事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：**使用済タイヤ(廃ゴム)からの化学品製造技術の開発**
実施者名：株式会社ブリヂストン（幹事企業）
代表名：代表執行役Global CEO石橋　秀一　　代表執行役Joint Global COO東　正浩

コンソーシアム内実施者（共同実施・再委託先除く）：ＥＮＥＯＳ株式会社（共同事業者）

目次

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
- （2）使用済タイヤ活用の現状（グローバル）
- （3）2050年の望ましいタイヤ・ゴム資源循環
- （4）コンソーシアム内における各主体の役割分担
- （5）コンソーシアムの各研究開発テーマ

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

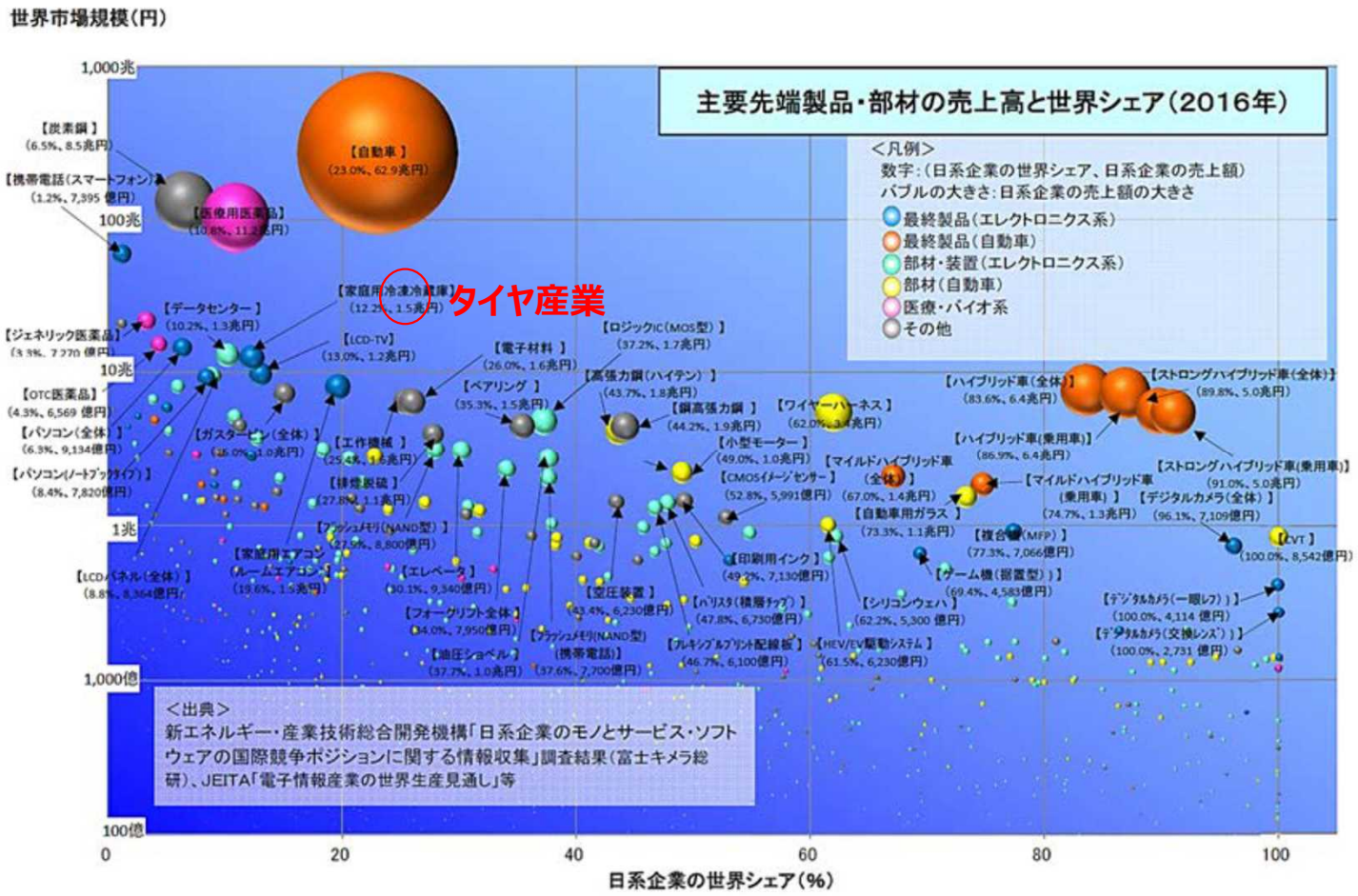
2. 研究開発計画
- （1）研究開発目標
- （2）研究開発内容
- （3）実施スケジュール
- （4）研究開発体制
- （5）技術的優位性

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



主要先端製品・部材の売上高と日系企業の位置づけ

出典：NEDO（委託先 株式会社富士キメラ総研）「情報収集事業 平成29 年度 日系企業のモノとサービス・ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」（2018年3月）、JEITA「電子情報産業の世界生産見通し」等より「P26 Ⅰ-1-1. 製品別市場規模及び日系企業売上高と世界シェア」を基にJACI-WGが編集

タイヤ産業：20兆円規模,
日系企業のシェアは約25%前後

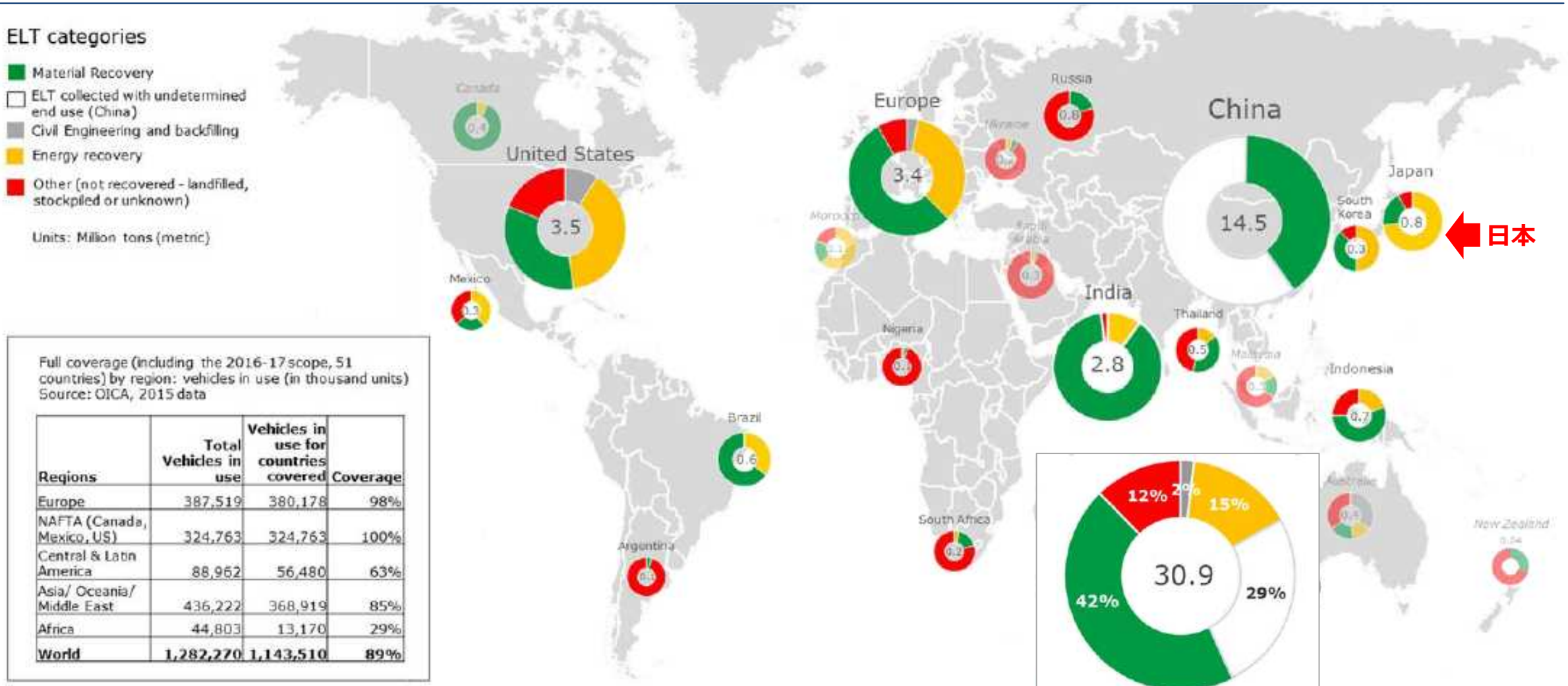
タイヤ産業は産業規模が大きく
かつ日系企業のグローバルシェアも高い
⇒**タイヤ産業は日本にとって有数の重要産業**

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

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原材料が削減できたとしても、**現状以上の原材料が必要**

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
脱石油社会・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大事



Full coverage (including the 2016-17 scope, 51 countries) by region: vehicles in use (in thousand units)
Source: OICA, 2015 data

Regions	Total Vehicles in use	Vehicles in use for countries covered	Coverage
Europe	387,519	380,178	98%
NAFTA (Canada, Mexico, US)	324,763	324,763	100%
Central & Latin America	88,962	56,480	63%
Asia/ Oceania/ Middle East	436,222	368,919	85%
Africa	44,803	13,170	29%
World	**1,282,270**	**1,143,510**	**89%**

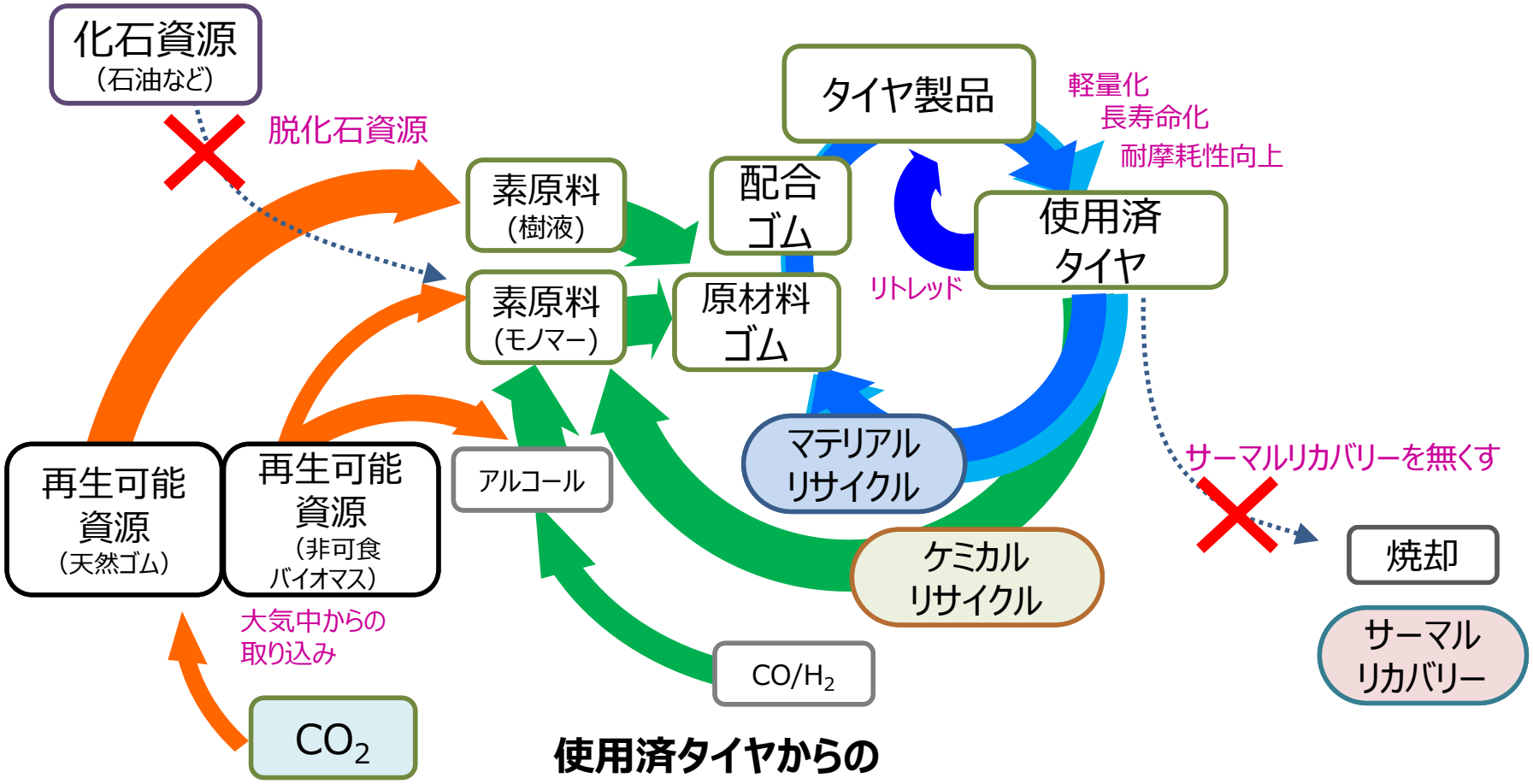
日本における回収率は約94%と高い

(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・ゴム産業の資源循環、カーボンニュートラル化を目指す

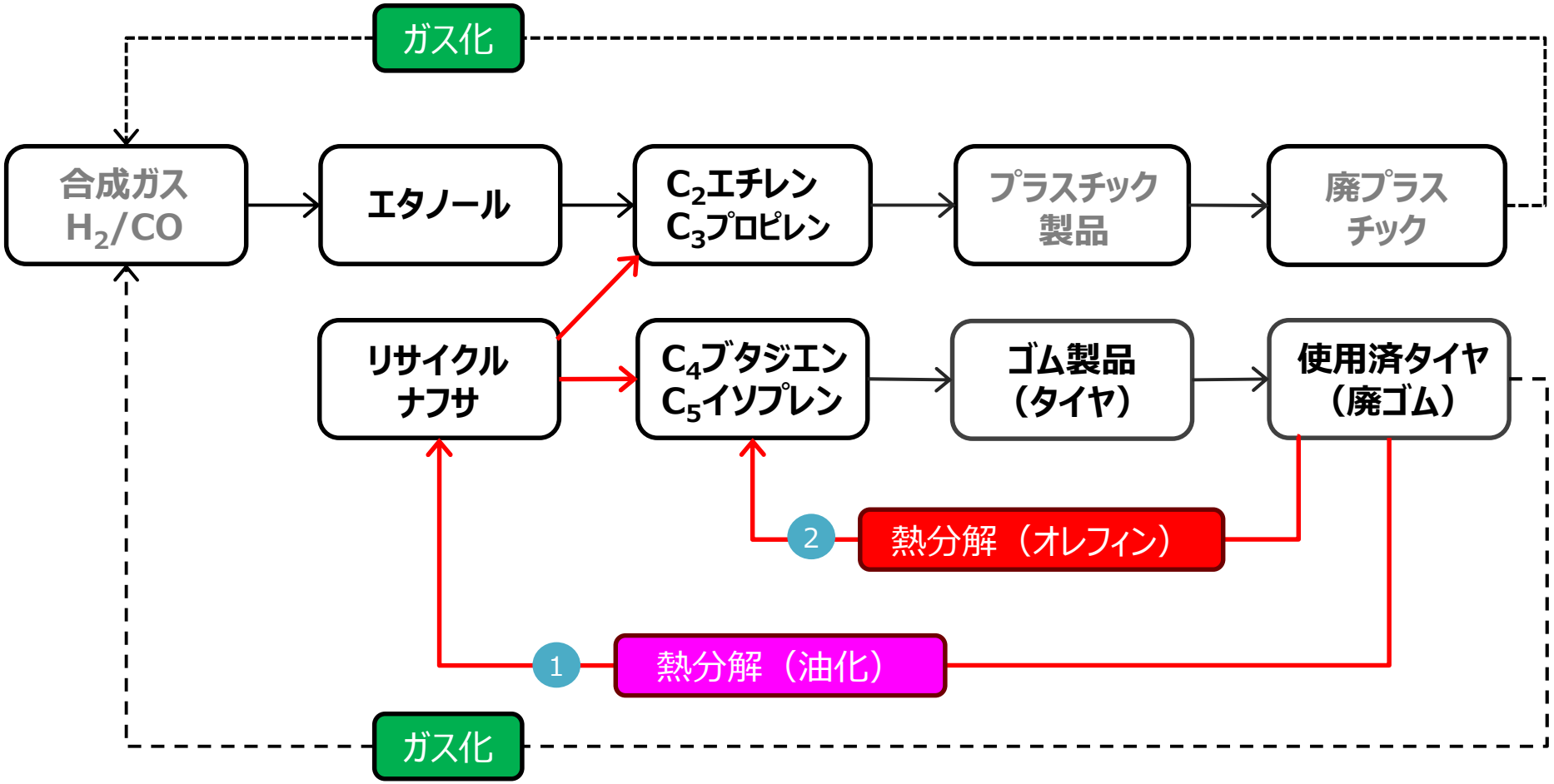
タイヤ業界における2050年に目指す完全循環社会



使用済タイヤからの
リサイクルによる完全循環社会の実現

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：使用済タイヤ(廃ゴム)からの化学品製造技術の開発
資源循環に向けて重要な研究開発テーマを推進する



1 使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル

BRIDGESTONE ENEOS

2 使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率ケミカルリサイクル

BRIDGESTONE

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

拡大が見込まれるゴム・タイヤ需要を見据え、確実且つバランスよくゴム原材料を確保するべく
４つのケミカルリサイクル技術確立を目指し、2030年までに数千～数万トン／年スケールの実証を行う

コンソーシアム全体像：使用済タイヤ(廃ゴム)からの化学品製造技術の開発

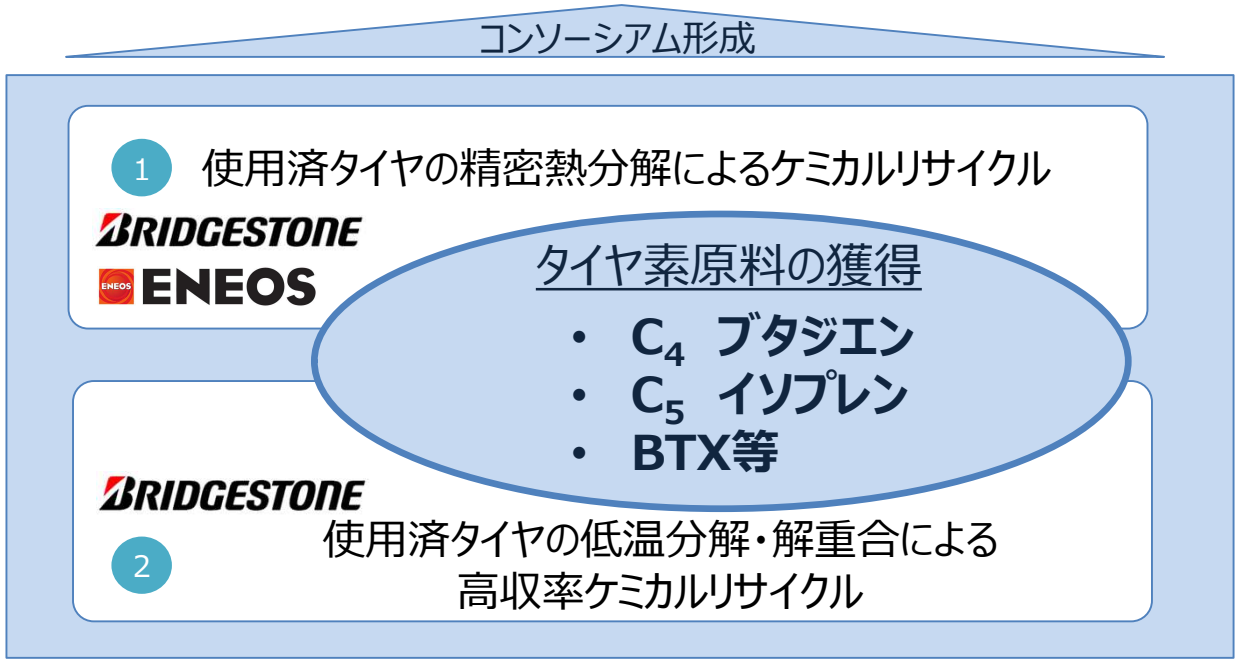
■コンソーシアムの共通達成目的

ブタジエン、イソプレン等のゴム素原料（C_4、C_5、BTX）となる
基礎化学品を高い収率で製造する**ケミカルリサイクル技術を確立し、カーボンニュートラルに貢献**

■コンソーシアム形成企業

- タイヤ産業：株式会社ブリヂストン
- 石油化学産業：ＥＮＥＯＳ株式会社

→両分野のリーディングカンパニーによりコンソーシアムを形成



0. コンソーシアム体制／（5）コンソーシアムの各研究開発テーマ
テーマにおける各主体の役割分担

株式会社ブリヂストン（幹事会社）

研究開発の内容

1 使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル技術の開発
①使用済タイヤの油化技術の開発
- 最適な熱分解プロセス開発
- 油分、カーボンの最適分離法開発
- 再生カーボン活性最大化のための処理法開発
- 最適なオペレーション開発：使用済タイヤ回収、生成物利用

④大型実証
⑤LCA検討、プロセスコスト計算、事業性検討

株式会社ブリヂストンの社会実装に向けた取組内容

- 実装プラント建設と工程検証の取りまとめ　等を担当

2 使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率ケミカルリサイクル
①ゴムを低温分解する触媒・分解反応開発
②高選択解重合法開発・最適化　③高性能再生CBの開発
④パイロット設備での実証　⑤CO_2削減量達成見込みの検証

共同研究開発

ＥＮＥＯＳ株式会社

研究開発の内容

使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル技術の開発
②タイヤ分解油の石化原料化技術開発
- 高濃度硫黄、窒素を除去可能な触媒開発
- 石化原料留分へ最大限変換するための触媒開発
- 最適なプロセス開発

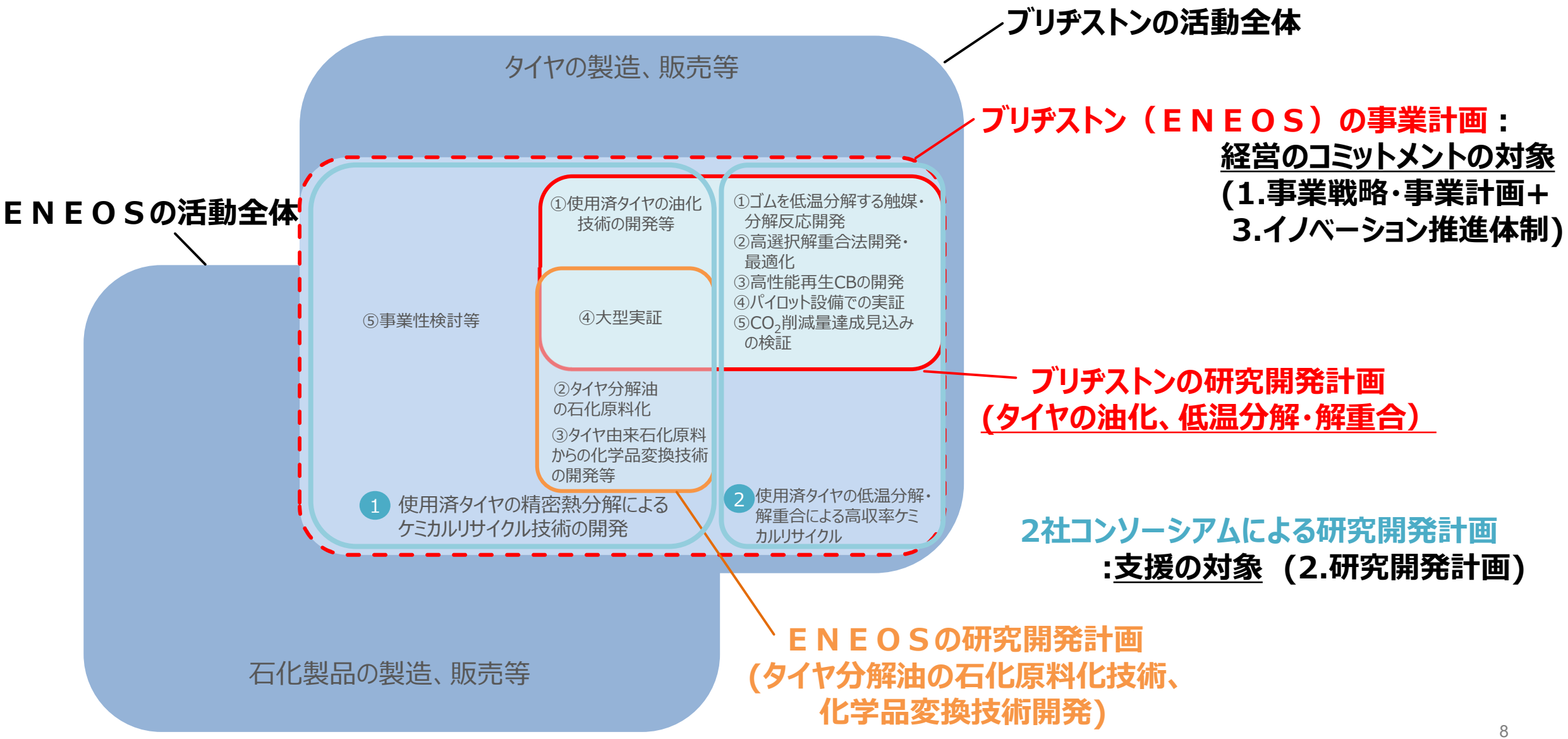
③タイヤ由来石化原料からの化学品変換技術の開発
④大型実証
⑤LCA検討、プロセスコスト計算、事業性検討

ＥＮＥＯＳ株式会社の社会実装に向けた取組内容

- 実装プラントにおける石化原料化工程の運転実証
- 実装プラントで得られたタイヤ由来石化原料からの化学品製造の実証　等を担当

使用済タイヤのケミカルリサイクル事業の実現

使用済タイヤのケミカルリサイクル



1. 事業戦略・事業計画

グリーン政策本格化による産業構造の変化により循環型経済への移行が加速すると予想

カーボンニュートラル化に向けたマクロトレンド認識

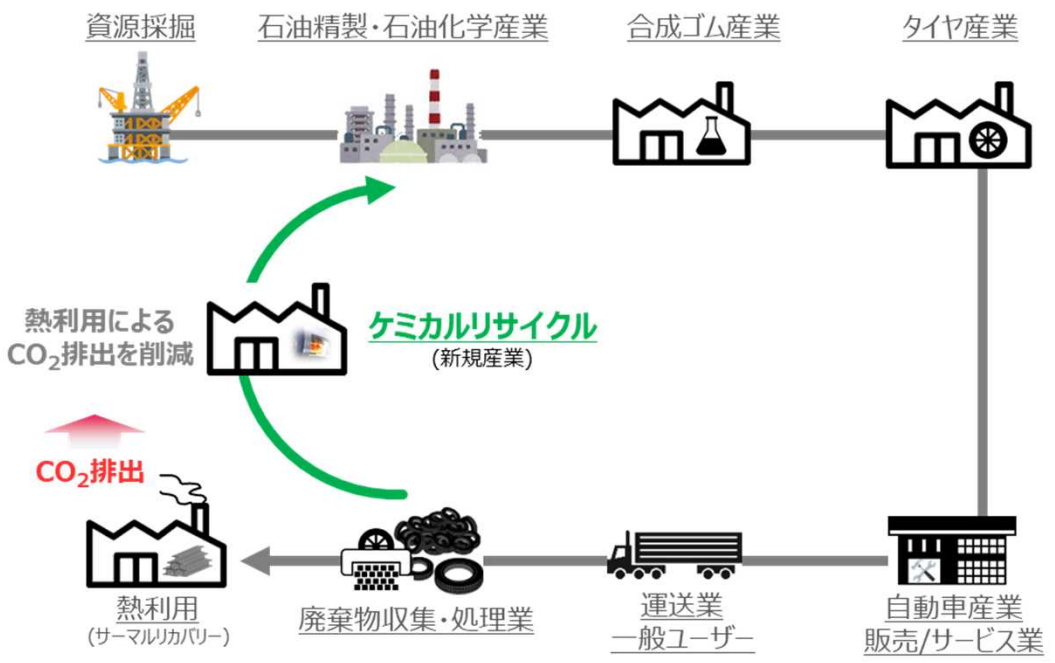
（社会面）
- 持続可能な社会実現に向けた社会的要請の高まり
- 地球温暖化による急速な気候変動への対応

（経済面）
- 脱炭素化を担う新規産業の台頭
- 温暖化抑制対応を成長機会とする企業の戦略転換

（政策面）
- カーボンニュートラルに向けた産業戦略(グリーン成長戦略)策定
- 地球温暖化対策推進法の改正
- カーボンプライシングの導入検討

（技術面）
- CO_2排出抑制に特化した低環境負荷型の生産/加工/処理技術の進歩
- CO_2を資源と捉え、製品、燃料に再利用するカーボンリサイクル技術の進歩

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：
  ライフサイクル全体で脱炭素化に取り組むことで循環型経済へと移行し、リサイクル関連等の新規産業創出による市場機会の拡大が期待される。

- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
  カーボンニュートラルに向けた取り組みを通じて、持続可能社会の実現に貢献し、同時に産業の競争力強化、産業構造変化にともなう雇用を創出。

- 当該変化に対するブリヂストンの経営ビジョン：
  2050年 サステナブルなソリューションカンパニーとして、社会価値・顧客価値を持続的に提供している会社へ

参考資料：　ブリヂストンの中長期事業戦略構想：　サステナビリティを中核とした中長期事業戦略構想

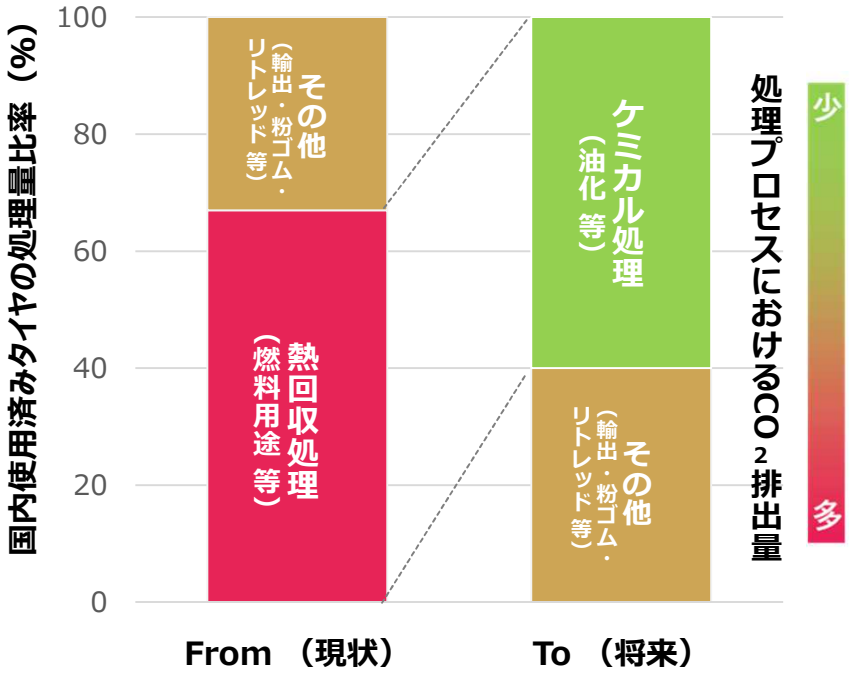
出典： Bridgestone 3.0 Journey Report（統合報告）（https://www.bridgestone.co.jp/ir/library/integrated_report/index.html）

使用済タイヤの熱回収処理分をケミカル処理に転換、商品への再生資源活用により顧客価値創出

セグメント分析・転換ターゲット

- 国内では年間約100万tの使用済タイヤが発生
- 使用済タイヤ処理量の約60%強を占める熱回収処理分をケミカル処理に転換する事で、CO_2排出量の削減と循環型社会の実現の双方に貢献

国内タイヤリサイクル市場の現状と将来のありたい姿



タイヤ・自動車産業における再生資源需要動向

市場概要

- 自動車産業における、クルマのライフサイクルCO_2を削減するために再生資源及び再生可能資源に対するニーズの高まり
- タイヤ産業において、石化由来資源の再生資源/再生可能資源への転換が加速
- 使用済タイヤのケミカル処理を大規模事業として実施している例は国内外において存在しない

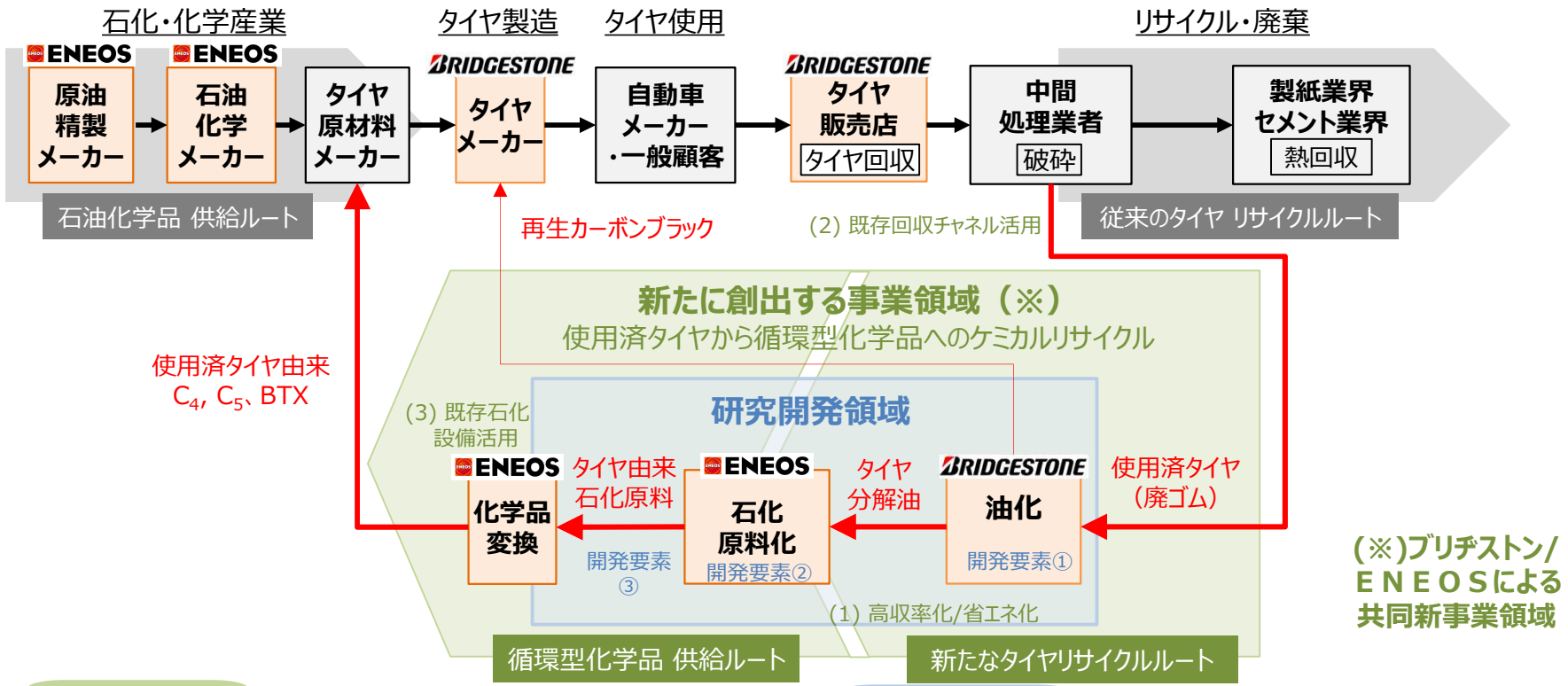
製品	需要家	将来に向けた具体目標	想定ニーズ	製品需要予測
タイヤ由来再生資源	タイヤ産業	■2030年 ・CO_2排出量▲50% ・再生資源/再生可能資源比率40% **■2050年** **・カーボンニュートラル化** **・100%サステナブルマテリアル化**	・脱炭素に資するライフサイクルおよびバリューチェーンの形成 ・再生資源/再生可能資源の拡大活用	・タイヤ需要増加に伴い、ゴム原材料需要が拡大 ・カーボンニュートラル化に向け、再生資源/再生可能資源に対する需要も増加
新品タイヤ（再生材使用）	自動車産業 エンドユーザー	**ライフサイクル全体でのカーボンニュートラル化** ■2030年 自動車部品・材料製造に関わるCO_2排出量削減 ■2050年 自動車部品・材料製造におけるカーボンニュートラル化を達成	・再生資源の活用によりライフサイクルCO_2排出削減 ・カーボンニュートラルに貢献する商品の購入・使用	・MaaS/CASEの加速により車１台あたりの稼働率増加 → タイヤ需要の増加 ・使用原材料における再生資源の割合向上

使用済タイヤを循環型の化学品に変換するケミカルリサイクル事業をブリヂストン/ＥＮＥＯＳで共創

社会・顧客に対する提供価値

- サーマルリカバリーからの脱却、ケミカルリサイクルへの移行による**CO_2排出量の削減**
- 再生可能資源の利活用による**循環型社会の形成**
- 循環型化学品の使用によるタイヤ中の**石油由来原料使用量の削減**
- ケミカルリサイクルによる**循環型化学品の安定供給**

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



(※)ブリヂストン/ＥＮＥＯＳによる共同新事業領域

収益化の方法

(1) 油化/精製プロセスの高収率化/省エネ化
使用済タイヤに適したプロセスの研究開発
(2) 既存社会システム（使用済タイヤ回収）の活用
(3) 既存石化設備（ナフサクラッカー、C_2～C_5、BTX精製）の活用

研究開発要素

① 使用済タイヤの油化技術
② タイヤ分解油の石化原料化技術
③ タイヤ由来石化原料から循環型化学品の変換技術
④ ゴム→イソプレン変換の高収率化技術 ・・・ 2

ブリヂストンとＥＮＥＯＳが協業し、独自技術・保有サプライチェーンの強みを活かして、社会全体でのCO_2排出量削減・CNに貢献

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- 熱回収利用からケミカルリサイクルへの移行により、CO_2排出量を削減
- 化石資源由来材料に替わる再生資源の提供

自社（ブリヂストン・ＥＮＥＯＳ）の強み

- 自社サプライチェーンを保有
  - 自社販売ネットワーク（物流、倉庫、販売店）
  - 国内タイヤ生産拠点での再生資源を活用
- タイヤ・ゴムに関する独自技術・ノウハウの蓄積（タイヤ・ゴム材料技術、再生資源　利用技術）
- 石油精製/石油化学プラント・技術を保有
- 業界リーディングカンパニーとしての社会への影響力

自社（ブリヂストン・ＥＮＥＯＳ）の弱み及び対応

- タイヤ油化関連設備、運転ノウハウ等の知見が少ない
- タイヤ分解油を石油化学品原料利用した例がなく、一企業のみでサプライチェーン構築することが難しい

- パイロット装置検討を通じて運転ノウハウを獲得する
- サプライチェーン上の企業で一気通貫の連携体制を構築し、相互補完できる事業構築を目指す

他社に対する比較優位性

	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社（ブリヂストン/ＥＮＥＯＳ）	• タイヤ・ゴム、石油精製に関する独自技術・ノウハウを個社で保有 ↓ • 共同研究による技術開発を加速・効率化 • 使用済タイヤを原材料に「戻す」技術の確立により、他社と優位性確保（現時点で国内に大規模事業の実施例無し）	• モビリティ産業全体を対象とする幅広い顧客基盤 • 法人・個人両方の強固な顧客基盤 ↓ • 再生資源を活用したプレミアム商品の開発・販売 →他社との差別化により顧客基盤を更に拡充	• タイヤ製造～販売・回収、および石油精製～販売までの自社サプライチェーンを保有 ↓ • 再生資源をタイヤに「戻す」ためのサプライチェーンを新たに構築し、サプライチェーン全体でのCO_2排出削減 • 共創コンソーシアムにより油化～化学製品変換までサプライチェーン全体をつなぐ ことで全体最適化	• 脱炭素・循環型社会への貢献に向けた社内体制の整備開始（リサイクル事業化に向けた社内組織設立 等） ↓ • 戦略リソースを投入することで、M&Aなど戦略的パートナーシップによる人財強化、共創活動を強化
競合他社	• 国内で新たなタイヤ油化～化学製品への変換に関する研究開発動向無し	• 再生可能資源（バイオマス）の比率向上による顧客ニーズへの対応	• 既存の使用済タイヤ流通スキームによるタイヤリサイクル（サーマルリカバリーメイン）	• カーボンニュートラルに貢献する高機能商品、環境負荷の低いタイヤ等の開発

10年間の研究開発の後、2031年頃の事業化、2038年以降の投資回収 (補助金含む)を想定

投資計画（ＥＮＥＯＳ株式会社との合算）

- ✓ 本事業終了後、油化処理技術を社会実装・事業化→2031年以降早期事業化を目指す
- ✓ 石油化学品市場での販売を図り、2038年以降の投資回収（補助金含む）を想定

研究開発 → 事業化 ▼ 投資回収 ▼

	21年度	・・・	30年度	31年度	35年度	38年度
売上高	-	-	-	本実証プロジェクトでは、プロセス実証やコスト検証だけでなく、使用済タイヤをタイヤ由来石化原料化し、需要家へ供給するサプライチェーンの構築を目指す		
研究開発投資	計 約240億円 **					
取組の段階 ①	事業化可能性検証 →	ベンチ→パイロット→大型実証 →		社会実装 →		
取組の段階 ②	事業化可能性検証 →		ベンチ→パイロット →	大型実証 →		社会実装 →
CO_2削減効果	-	-	-	計 約144万トン***		

*各生成物相当品の過去市況単価等を元にした試算額
**テーマ①②合計研究開発費と設備投資費の合算値　（グリーンイノベーション基金からの助成、補助額を含む）
***使用済タイヤ10万トン/年のリサイクルを前提にした場合の試算値。
2031年ではナフサクラッキングのCN技術は開発途中である可能性が高いため、CO_2削減量は使用済タイヤの熱利用削減分のみを考慮

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	• 研究開発初期段階からサプライチェーン上の企業および国研、アカデミアと連携し、全体最適を目指したオープンイノベーションを促す。 • 石化原料化を見据えたタイヤの油化技術を開発 • 化学品変換を見据えた石化原料化技術を開発。使用済タイヤのケミカルリサイクル大規模実施に向け、一連のプロセス技術を検証。	• 生産には自動化設備及びデジタル技術による制御システムを導入する。 • 既存サプライチェーンを活かしつつ最大限の効率運転を行う。 • その際ポイントとなる原材料(使用済タイヤ)調達に関しては、ブリヂストンが有する販売/輸送チャネルを最大限活用。	• 当該技術・事業をブランド戦略アイテムに位置づけ、生成物ならびにそれらを原料として用いたタイヤ製品のプレミアム戦略を推進する。 • 実証段階では当該事業の社会価値を問うためのテストマーケティング(再生資源、タイヤ)を実施。
国際競争上の優位性	• タイヤ熱分解によるケミカルリサイクルを大規模事業として実施している例は国内外において存在しない。 • 様々なタイヤの配合についての技術/知見と石油精製、改質に関する技術/知見のシナジーが期待でき、競合他社の取り組みに対して明確な優位性を確保。	• タイヤ油化によるケミカルリサイクル(使用済タイヤ～石化製品)に適した設備、運転条件は競合他社でも確立されておらず、実現することで大きな優位性を得られる。	• CO_2排出量削減効果を製品価値とし、自動車各社および一般ユーザーにアピールすることで、競合他社対比での優位性を維持する。 • 化石資源由来ではない石化製品代替品の中でもCO_2削減量、コスト競争力に優れた製品として訴求。

国の支援に加えて、71億円規模の企業側（ブリヂストン/ＥＮＥＯＳ）負担を予定

	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度	30年度
事業全体の資金需要	計 約222億円									
うち研究開発投資	計 約222億円									
国費負担※（委託又は補助）	計 約151億円									
自己負担	計 約71億円									

本事業期間にて油化処理技術開発を完了させた後、2050年に向け引き続き自己負担により事業拡大を実施する想定

※インセンティブが全額支払われた場合

国の支援に加えて、5億円規模の企業側（ブリヂストン）負担を予定

	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度	30年度	
事業全体の資金需要	計 約19億円										本事業期間にて低温分解・解重合技術開発を完了させた後、引き続き量産化技術の確立に向け、商用規模プラント建設に向けた自己負担による投資を実施する想定
うち研究開発投資	計 約19億円										
国費負担※（委託又は補助）	計 約14億円										
自己負担	計 約5億円										

※インセンティブが全額支払われた場合

２．研究開発計画

1　使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル

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

使用済タイヤからの化学品製造技術の開発

1 使用済タイヤの精密熱分解による
ケミカルリサイクル

アウトプット目標

- 総CO_2削減に向け、削減効果を定量化し、社会実装に向けた技術を構築する
- 使用済タイヤの一貫処理により、所定の品質を満たす化学品の製造技術を確立し、ケミカルリサイクルの事業性を検証する

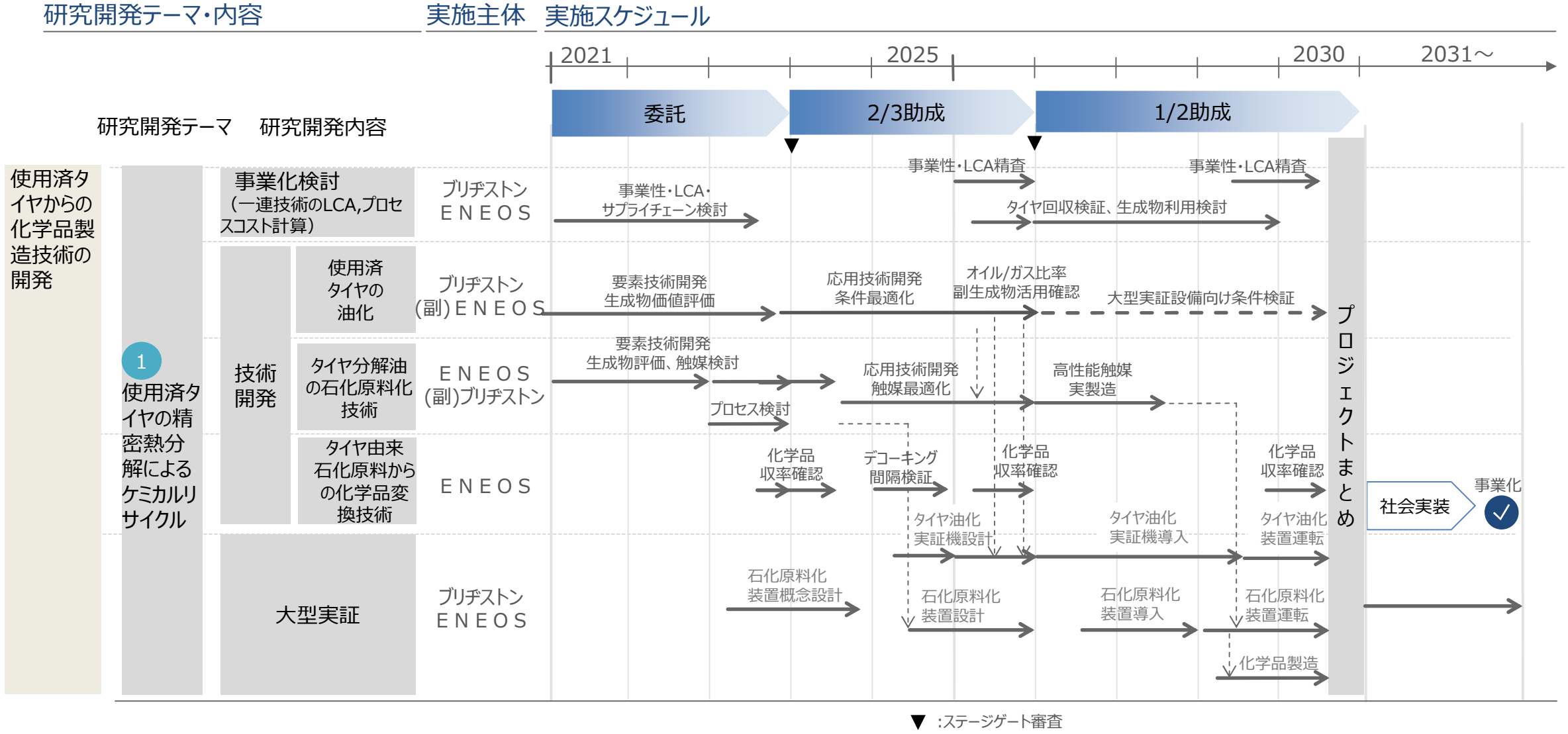
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方
1 使用済タイヤの油化技術	① 各ステージに合わせたオイル/ガス比率確認（23、26年度） ② 副生成物の活用方法明確化（23年度）	排出CO_2やケミカルリサイクルに関係する油生成比率、副生成物の活用法をKPIとして設定
2 タイヤ分解油の石化原料化技術	① 触媒の基本設計構築、触媒寿命の推定（23年度） ② 油化技術と連動した触媒・処理プロセスの構築（26年度） ③ 開発触媒の実製造技術完成、触媒寿命の確定（28年度）	大型実証の開始に向け、タイヤ分解油の石化原料化技術を確立する上での重要事項をKPIとして設定
3 タイヤ由来石化原料からの化学品変換技術	① 化学品収率の推定完了（23、26年度） ② 実プラント導入による安定稼働の確認（30年度） ③ 実運転時に製品品質を満たせる技術の確立（30年度）	大型実証の開始に向け、タイヤ由来石化原料からの化学品製造技術を確立するにあたっての重要な事項をKPIとして設定
4 大型実証	① 大型実証機の設計完了（26年度） ② 一貫製造プロセスの連続運転稼働時間確認（30年度）	本研究開発テーマにおける最重要ポイントである大型実証における使用済タイヤ処理量をKPIとして設定
5 一連技術のLCA、プロセスコスト計算	① CO_2削減効果の確認（タイヤ燃焼対比）（23年度、26年度、30年度）	本研究開発テーマの意義となるCO_2削減効果を重要事項としてKPIを設定

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発内容	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性
1 使用済タイヤの油化技術	① オイル/ガス比率 ② 副生成物の活用（23、26、30年）	ラボ検討でコンセプト確認済（TRL4）	プラント実用レベル（TRL6）	• 石化原料化を見据えた使用済タイヤの油化条件の探索 • 副生成物のタイヤへのリサイクル化検討	要素技術開発と既存技術を活用して推進が可能であり研究成功時の実装化可能性 高
2 タイヤ分解油の石化原料化技術	① 触媒の基本設計構築、触媒寿命の推定（23年度） ② 油化技術と連動した触媒・処理プロセスの構築（26年度） ③ 開発触媒の実製造技術完成、触媒寿命の確定（28年度）	触媒技術のコンセプト確認済（TRL4）	触媒寿命プラント実用レベル（TRL8）	• 保有触媒のスクリーニング • 石化原料へ変換するための技術開発	石油精製の知見を活用可能であり、研究成功時の実装化可能性 高
3 タイヤ由来石化原料からの化学品変換技術	① 化学品収率の推定完了（23、26年度） ② 実プラント導入による安定稼働の確認（30年度） ③ 実運転時に製品品質を満たせる技術の確立（30年度）	タイヤ由来石化原料からの化学品収率未確認（TRL3）	化学品収率従来油に近いレベル（TRL7）	• 計算化学を用いた効率的な収率算出 • 既存化学品と同等の品質分析による確認	石油化学の知見を活用可能であり、研究成功時の実装化可能性 高
4 大型実証	① 大型実証機の設計完了（26年度） ② 一貫製造プロセスの連続運転稼働時間確認　（30年度）	ラボ検討（TRL3）	実運用レベル（TRL9）	• パイロット装置の設計や運転データを活用したエンジニアリング検討 • 各プロセスについてシステムとして連結させ運転を実施、課題を抽出	研究成功時の実装化可能性あり
5 一連技術のLCA、プロセスコスト計算	① CO_2削減効果の確認（タイヤ燃焼対比）（23、26、30年度）	大半が燃焼（TRL3）	燃焼対比CO2削減（TRL8）	• LCAによるCO_2削減効果の定量化 • 各ステージごとに、装置のユーティリティ使用量を計測しコスト試算を実施	評価手法を確立することで、実装化可能性あり

2. 研究開発計画 1 ／（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



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

研究開発テーマ
使用済タイヤの精密熱分解
によるケミカルリサイクル

☆ 委託先　　共同提案者

☆ 株式会社ブリヂストン
①使用済タイヤの油化技術開発
を担当

ＥＮＥＯＳ株式会社
②タイヤ分解油の石化原料化技術
③タイヤ由来石化原料からの化学品変換技術
を担当

④ 大型実証、⑤一連技術のLCA、プロセスコスト計算は2社共同で実施

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、株式会社ブリヂストンが行う
- 株式会社ブリヂストンは、①使用済タイヤの油化技術開発
  を担当する
  ＥＮＥＯＳ株式会社は、②タイヤ分解油の石化原料化技術
  ③タイヤ由来石化原料からの化学品変換技術
  を担当する
- ④ 大型実証、⑤一連技術のLCA、プロセスコスト計算は2社共同で実施する。

研究開発における連携方法

- ゴム成分～油化条件～油成分分析～石化原料化までを共有化する共同開発により、化学品変換しやすいゴム油化条件を探索
- ゴム分解から循環型化学品を一貫管理・製造が可能な大型化実証設備を開発・実証
- 2社が検討結果をシームレスに共有する事で、当該事業領域全体の、LCA、プロセスコスト試算を実施

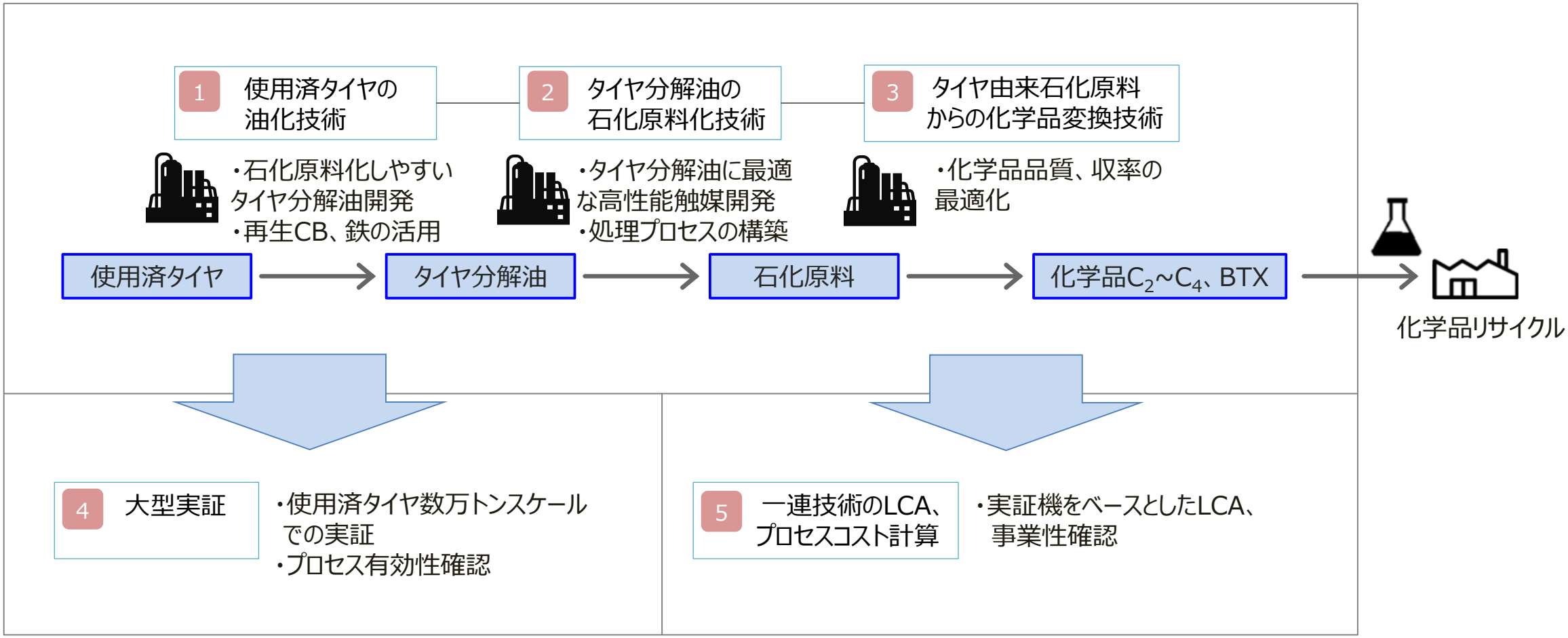
国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発テーマ	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
使用済タイヤ（廃ゴム）からの化学品製造技術の開発 1 使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル	1 使用済タイヤの油化技術	• タイヤの配合・ゴム分解に関する知見 • タイヤ再生油の分析技術 • 再生CB利用技術	→ • 高いゴム、硫黄化合物解析力によりタイヤの配合と再生油との関係性を捉えて、優位性を発揮できる • タイヤ用CB開発実績、再生CB使用実績が有り、高品質な再生CBを開発可能
	2 タイヤ分解油の石化原料化技術	• 油の精製・分解技術 • 触媒技術	→ • 石油精製の知見豊富で、水素化分解触媒の開発実績も豊富。タイヤ分解油のケミカル化は優位性を発揮できる
	3 タイヤ由来石化原料からの化学品変換技術	• 原材料と製品の相関解析技術 • 化学品精製技術	→ • 石化プラントを有し、多様な原材料を処理可能な技術を保有。既存設備の活用で投資を抑えた化学品変換が可能
	4 大型実証	• 使用済タイヤを回収するためのサプライチェーン • 石油精製・石油化学プラントの運転技術 • 一貫処理のためのプラント連結技術	→ • 原材料調達からプラント運営まで、両社の強みを活かした実証が可能
	5 一連技術のLCA、プロセスコスト計算	• プラントからのエネルギー回収技術	→ • エネルギー回収を最大限行うことで、更なるCO_2排出削減、コスト低減が可能

2. 研究開発計画 1 ／（5）技術的優位性

タイヤの配合～熱分解油～化学原材料の関係性を一気通貫で両社の強みを活かして開発・実証が可能

1 使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル　〈開発全体像〉



2. 研究開発計画 1 ／（5）技術的優位性

タイヤ分解油、再生CBともに高いリサイクル率で化学品に戻す、海外他社対比優位な技術を開発し、社会実装する

□精密熱分解技術開発による生成物の価値

タイヤ熱分解生成物

	タイヤ分解油	**再生CB(カーボンブラック)**
現状	燃料として利用 **（ナフサ～重油までの混合油、高硫黄、高窒素）**	タイヤ原材料への活用は限定的 **（表面官能基の失活/表面汚染による反応性低下）**
海外他社動向	**石化原料化＆合成ガス化** プラスチック原料として利用検討	**CB表面汚染物の除去による反応性改善**
	熱分解条件・石化原料化プロセス最適化	
1 **精密熱分解によるケミカルリサイクル**	**精密熱分解⇒石化原料化⇒C_2,C_3,C_4,BTX** **SBR,BRのカーボンニュートラル化** **＆C4資源の確保**	**CB表面汚染物の除去による反応性改善** **高いCB性能**

両立

２．研究開発計画

２　使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率ケミカルリサイクル

2050年CO_2排出量の削減目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目

2 使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率リサイクル法開発

アウトプット目標

2030年： ゴム中のイソプレン等を高回収率で回収する技術をパイロット機でLCA含めて実証
2050年： 国内使用済タイヤの数10万トンからイソプレンと高性能再生CBを回収し、CO_2排出量削減に貢献

研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方
1 ゴムを低温分解する触媒・分解反応開発	① 架橋ゴム分解時の、ゴムのポリマーの基本骨格の維持率 ② 既存使用済タイヤ処理以上の事業性が見込めること（26年度）	分解時にゴム構造が変質すると次の解重合工程での収率が大幅低下するので、ポリマーの基本骨格の維持率をKPIを設定 各ステージで社会実装可能性としての経済性を考慮する
2 高選択解重合法開発・最適化	① 解重合後のモノマー収率 ② 既存使用済タイヤ処理以上の事業性が見込める（ 26年度）	前の分解工程で液状化したゴムをさらに分解して(解重合）イソプレン、BTX等の化学材料モノマーを得る収率をKPI設定　経済性を考慮した目標を設置
3 高性能再生CBの開発	① 高混合率でタイヤへのリサイクルが見込める再生CB品質 (23年度） ② 高混合率でタイヤへのリサイクルが見込める再生CB品質を ゴム物性で確認(26年度)、タイヤ性能で確認（30年度）	ゴムを低温分解することで活性度の高い再生CBが得られるのでCB品質に関してのKPIを策定
4 パイロット設備での実証	① 数10トン/年のパイロット実証機の概念設計完了(26年度） ② パイロット実証による製造条件最適化・事業性評価完了（30年度）	パイロット実証におけるモノマー回収率、再生CBのタイヤへのリサイクル率の向上を確認、合わせて事業性も評価
5 CO_2削減量達成見込みの検証	各ステージで、データに基づくCO_2排出量の削減効果算出（23、26、30年度）　CO_2削減目標　タイヤ燃焼対比で確認	事業化の際に重要なCO_2削減効果を設定 各ステージでの削減効果は廃タイヤ10万トン規模換算

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

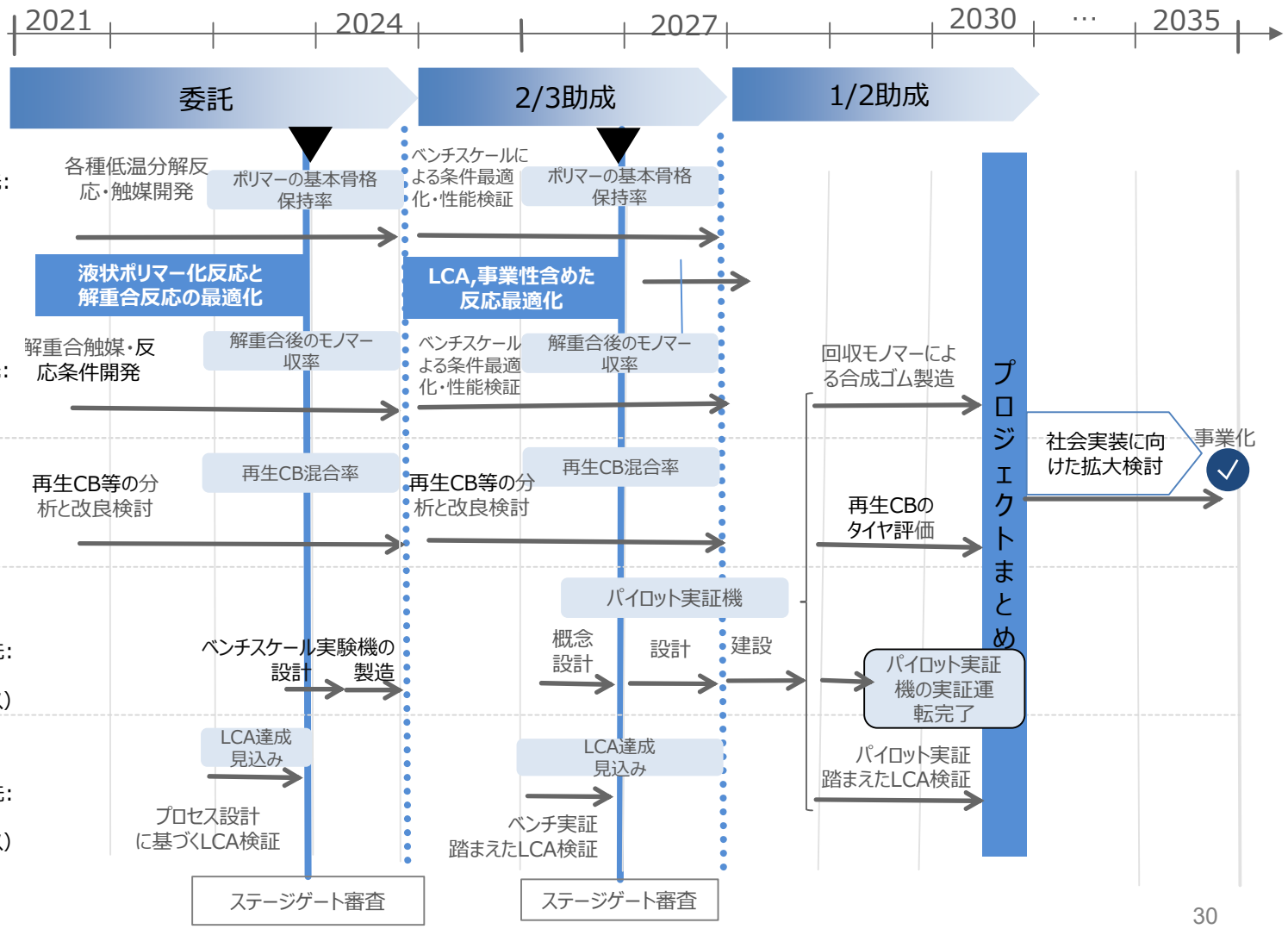
研究開発内容	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性
1 ゴムを低温分解する触媒・分解反応開発	① 架橋ゴム分解時の、ゴムのポリマーの基本骨格の維持率 ② 既存使用済タイヤ処理以上の事業性が見込めること（ 26年度）	低温分解コンセプトをラボで確認済（TRL4）	小規模実証による実用性確認（TRL6）	• 低温触媒分解の反応探索 • 低温分解溶媒反応 • 低温熱分解 • 以上の組み合わせによる最適化	要素技術確認しており、研究成功時の実装化可能性 高
2 高選択解重合法開発・最適化	① 解重合後のモノマー収率 ② 既存使用済タイヤ処理以上の事業性が見込める（ 26年度）	解重合モノマー化を確認済（TRL4）	小規模実証による実用性確認（TRL6）	• 保有触媒の組み合わせスクリーニング • ①の分解反応との組み合わせ最適化 • 純度向上検討	要素技術を確認しており、研究成功時の実装化可能性 高
3 高性能再生CBの開発	① 高混合率でタイヤへのリサイクルが見込める再生CB品質（23年度） ② 高混合率でタイヤへのリサイクルが見込める再生CB品質をゴム物性で確認(26年度)、タイヤ性能で確認（30年度）	ラボで再生CB品質を確認（TRL3）	タイヤ性能でCB品質確認（TRL7）	• 低温分解により再生CBの表面活性を維持	評価法/適用技術を有しており研究成功時の実装化可能性 高
4 パイロット設備での実証	① 数10トン/年のパイロット実証機の概念設計完了(26年度) ② パイロット実証による製造条件最適化・事業性評価完了（30年度）	ラボ検討（TRL3）	実用レベル（TRL7）	• パイロット装置の設計や運転データを活用したエンジニアリング検討 • 各装置を連結させ運転を実施、課題抽出	研究成功時の実装化可能性あり
5 CO_2削減量達成見込みの検証	各ステージで、データに基づくCO_2排出量の削減効果算出（ 23, 26 ,30年度）	大半が燃焼（TRL3）	燃焼対比CO2削減（TRL7）	• LCAによるCO_2削減効果の定量化 • 各ステージごとに、装置のユーティリティ使用量を計測しコスト試算を実施	評価手法を確立することで、実装化可能性あり

2. 研究開発計画 ② ／（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

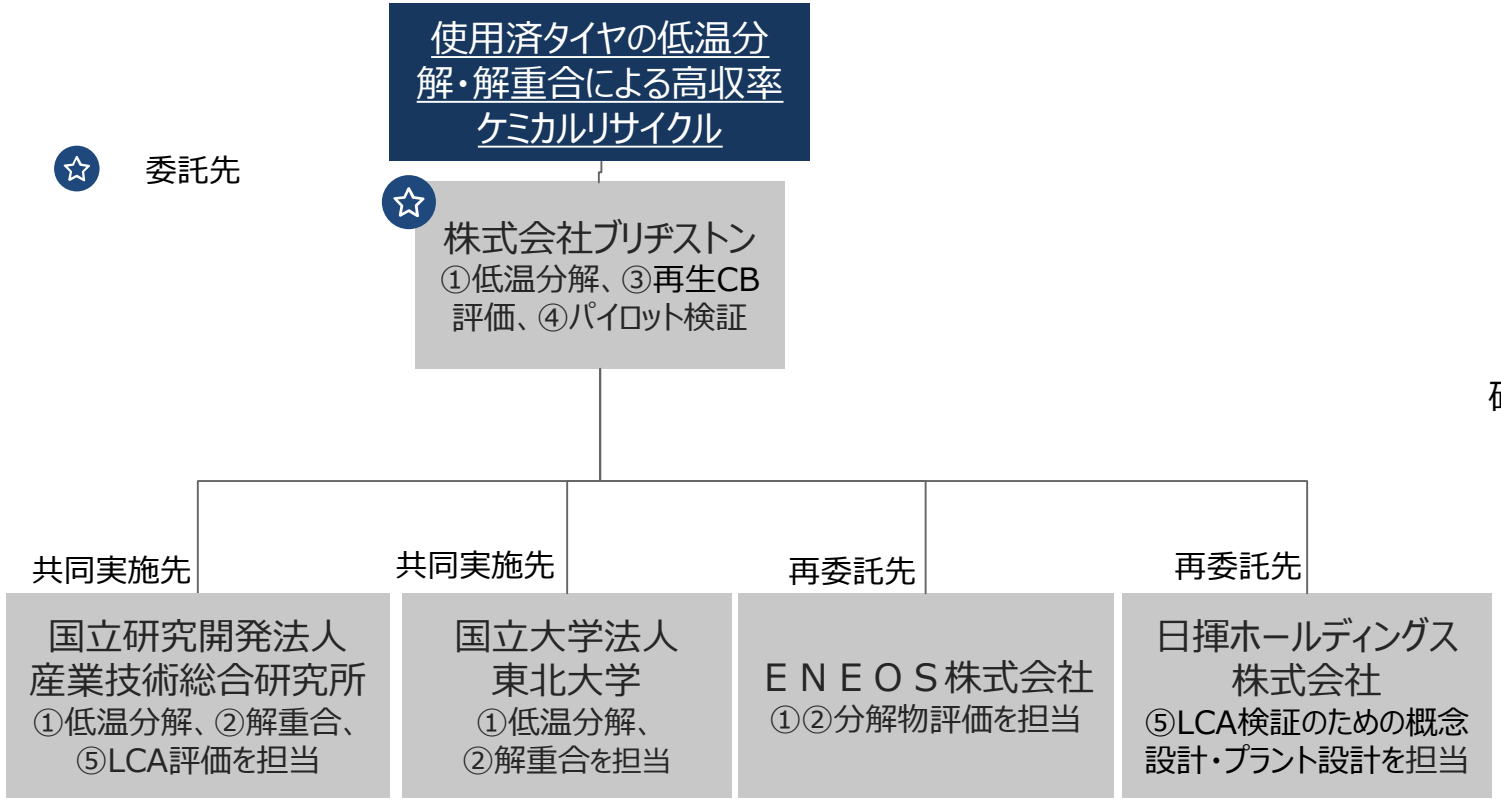
研究開発テーマ・事業規模　実施主体　実施スケジュール

研究開発テーマ	研究開発内容（総事業規模/国費負担額）※	実施主体
使用済タイヤからの化学品製造技術の開発 ② 使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率ケミカルリサイクル	基礎技術確立	
	①ゴムを低温分解する触媒・分解反応開発	ブリヂストン（再委託・共同実施先：産総研 東北大学 ＥＮＥＯＳ）
	②高選択解重合法開発・最適化	ブリヂストン（再委託・共同実施先：産総研 東北大学 ＥＮＥＯＳ）
	③高性能再生CBの開発	ブリヂストン
	社会実装に向けた取り組み	
	④パイロット設備での実証	ブリヂストン（再委託・共同実施先：ＥＮＥＯＳ 日揮ホールディングス）
	⑤CO_2削減量達成見込みの検証	ブリヂストン（再委託・共同実施先：産総研 日揮ホールディングス）



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

- 研究開発全体の取りまとめは、㈱ブリヂストンが行う
- ㈱ブリヂストンは、低温分解技術開発、再生CBの性能向上、パイロット設備での実証検討、LCA評価を担当する
- 産総研は、ゴムを低温分解、解重合反応・ベンチプラント検討・LCA評価を担当する
- 東北大学は、低温分解、解重合を主に熱分解法で検討
- ＥＮＥＯＳ㈱は、分解物評価を担当する
- 日揮は、LCA検証のための概念設計・プラント設計を担当する

研究開発における連携方法

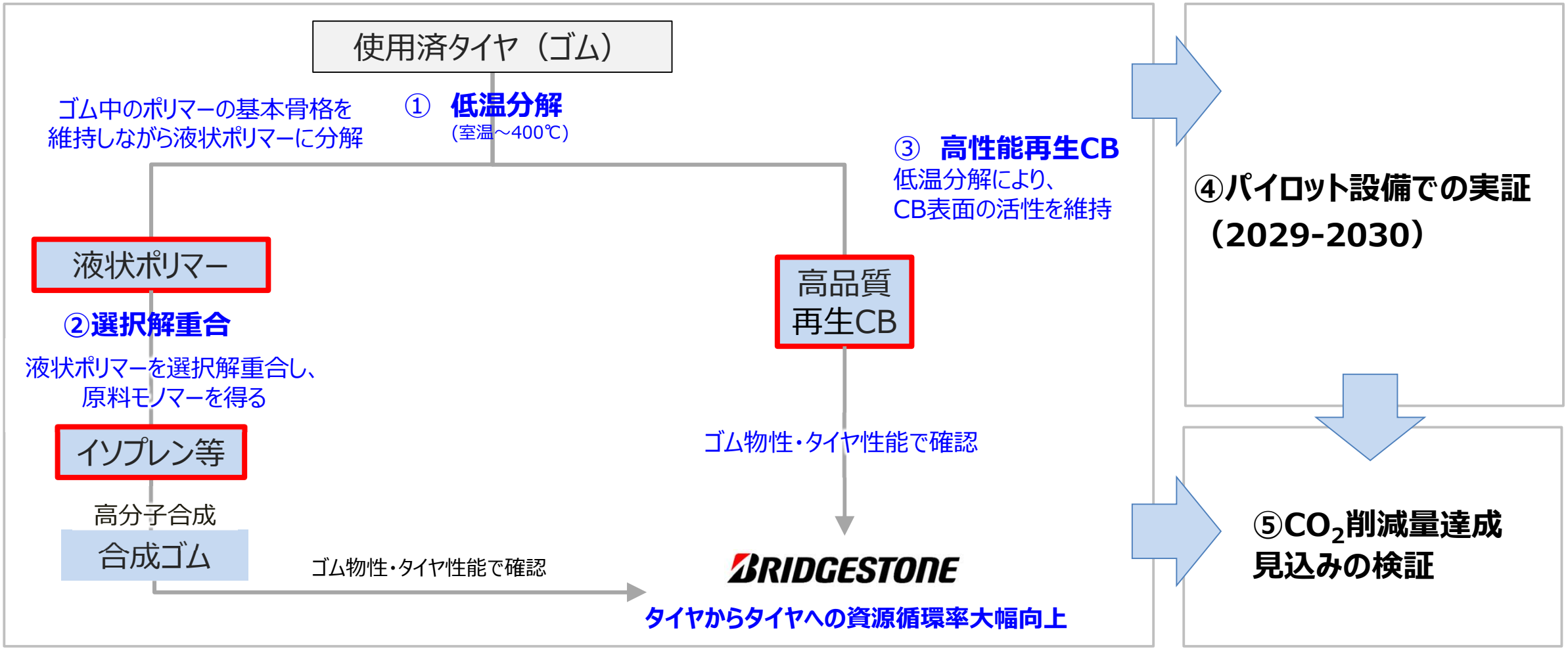
- 定例ミーティングを１回/月で実施し、進捗状況をシェア
- ブリヂストン、産総研、東北大で多様な手法から得られる低温熱分解物を、産総研、東北大で高選択解重合法を評価。分解法のベストミックスを明確化
- 機材が豊富な産総研・東北大での集中検討を実施

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

研究開発テーマ	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
使用済タイヤからの化学品製造技術の開発 2 使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率リサイクル法開発	1 ゴムを低温分解する触媒・分解反応開発	• 様々な機能性化学品製造プロセスの高効率化が可能な触媒技術の開発（産総研） • 高分子熱分解解析技術（東北大） • ゴム溶媒分解技術（ブリヂストン）	• 触媒についてさらなる性能向上と硫黄耐性を付与することが可能 • 高分子熱分解に関する多種の分析からメカニズム解析し、選択的な熱分解反応を提案可能
	2 高選択解重合法開発・最適化	• 種々のバイオマス等の変換反応触媒の開発実績（産総研） • 高分子熱分解解析技術（東北大）	• イソプレノイドを原料に触媒的分解反応によって、ゴム原料として重要なイソプレンへと変換する技術を確立 • いろいろな元素化合物を低減する熱分解プロセス技術を有す
	3 高性能再生CBの開発	• 米国で再生CB会社に投資しており、分析技術の知見を有す(ブリヂストン) • ゴム・タイヤ評価技術(ブリヂストン)	• 少量分析での性能予測~タイヤ市場試験による再生カーボンブラックの補強予測が可能
	4 パイロット設備での実証	• 使用済タイヤを回収するサプライチェーン(ブリヂストン) • 石油精製・石油化学プロセスの開発実績あり、様々な炭化水素留分をアップグレードする知見を有する(ＥＮＥＯＳ) • 多様な原料の分解反応技術の設計/建設実績を有する国内有数のエンジニアリング会社(日揮ホールディングス)	• 使用済タイヤ回収から石油精製プラント設計・運営まで、各社の強みを活かしたプラント開発・実証試験が可能。
	5 CO_2削減量達成見込みの検証	• プラント設計技術(日揮ホールディングス) • LCA評価及び予測技術(産総研)	• 適切な反応器タイプの評価と、反応生成物の精製プロセスの開発を成し得る技術力と実績を有する。開発するプロセスの全体最適化と実用化を見据えた経済性の向上に資する。

タイヤ分解油・再生CBともに高リサイクル率でタイヤ原材料に戻す技術を開発、社会実装する

2 使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率リサイクル法開発 〈開発全体像〉



2. 研究開発計画 ② ／（5）技術的優位性

タイヤ分解油・再生CBともに高リサイクル率でタイヤ材料に戻す海外他社対比優位な技術を開発する

□低温熱分解技術開発による生成物の価値

タイヤ熱分解生成物

	タイヤ分解油	再生CB(カーボンブラック)
現状	燃料として利用 （**ナフサ~重油までの混合油、高硫黄、高窒素**）	タイヤ原材料への活用は限定的 （**表面官能基の失活/表面汚染によるCBの反応性低下**）
海外他社動向	**石化原料化＆合成ガス化** プラスチック原料として利用検討	**CB表面汚染物の除去による反応性改善**

低温分解・解重合プロセス最適化

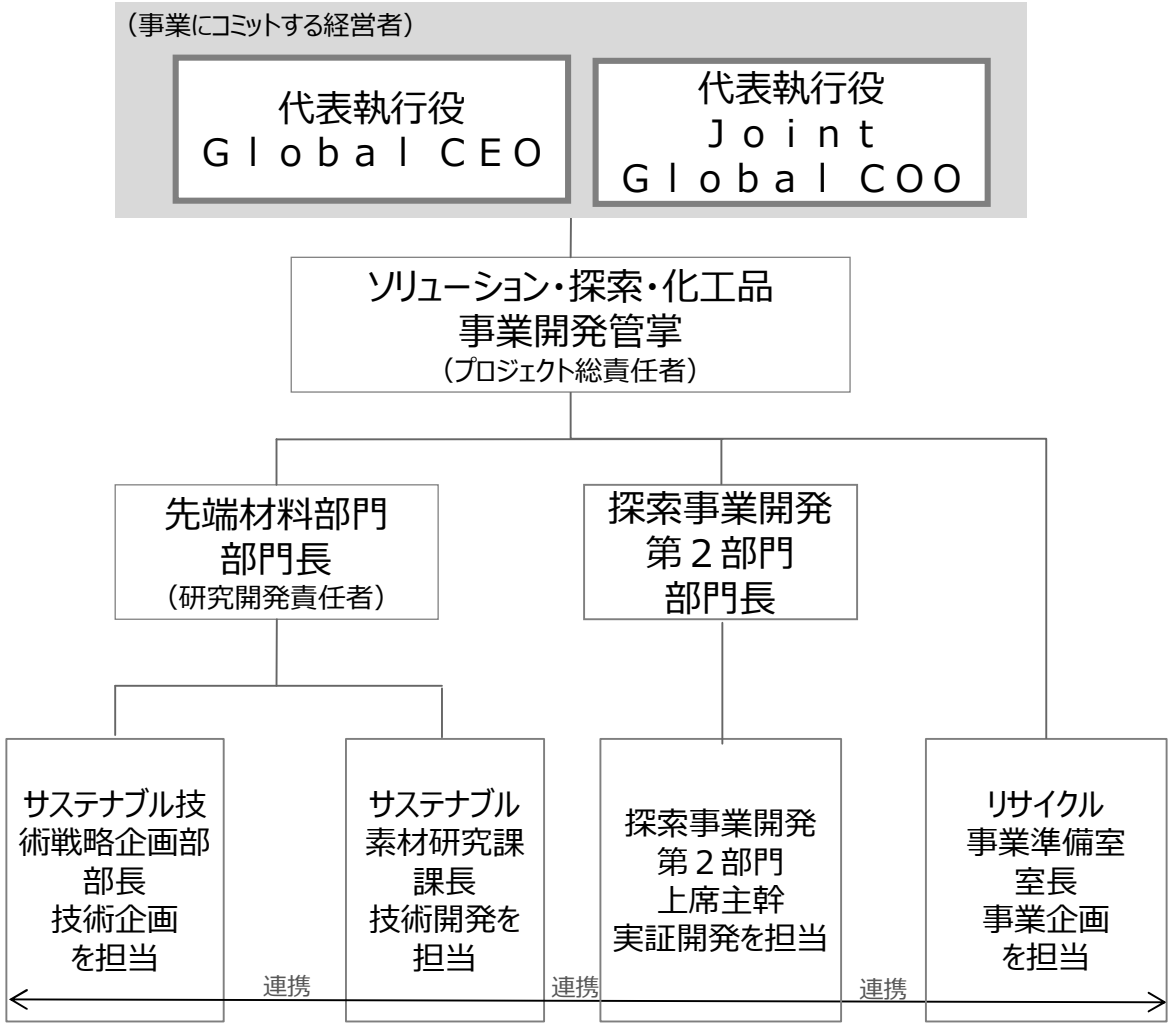
1 精密熱分解によるケミカルリサイクル	精密熱分解⇒石化原料化⇒C_2,C_3,C_4,BTX SBR,BRのカーボンニュートラル化	CB表面汚染物の除去による反応性改善 高いCB性能
2 **低温分解によるケミカルリサイクル**	**低温分解⇒液状ポリマー化⇒C_5,(BTX)** **IRのカーボンニュートラル化及び天然ゴム代替資源**	**低温分解によりCB表面官能基の失活を抑制** **新品CBに近いレベルの補強**

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）

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（2021.10時点）



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- プロジェクト総責任者
  - 事業開発管掌：部門横断プロジェクトの統括を担当
- 研究開発責任者
  - 先端材料部門長：研究開発の統括を担当
- 担当グループ
  - サステナブル技術戦略企画部：技術企画を担当
  - サステナブル素材研究課：　技術開発を担当
  - 探索事業開発第2部門：　実証開発を担当
  - リサイクル事業準備室：　事業企画を担当
- グループリーダー
  - 先端材料部門長：技術戦略策定、材料研究の実績
  - 探索事業開発第２部門長：実証検討の実績
  - リサイクル事業準備室長：事業性検討の実績

部門間の連携方法

部門横断PJを創設：9つのテーマに分け部門横断チームを結成
- PJ会議にて各チームごとに進捗報告
- 区切りごとに経営層への報告

経営者等によるリサイクル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
  - 2030年にCO_2排出量を2011年対比50%削減を目指す環境中期目標「マイルストン2030」を制定し、2050年を見据えカーボンニュートラル化を目指す環境長期目標を制定
  - タイヤを原材料まで「戻す」リサイクル事業を推進し、当社グループの事業全体での資源循環やCO_2削減、サーキュラーエコノミーやカーボンニュートラル化実現を目指す方針を策定
  - 長期戦略アスピレーション、中長期事業戦略、中期事業計画、サステナビリティレポート等を通じて経営者自身のメッセージとして発信

- 事業のモニタリング・管理
  - 当社執行役及び主要事業体の責任者を構成メンバーとし、当社グループにおける最上位の経営執行会議体として設置されたグローバル経営執行会議（Global EXCO）において、四半期ごとに協議
  - Global EXCOの下にGlobal Sustainability Business Committeeを設置し、当Committeeにおいて、部門横断的・地域横断的なメンバーで構成されたリサイクル事業WGが活動しており、活動進捗を月次でGlobal EXCOメンバーへ報告
  - Global EXCOに加え、月次経営執行会議にて必要に応じ進め方を答申
  - 社外共創パートナーや業界団体からも意見を頂きながら推進
  - 適用技術検証、熱分解技術 導入準備・パイロット検証、投資採算性確認

経営者等の評価・報酬への反映

- 中期的な業績目標を達成しつつ長期的な企業価値向上への貢献意欲も高めることを目的に、執行役の業績連動型株式報酬制度（パフォーマンス・シェア・ユニット）を導入
- また、短期インセンティブの一部で、トランスフォーメーション／サステナビリティ／ブランド力・レピュテーションなどについて、中期的視点も含めた企業価値向上への貢献度を定性的に評価した上で、単年度報酬へも反映

事業の継続性確保の取組

- Global EXCOの下に設置されたGlobal Sustainability Business Committeeにて、育成された経営人財により長期にわたり継続的にリサイクル事業運営が為されるよう組織化

経営戦略の中核においてリサイクル事業を位置づけ、広く情報発信

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
  - 2050年を見据えた環境長期目標においてカーボンニュートラル化方針を制定

- 事業戦略・事業計画の決議・変更
  - サステナビリティを経営の中核に据えた中長期事業戦略を取締役会(独立社外取締役が過半数を占める)において審議し決議
  - 当社グループにおける最上位の経営執行会議体であるGlobal Executive Committee(Global EXCO)においてサステナビリティに向けた活動を審議し、更にその審議内容・結果をGlobal CEOが取締役会へ報告し、進捗状況・方向性等について議論
  - 執行役が、取締役会から委任を受けた業務の執行を決定しその実行責任を担う

- 決議事項と研究開発計画の関係
  - 中長期事業戦略を取締役会で審議・決議し、その実現に向けて、Global EXCOの審議状況報告等を通じて研究開発を含めた進捗・方向性を取締役会で議論

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
  - ①四半期決算説明会でのGlobal CEOプレゼンテーションによる開示
  - ② サステナビリティレポートによる開示
  - ③ 記者会見による開示
    （20年年末記者会見では、サステナビリティ戦略構想を公表）
  - ④ ESGカンファレンス開催による開示
  - 上記①～④を含むリサイクル事業の最新情報は、随時プレスリリースにて対外公表する
  - 決算説明会でのGlobal CEOプレゼンテーションはWeb上で動画公開する。

- ステークホルダーへの説明
  - 上記①～④以外にも、投資家向けSmall Meeting, 個別面談などで説明を行っていく予定。
  - 調達方針説明会・持続可能な調達のためのセミナー等を通じて説明
  - サステナビリティレポートを通じ、事業のSDGs目標への貢献効果を発信

参考資料：　ブリヂストンの中長期事業戦略構想：　サステナビリティビジネス構想

■カーボンニュートラルな社会、サーキュラーエコノミーへの貢献を目指す環境活動を推進、サステナビリティビジネスモデルの目標明確化

	2021-2023	～2030	～2050
■ カーボンニュートラル • ライフサイクル・バリューチェーンでのカーボンニュートラルの実現	カーボンニュートラル化に向けた基盤整備、ロードマップの明確化 生産拠点再編、事業再編、再生可能エネルギーの拡充、新エネルギーの探索 環境対応商品・ソリューション事業拡大によるCO_2削減貢献～競争優位の獲得	CO_2 排出量 ▲50% 排出量の5倍以上のCO_2削減貢献	カーボンニュートラル化
■ サーキュラーエコノミー • マテリアル サーキュラリティの向上 • 資源・タイヤ価値の最大活用	サーキュラービジネスモデルへの転換、リサイクル事業の探索～事業化へ 再生資源・再生可能資源の拡充、リトレッドビジネスの拡大・進化 軽量化、高耐久、耐摩耗断トツ商品＋断トツソリューションによる価値最大化	再生資源・再生可能資源比率 40%	100%サステナブルマテリアル化

出典：　株式会社ブリヂストン「中期事業計画（2021-2023）」説明会資料（https://www.bridgestone.co.jp/ir/library/strategy/pdf/JPN_mbp20210216.pdf）28ページ

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
  - 探索事業の開発体制、リソース投入等を行う体制として、21年4月1日付で探索事業開発管掌を新設
  - パートナーとの共創やM&A等戦略的リソース投下が必要な、サステナビリティ分野（リサイクル事業含む）・ソリューション事業・DX分野に対し、戦略投資・経費枠として3,500億円の投入を計画
  - 社外パートナーとの共議により得られたアイデアをすぐに実証し共研・共創を行う場としてBridgestone Innovation Park を21年末竣工予定

- 人材・設備・資金の投入方針
  - 中期事業計画の中核としてリサイクル事業を位置付けており、一定の経営資源を継続的に投入することを方針としている
  - 本事業においては、既存のサプライチェーンである石油精製・石油化学コンビナート内、もしくは近隣地にタイヤ油化プラント、石化原料化プラントを設置する。既存の化学品製造装置も活用する事で、最大限の効率運転を実施

専門部署の設置

- 専門部署の設置
  - 21年2月1日付でリサイクル事業準備室を設置し、推進体制を整備
  - 変化する社会やお客様のニーズに合わせて持続的に成長する為に、3つの事業ポートフォリオ（コア事業、成長事業、探索事業）を設定

- 若手人材の育成
  - 成長事業・探索事業といったチャレンジングなポスト・ポジションを公募し人財を配置するオープンポスティング制度を21年より導入
  - 社内外の様々なステークホルダー・パートナーと交流し、新たな価値を共創するオープンイノベーション拠点：B-Innovationを21年末に竣工予定

4. その他

リスクに対して十分な対策を講じるが、研究開発費用の超過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

- 他社による知財権利化によるリスク
→ 定期的な知財チェックを実施
→ ライセンス契約締結を検討

- 研究開発各項目の遅延によるリスク
→ 年度ごとの総括やステージゲート(23、26年度)において、設定したKPIを達成できているかを判断、未達の場合は都度リカバリー策を立案

- 研究開発費用の超過リスク
→ 実証機設計、建設前段階でコスト精査を行い、対応策を策定
為替、材料費など市場環境を監視し、コスト削減策の検討を継続して実施
必要に応じ実証内容・スケジュール変更を検討

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 投資採算性のリスク
→ コンソーシアム内に保有する既存設備を最大限利用し、設備投資額を圧縮
為替、材料費など市場環境を監視し、コスト削減策の検討を継続して実施
リサイクル生成物は内部使用を進める

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 自然災害発生によるリスク
→ 設備の耐震化等、必要な対策を実施
過去の自然災害の記録を確認し、必要に応じ適切な保険の担保を実施

- 政府支援策の変更・縮小等によるリスク
→ 政府機関との情報交換を密に実施

- 実証/事業実施場所の地域社会との関係悪化のリスク
→ 自治体などと連携し、必要に応じて近隣施設、住民への事業説明を実施

● 事業中止の判断基準：
上記リスクの対応にも関わらず改善策が見出せない場合、改善策実施後も大幅なコスト増・スケジュール遅延が見込まれる場合、又は参画する各事業者において継続不可との意思決定がなされた場合は、コンソーシアムの他案件の継続如何に依らず事業中止を検討