

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026 プログラムNo.B2-3-16

周南コンビナートにおける産業間連携 カーボンリサイクル事業の実装に向けた調査

カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／
カーボンリサイクル・次世代火力推進事業／
産業間連携によるカーボンリサイクル技術実装推進事業

発表：2026年7月23日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者：コンビナート高度統合運営技術研究組合 見目 勇生

*団体名：(株)トクヤマ, 日本ゼオン(株), 出光興産(株), 東ソー(株), 日本製鉄(株), (公社)化学工学会,
(一財)カーボンフロンティア機構, コンビナート高度統合運営技術研究組合, 再委託先：(国)東京大学, (国研)国立環境研究所
問い合わせ先：コンビナート高度統合運営技術研究組合 (<https://ring.or.jp/>)

背景・目的

背景 ー 2023年6月 経済産業省「カーボンリサイクルロードマップ」改訂

カーボンリサイクルを普及促進していくためには、以下が必要

- 将来的な社会デザインを想定した、多様な産業間連携に向けた段階的な検討を進め、見える化すること
- 地域全体でのCO₂排出削減や、回収されたCO₂の供給者と利用者のマッチング等を担う、「CO₂マネジメント事業者（仮称）」の役割・課題、担い手等の検討

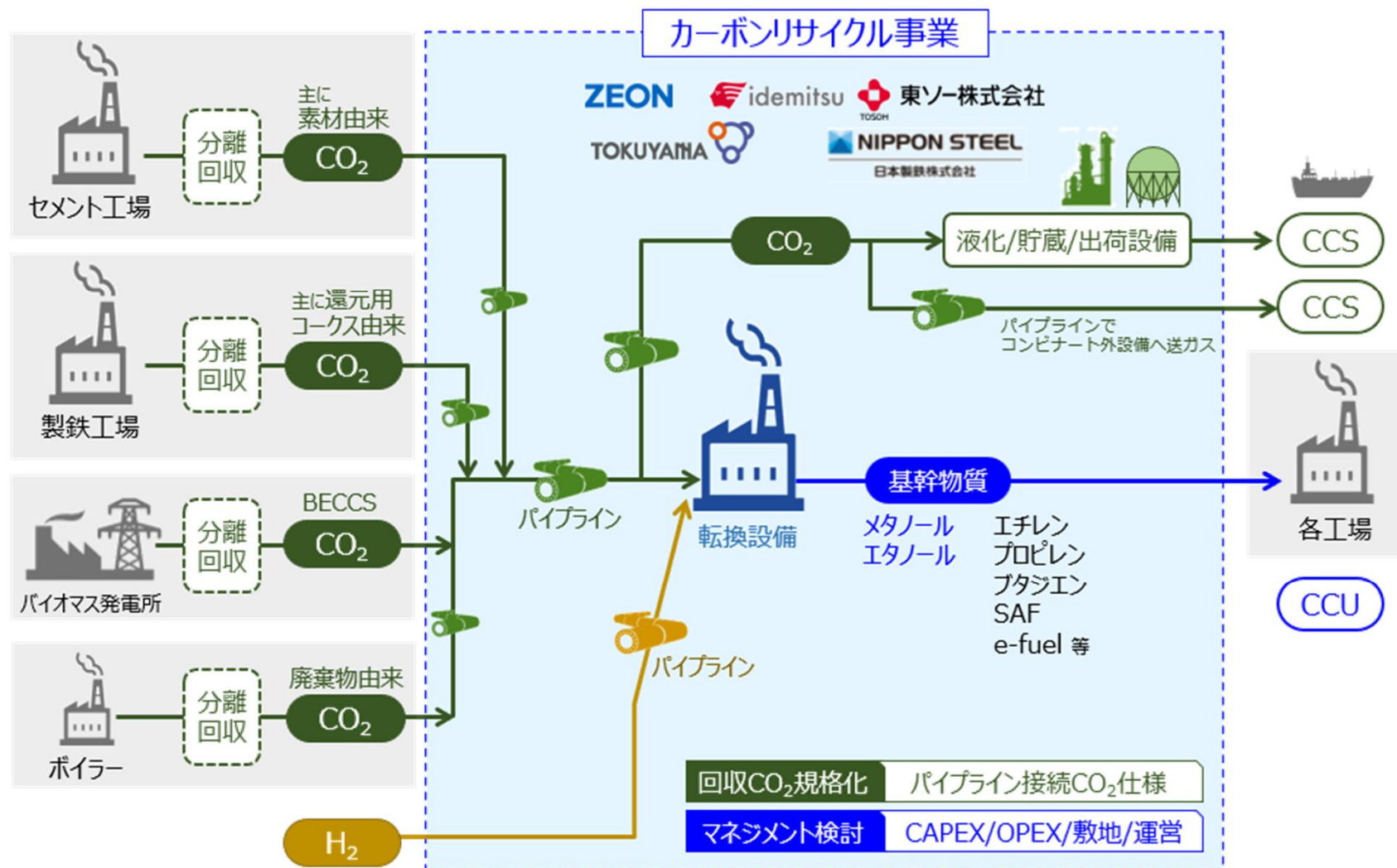


目的

周南コンビナートにおけるカーボンリサイクル事業の実装に向け、CO₂供給者・利用者マネジメント事業者の立場から、以下の検討を行う

- 周南コンビナートの特性を生かした、パイプライン等によるエネルギーや基幹物質等の融通およびカーボンリサイクル事業等について、CO₂削減効果や経済性の精査
- 周南コンビナートにおける具体的なCO₂マネジメントを踏まえた、マネジメント事業者に求められる役割・課題、担い手の明確化
- カーボンリサイクル事業の実施体制や課題の整理

周南コンビナート CR事業実装イメージ



調査スケジュール

調査項目		2024年度				2025年度			
		1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
1. 2050年に向けた周南地区CCUSシナリオ設定	1-① 技術に関する論文・特許等のデータソース解析								
	1-② CCUSシナリオの網羅的な書き出し								
	1-③ プロセスフローの統合モデル構築								
	1-④ 環境価値・経済価値雇用創出価値の評価方法の検討								
	1-⑤ 評価シナリオの設定								
2. CO2回収、利活用検討	2-① CO2発生源の検討、回収技術選定及び設備検討								
	2-② CO2変換物質の調査、検討								
	2-③ 変換技術選定、設備検討								
	2-④ CCS供給設備検討								
3. CO2マネジメント事業の共同運営検討	3-① 事業形態検討								
	3-② 総コストの算出と負担の考え方検討								
	3-③ CO2削減実績の収益化検討								
	3-④ 共同事業体のコスト負担と収益分配方法の検討								
	3-⑤ 経済性の検討								
4. マテリアル・エネルギー収支の検討	4-① コンビナート内バランスの調査・検討								
	4-② ライフサイクルアセスメント手法に基づく環境価値評価								
	4-③ 経済価値の評価								
5. 検討委員会・NEDO-PJ連携会議	5-① 検討委員会の組成、開催、取り纏め	▼			▼			▼	▼
	5-② NEDO-PJ連絡会議（毎月、8月・12月スキップ）								

本調査におけるカーボンニュートラルの考え方

【前提】

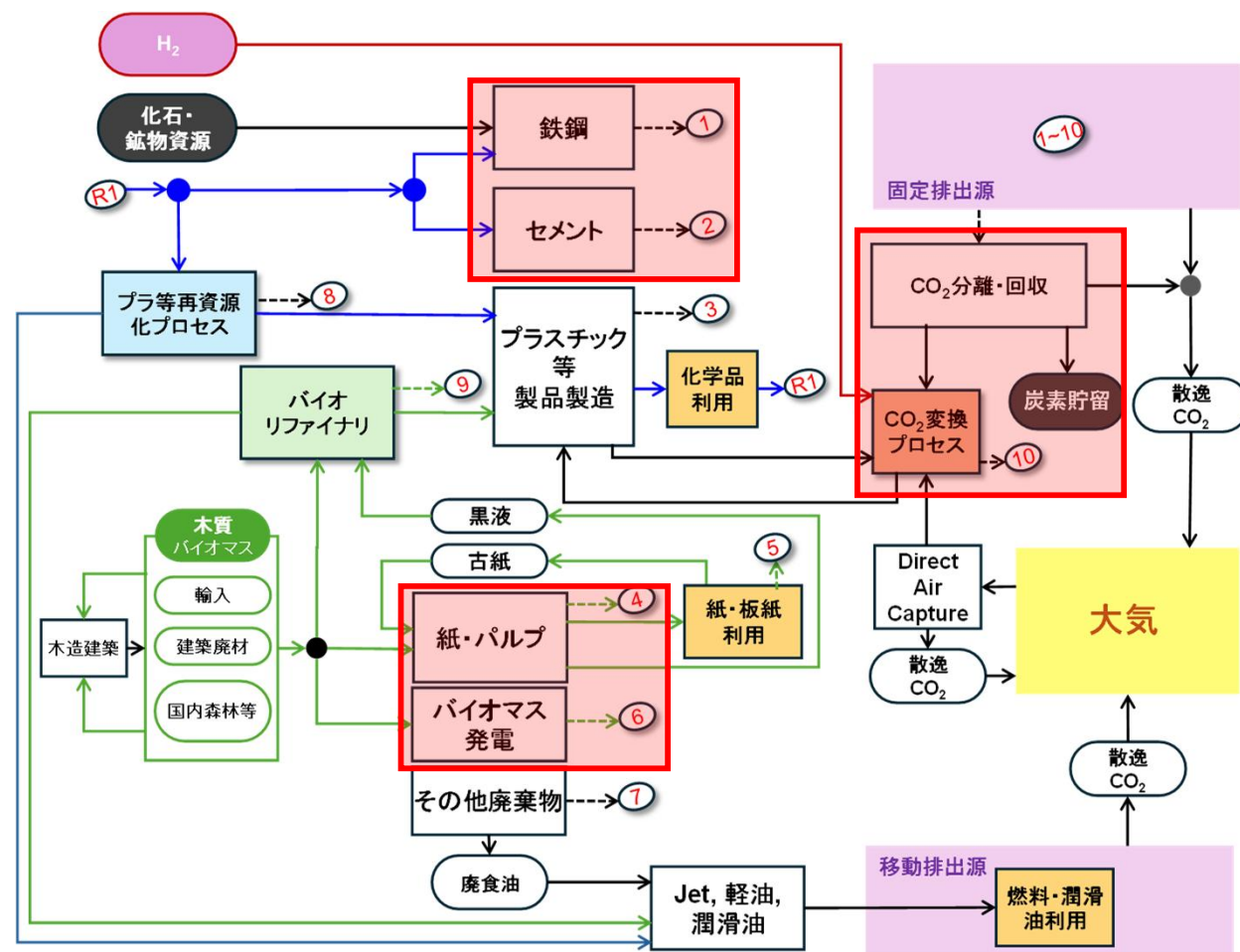
- エネルギー：2050年の周南コンビナートでは化石由来の燃料は使用しない
- 化石資源・鉱物資源：セメント原料 CaCO_3 、鉄鋼における還元用コークスは残存
- 生産量：セメントは公開推定値から試算、プラスチック等製品は現状維持
- 炭素源：廃プラ等、木質バイオマス、バイオマス由来 CO_2 の組み合わせ

【大気の炭素蓄積量】

- +) 固定排出源からの CO_2
- +) 移動排出源からの CO_2
-) CO_2 変換プロセスによる固定量
-) 地下貯留等による固定量

合計＝ゼロの場合にネットゼロ

本調査
スコープ



CO₂回収技術の選定・コスト試算

各種CO₂排出濃度・回収量

- 排出ガス：低圧、低濃度
- 回収後CO₂：高純度
- 回収規模：大規模

➡ CO₂回収法は化学吸収法を選定

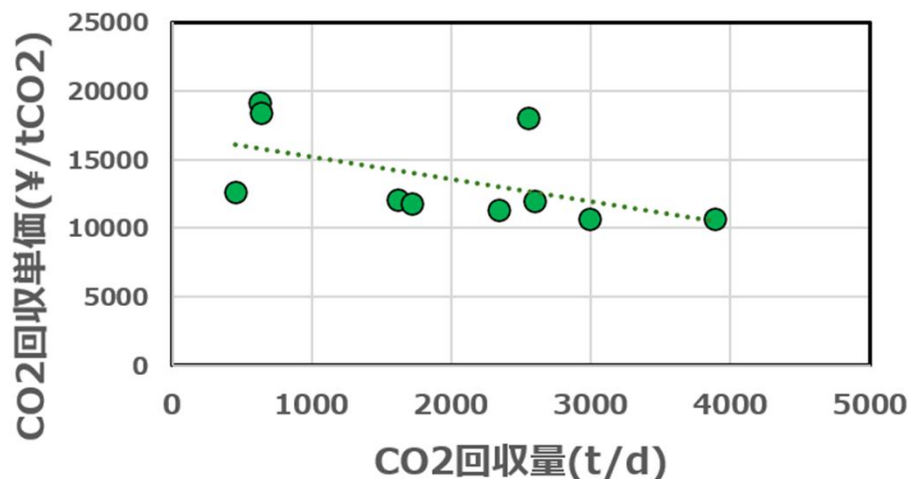
	CO ₂ 濃度(wet%)	CO ₂ 回収量(t/d)
セメント焼成	12~14	2,300~3,900
バイオマス燃焼	6~14	400~3,000
その他	0.5~25	600~

コスト試算結果(CO₂回収設備及び配管等の共通設備含)

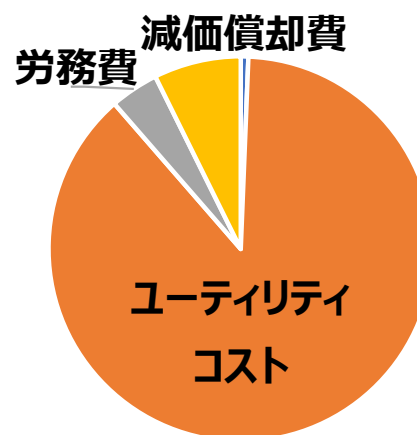
➡ CAPEX: 10設備総額: 886億円、OPEX: 10設備総額: 742億円/年

CO₂回収単価: 11,000~19,000円/CO₂-t、回収単価の大半は蒸気コスト

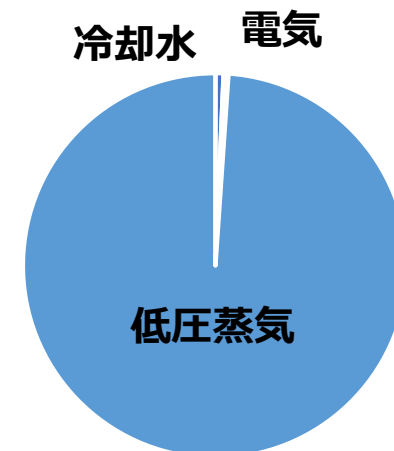
周南コンビナートの排出源毎のCO₂回収単価



製造コスト内訳

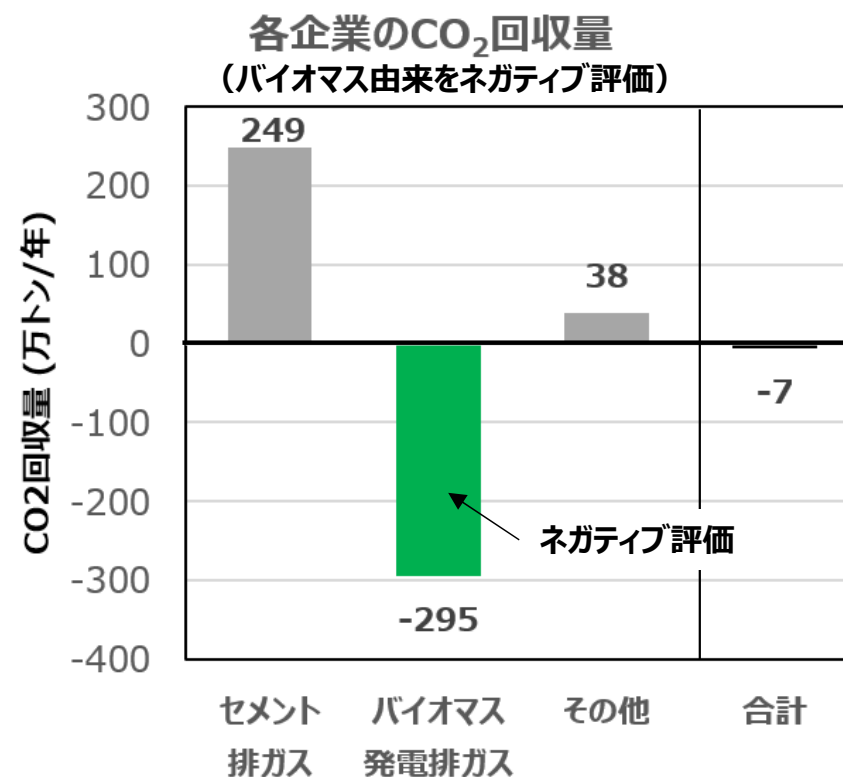
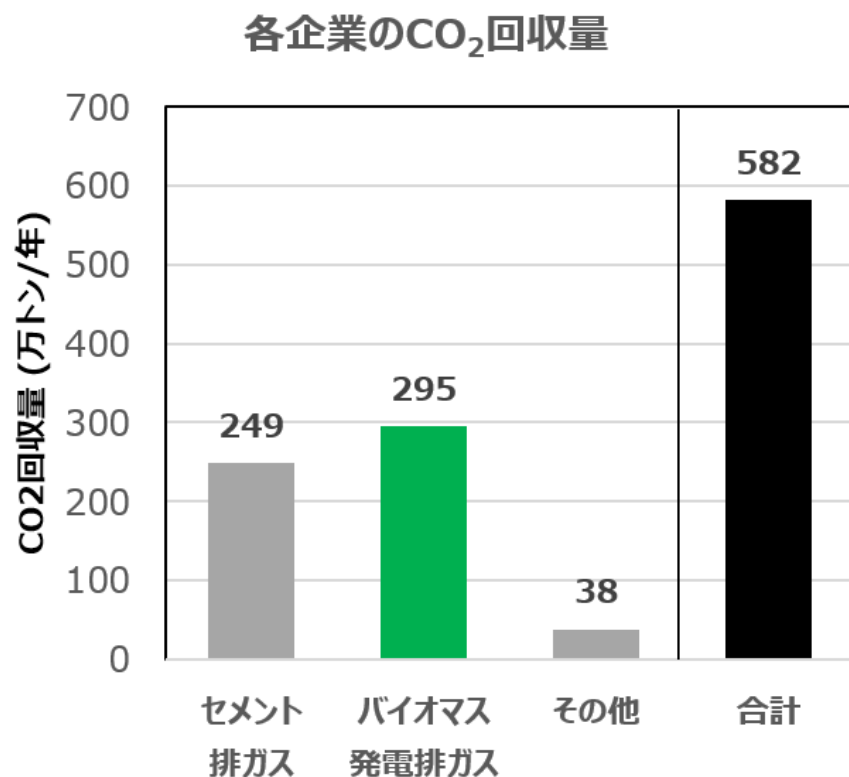


ユーティリティコスト内訳



CO₂回収量と評価

- 2050年において周南コンビナートの主企業で回収されるCO₂=約600万t/年
- バイオマス由来のCO₂をネガティブ換算する場合=約 ▲7万t/年



- 回収されるCO₂年間約600万tを対象にCCS, CCUを実施
化石由来CO₂相当分は、CCSとしてCO₂を貯留固定化
バイオマス由来のCO₂をCCUに利用して化学品等を製造

CO₂共通配管(回収設備～タンク)



既設配管ルートと同ルートを想定

■高圧圧送(0.95MPaG)の場合 ※ガス流速10m/sで配管サイズを選定

- 配管内径：24B、総長：900m
- 配管内径：24B、総長：2,200m
- 配管内径：44B、総長：1,600m
- 配管内径：8B、総長：1,000m
- 配管内径：44B、総長：2,100m
- 配管内径：18B、総長：800m

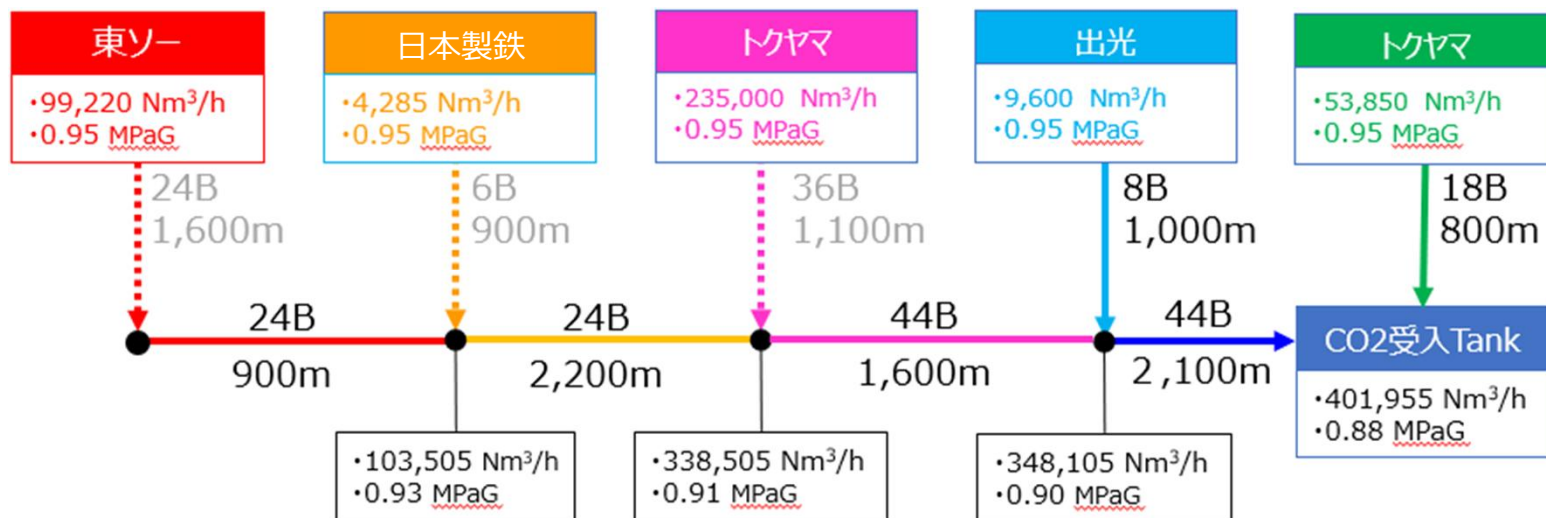
計算前提

【配管コスト：材料・工事費込み】

¥/BM

陸上配管	STPG370 SCH40	46,500
	SUS316L SCH40	66,000
	2重管 内管SU316L + 外観STPG370	100,000
埋設配管	ポリエチレン被覆鋼管	88,000

総距離うち30%を陸上、70%を埋設とした



CO₂共通配管コスト

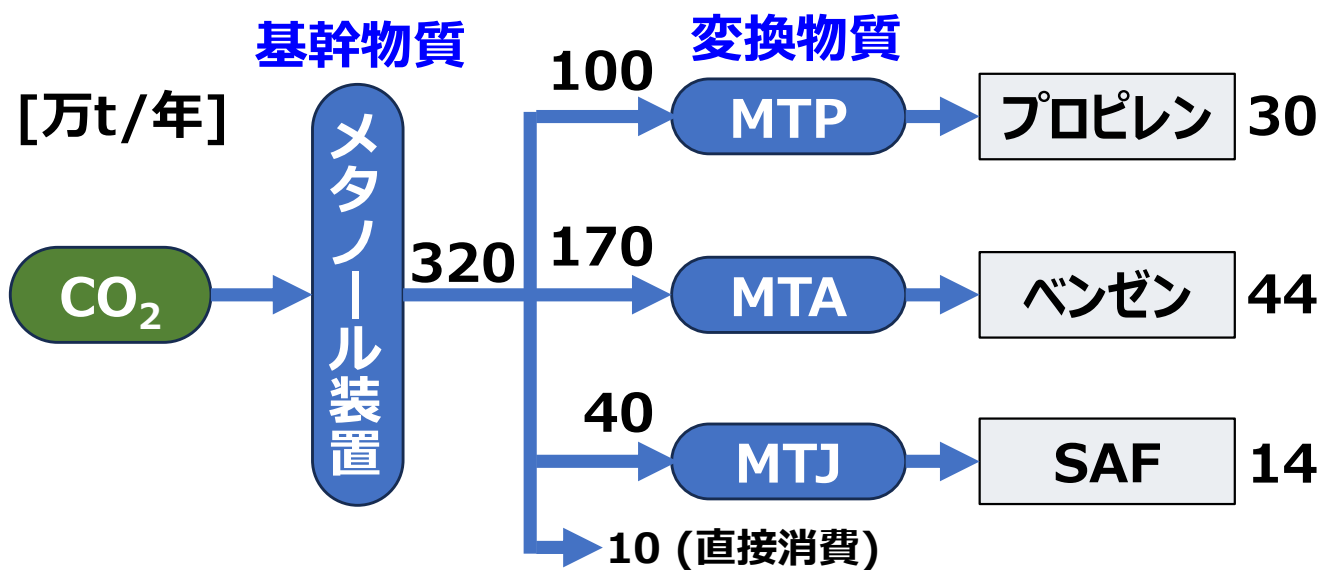
陸上	52億円
埋設	160億円
合計	212億円

CO₂変換物質

化学品等 生産設備の能力

CO₂からの生産量(CCU) = 生産必要量 - バイオマス化学からの生産量

物質	生産必要量		バイオマス化学生産量		CO ₂ からの生産量	
	万t	万t-C	万t	万t-C	万t	万t-C
エチレン	66.7	57.2	64.9	55.6	生産不要	
プロピレン	38.0	32.5	8.0	7.3	30.0	25.2
ブタジエン	22.5	20.0	22.1	19.5	生産不要	
ベンゼン	44.0	40.6			44.0	40.6
SAF	14.0	12.0			14.0	12.0



	生産能力	投資額
	万t/年	億円
メタノール	80×4	525
MTP	38	1,232
MTA	44	2,286
MTJ	14	297

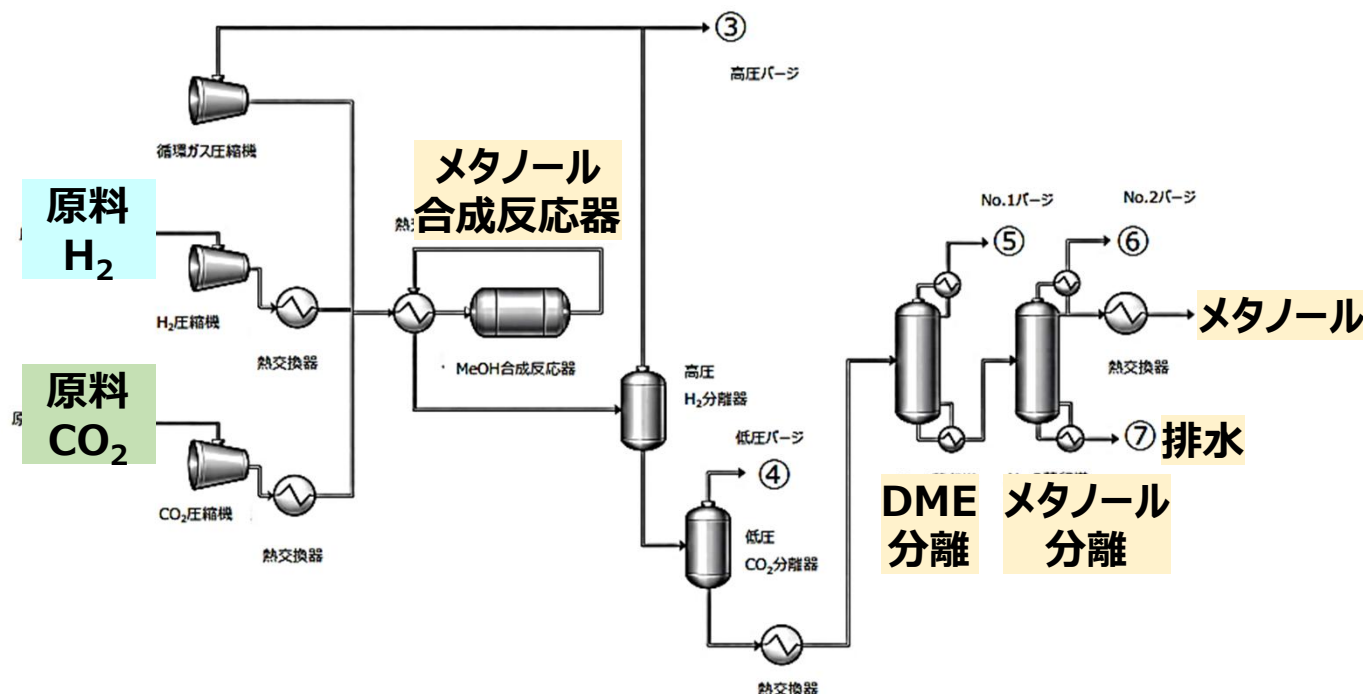
CO₂変換技術選定・製造設備

メタノール・化学品等生産設備

プロセス	単位	基幹物質	変換物質		
		メタノール	MTP	MTA	MTJ
投資費用	億円	525	1,232	2,286	297
製造原価	円/t-製品	133,179	472,930	462,398	382,106
比例費	//	131,609	438,366	420,415	364,221
固定費	//	1,570	34,564	41,983	17,885
必要面積	m ²	120,000	8,000	22,000	4,000

【例】メタノール合成設備

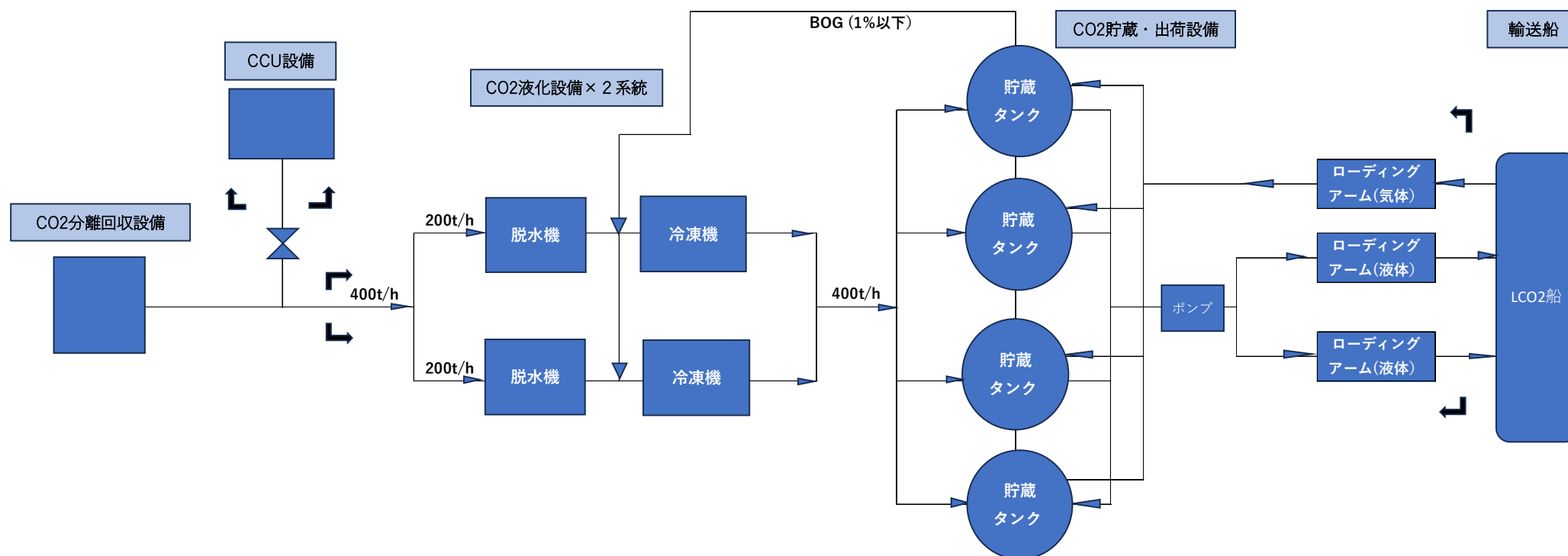
- メタノール合成量
：年間320万t
- プロセス構成
：4系統
(メンテ性、実績の単機容量を考慮)
- 敷地面積
：約12万m² (石炭法等未配慮)



CO₂液化・貯蔵・出荷設備

液化・貯蔵・出荷設備

- CCS処理量：320万t/年(400t/h)
- 液化CO₂条件：低温・低圧(0.7MPa, -50℃) …大容量CO₂貯蔵・輸送を考慮
- CO₂タンク：12千t×4基 = 48千t …液化CO₂船は36千t船型
- 敷地面積：25,900m² (225m×115m)



液化CO₂の品質は、ISO27913（二酸化炭素の回収，輸送及び地質学的貯蔵－パイプライン輸送システム）のガイドラインに準拠

総コスト試算 (CCUS関連)

- 総投資額：約5,000億円
- 用役関係：電力170万MWh、蒸気1,050万t/年、冷却水3,680万t/年の新規確保が必要
- コスト構造：メタノール・・・水素コストが6割強を占める
プロピレン、ベンゼン、SAF・・・メタノールの原価が最も大きな割合を占める

● 投資額・用役消費量

		メタノール	プロピレン	ベンゼン	SAF	CCS(液化・出荷)	計
設備投資	億円	525	1,232	2,286	297	564	4,904
電力	MWh	1,070,126	27,987	16,896	27,440	532,144	1,674,593
蒸気	t/年	5,666,097	1,710,880	2,978,800	69,061	65,319	10,490,157
冷却水	t/年	31,595,838	117,912	156,200	84,000	4,819,236	36,773,186

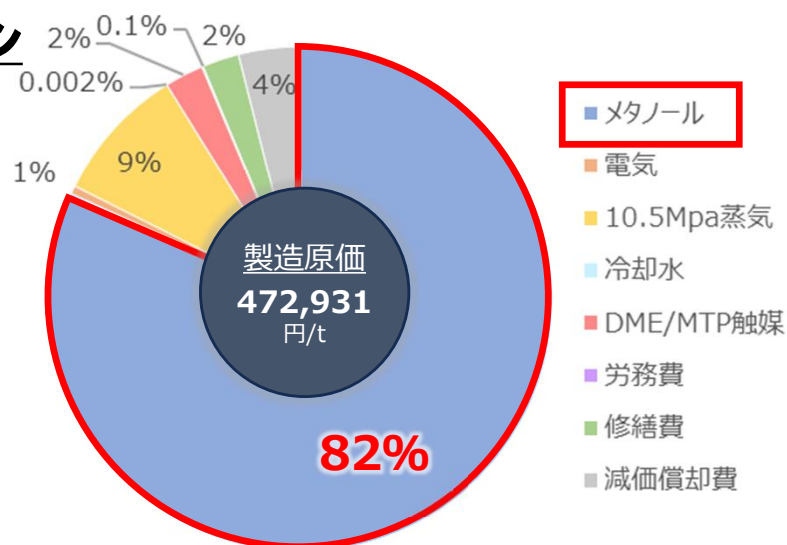
● 製造原価[円/t]

比例費	CO ₂	15,678	－	－	－	14,493
	H ₂	88,673	－	－	10,400	－
	メタノール	－	443,929	452,808	350,260	－
	電力	11,061	2,905	1,152	5,880	5,004
	蒸気	15,617	47,360	54,160	3,996	164
	冷却水	218	8	7	12	30
	燃料(NH ₃)	－	－	－	25,120	－
	その他※	362	▲ 55,836	▲ 87,712	▲ 31,447	0
	比例費計	131,609	438,366	420,415	364,221	19,691
固定費	労務費	122	451	442	931	73
	修繕費	543	12,792	15,578	6,358	531
	減価償却	905	21,321	25,963	10,596	884
	固定費計	1,570	34,564	41,983	17,885	1,488
製造原価		133,179	472,930	462,398	382,106	21,179

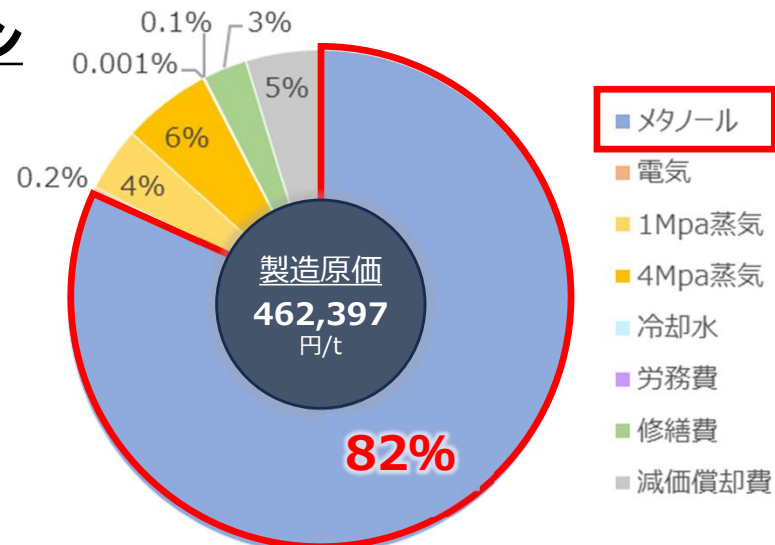
※副生品の燃料使用における控除、触媒費用

各CCU製品の製造原価構成

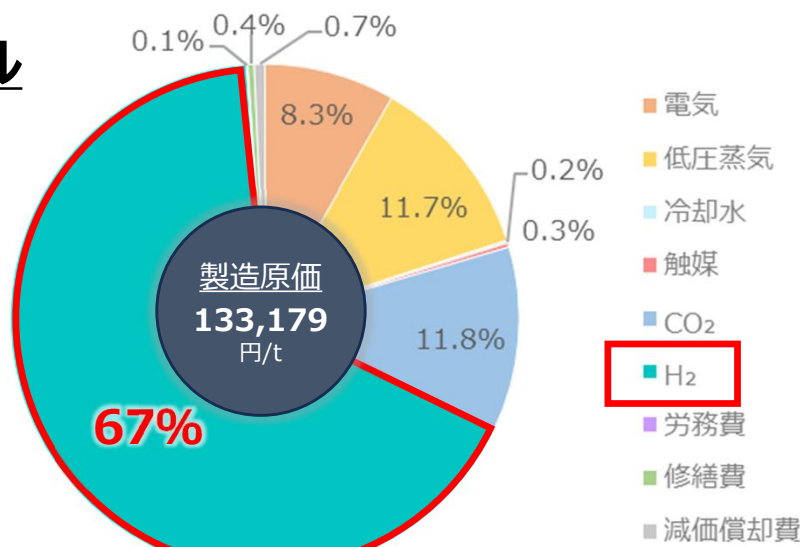
プロピレン



ベンゼン

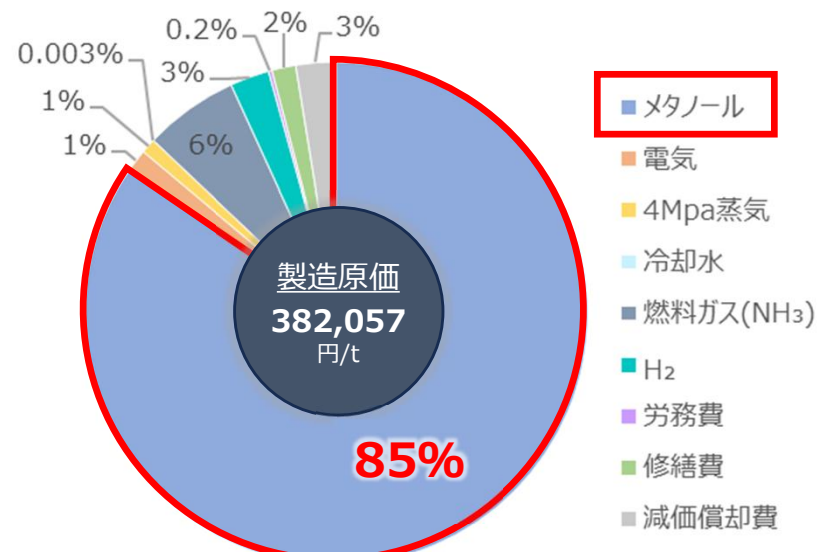


メタノール



メタノール製造コストは
水素単価の影響大

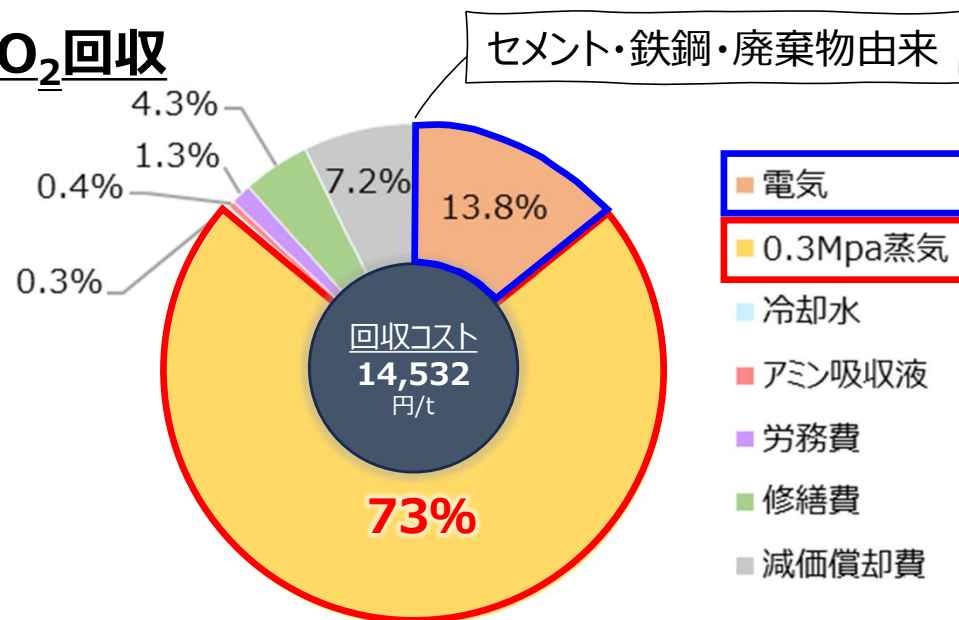
SAF



プロピレン、ベンゼン、SAFの製造コストは
メタノール単価の影響大

CO₂回収／液化・出荷 コスト構成

CO₂回収



CO₂回収コストは**蒸気単価**の影響大

【参考】バイオマス由来のCO₂
回収コスト 10,882円/t
(電気34%, 0.3MPa蒸気48%, その他18%)

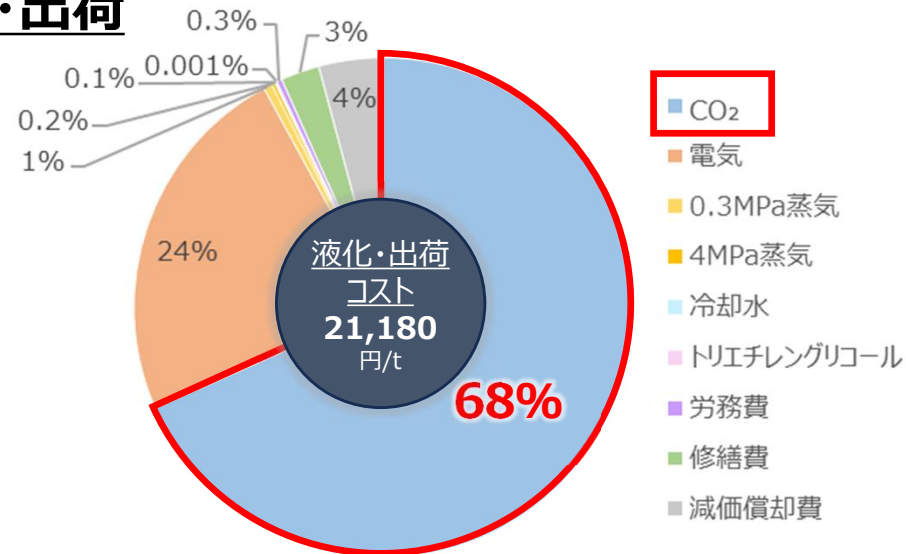
CCU

プロピレン, ベンゼン
SAF, メタノール

CCS

CO₂回収
CO₂液化・出荷

液化・出荷



液化・出荷コストは**CO₂単価**の影響大

製造原価・コスト分析結果を踏まえ、
CCU, CCSの事業が成立する条件を検討

※以下の項目について支援を受ける想定

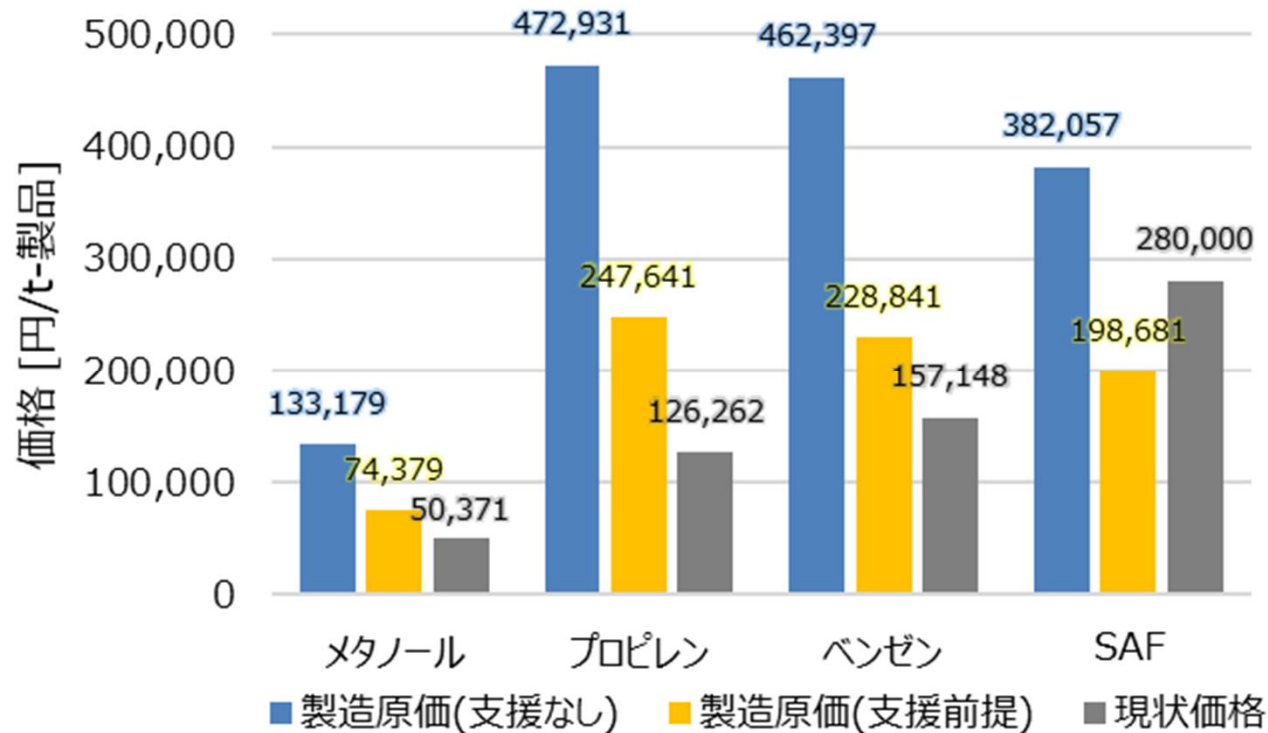
総投資額

水素単価

電気・蒸気単価

CCUの事業化条件

製造原価と現状品価格



	BASE	支援あり
CAPEX補助	なし	1/2
電気	30円/kWh	21円/kWh
蒸気	8,000円/t	5,000円/t
水素	40円/Nm ³	20円/Nm ³

製造原価(支援あり) = 現状価格
となるカーボンプライス

	[円/t-CO ₂]	
	CO ₂ 排出減	CO ₂ 排出減 +製品固定※
メタノール	13,720	7,683
プロピレン	74,810	25,471
ベンゼン	53,131	15,144

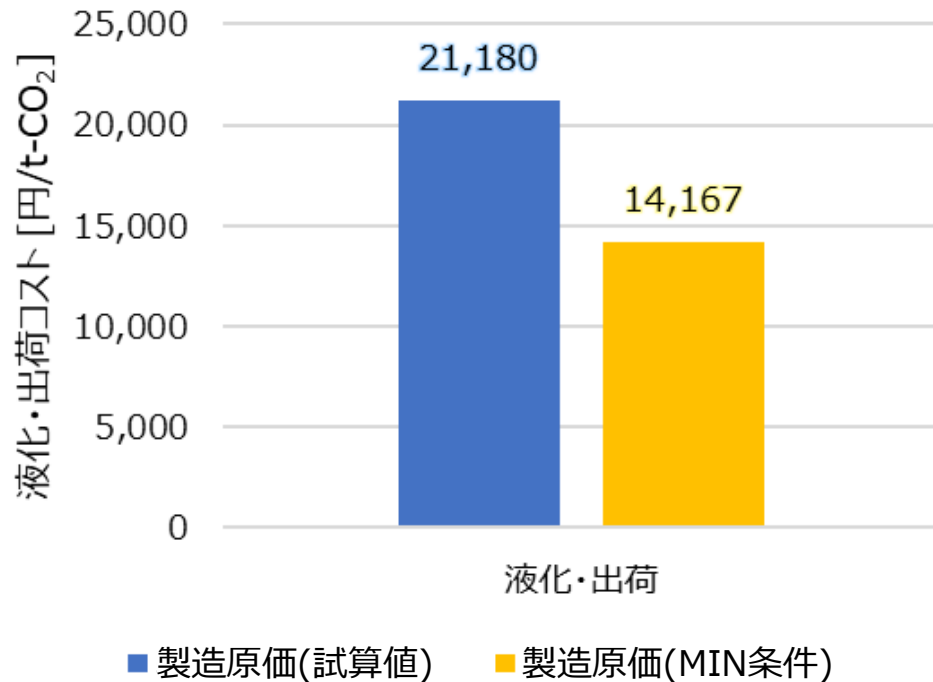
※回収CO₂の
製品へ固定価値

事業採算の確保

- 設備投資への支援, 値差支援, カーボンプライスの導入が事業化成立のポイント
- CCU製品の環境価値の検討が必要

CCSの事業化条件

CO₂液化・出荷コスト



	BASE	支援あり
CAPEX補助	なし	1/2
電気	30円/kWh	21円/kWh
蒸気	8,000円/t	5,000円/t

海外貯留まで含めた総コスト

	[円/t-CO ₂]	
	BASE	支援あり
液化・出荷	21,180	14,167
輸送・貯留	9,370 (東南アジアを想定)	
合計	30,550	23,537

事業採算の確保

- 総コストを補うカーボンプライスの導入が必要
- カーボンプライスが十分でない間は CCS値差支援制度の適用が有効
- CCSコストを製品価格に転嫁できる仕組みが必要

共同運営マネジメント

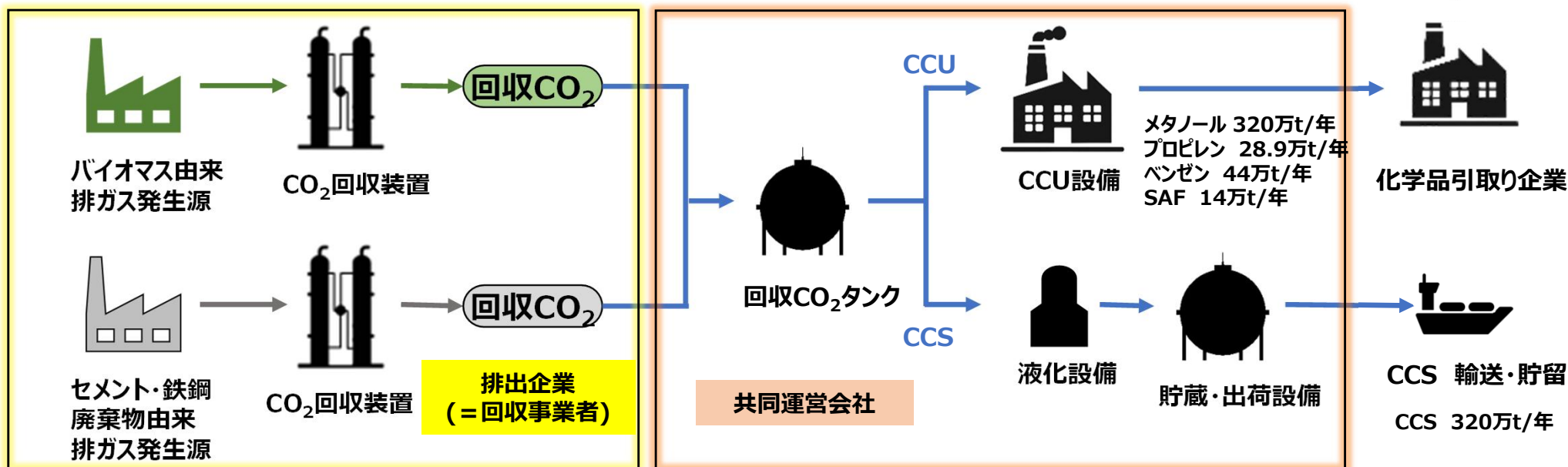
基本構想

排出源による仕分け

- バイオマス由来のCO₂ = CCU [化学品原料とし、製品の環境価値を向上]
- セメント・鉄鋼・廃棄物由来のCO₂ = CCS [排出企業の排出量削減としてカウント]
※うち、未回収量(約10%)はバイオマス由来CO₂でオフセットし、カーボンニュートラル化

共同運営会社の役割

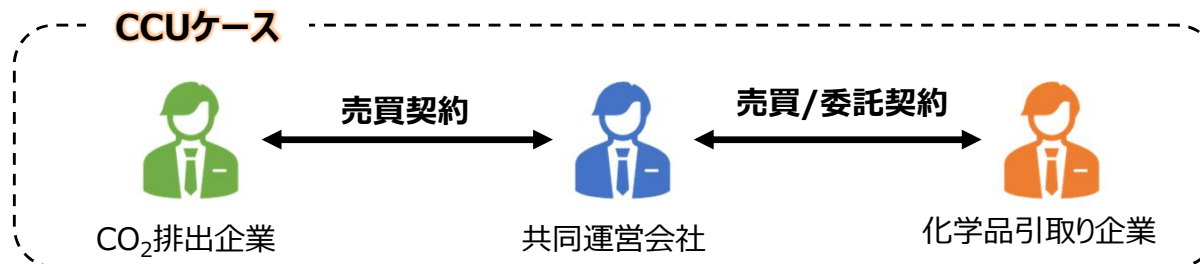
- 各社のCO₂を共通パイプラインで共同運営会社を集約
- 回収・集約したCO₂から ①CCU製品の製造・出荷 ②CCS向け液化・出荷



共同運営会社と各社の関係

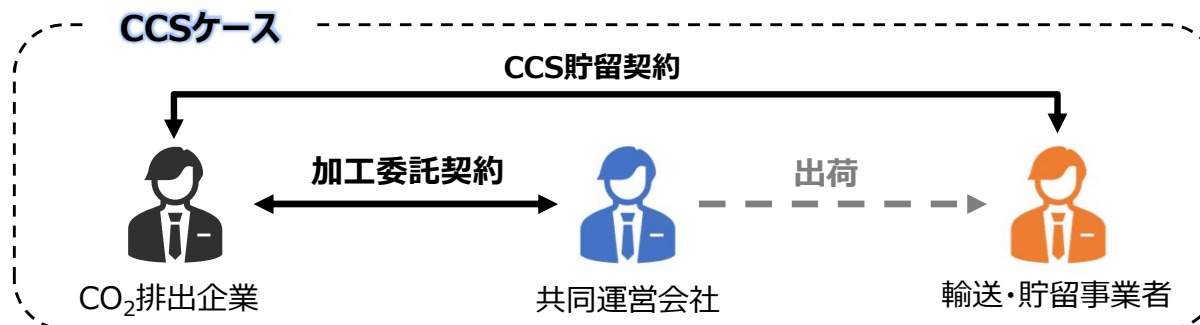
CCU

- 業務フロー：化学品引取り企業より共同運営会社に製造依頼
➡ 共同運営会社にて生産計画策定、実行(製造、品質管理、出荷等)
- 契約形態：化学品引取り企業 ⇔ 共同運営会社 … 売買 or 製造委託契約
CO₂排出企業 ⇔ 共同運営会社 … 回収CO₂の売買契約
- 回収CO₂の所有権、回収価値 … 排出企業➡共同運営会社➡化学品に移転



CCS

- 業務フロー：CO₂排出企業より共同運営会社に液化・出荷依頼 ➡ 実施
- 契約形態：CO₂排出企業 ⇔ 共同運営会社 … 液化・出荷の委託契約
CO₂排出企業 ⇔ 輸送・貯留事業者 … CCS契約
- CO₂の排出削減価値 … 排出企業にて計上



まとめ・今後の課題

1. 2050年にカーボンニュートラル化した周南コンビナートのCCUSのスキームとそのマネジメント方法について検討した。
2. 12箇所の排出源から回収したCO₂は1拠点に集約し、CCU設備・CCS設備(液化・出荷)に供給する姿とした。
CCUの構成は「CO₂→メタノール(基幹物質)→プロピレン、ベンゼン、SAF」とした。
(残るエチレン・ブタジエンは、木質バイオマスよりバイオリファイナリーで製造する前提)
これを踏まえ、CAPEX(初期投資)・OPEX(運転費)・敷地面積等を算出した。
3. CO₂回収～CCUSを一体運用するため、共同運営会社にてCCU・CCS設備を保有し、マネジメントする。バイオマス由来CO₂はCCU原料とし、製品に価値を転換する。化石由来CO₂(セメント・製鉄等)はCCSにより排出量を削減する。CCUは共同運営会社がCO₂調達、製品販売、委託製造を実施し、CCSは排出事業者の委託により液化・出荷を担う。
4. 得られたCAPEX、OPEXよりCCUSの総コストを算出。プロピレン、ベンゼン等の化学品の製造価格は、現状の3倍以上となる。コスト要因は主に水素、電力、蒸気である。設備投資や水素・用役への値差支援により改善するが、依然高水準に留まる見込み。
5. 今後の社会実装に向けた課題として、以下の施策が必要である。
 - ・設備投資支援、値差支援
 - ・環境価値を事業者が享受する仕組み（評価制度、価格反映など）の構築
 - ・事業の柔軟性・効率性確保(CCSのスポット契約化、CCU・CCS配管共通化、規制緩和等)