

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：**炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術の開発**

実施者名：日本ゼオン株式会社（幹事企業）

代表名： 代表取締役社長 田中 公章

（コンソーシアム内実施者（再委託先除く）：横浜ゴム株式会社）

目次

0. コンソーシアム体制

1. 事業戦略・事業計画

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

2. 研究開発計画

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

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

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

4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

0. コンソーシアム体制

0. コンソーシアム体制／（1）グローバルでのタイヤおよびゴム産業の位置づけ

タイヤ/合成ゴム産業は日本にとって有数の重要産業 タイヤ/合成ゴム業界一体での原材料確保体制構築が必要

タイヤ産業：20兆円規模、
日系企業のシェアは約25%前後

タイヤ産業は産業規模が大きくかつ日系企業のグローバルシェアも高い
⇒**タイヤ産業は日本にとって有数の重要産業。将来も確実な需要が存在し、日本の地位向上に資する重要な産業である。**

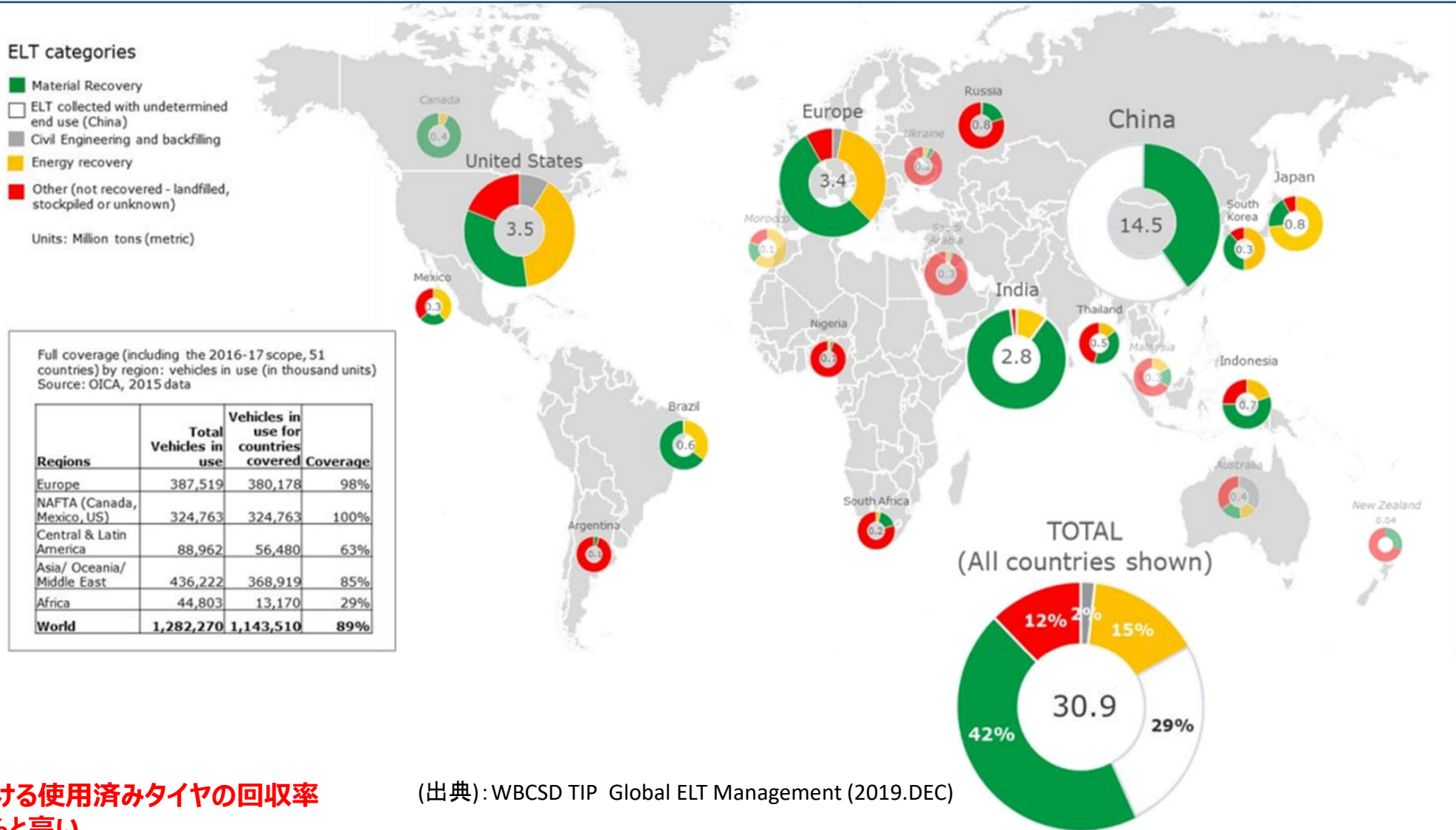
化学産業：雇用86万人(日本)
出荷額は約40兆円（全製造業の約14%）
合成ゴム産業：雇用11万人(日本)
出荷額は約3兆円

化学産業のうち合成ゴム産業は重要な産業の一つ。コンビナートという日本特有の企業連携や高品質な素材製造によって国際的な競争力を持つ。
⇒**タイヤ産業を支える合成ゴム素材は、日本において重要な産業である。**

将来のタイヤ需要予測(2050年)：人（人-km）と貨物（トン-km）の移動は現状の2~2.5倍程度になると推定（OECD傘下輸送部門予測）革新材料により、タイヤの走行距離あたりの必要素材が削減できたとしても、**現状以上の合成ゴム素材が必要となり、タイヤ/合成ゴム業界一体での原材料の確保が、タイヤ/合成ゴム産業の競争力強化、市場拡大に非常に重要である。**

0. コンソーシアム体制／（2）使用済タイヤ活用の現状（グローバル）

日本国内では使用済タイヤはサーマルリカバリーが主で、資源循環の観点からは有効利用できていない
脱炭素社会・カーボンニュートラルの実現には、サーキュラーエコノミーの構築が極めて重要



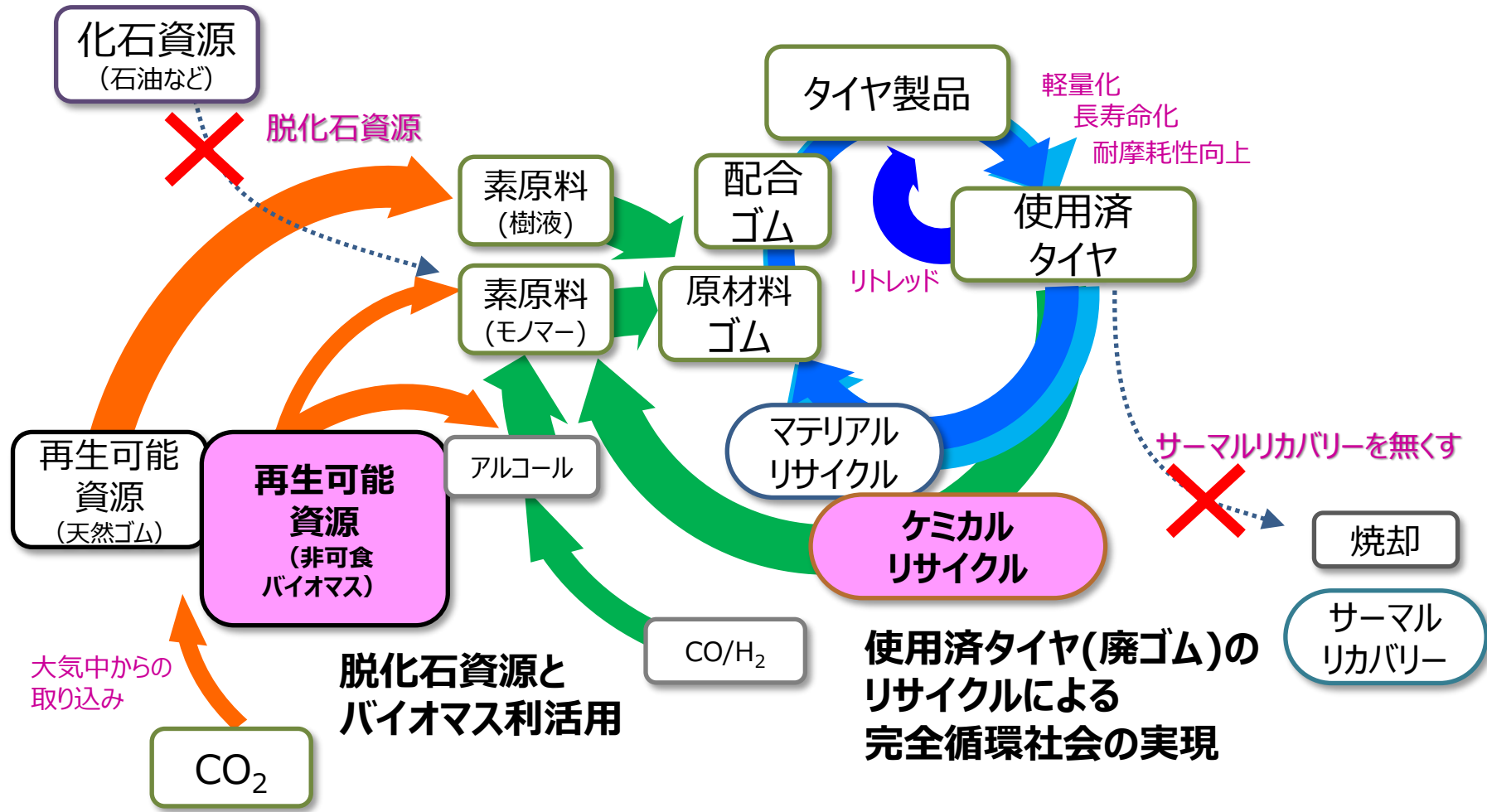
日本における使用済みタイヤの回収率は約94%と高い

(出典): WBCSD TIP Global ELT Management (2019.DEC)

0. コンソーシアム体制／（3）2050年の望ましいタイヤ・ゴム資源循環

ケミカルリサイクル・再生可能資源を活用してタイヤ/合成ゴム産業の資源循環とカーボンニュートラル化を目指す

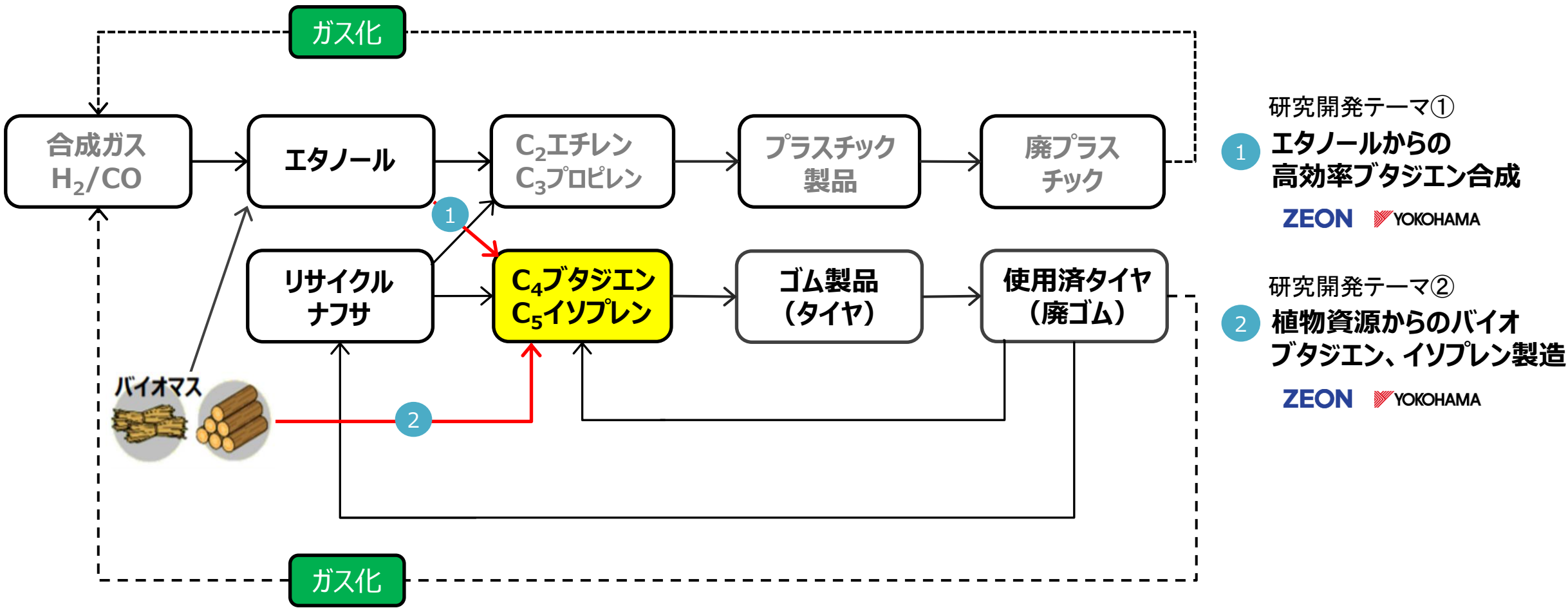
タイヤ/合成ゴム業界における2050年に目指す完全循環社会



「JACI 基礎化学品製造分野の技術戦略(1)ゴム編 2020年3月」より引用

0. コンソーシアム体制／（４）コンソーシアム内における各主体の役割分担

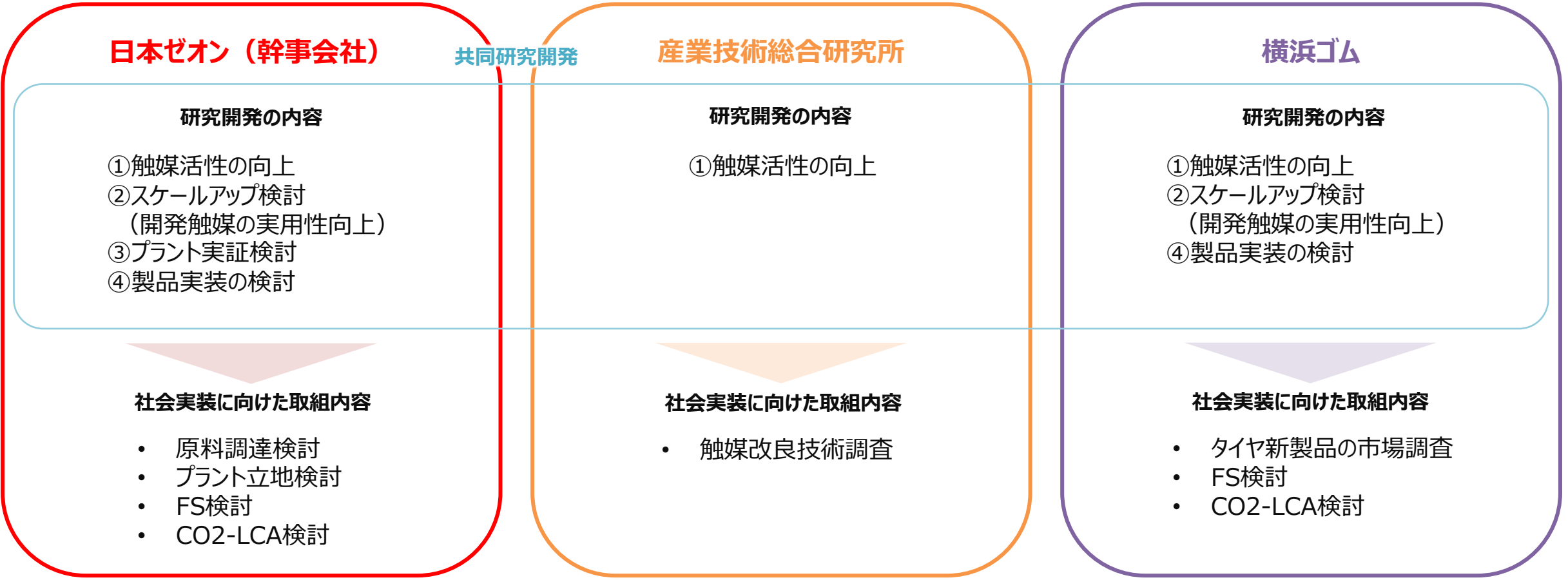
GI基金申請の枠組み：炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術の開発
タイヤ/合成ゴム産業の資源循環実現に向けて重要な研究開発テーマを推進する



※他PJとも連携し、タイヤ・合成ゴム産業の資源循環を達成する

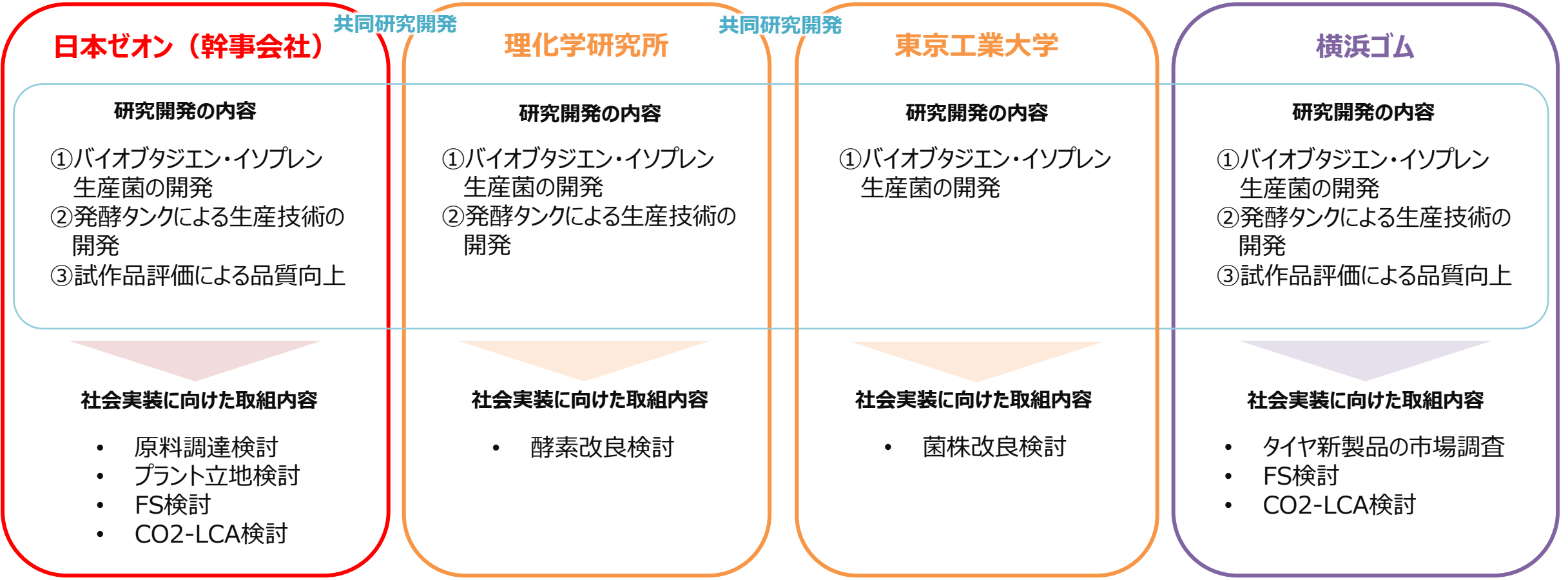
0. コンソーシアム体制／（４）コンソーシアム内における各主体の役割分担

研究開発テーマ① エタノールからのブタジエン高効率合成



高効率な触媒の開発と、プラント実証を通じてエタノールからのブタジエン製造技術を確認し、合成ゴム、タイヤへの実装検討を通じて、実用化に目途をつける

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



生産菌の開発と発酵生産技術を開発し、飛躍的に生産性を高め、バイオブタジエン・イソプレン製造を実現する

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

合成ゴム素材（C4/C5）の脱炭素化ニーズが高まり、サプライヤーの変化とコスト構造が変化

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）

- SDGs・気候変動対策への企業果たす責任や役割が大きくなる。
- 企業のCNへの取り組みの透明化・具体化の要求が高まる。

（経済面）

- カーボンプライシング等の圧力により、コスト構造の変化。
- サプライチェーン全体のCN化を目指すにあたり、バリューチェーンが変化し、新たなビジネスチャンスが生まれる。

（政策面）

- カーボンプライシング、炭素国境調整メカニズムの施行。（ムチ）
- CN促進に向けた各種補助金が今後生まれる。（アメ）

（技術面）

- 再生可能エネルギー関連の技術確度が高まり、企業のアクセスが容易になる。
- リサイクル技術（ガス化等）が、コスト低減化。
- バイオ法が生産性が飛躍的に向上し、コスト低減。

- 市場機会：C4/C5事業をコアとするエラストマー事業は、炭素集約型である。一方、タイヤは無くてはならない社会インフラ。その素材は石油由来から再生可能資源への大きな転換が必要。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
生活基盤素材である合成ゴム素材を、機能を損なうことなくカーボンニュートラル化を進め、環境負荷の低く、生活変容を強いることを最小限にすることが求められる。

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：

（モノマー）石油由来合成ゴム素材(C4/C5)の製造
（製品）サーマルリサイクル（＝燃焼）

● 2030年：

（モノマー）再生可能資源から合成ゴム素材(C4/C5)の製造
石油由来ナフサ依存度80%
（製品）ケミカルリサイクル化が進み、静脈サプライチェーンが構築される。

● 2050年：

（モノマー）再生可能資源から合成ゴム素材(C4/C5)の製造
石油由来ナフサ依存度0%
（製品）ケミカルリサイクル率80%、20%マテリアルリサイクルにより、産業自体のCNを達成
※再生可能エネルギーは、容易にアクセスできているとの前提

● 当該変化に対する経営ビジョン：

C4/C5事業のCN化技術革新を推し進め、当社のC4/C5事業の強みを、進化させることで、新たなバリューチェーンにおいても重要なCN素材サプライヤーとしての地位を確立する。

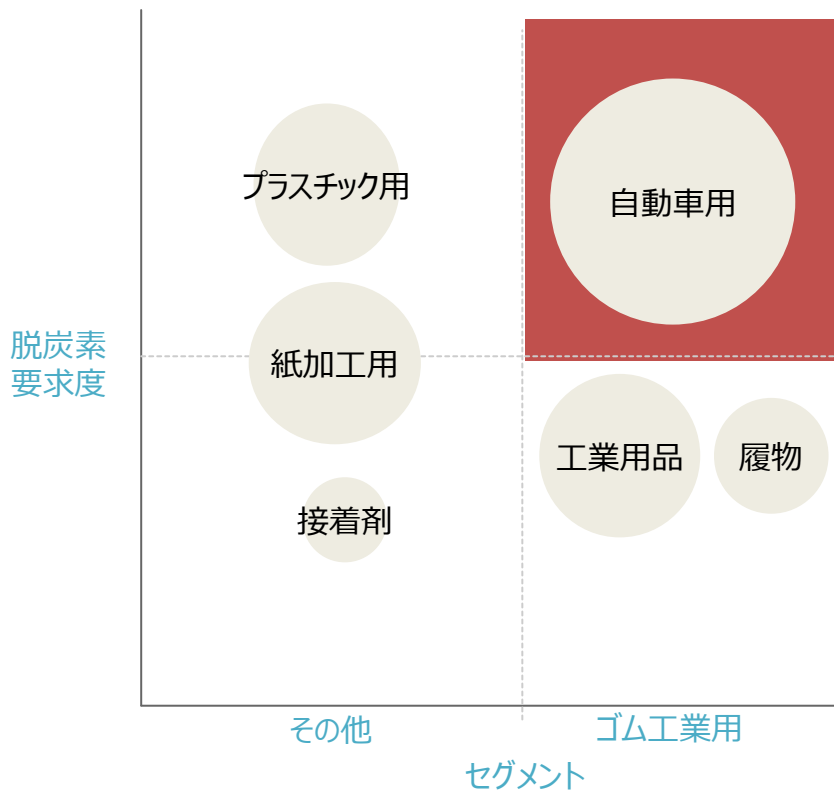
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

合成ゴム市場のうちタイヤ用途をターゲットとして想定

セグメント分析

・モビリティ市場におけるカーボンニュートラルの動きが活発化。これに素材メーカーとして貢献するため、タイヤ用途に注力。

（合成ゴム市場のセグメンテーション）



ターゲットの概要

市場概要

- ・ 2035年、市場規模 5,500 - 6,000億円 （IISRP資料より予測）
- ・ 市場成長率 CAGR 4.1~4.9% （IISRP 2021-2025年数値）

需要家

タイヤ
メーカー

合成ゴム消費量 (21年)

40万トン/年

課題

- ・ 再生可能資源由来比率の向上
- ・ 天然ゴムの確保
- ・ 使用済みタイヤの活用方法

想定ニーズ

- ・ 再生可能資源由来の合成ゴム
- ・ 低燃費性能向上
- ・ 静粛性
- ・ 耐久性
- ・ 使用済みタイヤのケミカルリサイクル

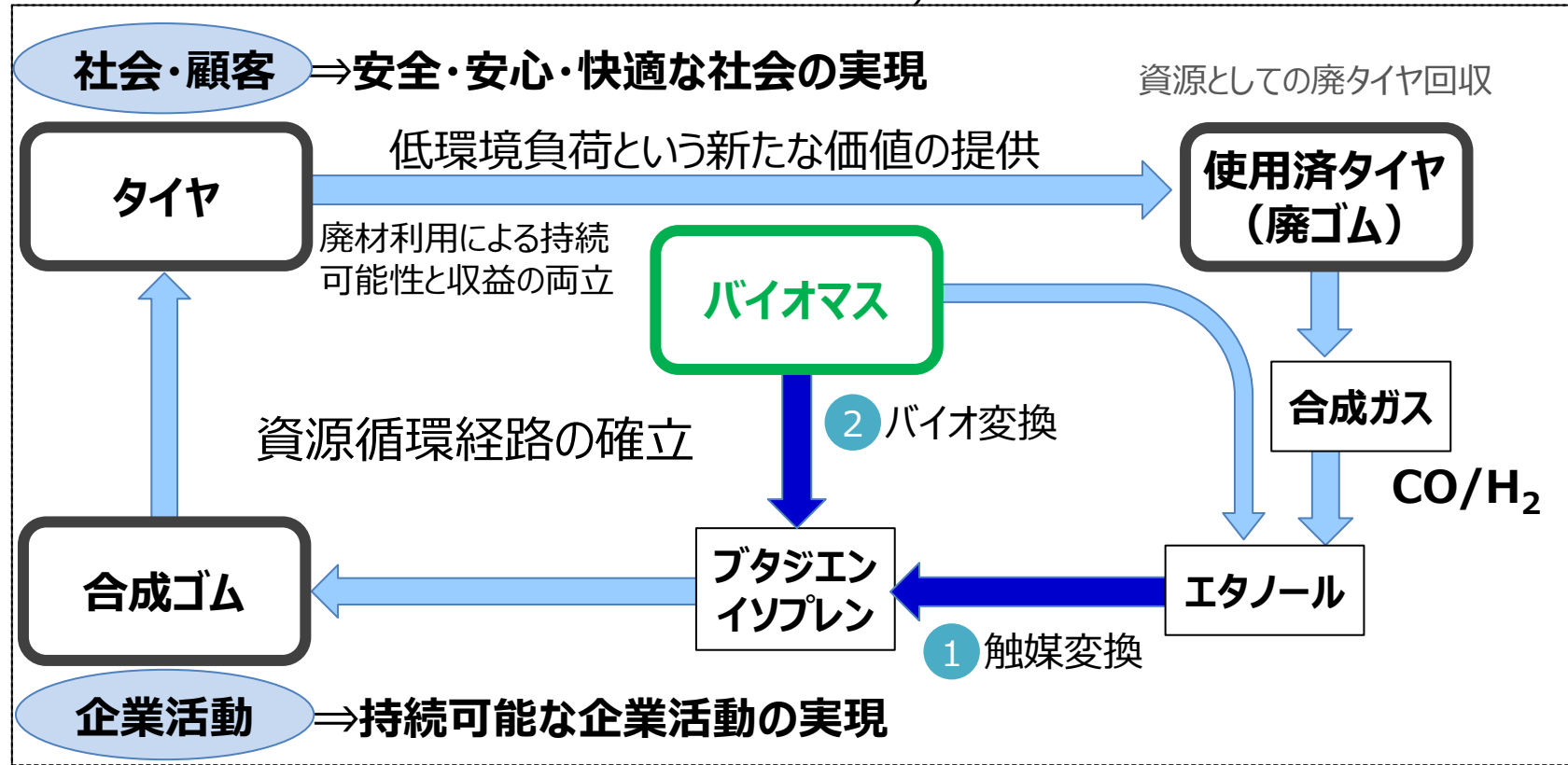
1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

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

社会・顧客に対する提供価値

- 性能とCNを両立したタイヤ/合成ゴム素材の提供
 - サステナビリティ社会にも不可欠な材料である、タイヤ/合成ゴム素材の安定供給を果たすため、コスト受容性と高性能の両立を実現する。
- 性能とCNを両立したタイヤ製品の提供
 - タイヤの運動性能や耐久性、静粛性、衝撃吸収性、燃費性能等は維持向上される。低環境負荷という新たな価値を提供できる。
- 再資源化技術を用いた資源循環モデルの構築
 - ゴミ、燃料として処分される使用済みタイヤなどの削減。
 - 石化原料比率減によるCO2排出量の削減。
 - 原料ソース多様化による供給安定性を向上。

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



- 再生可能資源から合成ゴム基幹化学品であるブタジエン・イソプレンを製造する技術を実現
- 従来の価格交渉に“タイヤ回収権”も加えた取引や、新たな取引形態（サブスクリプションビジネスなど）への移行 ⇒ 価値にフォーカスしたビジネス展開

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）

LC-CO₂算定法、ケミカルリサイクル生成物等の標準化と認証制度を進めて市場獲得を狙う

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

- 本ケミカルリサイクルにおけるLC-CO₂算定の前提条件および算定方法の標準化を推進し、業界発行のLC-CO₂算定標準への折込みと国内標準化を先導
- LC-CO₂量も含めたりサイクル生成物要件のグローバル標準化を通じて、ケミカルリサイクル生成物等の市場創生を目指す
- ラベリング等によるケミカルリサイクル生成物等利用製品に対する認証制度の整備・活用

国内外の動向・自社の取組状況

- （国内外の標準化）
 - 循環型社会形成に向け再資源化等の活動が進む中、ケミカルリサイクルに関する生成物やLC-CO₂算定法は業界、個社での検討結果が発表されているものの、標準化までには至っていない
- （規制の動向）
 - 欧州含め、各国でCO₂排出量に対して排出枠を定める排出量取引制度等、CO₂排出量に関する規制が進んでいる
- （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）
 - 自社製品のCO₂排出量の算定中
 - 再生可能原料/リサイクル原料のISCCPlus認証取得手続き中

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

標準化戦略

- LC-CO₂算定の前提条件および算定方法は、研究開発項目“廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発”に参加の4社(ブリヂストン・ENEOS・横浜ゴム・日本ゼオン)で検討する
- LC-CO₂算定に関するデータ等を関連業界と共有し、業界発行のLC-CO₂算定標準に折込む
- ケミカルリサイクル生成物等の品質、プロセス要件を明確化することで、リサイクル原材料の市場創成を目指す

知財戦略

- 開発技術の特許網を構築し、確固たる地位を獲得する
- 知的財産権を強みに、「企業連携」、「オープンイノベーション」を推進
- 開放特許で、他社特許を利用、自社特許を収益化

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

C4/C5精製技術と高性能・高品質な合成ゴム製造技術を持ち合わせる強みを活かして、廃ゴムの循環と再生可能資源から合成ゴム製造のサプライチェーンを構築し、社会・顧客に対して環境負荷の低い高品質・高性能な合成ゴム素材という価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

他社に対する比較優位性

ターゲットに対する提供価値

- 環境負荷の低い高品質・高性能な合成ゴム素材
- 石化資源に頼らない素材の循環システム

⇒日本の合成ゴム産業の国際競争力維持し、雇用、利益を持続的に確保する。

自社の強み

- タイヤ素材メーカーとして世界的プレゼンス
- 長年にわたるタイヤ素材の研究・開発
- 多様なC4/C5留分活用技術と製品開発力

自社の弱み及び対応

- 脱石化によるC4/C5留分の減少
- ⇒再生資源原料由来の製品開発にシフト

	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	• 石化C4/C5を用いた多岐にわたる製品 	• 世界のタイヤメーカーとの取引の継続拡大	• 原料精製～合成ゴム製造、販売実績 	• 日本、シンガポール、アメリカ、タイに製造拠点
競合A	• 使用済みタイヤケミカルリサイクル技術の確立 • 再生可能資源からC4/C5製造技術確立	• 主にアジア系タイヤメーカー • 低価格	• 使用済みタイヤなどの循環を構築（国内外）し、競争力維持と雇用・利益を確保。	• 原料を自社で一貫製造 • アジアに拠点
競合B	• 合成ゴムとサステナブルシリカの複合材	• 日系と同等レベルの技術 • 廃物利用検討中	• 主にアジア系タイヤメーカー • 低価格	• 原料は外部購入 • 欧州に複数拠点

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

10年間の研究開発の後、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、バイオ法の研究を推進 2029年度パイロット設備完工、事業化判断 (研究費総額88億円)			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-CO2/y)	-	...	-	...	220kt		

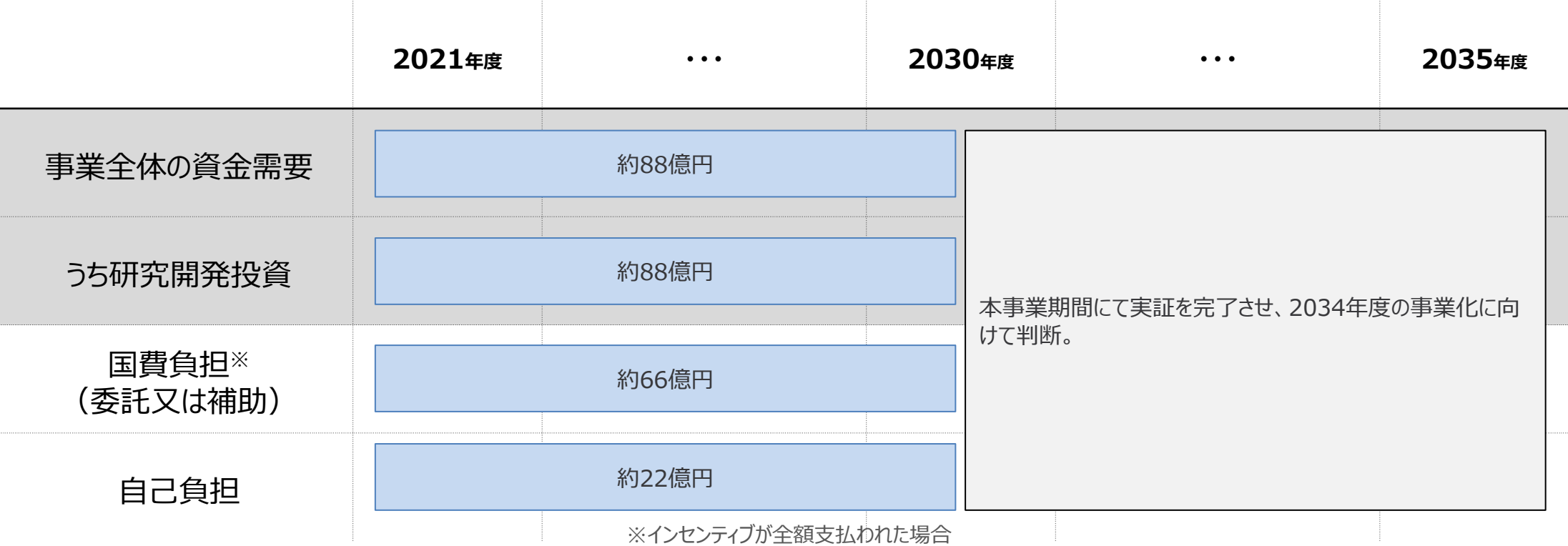
1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

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

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	- 社内外の知識を横断的に収集するよう、組織横断的な研究体制を構築済み。 - 顧客ニーズの情報収集を事業部・経営企画部と連携して行い、事業計画へ活かす。 - 知財戦略に関しては、開発案件を確り特許化しつつ、類似技術の特許監視を強化し、社会実装の水路を確保する。一方、確保した知財をライセンス展開を視野に入れる。	- 生産設備において、エネルギー効率を最大限にするプラント設計とする。 - コンビナート連携を重視し、自社の重合プラントとのロケーションに親和性の高い、川崎または徳山、シンガポールを候補地として検討する。	- 顧客とのパイプを最大源活かし、非化石原料比率向上による価値を、顧客とともに消費者・エンドユーザーにプロモーションを行い、共感を得ながら、適切な価格設定とする。 - 当社の基盤モノマーであることから、他収益性を見込める事業への適用も進め、ゼオン事業のCNを進めつつ、コスト受容性を高め社会実装の実現を図る。
進捗状況	・研究体制を、理研・産総研へそれぞれ実験室を構築。ゼオン内の組織改正も実施し、より横断的に知識を得られるように強化した。 ▼	・社会実装に向けて、コストと供給面から、まずはバイオエタノールに関して調査を実施、商社と継続して検討している。 ▼	・ゼオンのCO2削減の目標を設定。 ・製品の再生可能資源化の顧客ニーズを事業部にてヒアリング実施している。CO2削減の有効性を評価いただけるよう、製品製造に係るCO2排出量算定を進めている。 ▼
国際競争上の優位性	- 触媒開発においては、これまでの社内プラントの実装知見を活かしつつ、社外コンサルタントも活用して完成度を上げることが可能。 - C4,C5技術の取り扱いはこれまでのKnow howを活かし、最適なプロセスを構築可能。 - 社内組織による、ベンチャーや大学・研究機関の最新技術を常にウオッチする仕組みあり。	- すでに保有しているC4,C5分離装置へのインテグレートにより、設備投資額の大幅な削減と、CO2量削減を見込む。 - 重合設備において、自社内の検討において大幅なCO2削減を見込み、本事業の研究開発と組み合わせることで、排他的な優位性を得ることが可能と見込んでいる。	顧客とのパイプを最大源活かし、本コンソーシアムを基盤として、日本のゴム産業一体となってゴム産業全体のサーキュラー社会実装を進めることが可能。

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、事業期間内に約22億円程度の自己負担を予定



2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

① エタノールからの高効率ブタジエン合成というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発テーマ		アウトプット目標	
① エタノールからの高効率ブタジエン合成		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		KPI	KPI設定の考え方
①触媒活性の向上		触媒活性の向上と長寿命化	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
②スケールアップ検討（開発触媒の実用性向上）		スケールアップ技術の確立	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
③プラント実証検討		パイロットスケール設備で生産実証 LCAと事業性評価	事業化ための設計データ、FS検討 スケールアップ効果、触媒安定性の検証
④製品実装の検討		既存ブタジエンゴム製品性能と同等	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

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

① 各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
①触媒活性の向上	ブタジエン収率 80%以上	収率 50~60% 程度 (TRL4)	収率80% 同等の生産 性 (TRL7)	- 触媒金属の組み合わせ（多元組合せ） 自動触媒合成と多検体反応装置 AIによる最適解探索 - ベンチ装置のためのキネティックデータ取得	これまでの開発で 実装見込・高 (80%)
②スケールアップ検討 (開発触媒の実用 性向上)	スケールアップ技 術の確立	要素技術 (TRL4)	社会実装レ ベル (TR6)	- ベンチ設備による触媒評価と劣化防止 - 原料エタノールの品質確認 - ブタジエンの捕集と精製プロセス開発 - 本プラント設計のためのエンジデータ取得	活性向上、精製 はノウハウより達 成見込 (70%)
③プラント実証検討	パイロットスケール 設備で生産実証 LCAと事業性評 価	生産レート 向上の余地 あり	数千t/y実 証実証完了 (TRL7)	- 設備稼働とエンジデータ取得 - 触媒活性維持と劣化抑制 - ブタジエンの捕集と精製、重合確認 - エタノール安定供給(合成ガス・バイオマス)	純度による重合 挙動制御は検討 により達成見込 (70%)
④製品実装の検討	既存ブタジエンゴ ム製品性能と同 等	石油由来 ゴム	既存製品 と同等品質 (TRL8)	- 重合方法の改良 - タイヤ製品試作による検証 - LCA評価と事業性検討	純度がクリアでき れば、重合は達 成見込み (80%)

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

② 植物原料からのバイオブタジエン、バイオイソプレン製造技術の開発

研究開発テーマ		アウトプット目標	
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		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		KPI	KPI設定の考え方
①バイオブタジエン・イソプレン生産菌の開発		菌株の目的化合物の生産性	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。
②発酵タンクによる生産技術の開発		培養器あたりの目的化合物の生産性 目的化合物の純度	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。
③試作品評価による品質向上		ゴム製品性能	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

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

② 各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
① バイオブタジエン・イソプレン生産菌の開発	目的化合物の生産性	ラボレベルでの実証が終了 (TRL4)	目標収率同等の生産性達成 (TRL6)	- 安定的かつ生産性の高い菌株開発 - ロボティクスによる実験作業効率と機械学習の併用による研究のスピードアップ化	ボトルネック酵素や代謝最適化により実現見込み (80%)
② 発酵タンクによる生産技術の開発	目的化合物の生産性	ラボレベルで技術開発要素を明確化 (TRL3)	実プロセス環境下での生産速度の達成 (TRL5)	- 生産プロセスの最適化 - バイオファウンドリの活用 - 効率的な生成物の分離プロセス開発 - LCA評価	安定的な生産のためのプロセスを実現可能性・高 (65%)
③ 試作品評価による品質向上	既存ゴム製品性能同等	ラボレベルでの試作・評価終了 (TRL4)	重合ゴムや試作タイヤの市場レベルの品質 (TRL6)	- 重合方法の改良 - 方式① バイオ副産物下でも反応が進む重合レシピの開発 - 方式② バイオ副産物の除去検討	使いこなしノウハウにより重合は達成見込み (80%)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの開発進捗	進捗度
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	マイルストーン：2024年度 ① 触媒活性 ー収率：65%以上 ②ベンチ設備設計完了 ③（今期実施なし） ④ 重合性確認	①金属種組合せ、触媒担体、触媒構造により、65%達成の見通し。 ロングライフ試験で、触媒寿命を把握開始 ②ベンチ設備設置場所、装置規模の検討を着手 設計データ取得のためのマイクロ装置投資を23年度内実施 ③プラント設置場所についての、社内検討を開始 ④ラボレベルでの合成品でタイヤ実車走行確認 レース実戦で走行し、完走した	○ 100% 触媒開発は計画通り、プロセス評価・準備も計画通り
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	マイルストーン：2024年度 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ムコン酸からブタジエンへの変換はほぼ2022年度目標を達成できた。 イソプレンは評価系構築でやや遅れ。別手法により挽回可能 ②5L培養槽を活用して、培養生産の試験を開始し、生産性評価と合わせ ブタジエン捕集を実施した ③不純物組成を確認し、ラボで除去できた	○ 90% 生産菌開発は、ブタジエンでおおむね計画通り。イソプレンがやや遅れだが挽回可能

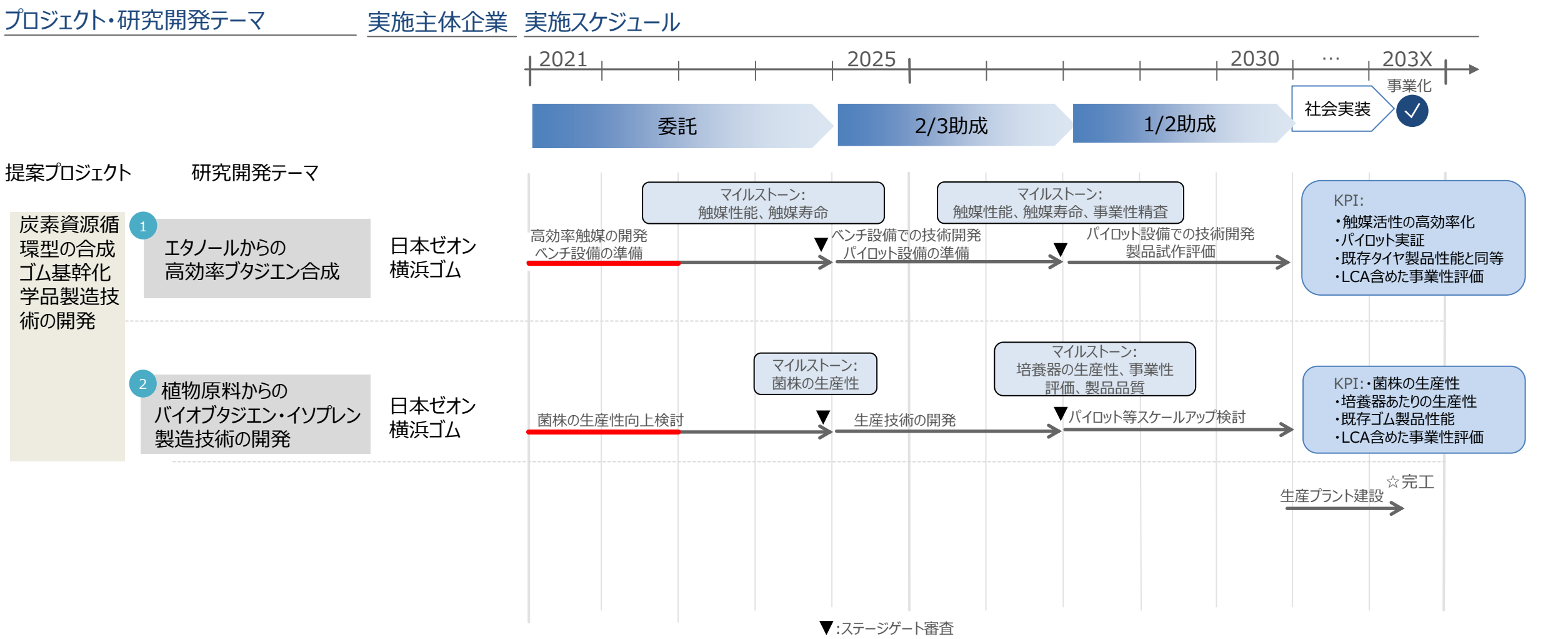
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

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 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	マイルストーン：2024年度 ① 触媒活性 ー収率：65%以上 ②ベンチ設備設計完了 ③（今期実施なし） ④ 重合性確認	①触媒活性の65%以上の向上 ロングライフ評価と長寿命化 原料エタノールのコストと品質、性能評価 ②ベンチ設計に向けたキネティックデータ取得 ③設置場所についても検討継続 ④生成物中の重合阻害物質の除去	①自動触媒合成を導入（2023年）し、触媒探索を加速。触媒寿命の試験を平行して実施し、触媒の選択に関して最適化を進め、目標の活性を達成できる見込み エタノールは商社とコンタクト、数量・コストをウオッチ ②マイクロ装置の導入し、エンジニアリングデータを採取 ベンチ設備設計へ展開できる見込み 触媒寿命の把握により、劣化対策・プロセス案を検討して、設備設計へ展開できる見込み ③社内立地案を検討 ④蒸留後の組成分析と重合性確認で特定し、除去できる見込み
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	マイルストーン：2024年度 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ロボティクスによる実験作業効率と機械学習の併用による研究のスピードアップ ②5L培養槽を活用した、培養条件毎の生産性への影響を確認実験をすすめ、重要因子を把握する ③回収によるマテバラの把握と組成分析	①ロボティクスにより酵素評価を加速し、変換効率の高い変異体を確保する ②5L培養槽を活用して計画を効率化し評価を加速することで完了見込み ③生成物を効率よく捕集し、詳細分析の実施により完了見込み

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

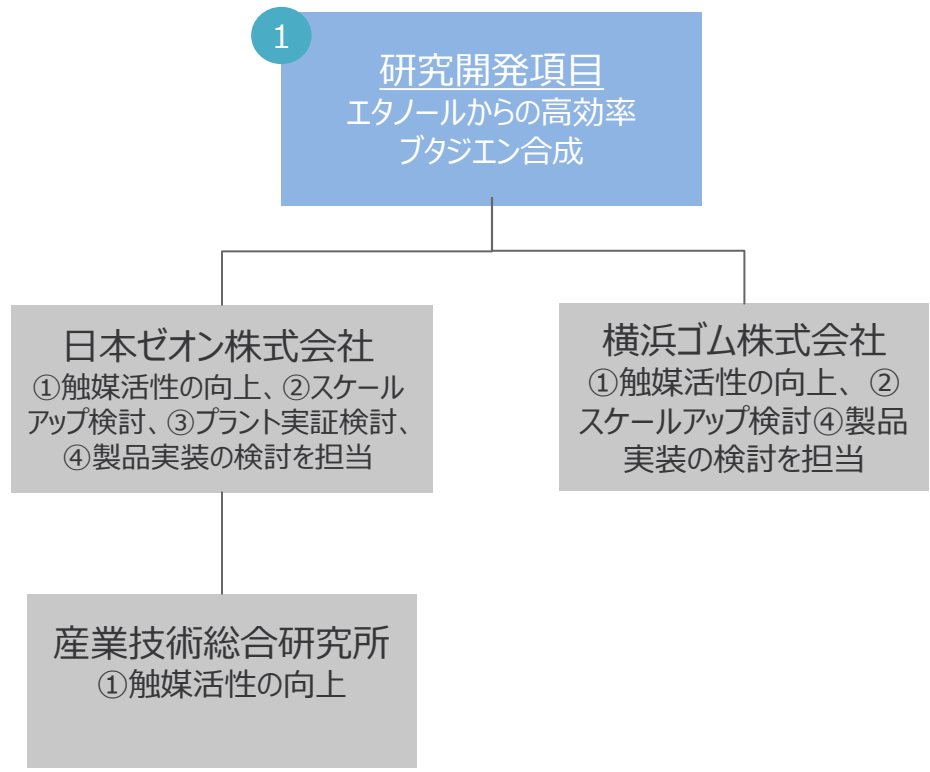
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

① 各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目①の全体の取りまとめは、日本ゼオン株式会社が行う
- 日本ゼオン株式会社は、全体とベンチ以降の生産検討を担当する
- 横浜ゴム株式会社は、触媒開発と製品実装を担当する

研究開発における連携方法

- 産業技術総合研究所は触媒開発とそのプラント実装を担当する
- 各社のリソースを集中して、情報共有を密にして効率的に研究開発活動を行う。

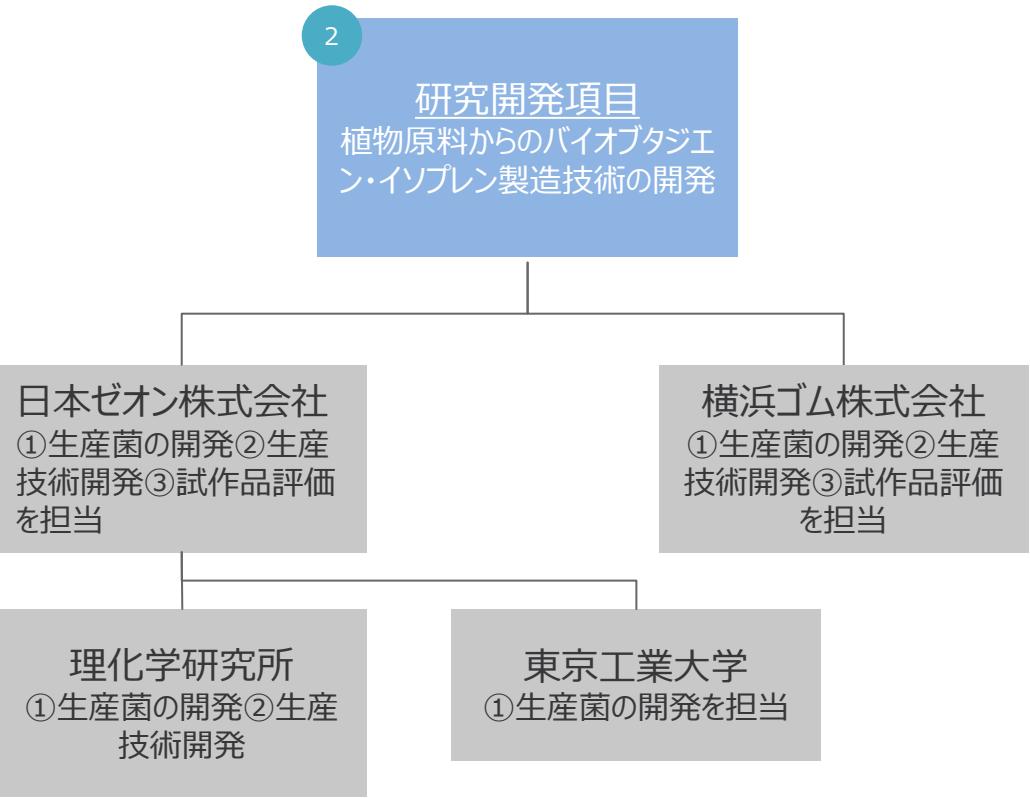
中小・ベンチャー企業の参画

- 情報収集を適宜行い、事業戦略・社会実装に向けて必要と認められれば、参画企業を適宜追加する

2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

②各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目② 全体の取りまとめは、日本ゼオン株式会社が行う。
- 日本ゼオン株式会社は、①生産菌の開発②生産技術開発③製品化試作のうち合成ゴム試作を担当する
- 横浜ゴム株式会社は、①生産菌の開発③製品化試作のうちタイヤ試作を担当する

研究開発における連携方法

- 理化学研究所、東京工業大学は、①生産菌の開発②生産技術開発を担当する。
- 研究実施場所として、理化学研究所を想定し、①生産菌の開発②生産技術開発を行う。
- 各社のリソースを集中して、情報共有を密にして効率的に研究開発活動を行う。

中小・ベンチャー企業の参画

- 情報収集を適宜行い、事業戦略・社会実装に向けて必要と認められれば、参画企業を適宜追加する

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

① 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
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	- 超超プロで構築した触媒開発プラットフォームによる触媒の高活性化 - ハイスループットシステムの活用 - 生成したブタジエンの精製技術 10年間の基礎研究	→ - 世界トップレベルの触媒活性実現 - 触媒開発プラットフォームを産総研と開発 - ハイスループットシステムを使った触媒開発 - ETB装置エンジニアリング技術の不足
	②スケールアップ検討（開発触媒の実用性向上）	- マイクロシステムを用いたキネティックデータ取得 - ラボデータの活用（触媒の実用化）と生成物の捕集・精製・重合	→ - 既存の装置（一部）を使える - 高度なエンジニアリング技術
	③プラント実証検討	- ベンチ装置データを用いたエンジデータ取得 - プラント管理技術	→ - ラボから一貫した技術展開 - 高度なプラントエンジニアリング技術
	④製品実装の検討	- 世界トップのブタジエン精製技術 - 合成ゴム製造技術 - 自動車用タイヤ製造技術	→ 世界トップレベルのブタジエン精製、ゴム製造技術とタイヤ製造技術を有する

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

② 国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2 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	- 共同研究を通じて開発した、代謝経路 - 生産性を向上させるため酵素改変技術 - ブタジエン、イソプレンの捕集・精製技術	→ - 新規で短い代謝経路 - 生産性を向上させた酵素確保 → - 競合代謝生産品の開発 →
	② 発酵タンクによる生産技術の開発	- ブタジエン、イソプレンの捕集・精製技術 - バイオ生産エンジニアリングデータ採取	→ - 新規な代謝経路 → - バイオ生産のノウハウがない (⇒バイオファウンドリーの活用を想定)
	③ 試作品評価による品質向上	- ブタジエン・イソプレンの精製プラント、重合技術 - タイヤ製品化及び性能評価技術	→ - 世界トップレベルのブタジエン精製、ゴム製造技術とタイヤ製造技術を有する → - バイオ生産ノウハウがない (⇒バイオファウンドリー/エンジ会社等の協業を想定)

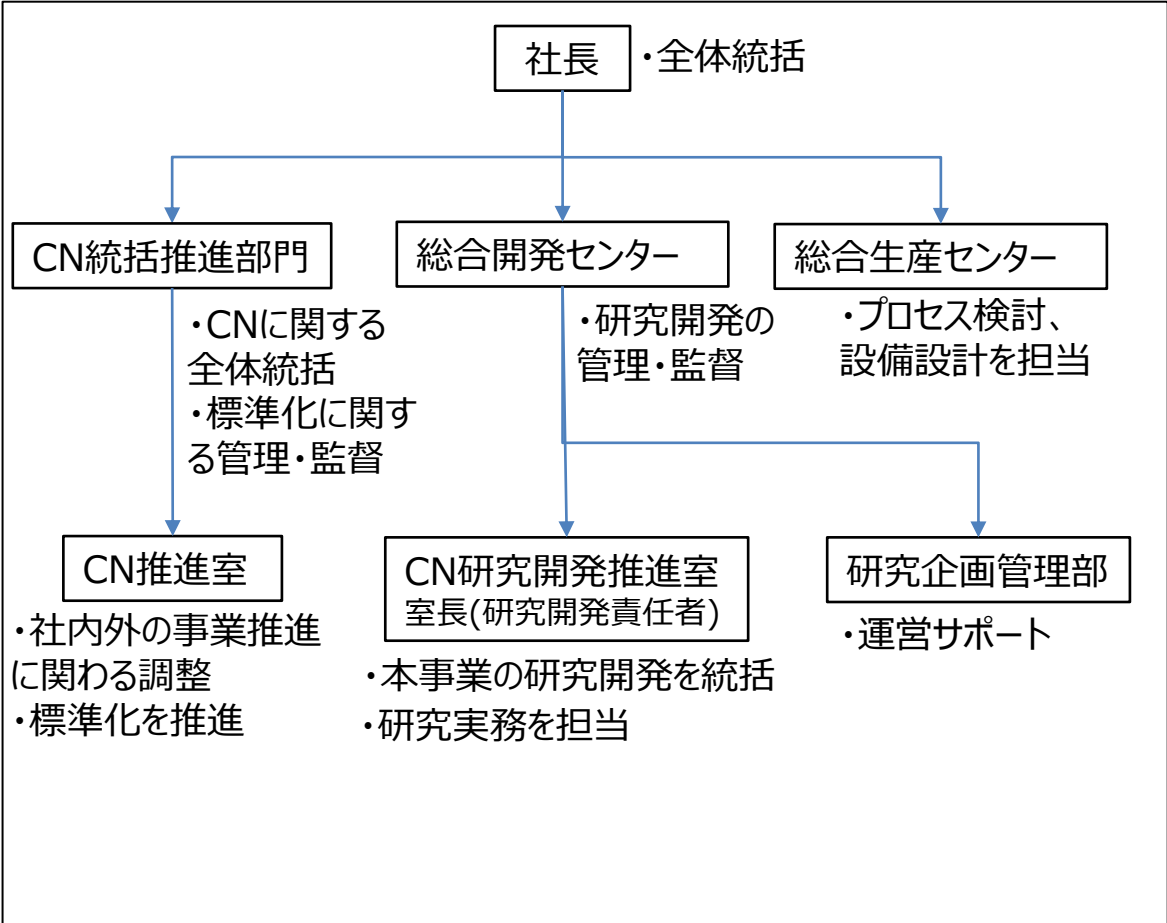
3. イノベーション推進体制

(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、専門部署に複数チームを設置

組織内体制図



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
 - CN研究開発推進室 室長：本事業の研究開発を統括研究実務
 - CN研究開発推進室：①触媒開発を担当
②バイオ技術開発を担当

標準化戦略担当

- CN統括推進部門 および CN推進室

設備化担当

- 総合生産センター生産技術部 および 生産技術研究所

部門間の連携方法

- ・ 総合開発センター内で、進捗報告
- ・ CN推進室と連携し、社内事業推進に係る調整
- ・ 総合生産センターと連携し、ベンチ・パイロットのプロセス検討、設備設計
- ・ 研究企画管理部が、運営をサポート

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

経営者等による本事業への関与の方針

◆経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
 - TCFD提言への賛同を表明済み、2020年8月13日付。出典：[プレスリリース](#)
 - 2030年のCO2排出量削減目標を2019年度第二回CSR会議にて確認した。
 - 2021年度トップ方針として、「持続可能な社会に貢献する重要な取組みとして、2050年にカーボンニュートラルの実現を目指し、実行計画を策定する。」こと、重点課題としてカーボンニュートラルの技術確立は全社を挙げて取り組むこと、を掲げ社内示した。
 - 2021-2022年度 新中期経営計画 社外説明会にて、現状のCO2排出量を72.2万t(Scope-1,2)と公表、2030年の目標値は日本化学工業協会の指針等を踏まえ今後設定することとした。出典：[新中計説明会](#)
 - 上記中計は、柔軟な試行錯誤を奨励すべく「まずやってみる2年間」とした。
 - 2021年度決算説明会にて、現状のCO2排出量を関連会社の合併により、77.8万t(Scope1,2、2019年度)と修正、2030年の目標値を50%削減(2019年度比、Scope1,2、単体)とした。
- 事業のモニタリング・管理
 - 年2回のCSR会議にて、2030年CO2削減目標に向けた取組み、2050年カーボンニュートラル実現のマスタープラン策定進捗、について報告を受領、経営から必要な指示を出している。
 - TCFD対応、カーボンニュートラル対応について、外部から意見を取り入れている。

◆経営者等の評価・報酬への反映

- 社内取締役の役員報酬の一部として主に中期経営計画に対する進捗度等を評価指標とする個人業績反映する方針を採っており、中期経営計画の全社戦略の第一項目であるCN対応の進捗が経営者報酬に反映される。方針出典：[コーポレートガバナンス基本方針](#)第5章7.

◆事業の継続性確保の取組

- 経営陣幹部の選任および取締役・監査役候補者の指名に関し、独立社外取締役が過半数を占める「役員指名・報酬委員会」の助言を得るほか、取締役会は最高経営責任者の後継者の計画について適切に監督を行う等の方針を定め、運用している。方針出典：[コーポレートガバナンス基本方針](#)第5章8.および9.

※ISO56002、IEC62853等の国際標準、経済産業省による「[ガバナンスイノベーション Ver2](#)」「[日本企業における価値創造マネジメントに関する行動指針](#)」等が参考になる。

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事業を位置づけ、広く情報発信

◆社内_取締役会等での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 2021-2022年度 新中期経営計画 を経営チームで議論を重ね、全社戦略の1番として「カーボンニュートラルとサーキュラーエコノミーを実現する「ものづくり」への転換を推進する」ことを経営会議で決議。
 - 取締役会で上記新中期経営計画を議論、決議。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 2021-2022年度 新中期経営計画 検討の全社プロジェクトを設置、2050年カーボンニュートラルを見据え当社の取るべき方策を検討、経営に答申した。
 - 2021-2022年度 新中期経営計画 社内説明会で「2050年を見据えたカーボンニュートラルマスタープラン策定」することを周知した。
 - グリーイノベーション基金への本事業の応募を経営会議で決議。
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 2022年度研究テーマとしてカーボンニュートラル関連を常務会で決議。

◆社外_ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - プレスリリースにてGI基金に採択を開示。
出典：[2022年2月21日プレスリリース](#)
 - 2021年度決算説明会にて、本事業の採択およびCO2排出量削減目標を開示。
出典：[2022年4月27日中期経営計画 説明資料](#)
 - 2022年度統合報告書において、本事業及びカーボンニュートラルに向けた取り組みを開示。
出典：[ゼオングループ統合報告書2022説明資料](#)



- ステークホルダーへの説明
 - TCFD提言に賛同済み。出典：[プレスリリース](#)
 - 本事業の進捗・見通し等を、投資家やマスコミを中心に広くステークホルダーに、年2回の中計説明会にて説明予定。

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

◆経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 2021年4月1日付でZEON NEXT推進室を新設。ゼオングループにおける新たな価値の創造を促進する。
 - 2021-2022年度 新中期経営計画 にて、2030年度までの新規投資累計3,500億円を計画
 - 既存事業の能力増強投資 約2,000億円
 - 新規事業への投資 約1,000億円
 - 環境対策、DXその他 約 500億円
- 人材・設備・資金の投入方針
 - テーマ①エタノール→ブタジエン（ETB）、②バイオ法検討等 で必要な人員を確保することを経営会議で決議。
 - ②バイオ法パイロット設備は当社保有土地を活用予定。
 - パイロット等設備投資は当社負担予定、研究労務費等の費用はYRC様も負担予定。
 - 2021-2022年度 新中期経営計画 にて、全社戦略の第一項目として2050年カーボンニュートラル対応を掲げている。

◆専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 2022年7月カーボンニュートラル統括推進部門をコーポレートサステナビリティ本部内に、カーボンニュートラル研究開発推進室を総合開発センターに新設。
 - 2021年4月1日付でZEON NEXT推進室を新設。ゼオングループにおける新たな価値の創造を促進する。
- 若手人材の育成
 - イノベーター養成講座を継続中。応募した若手研究員に当社シーズを新事業化するまで支援する機会を与え、育成中。
 - アカデミア及びスタートアップ企業との協業を検討中。

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、本技術の優位性が低下した場合には事業中止もあり得る

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 触媒活性・寿命/代謝活性化の目標未達
→ 外部有識者等のヒアリング等を実施し、弾力的に研究施策を追加して、達成を追求する。プロセス方法に関しても、外部機関を活用して課題を早期に解決するように進める。
- 知財に関する問題
→ 特許を定期的に監視し、問題になりそうな特許は早期に対処するようにする。また、開発した技術は排他的に活用できるようパテント網を構築する。
- 実機プラントへのインテグレートが困難
→ 早期にエンジ部門と連携し、課題を先取りして解決する。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 不況等による気候変動対策減退リスク
→ 気候変動リスク対策が、長期的視野にたって優意義であることを訴求し、事業の存在意義を高めていく。
- コスト増加の価格転嫁が困難
→ カーボンプライシングや規制によるリスクを訴えつつ、顧客のCO2削減効果と消費者・社会ニーズをとらえた製品であることを、正確にかつこまめに訴える。
- CO2削減効果が少ない
→ LCA評価を適宜実施し、課題となる工程について、重点的に検討できるように進める。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 徳山/水島コンビナート被災によるリスク
→ 他地点での実用化を検討する。
- 研究拠点の被災
→ 川崎/徳山/米沢にある研究拠点を活用する。

● 事業中止の判断基準：

- ・KPIに定めた目標が達成できなく、かつ今後解決の方策が認められない場合。
- ・経営環境の悪化等により、資金面から事業遂行上推進が不可能と経営が判断した場合。
- ・他社との優位性（知財、技術、顧客）が失われ、市場から撤退すると経営が判断した場合。

