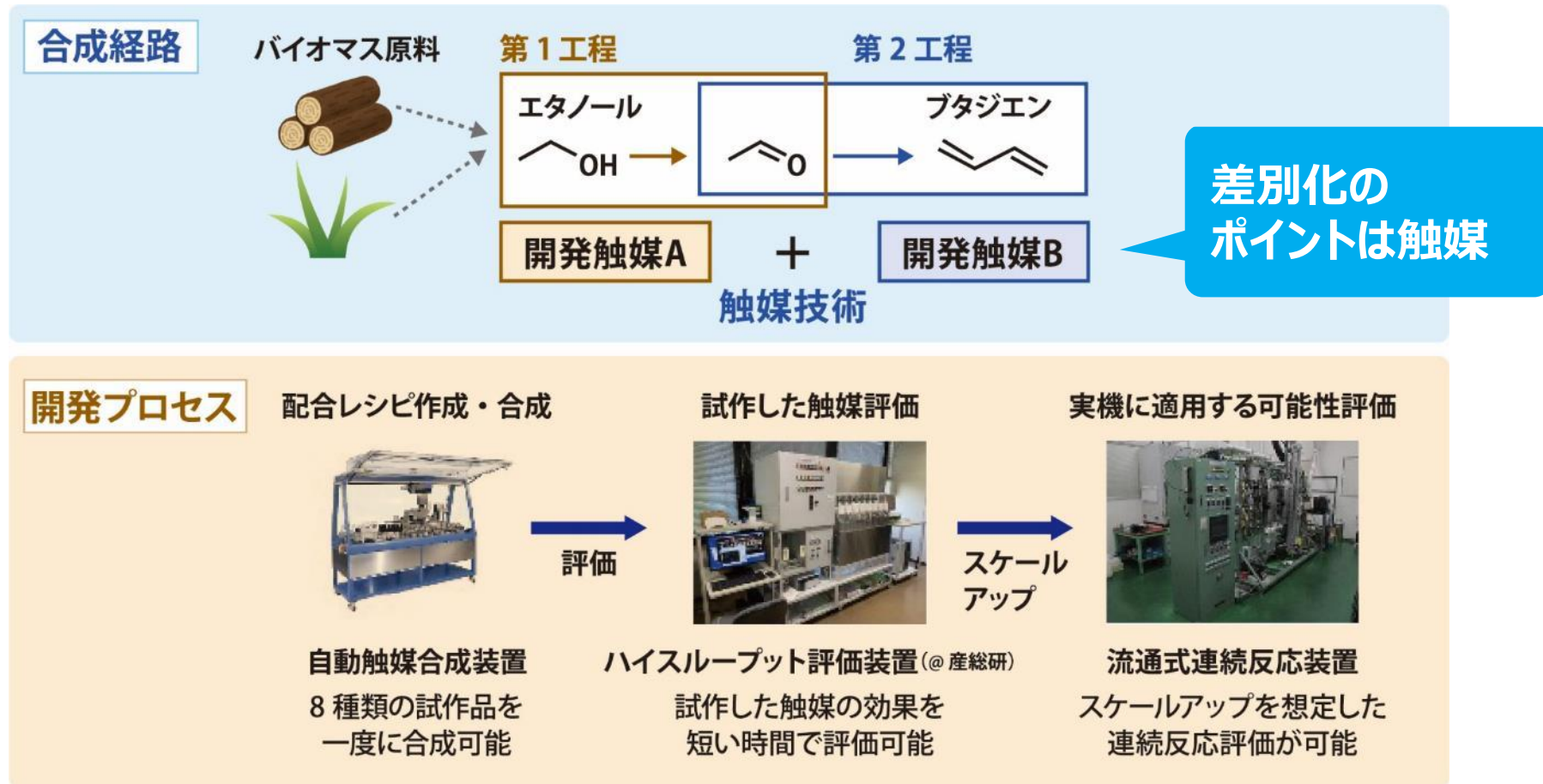
本事業終了後も 5 年程度研究開発を継続し、2034年の本プラント完工、事業化を目指す。

	研究開発				事業化		投資回収
	2021年度	...	2030年度	...	2034年度	...	204×年度
売上高				2030年には、パイロット品による合成ゴム試作品を製造 2034年には、製造設備が完工、生産開始し市場へ本格投入			
研究開発費	エタノールtoブタジエン、醗酵法の研究を推進 2029年度パイロット設備完工、事業化判断 (事業費総額94億円)			継続してコストダウン、プロセス改良に向けた研究を進め、競争力 維持強化を進める			
取組の段階	研究開発の開始		パイロット設備での 検証完了		事業化		投資回収
CO ₂ 削減効果 (t-CO ₂ /y)	-	...	-	...	220kt		

1

化学合成

触媒法



研究開発テーマ

1 エタノールからの高効率ブタジエン合成

アウトプット目標

エタノールからブタジエンへ変換で、ブタジエンの理論収率の80%以上を達成する
パイロットスケール実証完了

研究開発内容

①触媒活性の向上

②スケールアップ検討
(開発触媒の実用性向上)

③プラント実証検討

④製品実装の検討

KPI

触媒活性の向上と長寿命化

スケールアップ技術の確立

パイロットスケール設備で生産実証
LCAと事業性評価

既存ブタジエンゴム製品性能と同等

KPI設定の考え方

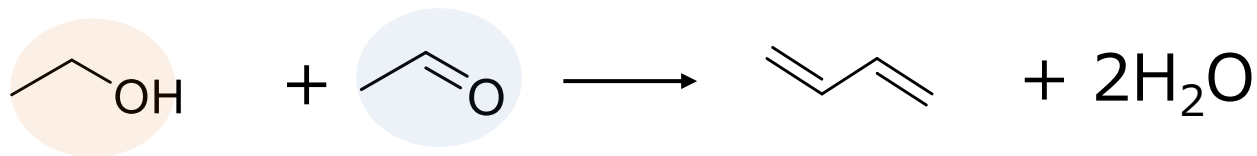
製品コストを下げるために触媒に必要な効率
実装のためには、寿命の維持は重要

パイロットプラント設計のためのデータ取得
- 製品性能として重合可能な純度
- スケールアップによる触媒寿命維持

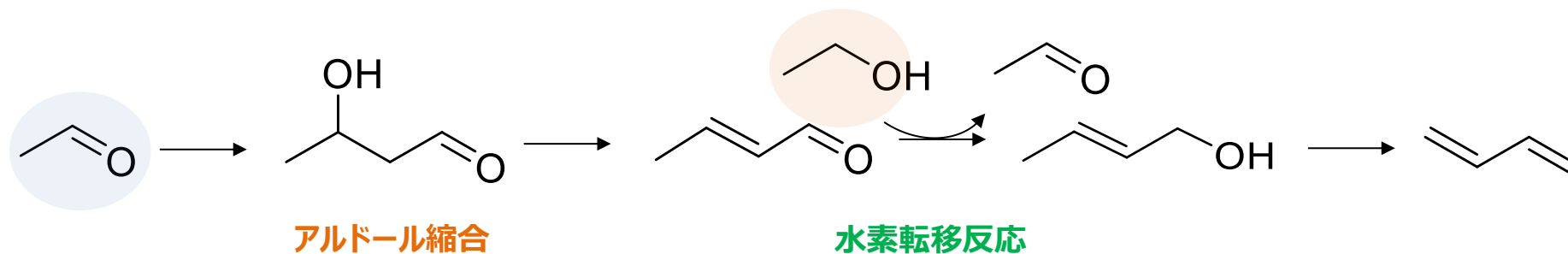
事業化のための設計データ、FS検討
スケールアップ効果、触媒安定性の検証

既存ブタジエンゴムと性能同等であることを検証し、タイヤ材料に適用できる

・化学量論式

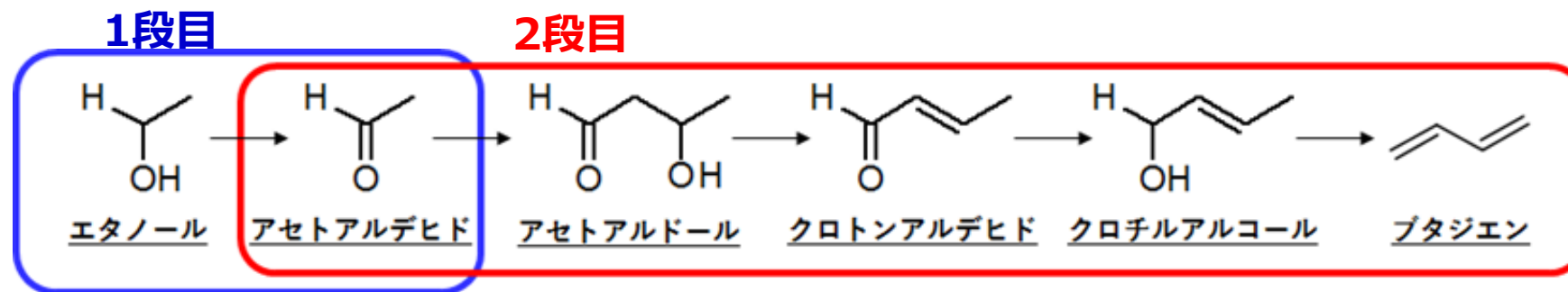


・反応経路

・高活性を示す触媒の例: $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2$, $\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2$, $\text{Ta}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$

参考文献: Shinke, T. et al., React. Chem. Eng., 2021, 6, 1381; Corson, B.B. et al., Ind. Eng. Chem., 1950, 42, 359 を基に日本ゼオン作成

・2段プロセス：触媒寿命長期化、高選択性



✓ 1段目触媒：シタリング



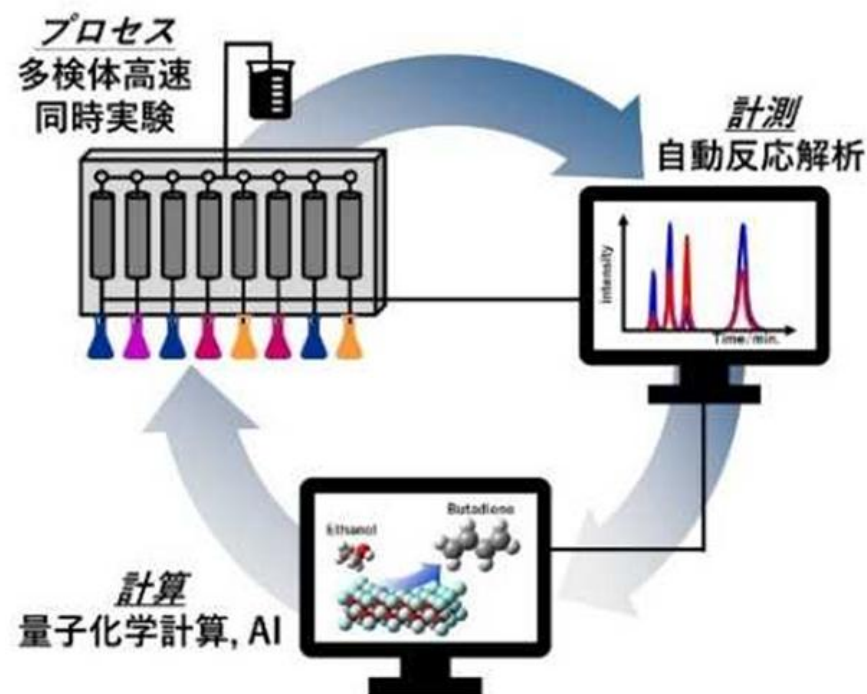
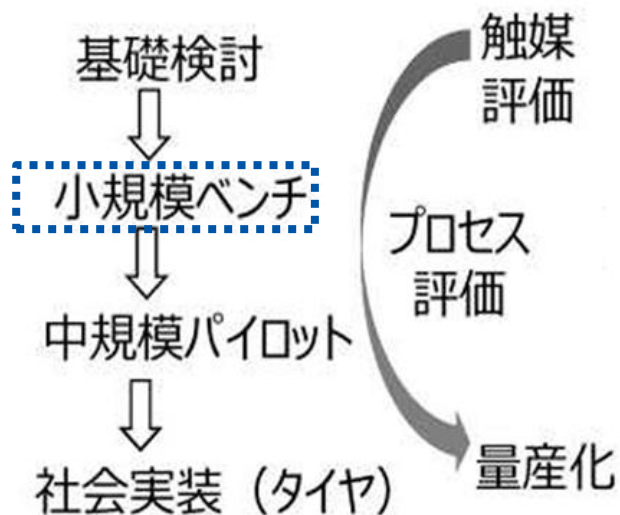
✓ 2段目触媒：コーキング



■ 1段目触媒はシタリング、2段目触媒はコーキングによって触媒が劣化していく。

① エタノールからの高効率ブタジエン合成

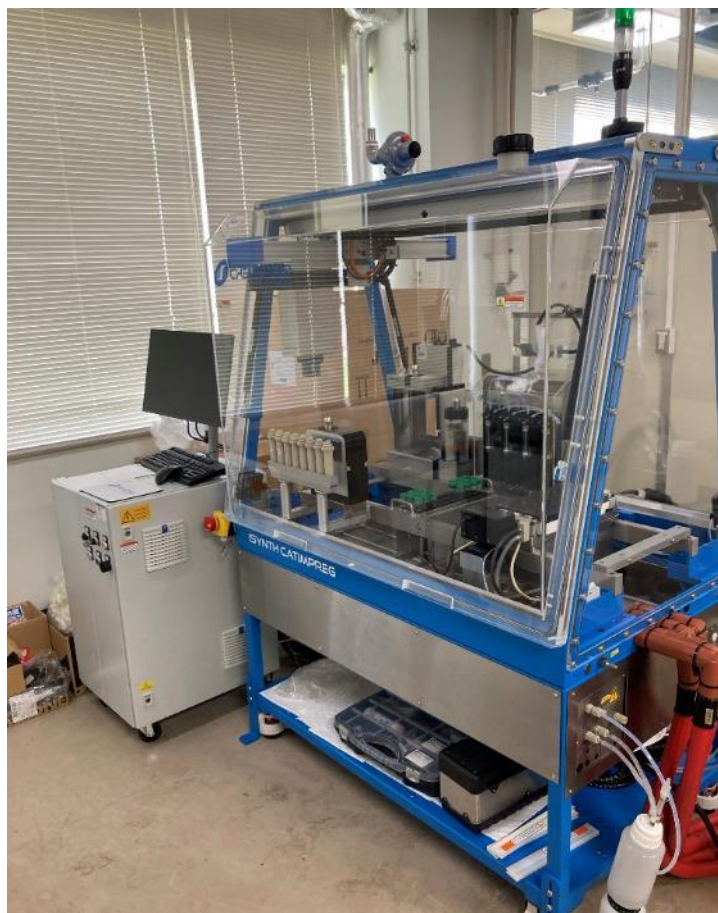
バイオマス → エタノール → ブタジエン



国立研究開発法人 産業技術総合研究所 固体触媒プロセス研究グループ

✓ハイスループット触媒合成装置

調製法 : 含浸法

HfO₂原料 : HfCl₄水溶液

✓ハイスループット触媒反応装置

反応 : 固定床流通式反応

原料 : エタノール + アセトアルデヒド



✓マイクロ反応装置



コバルト触媒系ブタジエンゴム

分子量30万以上、シス構造比率95%以上

- エンジニアリングデータ
- 反応条件の取得
- スケールアップ触媒評価

ベンチ設備 フロー

反応

精製

蒸留

溶剤改修



設備を設置した周南市徳山工場



エタノールからの
高効率ブタジエン合成ベンチ設備

2025～建設開始
2026/6 工事完了
M/2026 ~ E/2027 試験期間

生物合成

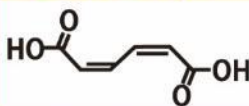
微生物発酵法

合成経路

バイオマス原料

グルコース
(ブドウ糖)

ブタジエン工程



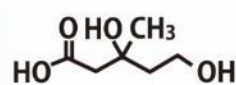
ブタジエン



開発酵素A

酵素技術

イソプレン工程



イソプレン



開発酵素B

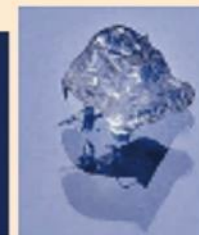
差別化の
ポイントは酵素**体内で起こる消化・代謝
等の化学反応を促す触媒
であるたんぱく質

開発プロセス

変異酵素作成・評価

自動酵素評価装置
変異酵素を
自動で評価可能変異酵素の
大腸菌へ導入酵素を生み出す
大腸菌

大腸菌による生産性検証

培養機による酵素評価装置
大腸菌によるブタジエン、
イソプレンの生産性を評価ブタジエンを
捕集・重合ブタジエンゴム
サンプルイソプレンゴム
サンプル

研究開発テーマ

2 植物原料からのバイオブタジエン・イソプレン製造技術の開発

アウトプット目標

糖原料からブタジエンおよびイソプレンを、菌株の生産性を向上させる
さらに、培養器あたりの生産性を最大化する

研究開発内容

①バイオブタジエン、イソプレン生産菌の開発

②発酵タンクによる生産技術の開発

③試作品評価による品質向上

KPI

菌株の目的化合物の生産性

培養器あたりの目的化合物の生産性
目的化合物の純度

ゴム製品性能

KPI設定の考え方

糖からの発酵生産収率が飛躍的に向上することにより精製やその後の工程が容易である

スケールアップした装置において、阻害因子などをコントロールしつつ、制御因子の最適化を図れていることで、培養器あたりの生産性の最大化と純度向上を図る

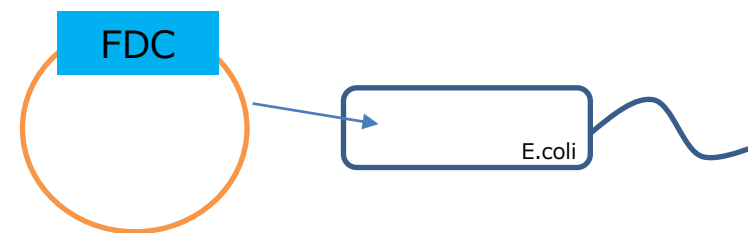
既存ブタジエンゴムと性能同等であることを検証し、タイヤ材料に適用できる

大腸菌の遺伝子組み換えによる酵素開発

FDC : フェルラ脱炭酸酵素

1. 外来生物種の遺伝子を導入

- ・大腸菌が本来持たない機能を持つ酵素を使用し
目的の生成物を生産することが可能
- ・大腸菌で機能するかは不明

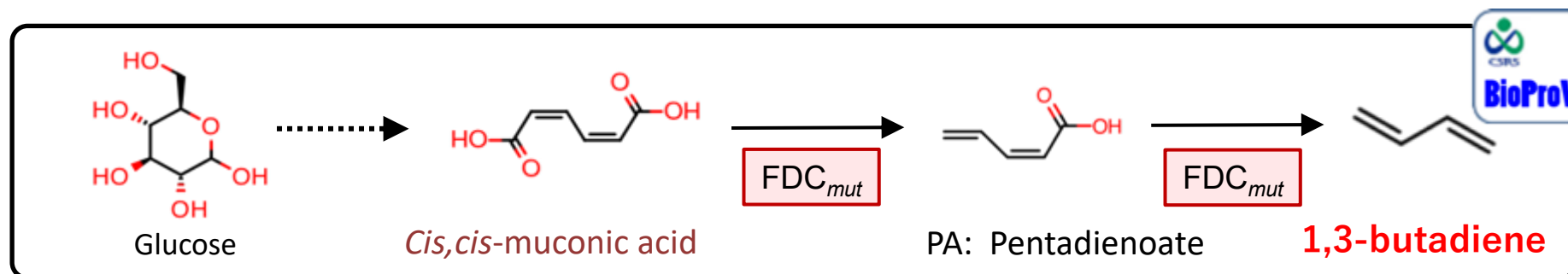


本研究におけるムコン酸→ブタジエンの合成に
必要な酵素であるFDCは**出芽酵母由来**のものを使用

2. アミノ酸配列に変異を導入

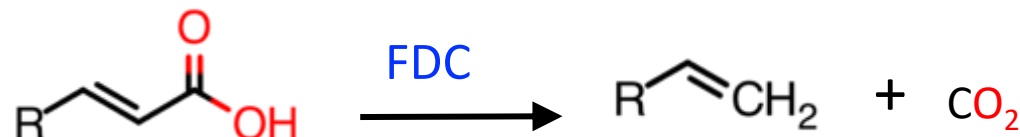
- ・酵素は遺伝子から発現したタンパク質であり、複数のアミノ酸が結合した立体構造を持つ
- ・酵素活性は酵素の基質結合部位に最適なアミノ酸残基を配置することで向上する



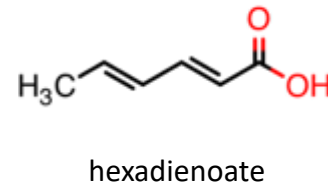
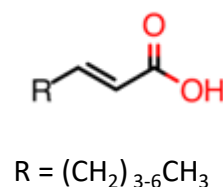
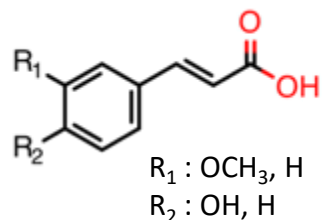


フェルラ酸脱炭酸酵素 (FDC) E.C. 4.1.1.102

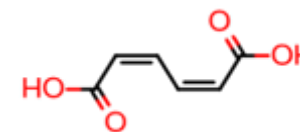
prFMN (補酵素として)



テンプレート基質



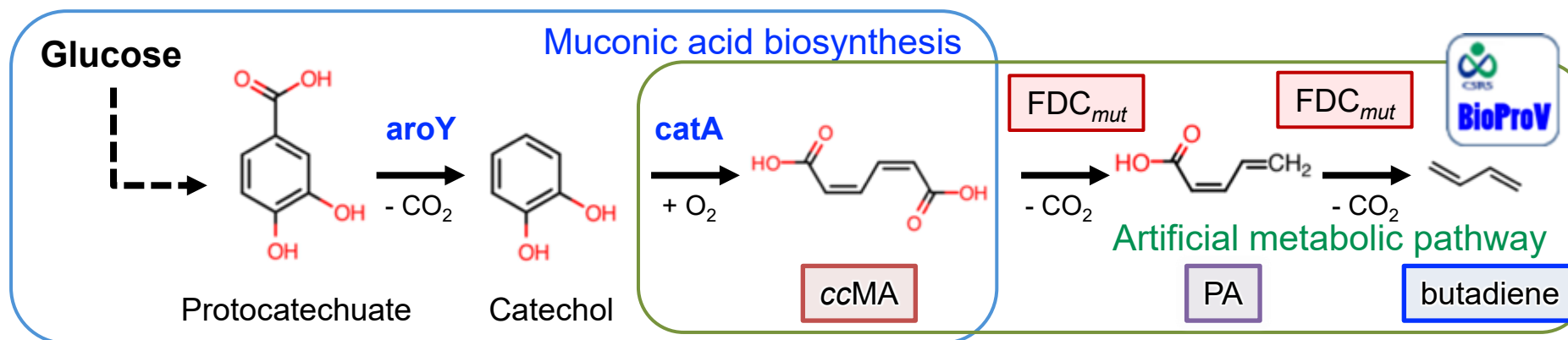
基質特異性の改変



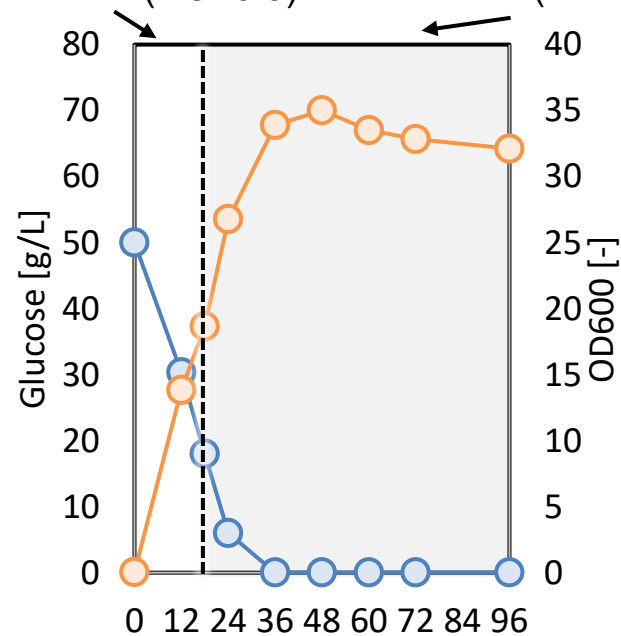
ムコン酸生産大腸菌の開発

人工酵素 (FDC_{mut}) の開発によるブタジエンのムコン酸からの生産

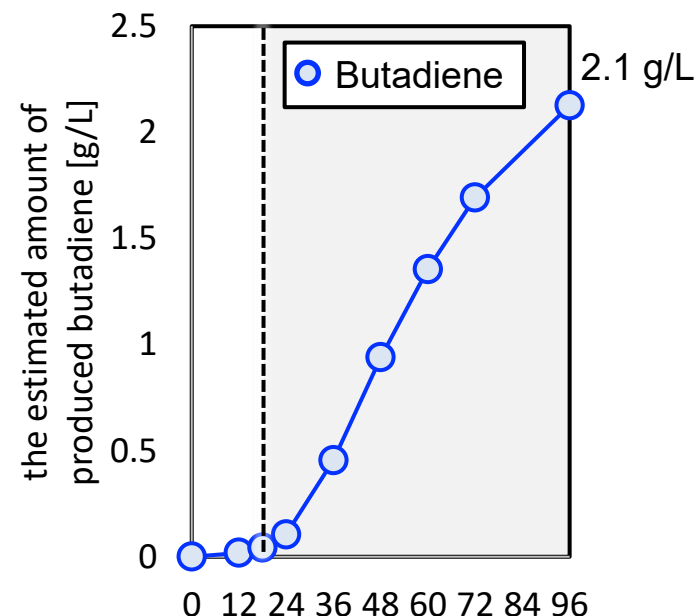
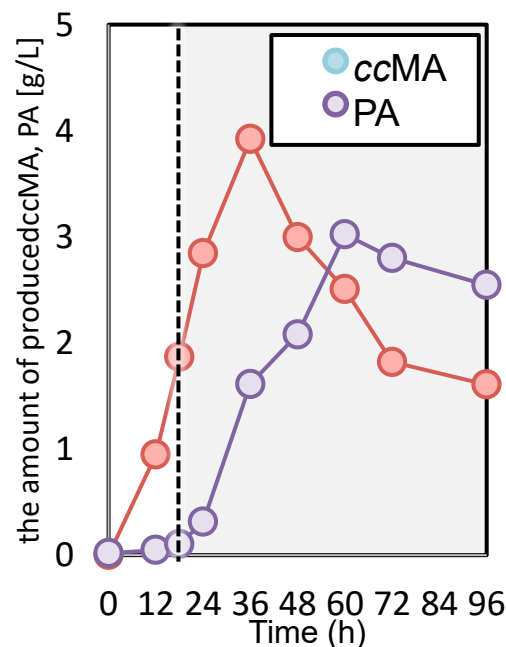
Mori Y. et al., *Nature communications*, (2021) 12: 2195



aerobic (DO=0.5) microaerobic (DO=0.05)



DO-stat fed-batch fermentation



PCT/IP2020/035442
PCT/IP2019-532643

Nat. Commun. 2021



New research facility

ゼオンケミカルズ米沢 (2025/6)
カーボンニュートラル用研究新棟を設置

2025～設置

2026～ 試運転

M/2026 ～ E/2027 試験期間



ブタジエン、イソプレン発酵ベンチ装置

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

直近の成果

残された技術課題

解決の見通し

1 エタノールからの高効率 ブタジエン合成

- ①触媒活性の向上
- ②スケールアップ検討
- ③プラント実証検討
- ④製品実装の検討

- ① 触媒活性
ー収率：65%以上
- ②ベンチ設備試運転開始
- ③ 実施なし(ベンチ反映)
- ④ 重合性確認（'24年
度）

- ①触媒選択率、触媒寿命向上
- ②ベンチプラント本運転、パイロット設計反映
- ③設置場所、設計
- ④サンプルの確保と重合性確認

- ① 2 段目触媒の開発、改良
- ②ベンチ設備での触媒性能把握とプロセス検討
- ③ベンチ設備で検証し反映（2027年度）
- ④ベンチ設備を活用

2 植物原料からのバイオ ブタジエン・イソプレン製 造技術の開発

- ①バイオブタジエン・イソプ
レン生産菌の開発
- ②発酵タンクによる生産
技術の開発
- ③試作品評価による
品質向上

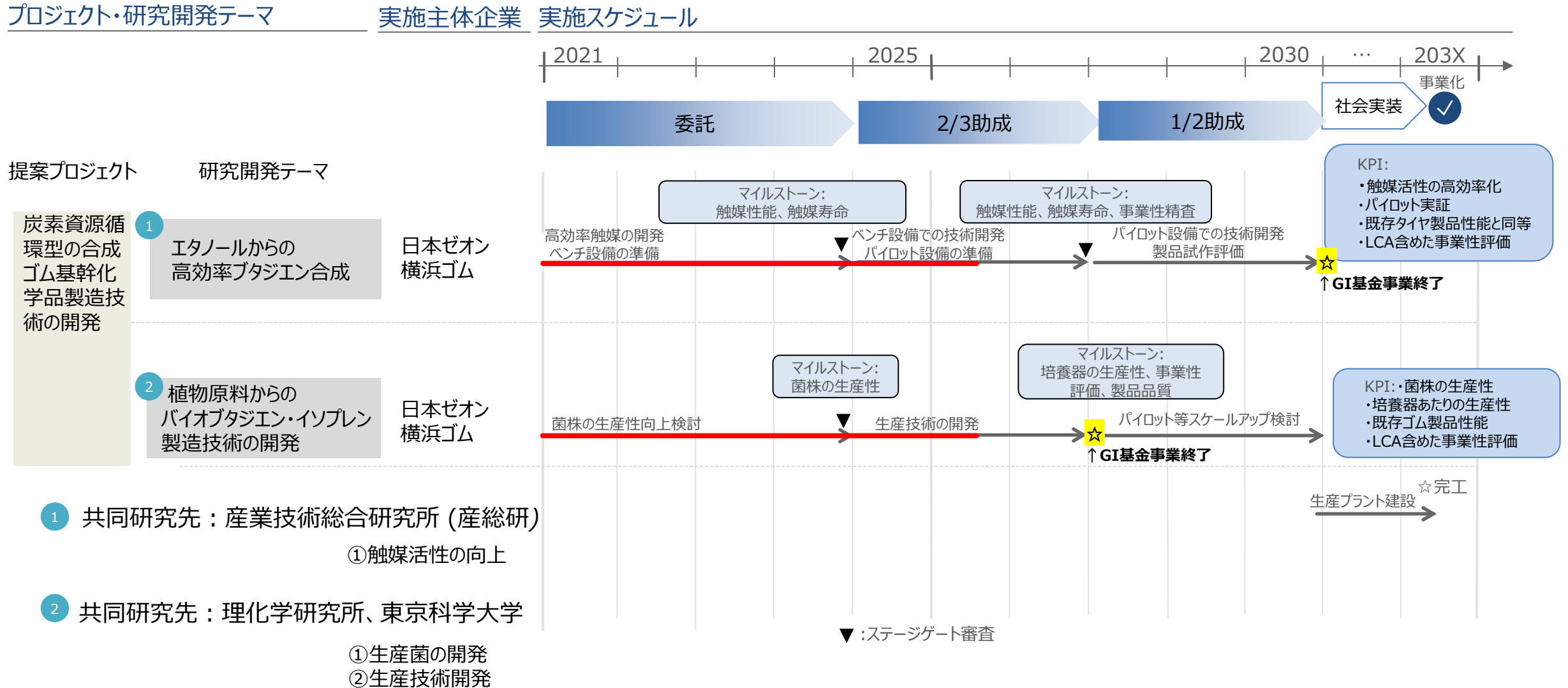
- ①キー酵素の変換効率：
80 %以上
- ②10条件以上での生産
性評価を実施し、重要
因子の把握
- ③不純物の組成把握完了

- ①さらなる生産菌の改良（生産性向上）
- ②生産性向上のための生産技術開発
- ③不純物把握済み（完了）

- ①補酵素の発現量強化、大腸菌の増殖強化
- ②4重変異体を用いて重要因子を把握する
- ③完了

研究開発計画／ 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



ご清聴ありがとうございました

記載されている情報は信頼できるものと考えておりますが、特定用途や当該情報から得られる結果の正確性、適合性について、いかなる表現や保証を行うものではありません。当該材料を加工する際に商業的に使用される方法、条件や装置の違いから、ここに開示されている製品用途への適合性について、何らかの保証を行うものではありません。フルスケールテストと最終製品の性能は、使用者の責任の下に判断を行ってください。日本ゼオン（その関係会社を含む、以下同じ。）は、日本ゼオンから提供される製商品の使用と取扱いについて一切の責任を負わないものとし、使用者はすべてのリスクにつき自らの責任で対処するものとします。日本ゼオンは特定目的への商品性保証や適合性について、ここに明示または黙示されたいかなる保証も行いません。また、本技術資料の開示は、日本ゼオンの許可なく、ここに記載されている情報を利用して特許発明等の申請を許可、推奨、誘導するものではありません。

社名の由来

- 米国のB.F.Goodrich Chemical社の資本と技術により、日本最初の本格的塩化ビニル樹脂製造会社として設立。Goodrich社の塩化ビニル樹脂の商標「ゼオン」(Geon) をとって当社の社名としました。
- 「ゼオ (Geo) 」はギリシャ語で大地、「エオン (Eon) 」は永遠を意味し、その合成語である「ゼオン」には、「大地から原料を得て永遠に栄える」という意味が込められています。
- その後、Goodrich社との資本関係解消を契機に、表記を「ZEON」と改めました。

企業理念

大地の永遠と人類の繁栄に貢献する

大地（ゼオ）と永遠（エオン）からなるゼオンの名にふさわしく、独創的な技術・製品・サービスの提供を通じ、「持続可能な地球」と「安心して快適な人々の暮らし」に貢献する。

サステナビリティ基本方針

- 「持続可能な地球」と「安心して快適な暮らし」に貢献する
- 公正で誠実な活動を貫き、信頼される企業であり続ける
- より良い未来のために、一人ひとりが考え、行動する