



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

CO₂を原料とする機能性プラスチック材料の製造技術開発 (ポリウレタン原料製造)

2026年 9月 17日

東ソー株式会社

研究企画管理部

リサーチフェロー 羽村 敏

- 企業理念とカーボンニュートラルへの対応
- グリーンイノベーション基金事業について
- ポリウレタンとイソシアネート
- 実施内容
- まとめ

- 企業理念とカーボンニュートラルへの対応
- グリーンイノベーション基金事業について
- ポリウレタンとイソシアネート
- 実施内容
- まとめ

経営課題

- 「成長」と「脱炭素」の両立
 - CO₂の排出を抑えつつ、収益を拡大できる事業構造への変革を進める
- チェーン事業：塩素の高付加価値化による収益の安定・拡大
- 先端事業：大型の新規事業創出による収益基盤の拡大

2030年度目標

- 営業利益1,700億円
- CO₂排出量30%削減（2018年度比）

東ソーの『カーボンニュートラルへの挑戦』

【挑戦 1】省エネルギーの推進

- 最新の省エネ技術の導入と現場の工夫により、製造時のエネルギー使用量を削減します。
- エネルギー効率の向上を通じて、GHG排出量の削減につなげます。
- 社内炭素価格を用いて削減効果を金額化し、省エネ投資を促進します。

【挑戦 2】発電用燃料の転換

- 化石燃料から、木材などのバイオマス燃料への転換を検討します。
- 燃料選定では、森林破壊につながらない持続可能な原料であることを確認します。
- 再エネ電力の購入や、自社での太陽光・風力発電設備の導入を進めます。

【挑戦 3】CO₂分離・回収による有効利用

- 発電所・製造設備の排ガスからCO₂を分離・回収します。
- 回収したCO₂を製品原料として有効利用する技術を研究開発します。
- 実験室での検討から段階的にスケールアップし、2030年頃の実プラント導入を目指します。

【挑戦 4】製品・技術の提供を通しての社会貢献

- 自社の生産活動におけるGHG排出量を削減します。
- 省エネルギーに貢献する製品・技術を提供します。
- リサイクル関連技術の提供を通じ、幅広く社会に貢献します。

G H G 排出量削減に向けた取り組み

CO₂の分離・回収

■ CO₂回収用アミン

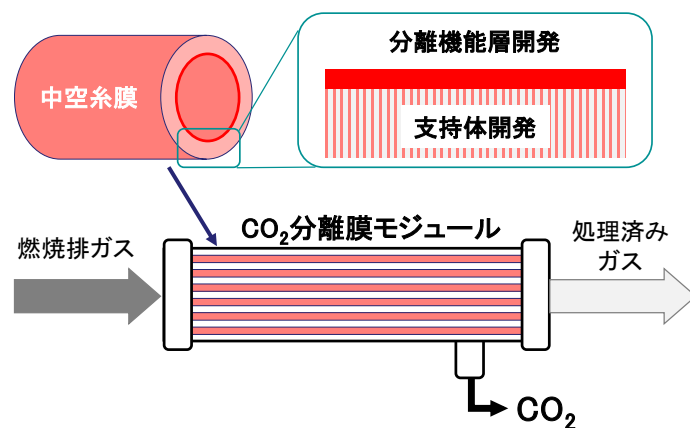
NO_x耐性と省エネ性能に優れる**CO₂回収用アミン**を開発。
南陽事業所にCO₂回収実証試験設備を2022年度に導入。
CO₂回収/原料化設備を設置、2024年11月から運転を開始。

■ CO₂分離膜モジュール（NEDO委託事業）

アルカノールアミンを用いた中空糸膜モジュールにより、
火力発電所排ガスからCO₂を分離/回収する。
四日市事業所に建設したベンチ設備にて、火力発電所
排ガスを用いた分離回収評価を実施中。



CO₂回収実証試験設備



CO₂分離膜モジュール（NEDO委託事業）

CO₂の有効利用

■ CO₂を原料とするCO製造（ホスゲン法イソシアネート原料）

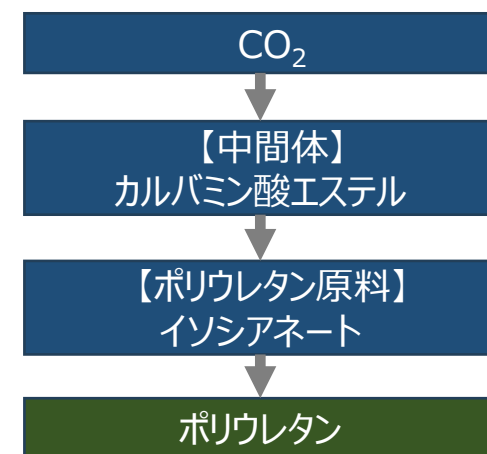
GI基金事業とは別技術。ホスゲン原料となるCO製造。
当社開発のCO₂回収用アミンを用いて回収したCO₂を原料
として使用した一酸化炭素（CO）製造。

■ CO₂を原料とする機能性プラスチック材料の製造技術開発（グリーンイノベーション基金事業）

MDIは、当社ウレタン事業の主要な原料。低濃度CO₂を原料
とするイソシアネートなどのポリウレタン原料の製造技術構
築を目指す。



イソシアネート原料生産設備（COプラント）



CO₂を原料とするポリウレタン原料の
製造技術開発（GI基金事業）

- 企業理念とカーボンニュートラルへの対応
- **グリーンイノベーション基金事業について**
- ポリウレタンとイソシアネート
- 実施内容
- まとめ

CO₂を原料とする化学品の製造とイソシアネート

水素を用いた還元により生成する化合物

- ギ酸、ホルムアルデヒド、メタノール、メタン
- **水素が必要**
- CO₂フリー水素の安価、安定入手が前提
- CO₂消費量の多い化合物は、炭素還元に必要なエネルギー投入量も多い傾向

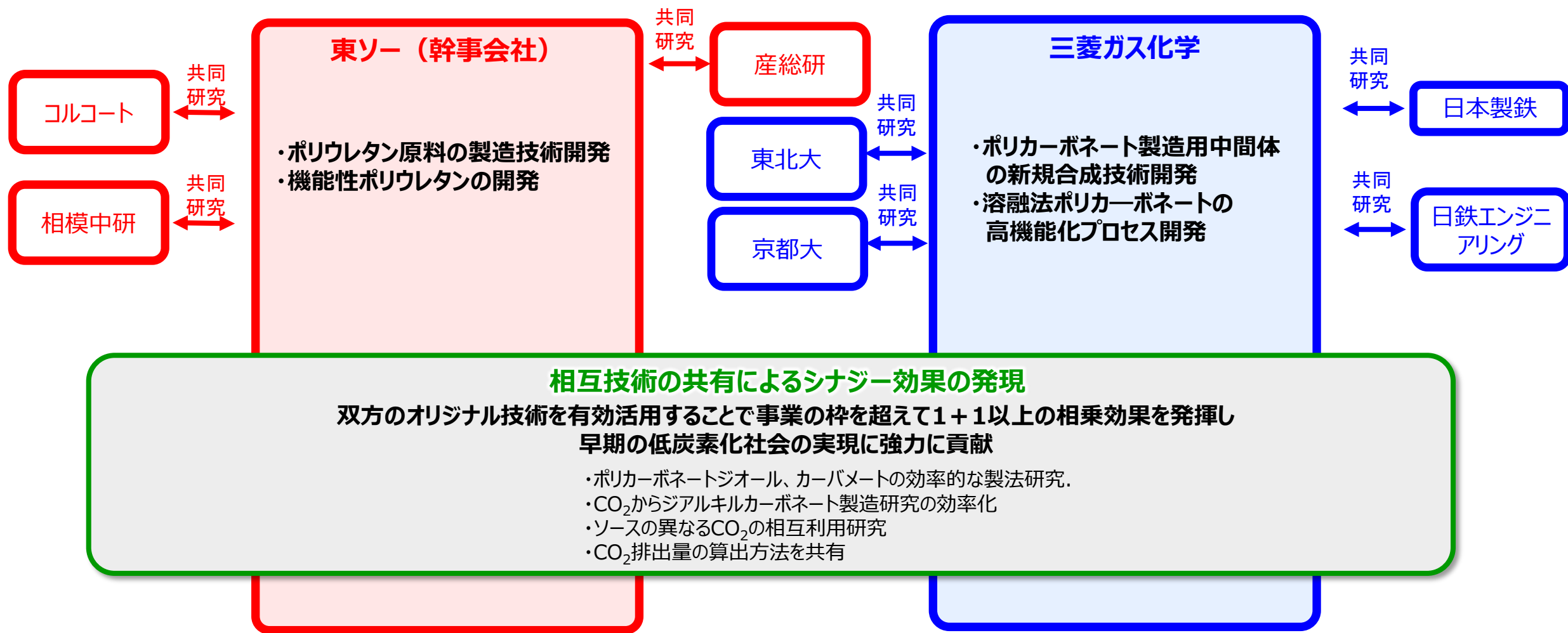
(脱水反応により生成する) 含酸素化合物

- カーボネート、ウレア、イソシアネート
- **水素を必要としない**
- 平衡反応のコントロールと効率的な触媒の開発が重要
- CO₂消費量の多い化合物でも、化合物生成に必要なエネルギー投入量は大きく変わらない

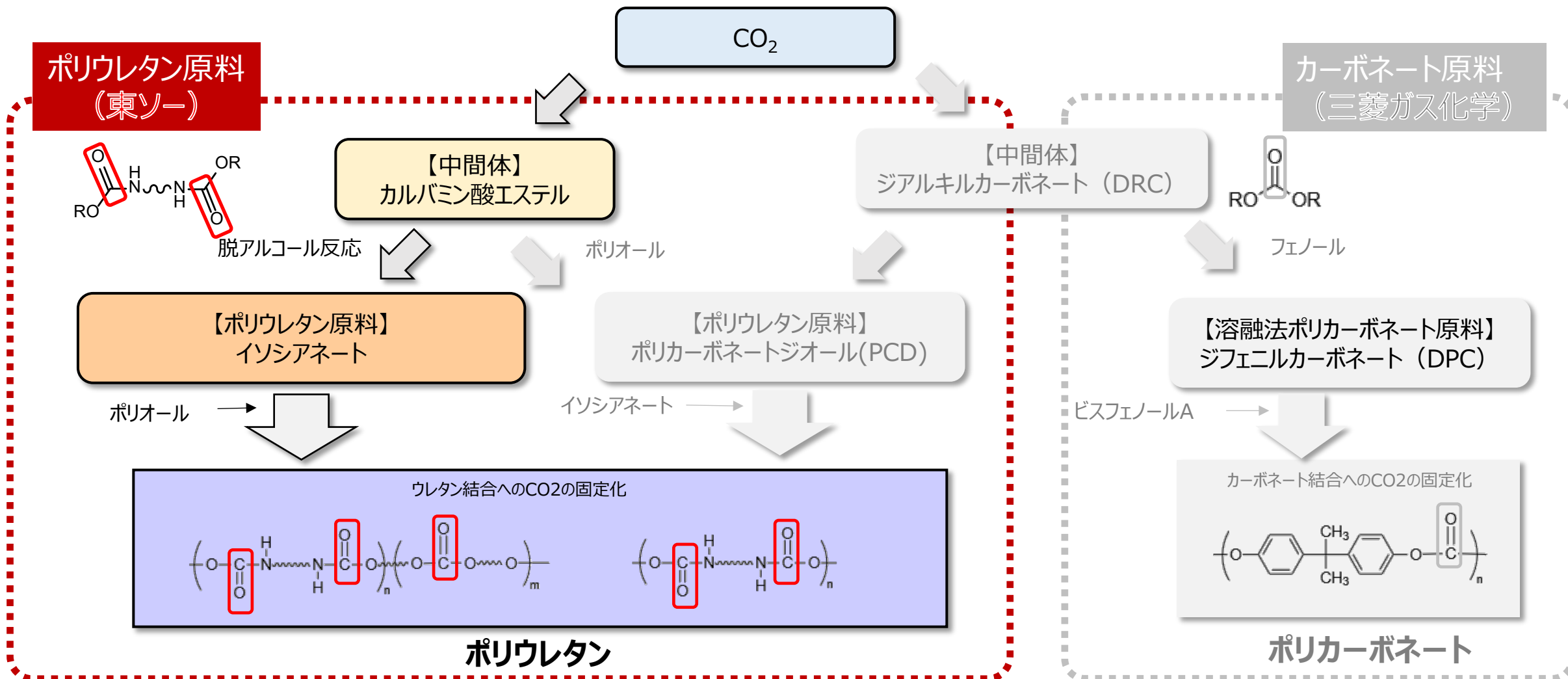
本事業では、水素を用いずにCO₂の有効利用が可能な含酸素化合物を、ターゲット化合物として設定

グリーンイノベーション基金事業について

東ソー／三菱ガス化学でコンソーシアムを形成（提案時の構想）



グリーンイノベーション基金事業について



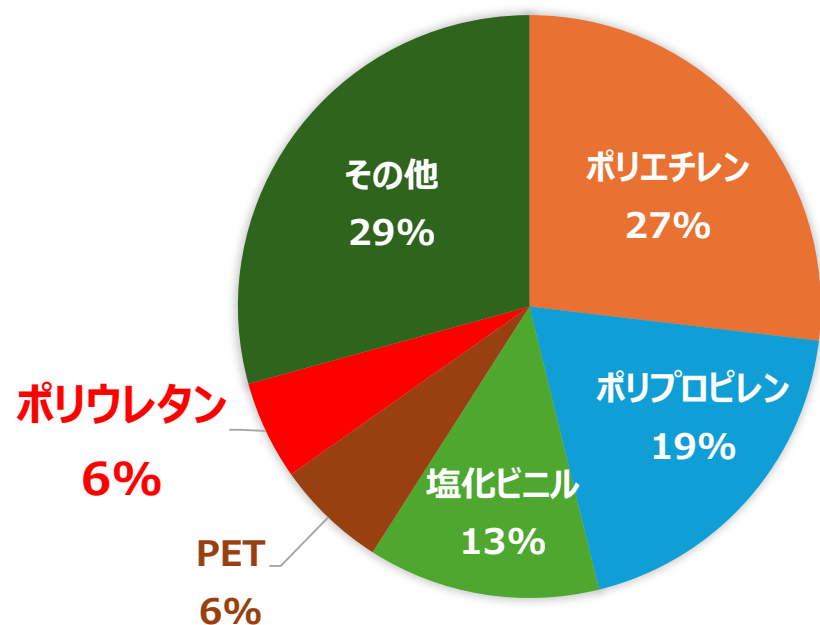
東ソーは、CO₂を原料とするポリウレタン原料の製造技術開発を担当

- 企業理念とカーボンニュートラルへの対応
- グリーンイノベーション基金事業について
- **ポリウレタンとイソシアネート**
- 実施内容
- まとめ

ポリウレタンの市場規模と主な用途

■ 世界のプラスチック生産量割合

世界のプラスチック生産量 合計390.7百万トン（2021年）



出典：Plastics Europe「Plastics – the Facts 2022」

■ ポリウレタンの主な用途

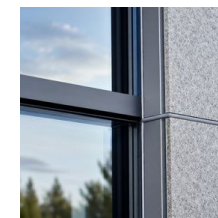
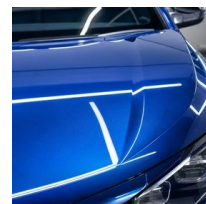
● 発泡体

家具・寝装用クッション、建築用断熱材
自動車部材、家電断熱材 など



● 塗料・接着剤・シーラント・エラストマー

自動車用塗料、構造用接着剤、建築目地材 など



ポリウレタンは主要樹脂の一つとして、PETに並ぶ一定の市場規模を有している
主にフォーム用途を中心に、建築・自動車・家具など幅広い分野で使用されている

■ ポリウレタンの製造方法



■ CO₂原料化の開発状況

イソシアネート

- ・一部をバイオマス原料に置き換える取り組みが進行中
- ・CO₂からイソシアネート基を誘導する試みが検討されているが、平衡反応制御、触媒開発等の難易度が高く研究開発レベル

ポリオール

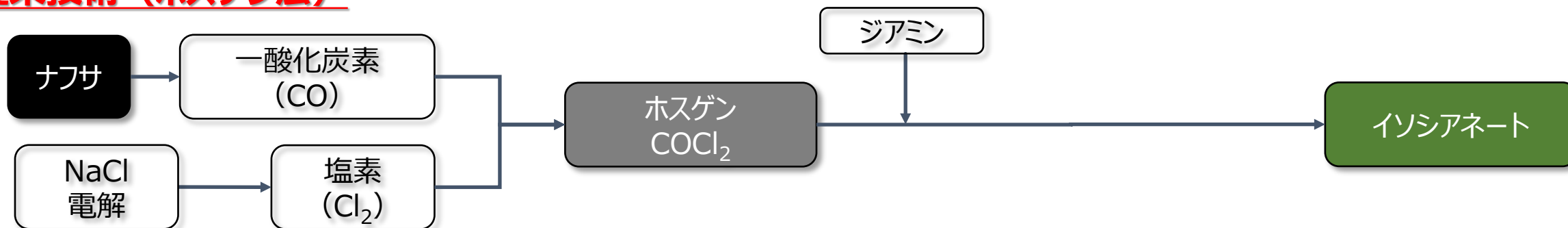
- ・植物油由来ポリオールの商業化が進展
- ・CO₂を原料としたポリエーテルカーボネートなどが他社で商業化

ポリウレタンは、イソシアネートとポリオールを原料として製造される
本事業では、最も生産量の多く、今後も高い成長率が見込まれるMDIを対象に、CO₂を原料とする製造方法を検討

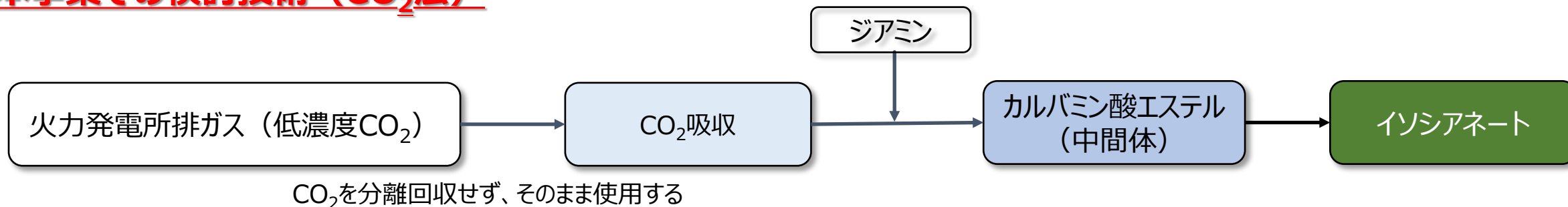
- 企業理念とカーボンニュートラルへの対応
- グリーンイノベーション基金事業について
- ポリウレタンとイソシアネート
- **実施内容**
- まとめ

イソシアネートの製造技術と本事業の目標

従来技術（ホスゲン法）



本事業での検討技術（CO₂法）



本事業では、ホスゲンを使用せず、低濃度CO₂を直接利用した、イソシアネートの製造技術の確立を行い、CO₂排出原単位をホスゲン法よりも小さくすることが目標

GI基金事業 研究開発内容とKPI、ステージゲート審査

研究開発項目

CO₂を原料とする機能性プラスチック材料の製造技術開発

研究開発内容

ポリウレタン原料の製造技術開発
・イソシアネート（MDI）

KPI

イソシアネート（MDI）について、ベンチプラントによる製造評価を実施し、ラボおよびベンチで得られたCO₂法のCO₂排出量を従来法（ホスゲン法）と同等とする。

2025年ステージゲート審査

【ステージゲート審査】

・2026年2月6日

【2025年までの検討実績】

- ・ベンチプラントの建設遅延により、十分なベンチデータの取得ができていない
- ・CO₂排出量（ラボ）： KPIの2倍超

【結果】

- ・条件付継続（現行ステージで検討を継続）
- ・1年後にステージゲート再審査

2025年度のステージゲート審査では、KPI未達の為（CO₂排出量がホスゲン法よりも大きい）
条件付継続（現行ステージでの継続検討）となった

実施内容（実施スケジュールの見直し）

当初スケジュール（ステージゲート前）

検討フェーズ/ステージゲート（SG） 審査	第1期					★SG審査	第2期
年度	2021	2022	2023	2024	2025		2026～2028
製造プロセス検討（ラボ）（カルバミン酸エステル）							
製造プロセス検討（ラボ）（カルバミン酸エステル分離/MDI合成）							
ベンチプラントの設計/建設							
ベンチプラントによる検討							
パイロットプラント/評価							

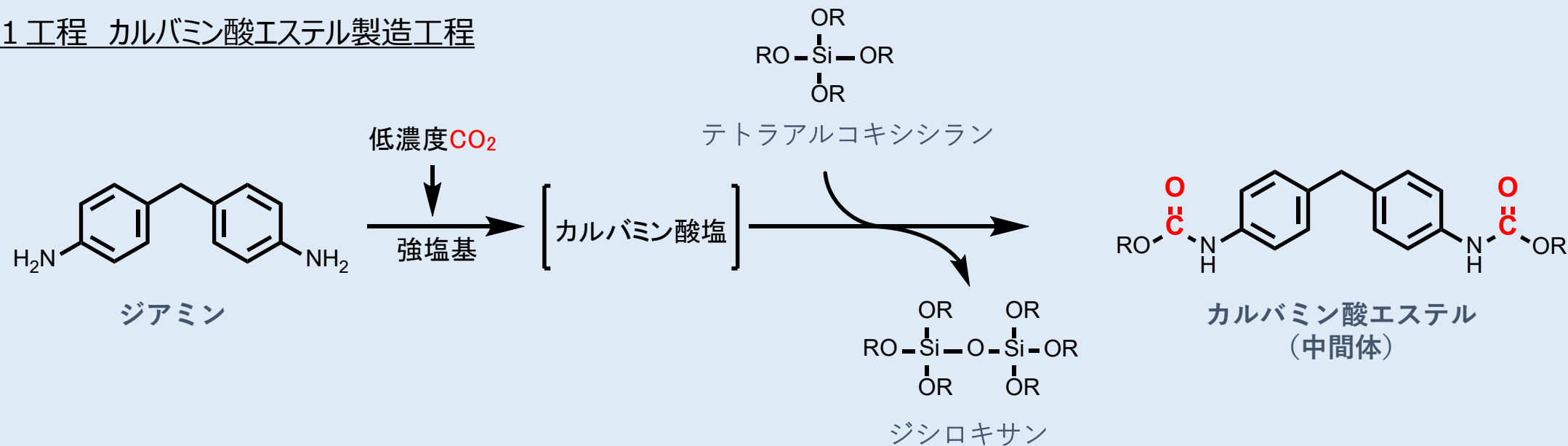
変更スケジュール（ステージゲート審査後）

検討フェーズ/ステージゲート（SG） 審査	第1期					★SG審査	第2期
年度	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027～2028
製造プロセス検討（ラボ）（カルバミン酸エステル）							
製造プロセス検討（ラボ）（カルバミン酸エステル分離/MDI合成）							
製造プロセス検討（ラボ）（改良検討）							
ベンチプラントの設計/建設							
ベンチプラントによる検討							
パイロットプラント/評価							

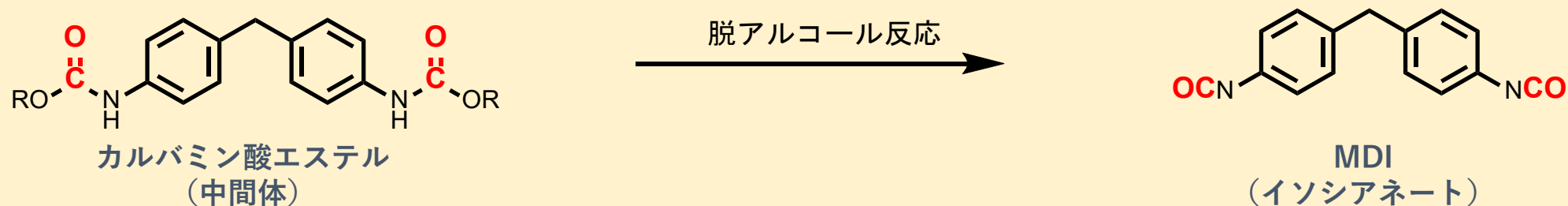
現行ステージのまま 1 年間の延長検討を行い、ステージゲート再審査に向けて改良検討を継続中

MDI製造スキーム

第1工程 カルバミン酸エステル製造工程



第2工程 イソシアネート合成工程

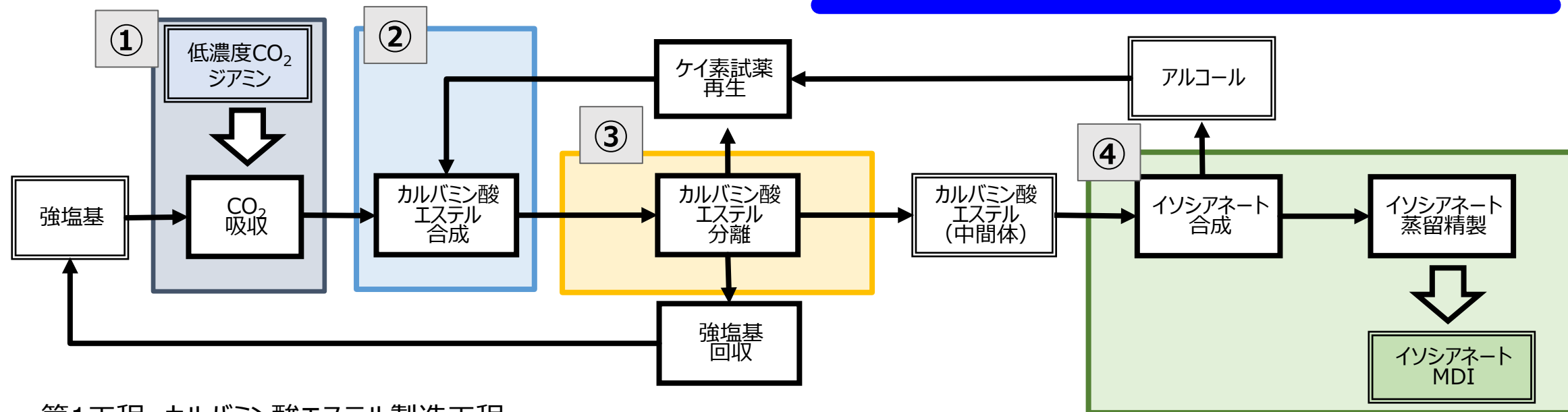


カルバミン酸エステルを合成する第1工程と、脱アルコールによるMDIを合成する第2工程の2段階から構成される

MDI製造プロセス

第1工程 カルバミン酸エステル製造工程

第2工程 イソシアネート合成工程



・第1工程 カルバミン酸エステル製造工程

- ①低濃度CO₂の吸収
- ②カルバミン酸エステルの製造
- ③カルバミン酸エステルの分離

・第2工程 イソシアネート合成工程

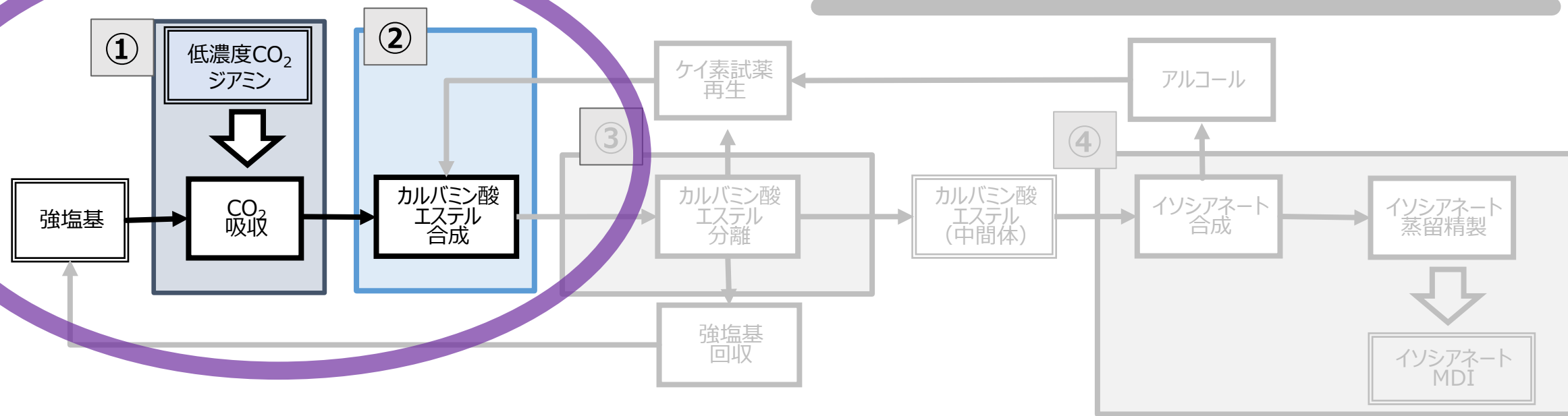
- ④カルバミン酸エステルの熱分解

①低濃度CO₂の吸収、②カルバミン酸エステルの製造、③カルバミン酸エステルの分離、④カルバミン酸エステルの熱分解の4つの工程に分けて検討を行った

MDI製造プロセス

第1工程 カルバミン酸エステル製造工程

第2工程 イソシアネート合成工程



・第1工程 カルバミン酸エステル製造工程

- ①低濃度CO₂の吸収
- ②カルバミン酸エステルの製造
- ③カルバミン酸エステルの分離

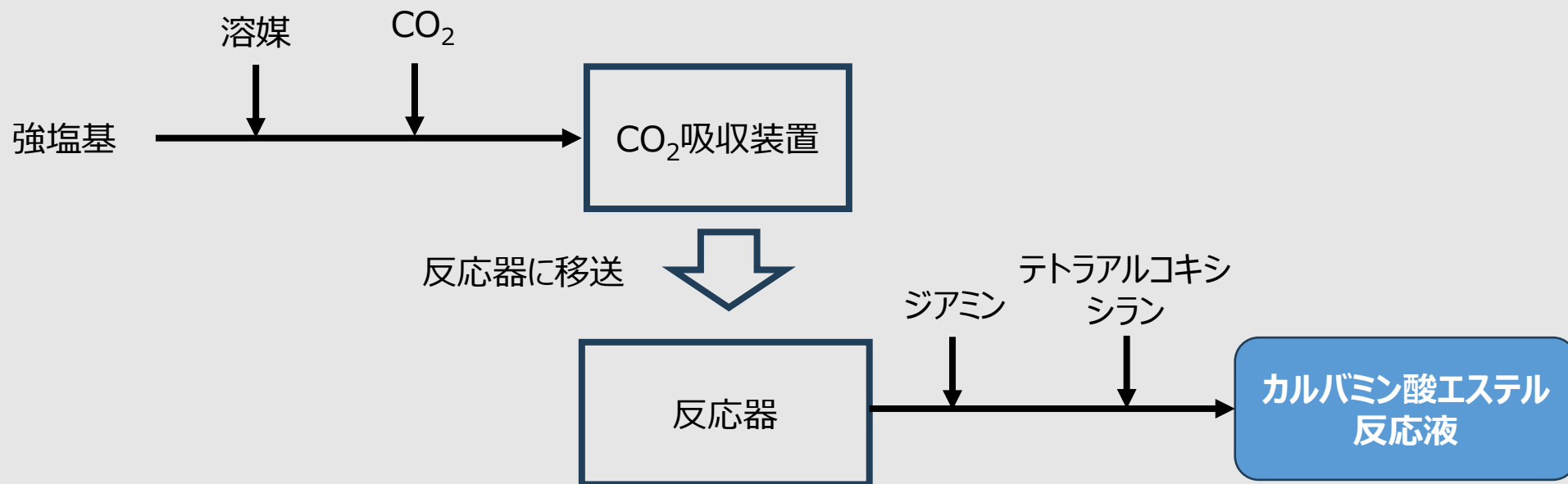
・第2工程 イソシアネート合成工程

- ④カルバミン酸エステルの熱分解

実施内容（製造プロセス検討）

MDI製造プロセス ①低濃度CO₂の吸収／②カルバミン酸エステルの製造

低濃度CO₂を吸収後、カルバミン酸塩を経て、カルバミン酸エステルの合成を行う

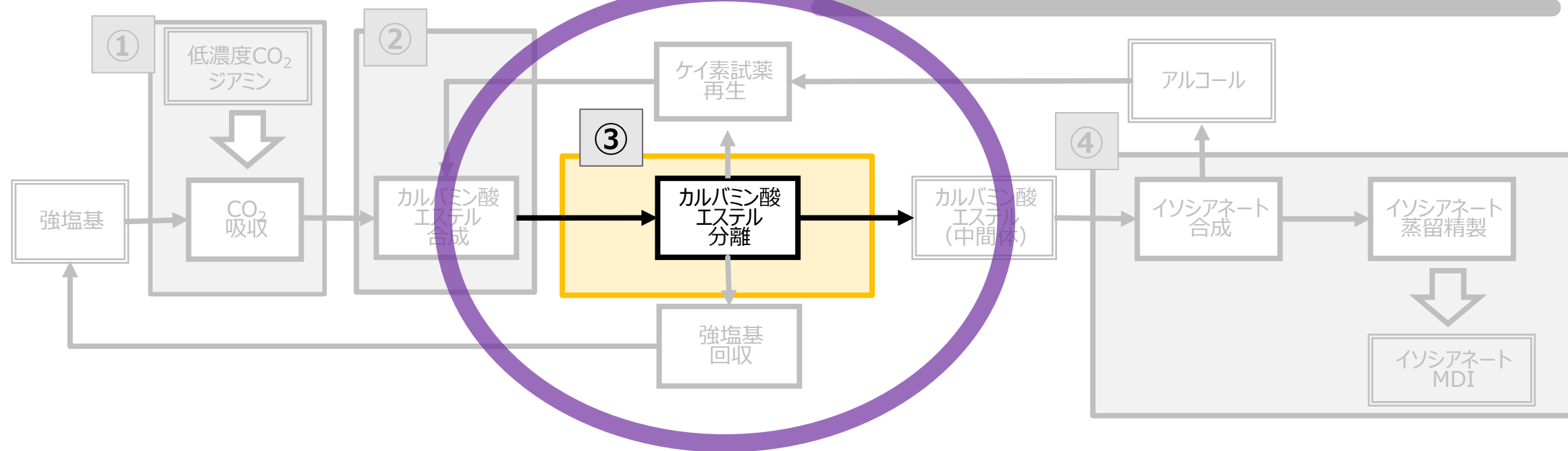


低濃度CO₂をCO₂吸収装置で吸収した後に、エステル化反応器に移送
ジアミン、テトラアルコキシシランと反応させて、カルバミン酸エステルを合成

MDI製造プロセス

第1工程 カルバミン酸エステル製造工程

第2工程 イソシアネート合成工程

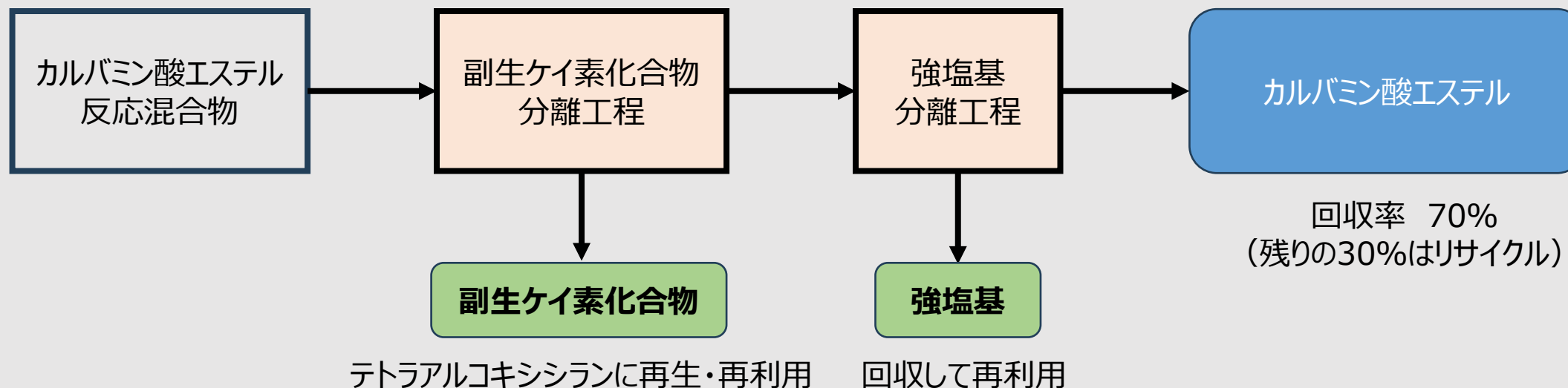


- ・第1工程 カルバミン酸エステル製造工程
 - ①低濃度CO₂の吸収
 - ②カルバミン酸エステルの製造
 - ③カルバミン酸エステルの分離

- ・第2工程 イソシアネート合成工程
 - ④カルバミン酸エステルの熱分解

MDI製造プロセス ③カルバミン酸エステルの分離

反応混合物から、副生ケイ素化合物、強塩基を分離し、カルバミン酸エステルを単離

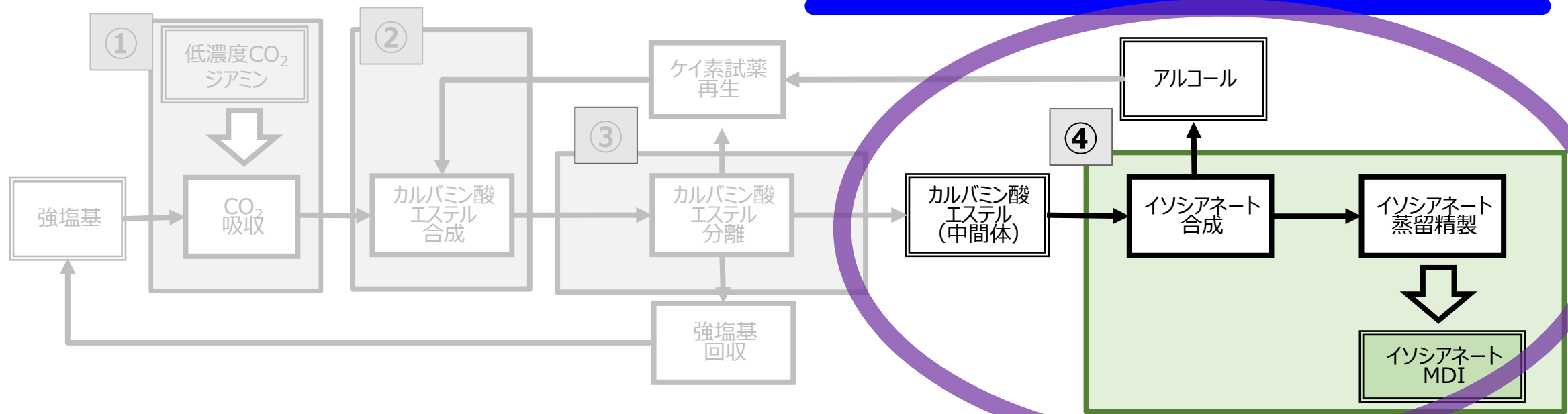


カルバミン酸エステルの単離プロセスを開発し、回収率70%を達成
分離した副生ケイ素化合物はテトラアルコキシシランとして再生・再利用、強塩基は回収して再利用する

MDI製造プロセス

第1工程 カルバミン酸エステル製造工程

第2工程 イソシアネート合成工程



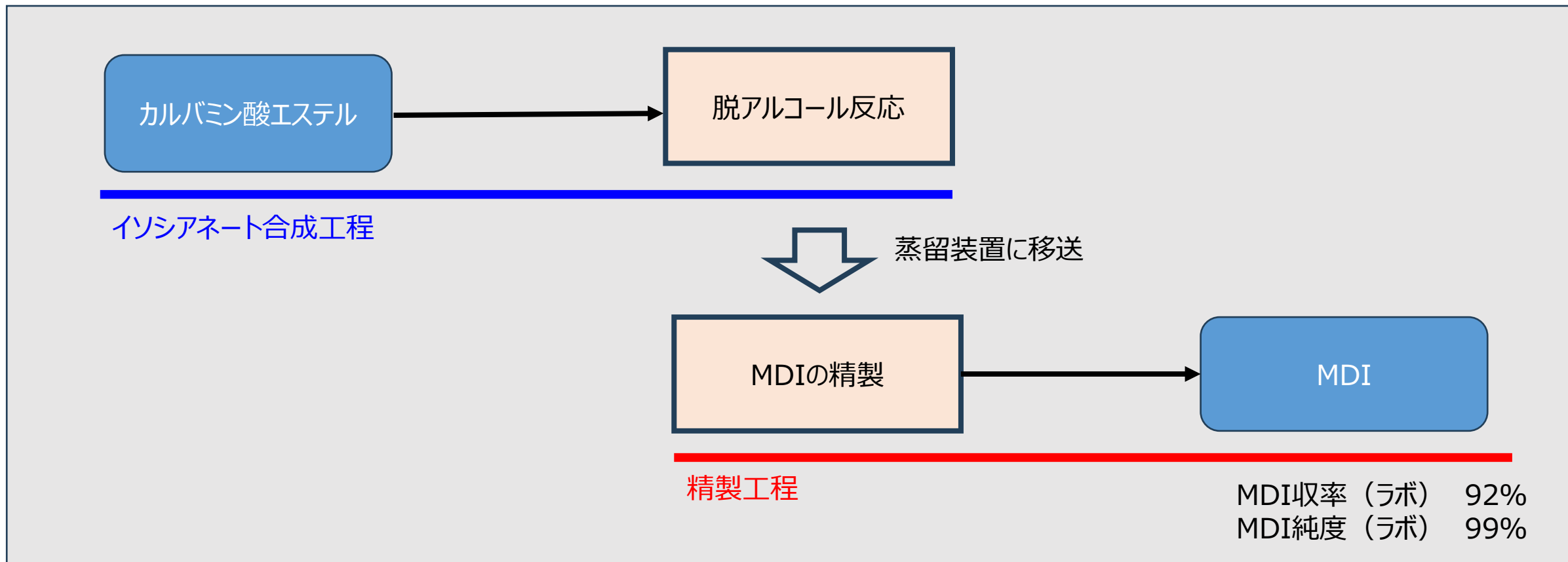
・第1工程 カルバミン酸エステル製造工程

- ①低濃度CO₂の吸収
- ②カルバミン酸エステルの製造
- ③カルバミン酸エステルの分離

・第2工程 イソシアネート合成工程

- ④カルバミン酸エステルの熱分解

MDI製造プロセス ④カルバミン酸エステルの脱アルコール反応

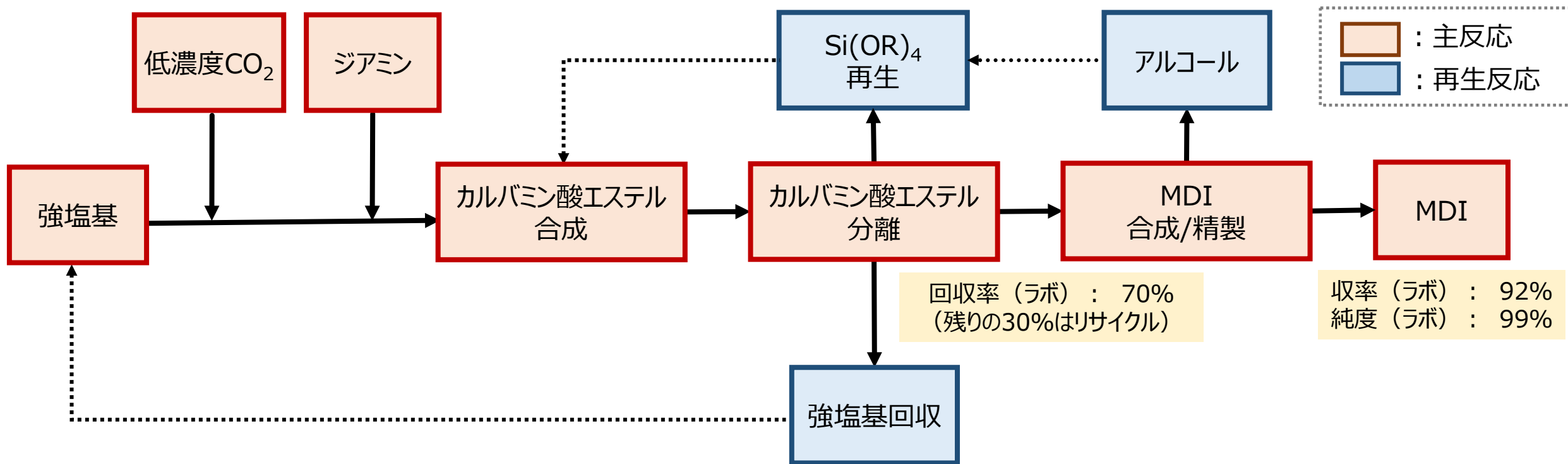


イソシアネート合成工程は、脱アルコール工程とMDIの蒸留工程から成る
 カルバミン酸エステルを減圧加熱下で脱アルコール反応によりMDIを合成し、続く蒸留工程により精製するプロセスを開発

MDI製造プロセスのまとめ（全体フロー図）

第1工程 カルバミン酸エステル製造工程

第2工程 イソシアネート製造工程

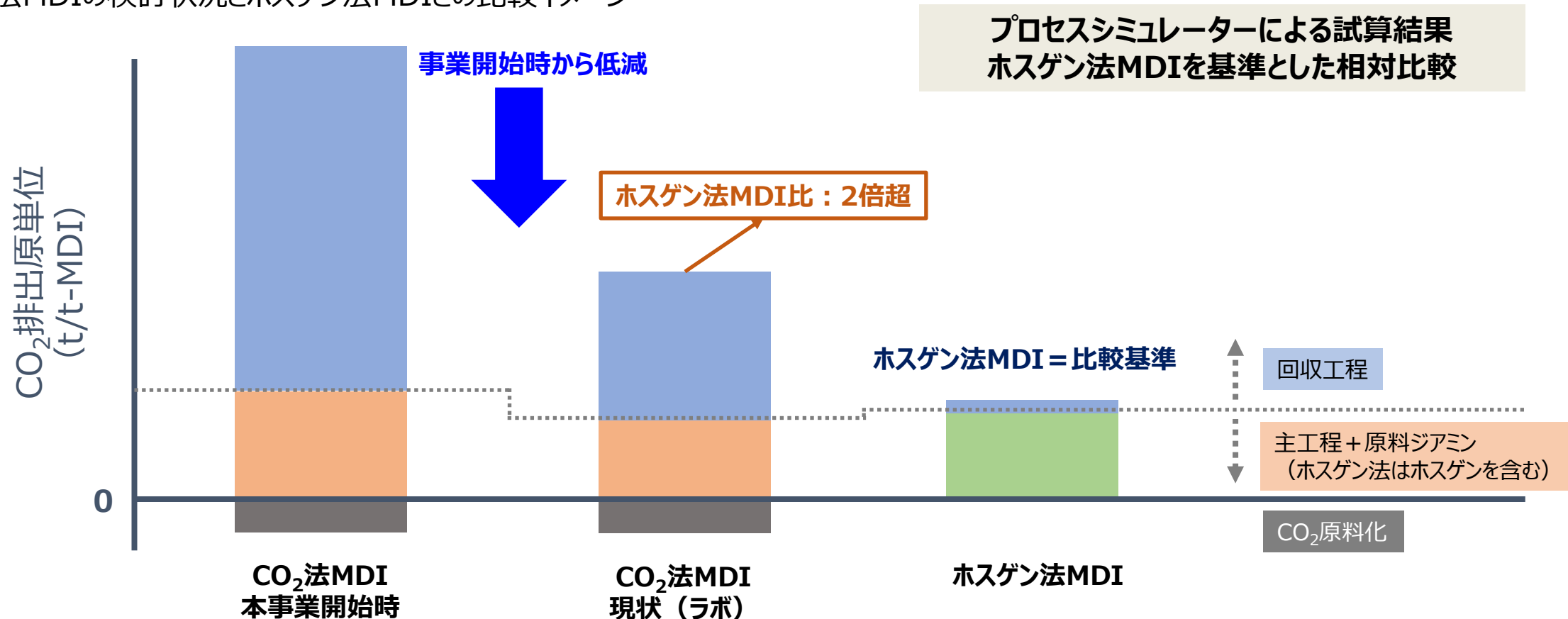


低濃度CO₂とジアミンから、カルバミン酸エステルの合成・分離を経てMDIを合成するプロセスを構築
 反応で生成するテトラアルコキシシラン（Si(OR)₄）・アルコール・強塩基は、それぞれ回収・再生し原料として循環利用する

実施内容（製造プロセス検討）

CO₂排出原単位の比較

CO₂法MDIの検討状況とホスゲン法MDIとの比較イメージ



事業開始時と比較してCO₂排出原単位は低減
一方、現状ラボ条件ではホスゲン法MDI比で2倍超となり、KPI未達

実施内容（ベンチ評価）

CO₂法MDIのベンチプラントを建設

- ・設置場所： 東ソー株式会社 南陽事業所に設置
- ・設備： ベンチ設備（カルバミン酸エステル合成）
ベンチ棟（カルバミン酸エステルの単離／MDI合成）

CO₂吸収槽、反応器（数十リッター規模×2基）
単離設備（数十リッター規模）、MDI反応器（数リッター×2基）



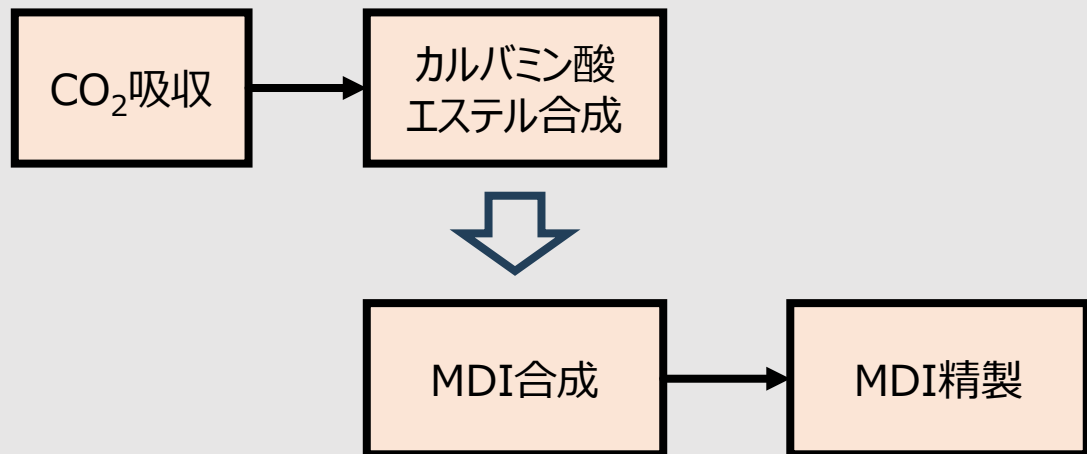
CO₂法MDIベンチ設備（カルバミン酸エステル合成）



CO₂法MDIベンチ棟（カルバミン酸エステルの単離／MDI合成）

東ソー南陽事業所に、カルバミン酸エステル合成からMDI合成までを行うCO₂法MDIベンチプラントを建設

■ ベンチプラントによるCO₂法MDIの製造



- カルバミン酸エステル 収率70%以上
- MDI 収率90%以上
純度99%



CO₂法MDI

■ CO₂法MDIの物性評価

- 反応性
 - ✓ ポリオールとの反応性 ホスゲン法と同程度
- 物性
 - ✓ 熱可塑性ポリウレタン（TPU）シート物性
 - ・ 破断伸び ホスゲン法と同程度
 - ・ 引張強度 ホスゲン法と同程度

CO₂法MDIを使用



ホスゲン法MDIを使用



熱可塑性ポリウレタン（TPU）シート

CO₂法MDIベンチプラントを用いてMDIを製造し、カルバミン酸エステルおよびMDIを製造
得られたCO₂法MDIは、反応性およびポリウレタン物性においてホスゲン法MDIと同等であることを確認

- 企業理念とカーボンニュートラルへの対応
- グリーンイノベーション基金事業について
- ポリウレタンとイソシアネート
- 実施内容
- **まとめ**

- 本事業では、低濃度CO₂を直接原料として利用するMDI製造プロセスの技術開発を実施
- 低濃度CO₂からカルバミン酸エステルを合成・単離し、脱アルコール反応によりMDIを合成するプロセスを開発し、事業開始時と比較してCO₂排出原単位を低減
- 2025年度ステージゲートKPIは未達であり1年後に再審査予定
- CO₂排出原単位はホスゲン法よりも大きく、事業化に向けては更なる改善が必要
- 当社南陽事業所にベンチプラントを建設
- ベンチプラントにより、低濃度CO₂を使用したCO₂法MDIの製造が可能であることを確認
- CO₂法MDIは、ホスゲン法MDIと同等の物性を有することを確認

