

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026 プログラムNo. B2-3-17

大分コンビナートにおける産業間連携による カーボンリサイクル事業の実現可能性調査

契約件名

大項目:カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発

中項目:次世代火力発電技術推進事業

小項目:コンビナート等における産業間連携を活用したカーボンリサイクル事業
の実現可能性調査

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

発表者名 片倉和人

*団体名 (企業・大学名など) (一財) カーボンフロンティア機構(JCOAL)、(株)野村総合研究所(NRI)、
コンビナート高度統合運営技術研究組合(RING)、再委託先: クラスケミカル(株)

問い合わせ先: <https://www.jcoal.or.jp/news/2024/0531.html>

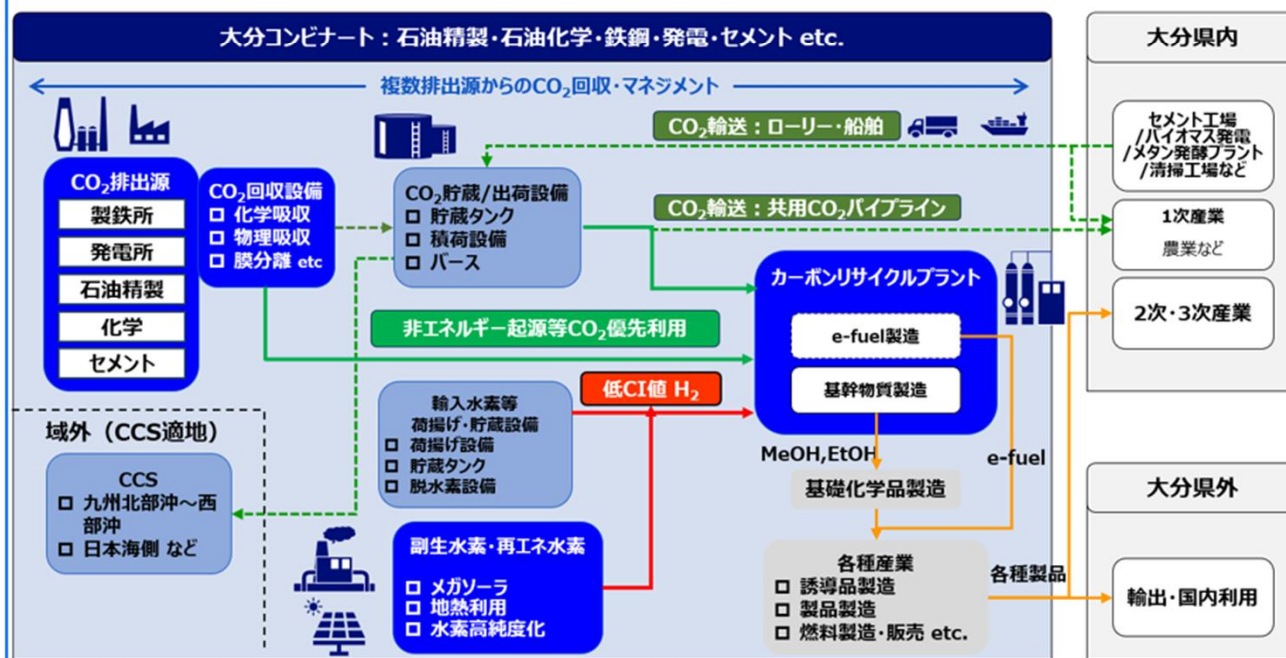
実施内容

New Energy and Industrial Technology Development Organization

- ＜概 要＞ 石油精製・石油化学・電力・鉄鋼・セメントを有する大分コンビナートにおけるCO₂供給と、再生可能エネルギーを活用した水素等を原料とした、カーボンリサイクル技術による化学品や合成燃料製造等を通じたカーボンニュートラル化に向けた実現可能性調査
- ＜事業期間＞ 2024年4月～2025年9月
- ＜委 託 先＞ 株式会社野村総合研究所、コンビナート高度統合運営技術研究組合、一般財団法人カーボンフロンティア機構

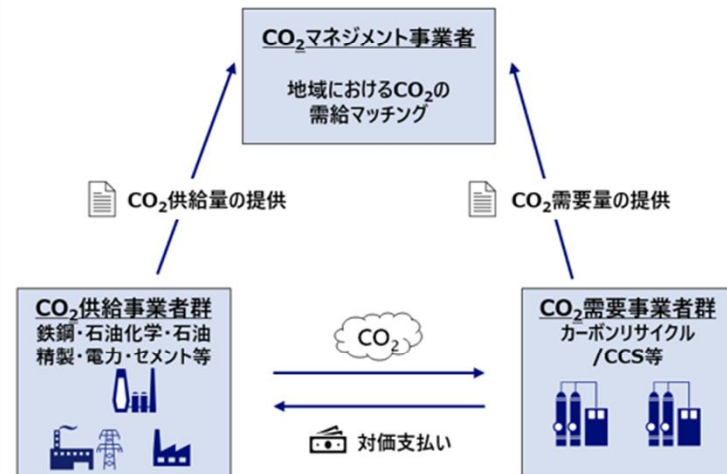
大分コンビナートにおけるカーボンリサイクルモデル

カーボンリサイクル事業実現には、原料となるCO₂と併せて水素が必要となる。大分コンビナートにおけるカーボンリサイクル事業の実現可能性を調査。



CO₂マネジメントモデル

大分コンビナートにおけるCO₂マネジメントの在り方やマネジメント事業者求められる役割等を整理。



- ＜CO₂マネジメント事業者の役割＞
- ✓ 地域全体のCO₂削減に向けた事業プランニングの策定
 - ✓ CO₂の排出から利用を一元的に管理し、CO₂の品質、流通量、分配を調整
 - ✓ CO₂マネジメントにおいて発生する権利・義務の分配を管理

調査項目

- ① 現状調査：企業ニーズ・カーボンニュートラル計画/設備更新情報等の概略情報/エネルギー・マテリアルバランス/立地・既存インフラ、
- ② 概念設計(プレFS)：2050年の絵姿・ロードマップ、カーボンリサイクル製造プロセスの前提条件検討、エンジニアリングデータの収集及び経済性の検討評価、CO₂削減効果の検討評価、
- ③ CO₂マネジメント調査：CO₂マネジメントのあり方に関する検討、CO₂マネジメント事業者に関する検討

CR技術により解決すべき課題

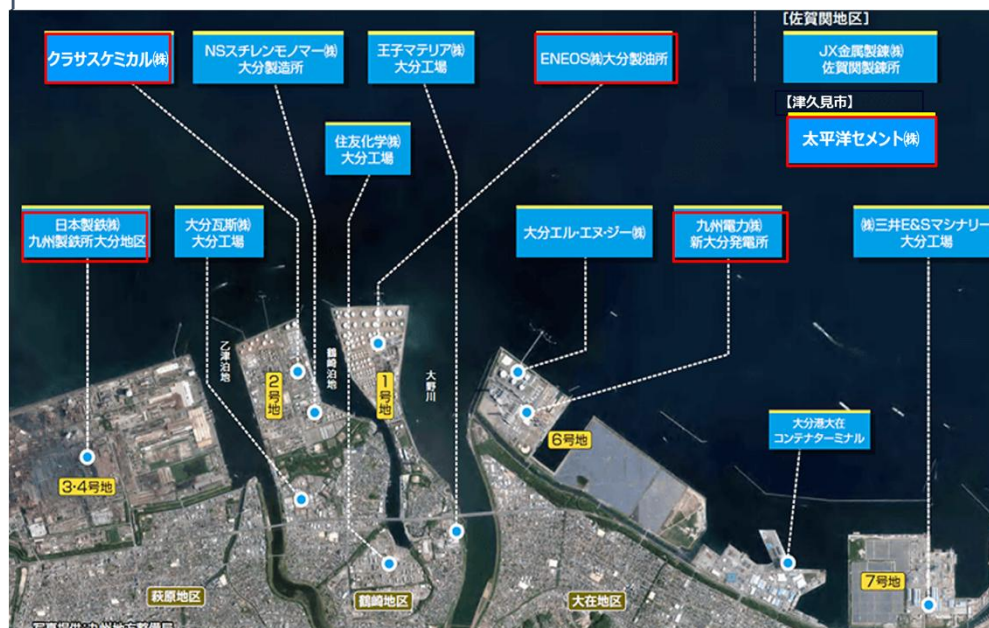
- 産業活動から排出されるCO₂を可能な限り低減した上で、なお排出される非エネルギー起源等の残余CO₂を適切にマネジメントすること。
- CO₂を有価物（資源）として捉え、新たな別の有価物に転換することで、製品等のサプライチェーン全体で従来通りの方法と比較してCO₂の排出を抑制すること。

1.背景及び課題

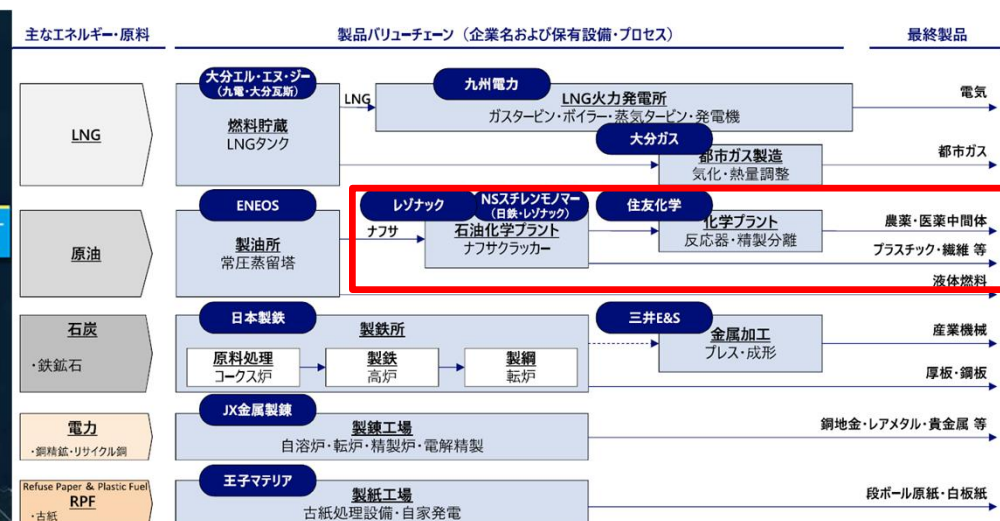
背景_大分コンビナートの特徴・強み

- **CNに向けた動向：**
大分県は第5期大分県地球温暖化対策実行計画にて「2050年二酸化炭素排出実質ゼロ」を掲げている。また、2026年には事業者間連携の元「グリーン・コンビナートおおいた推進会議」を組にCCUS委員会を設置しCN化を強化。
- **再生可能エネルギー：**
地熱発電量は大分県として全国1位、また余剰太陽光発電量は九州地区で1位など、再エネ率は全国2位と高い。
- **副生水素：**九州唯一の大分コンビナートにおける副生水素は全国の約10%にあたる
- **立地・港湾設備：**アジアへのゲートウェイとしての立ち位置。また、世界最大級の大型船着栈可能な港湾（水深30m）を有する。
- **立地企業群：**九州唯一の複合コンビナート（鉄鋼、石油石化、電力、ガス等）では多様な特徴や最新鋭設備を有する企業群が存在し、その特徴を生かした連携が可能。粗鋼生産量全国1位、エチレン生産能力全国3位、九州最大のLNG火力発電所。

多種多様な産業の集積



大分コンビナート企業バリューチェーン

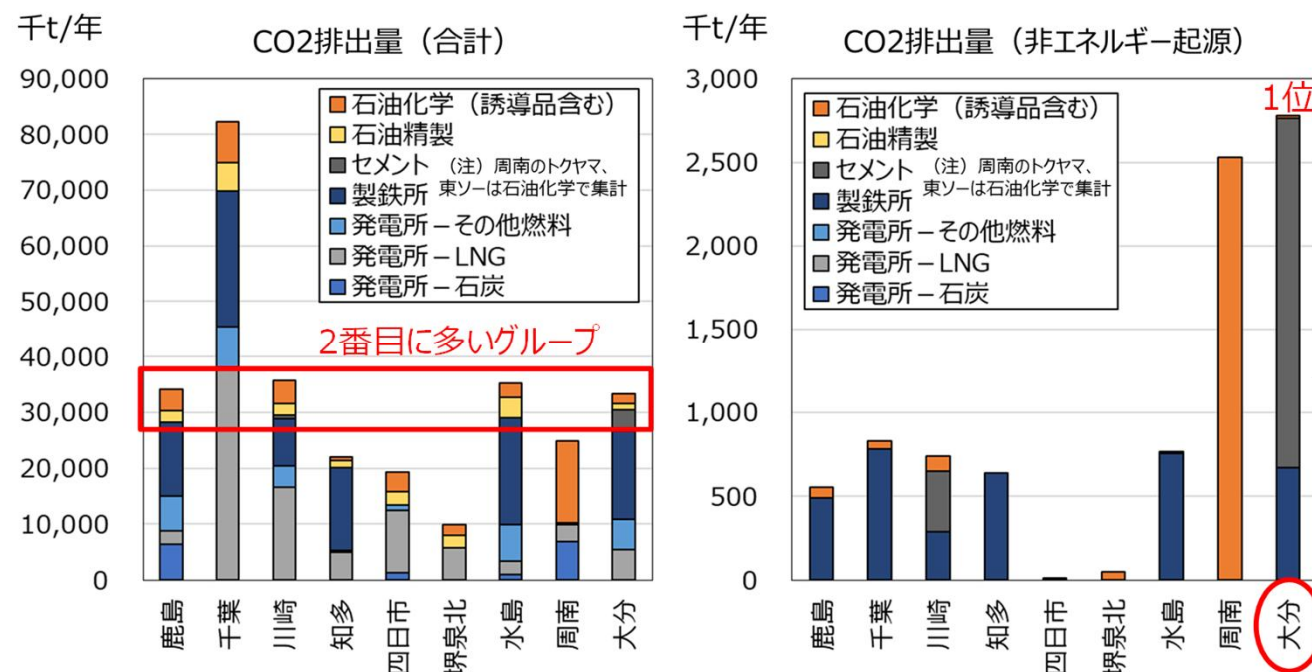


エチレン等基礎化学品の低炭素化を図ることで、下流製品（各種誘導品）及びB2C製品のCI値低減が期待される

2.背景及び課題

課題認識

- 大分県はその産業集積度合いから一人当たりCO₂排出量が全国 1 位となっている
- 特に大分コンビナートのCO₂排出量は、全国のコンビナートの中でも2番目に高いグループであり、非エネルギー起源CO₂発生量は全国のコンビナートで最も多い。ここで、CO₂マネジメントにおいては、産業構造の大幅な変革が必要となり、経済合理性の下自然発生的に議論が開始されるものではないため、検討が劣後している



カーボンリサイクルでは特に非エネルギー起源CO₂の排出削減に貢献することを想定

※ CO₂排出量は2017年データから減少傾向にあるものの、大きな変化はないと想定。

検討を進めるにあたり、規模の大きい装置状況についてはヒアリングで確認し、アップデートを実施。

※ 石油精製・化学では、燃焼系CO₂も含まれているが、改質により発生するプロセス由来のCO₂は非カウント

CO₂排出量が多く、多様な産業が集積する大分コンビナートにおける
カーボンリサイクル(以下、「CR」)事業の実現可能性検討を実施する

3.調査内容：全体の進め方

実施事項

Task 1 現状調査

当該地域の各工場の特性を踏まえたエネルギーバランスやカーボンリサイクルの基幹物質（CO₂、H₂、合成ガスやメタノール等の化学原料）等の物質収支などの調査

Task 2 概念設計(プレFS)

現状調査の結果に基づいた当該コンビナートの特性を活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の導入等の連携事業について、概念設計（プレFS）等により 2030 年および 2050 年までの CO₂削減効果と経済性を評価

Task 3 CO₂マネジメント調査

当該地域に適したCO₂マネジメントのあり方及びマネジメント事業者に関する検討

現状調査

<基礎情報・データの収集>

- 企業ニーズ
- エネルギーバランス
- 基幹物質の収支
- 立地、インフラ情報
- CO₂排出源、排出量

概念設計（プレFS）

<前提条件の検討>

- 全体フローの検討
- CR製品、CR製造技術の選定
- CO₂排出源、回収技術の選定
- 水素供給技術の選定
- パイプラインルート、設置場所検討

<経済性の検討評価>

- エンジニアリングデータ収集
- 感度分析

<CO₂削減効果の検討評価>

- シナリオ分析

CO₂マネジメント調査

<CO₂マネジメントのあり方、事業者の検討>

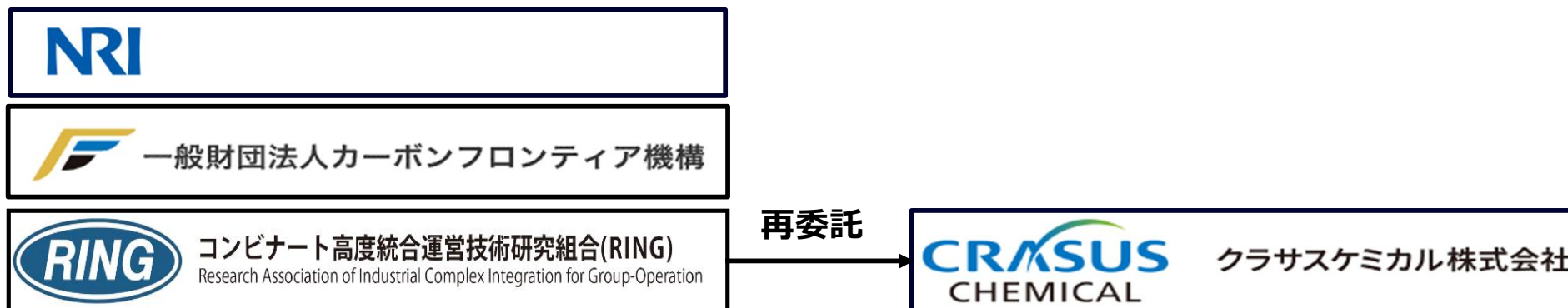
- CO₂マネジメント体制、役割
- CO₂需給管理、品質管理
- CO₂オフセットクレジットの動向
- マスバランスアプローチ

産業別 役割分担

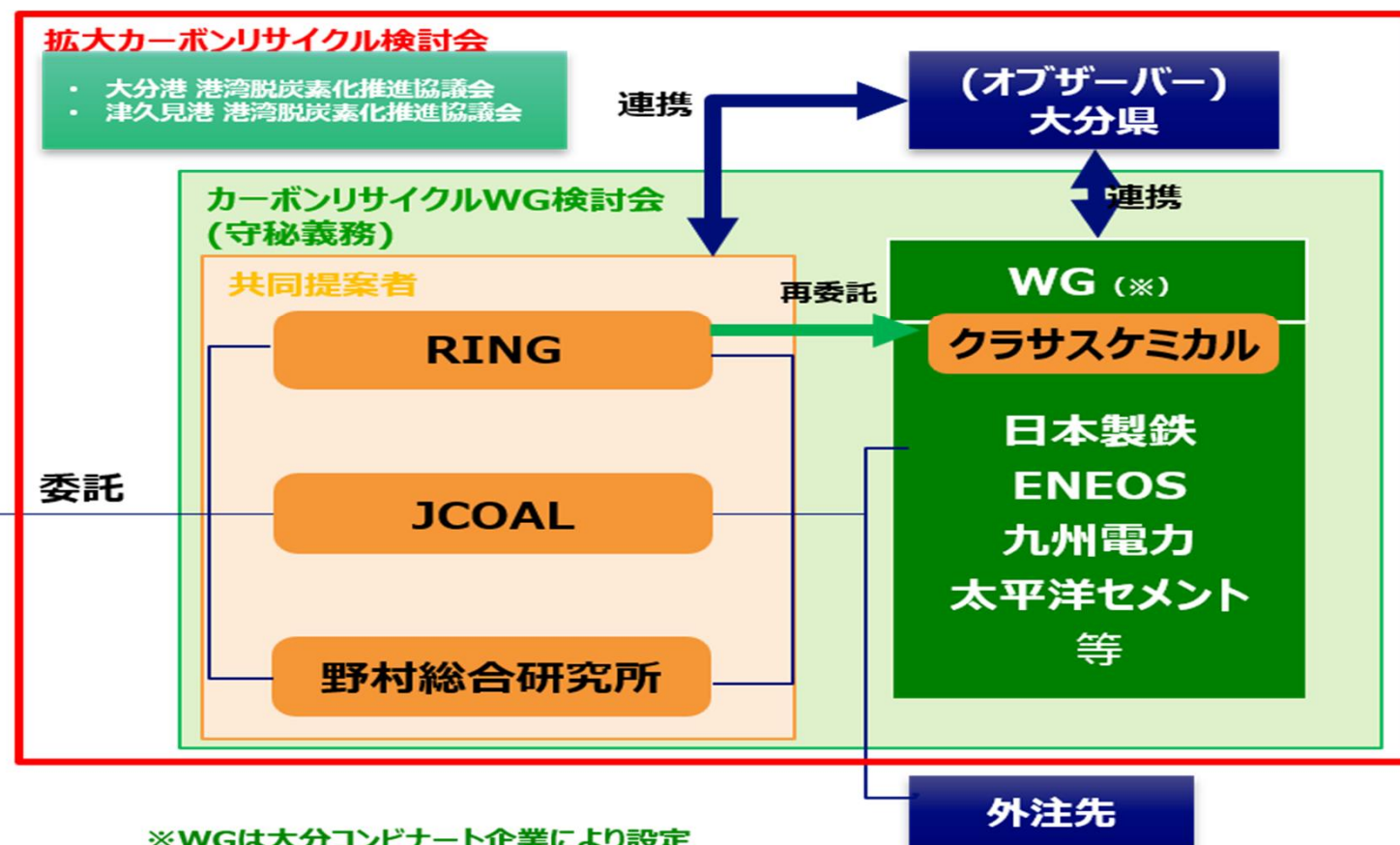
- RING（レゾナック）；石油精製・化学関連
- JCOAL；電力、鉄鋼、セメント、ガス関連

本検討を通じ、CO₂排出量の多い大分コンビナートを対象に、
当該地域におけるCO₂排出量削減に繋がるカーボンリサイクル事業の可能性を見出す

4.調査体制：共同提案者・再委託者



民間企業5社と
ワーキンググループ
(WG)を組成



※WGは大分コンビナート企業により設定
石油・化学・鉄鋼・セメントなど幅広い産業での構成
国内トップクラスのエチレンプラントを有するクラサスケミカルが再委託先として参画

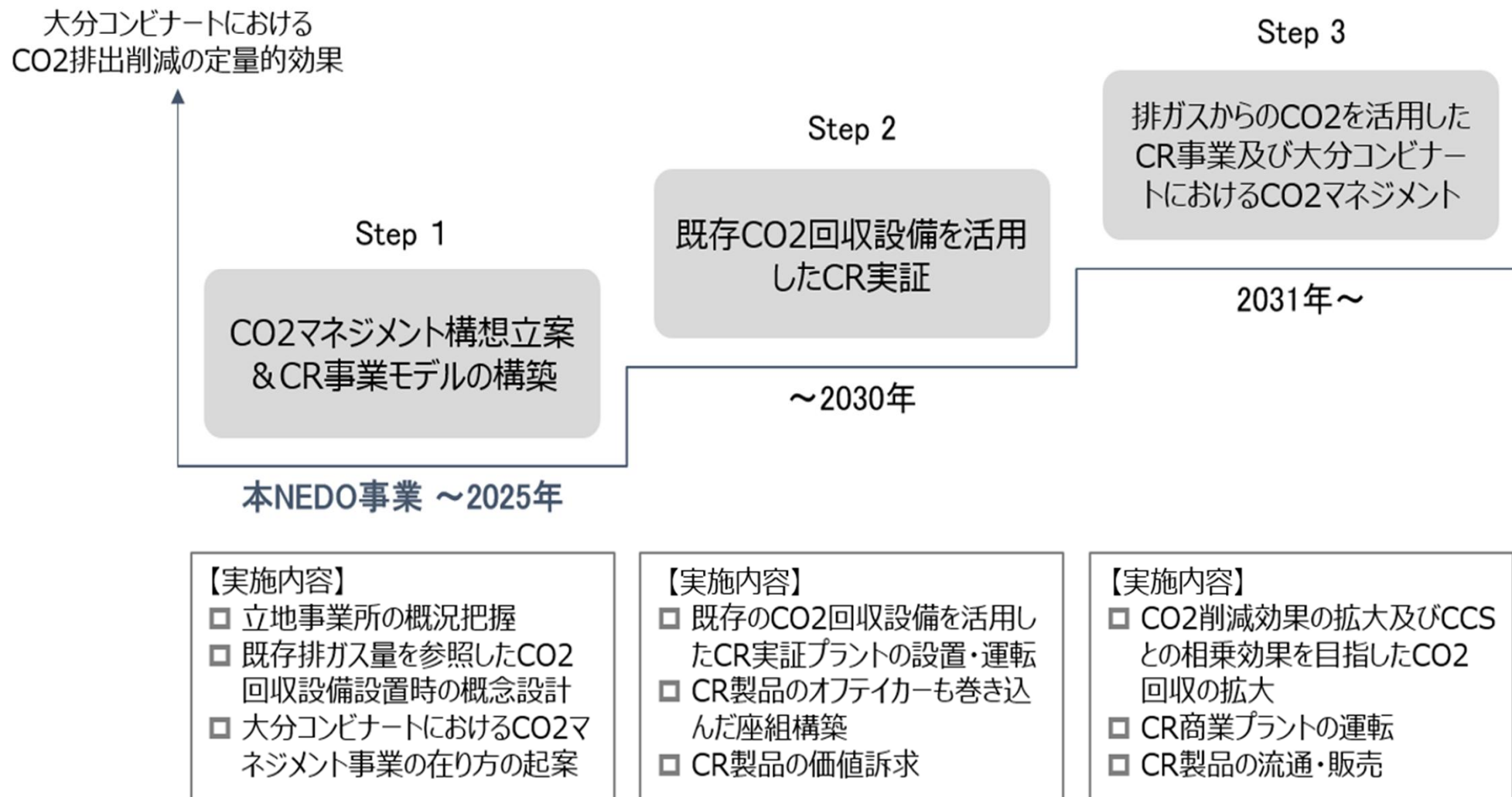
5.調査スケジュール

	2024年									2025年								
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
実施スケジュール																		
大分WG		▲ KOM			▲ #1		▲ #2		▲ #3			▲ #4			▲ #5			▲ #6
産業間連携会議			▲ #1								▲ #2							
①現状調査																		
企業ニーズ・CN計画調査																		
省エネ計画・設備更新情報等調査																		
エネルギーバランス・物質収支調査																		
立地・インフラ調査																		
②概念設計(プレFS)																		
2050年絵姿・ロードマップ																		
カーボンリサイクル製造プロセスの前提条件検討																		
インジゲータの収集及び経済性の検討評価																		
CO ₂ 削減効果の検討評価																		
③CO ₂ マネジメント関連調査																		
CO ₂ マネジメントの在り方に関する検討																		
CO ₂ マネジメント事業者に関する検討																		

18ヶ月間で完了

6.大分コンビナートにおけるCO₂マネジメント事業実現に向け想定されるシナリオ案

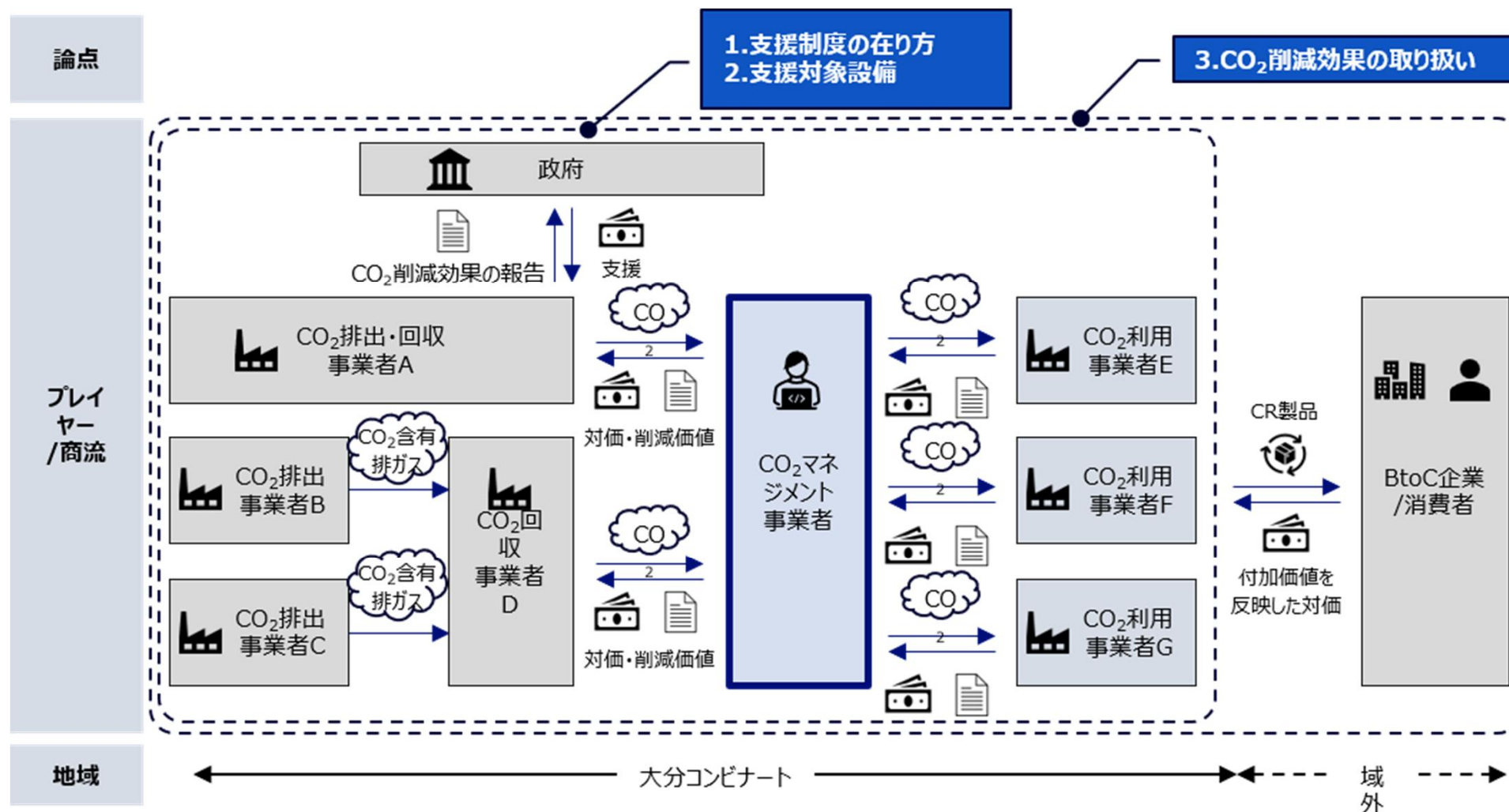
WG#1にて大分コンビナートにおけるCO₂マネジメント事業実現に向け想定されるシナリオ案を示し、本NEDO事業のスコップと今後の長期的な目標・内容案を提示した。



7.CO₂マネジメント事業者の役割・あり方

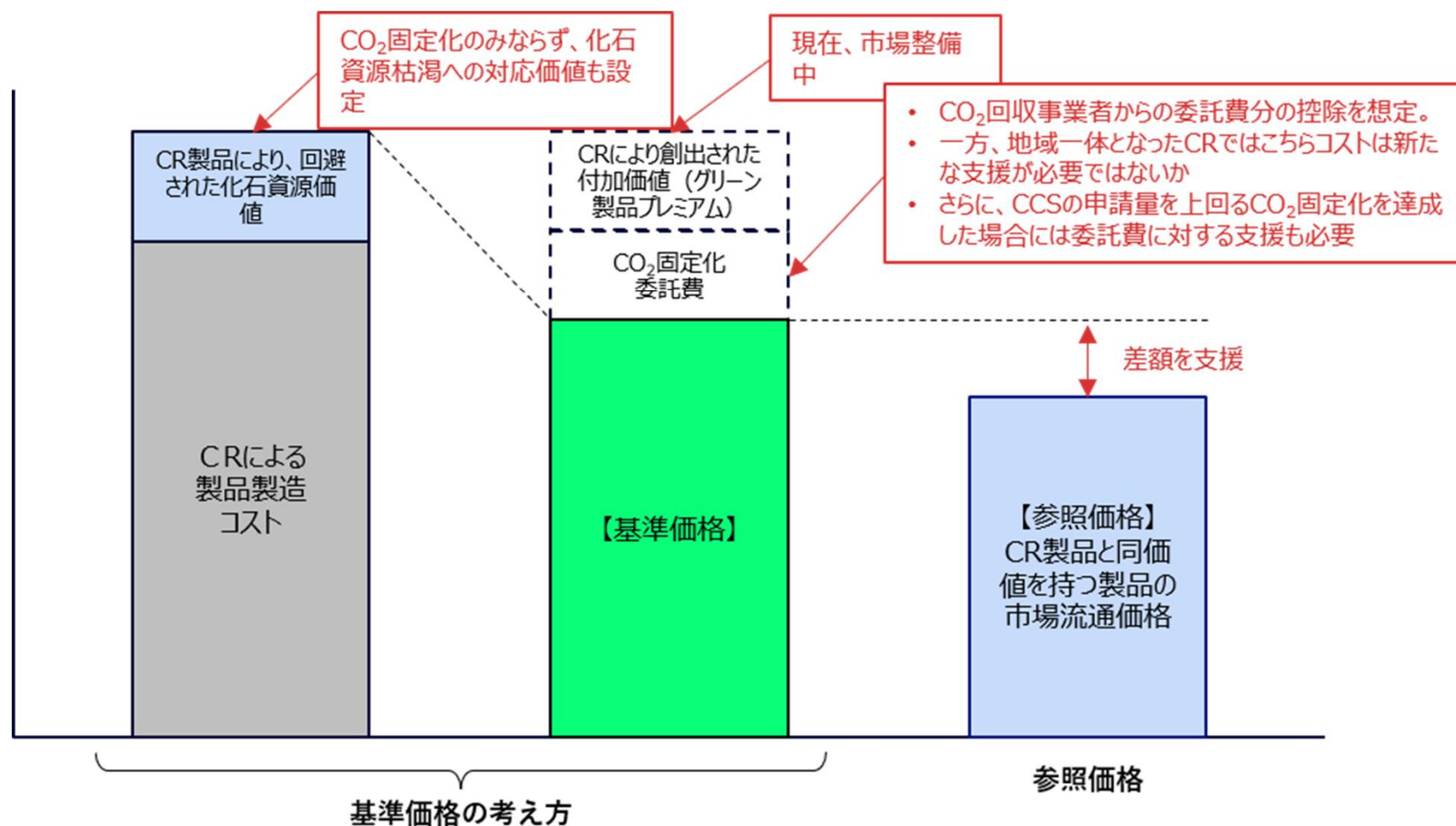
論点となった“価値”や補助制度”の在り方については、CCS事業法を参照して、
1. 支援制度の在り方 2. 支援対象設備 3. CO₂削減効果の取り扱いの3点を主に検討。

大分コンビナートにおけるCO₂マネジメント事業者の論点



CCS事業法を参照し、CCUにおいても基準価格・参照価格を設定して、その価格差に着目した支援が必要になると思料。参照価格としては、CR製品と同価値を持つ製品の市場流通価格を想定。

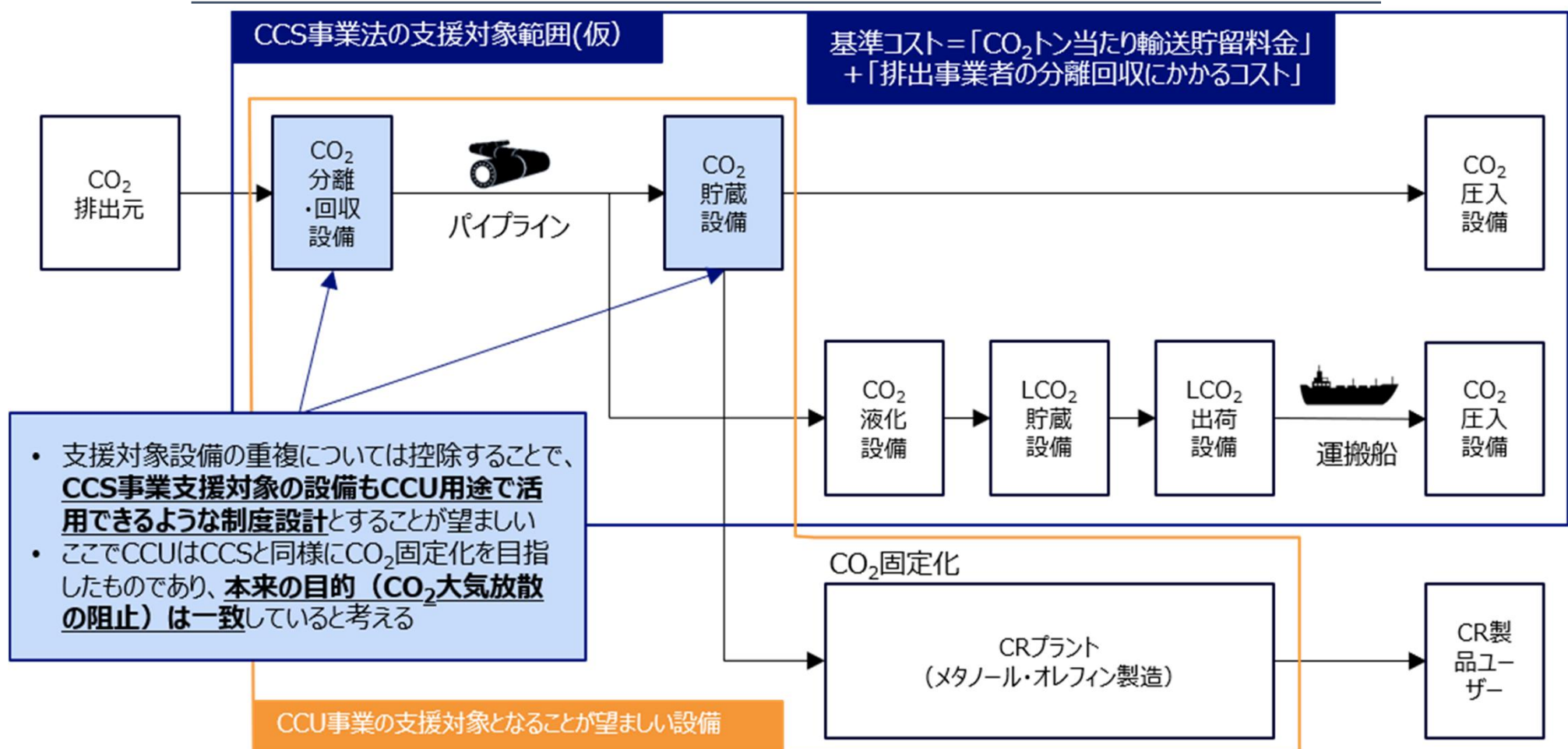
CCU事業における支援の考え方（案）



8.(2) CCS事業法を参照した支援の考え方 | 2.支援対象設備

NEDO・JOGMECとの議論の中でも論点となった、CCS事業法支援対象設備の考え方については、CCS用途に限定せず、CCUといったCO₂固定化手法にも適用できるような法制度とすることを提案することで合意。

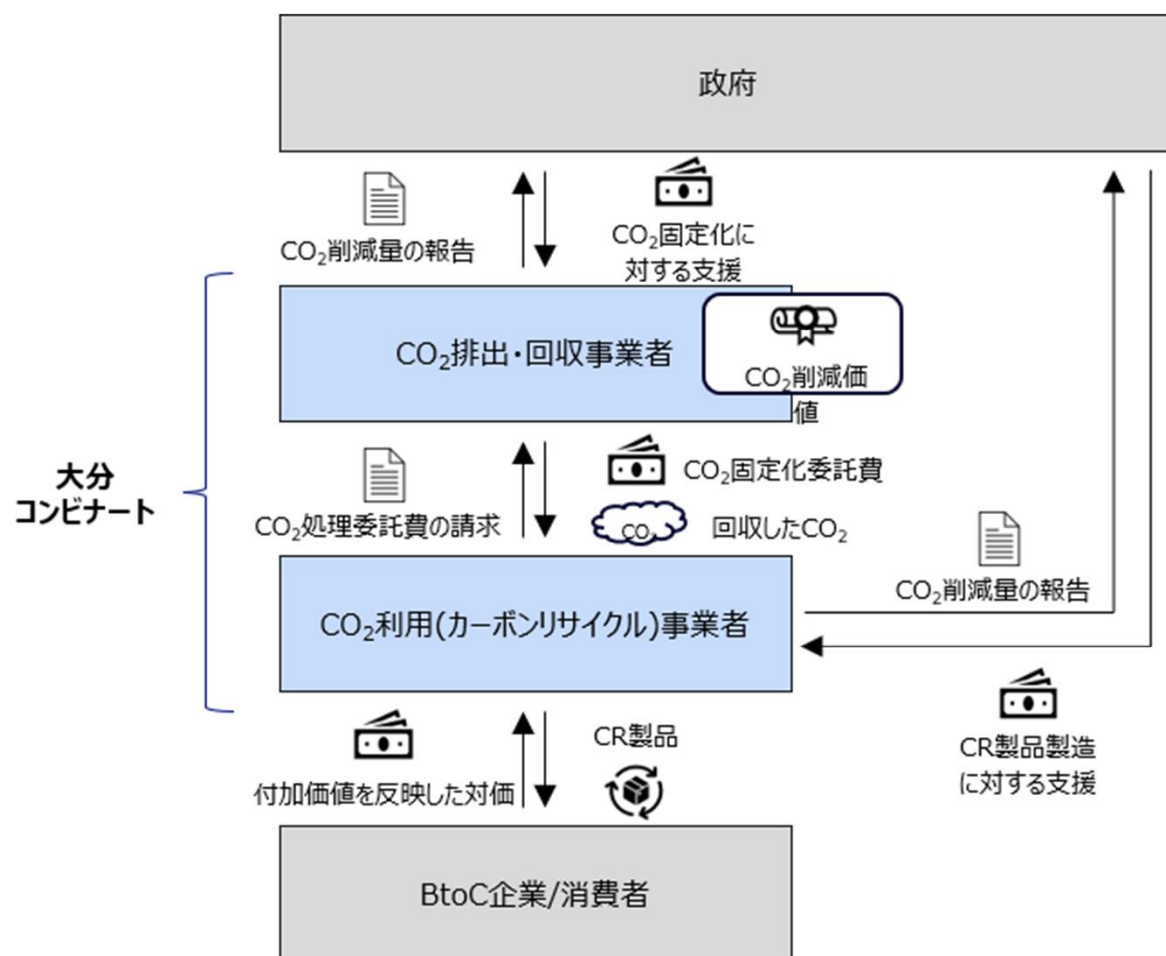
CCU事業における支援対象設備の在り方（案）



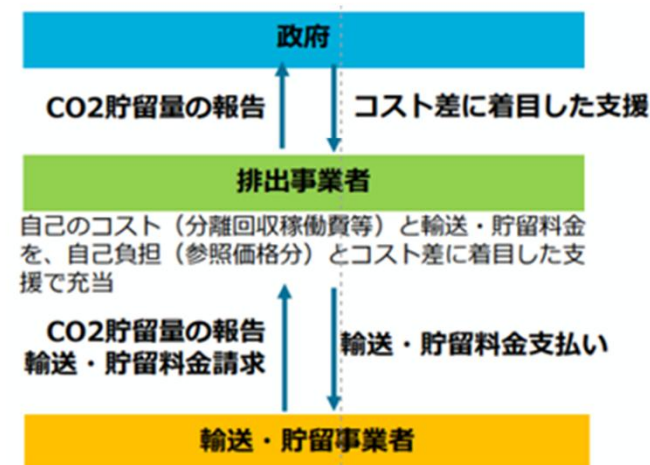
8.(3) CCS事業法を参照した支援の考え方 | 3.CO₂削減効果の取り扱い

- ◆ CR事業者は、CO₂固定化委託費を受領しても既存製品との価格差が存在することが想定される。
- ◆ CR製品製造による既存製品使用の回避の観点から、支援を得ることが必要との認識を共有。

CCU事業におけるCO₂削減効果の取り扱いの在り方（案） CR事業者に対しても支援がなされるケース



参考：CCS事業の支援措置 資金の流れ



- ✓ 排出事業者と輸送・貯留事業者間では、輸送・貯留事業にかかるコスト、人件費、メンテナンス費、安全管理費等の支払いがなされる
- ✓ ここではCO₂削減効果等の受け渡しは実施されず、CO₂貯留のみに対する対価の支払い

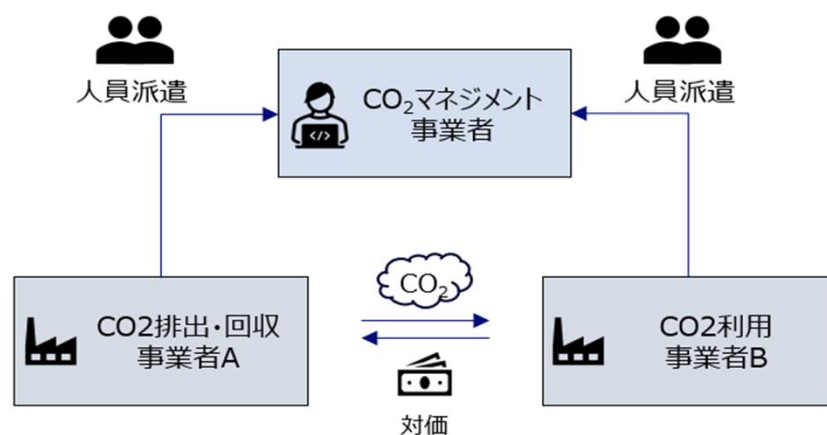
9. CO₂マネジメント事業者の役割・あり方

WG内企業においてはCCU実施に伴うインセンティブがないことから、主導に積極的な企業は不在であったが、主導者候補案として、CCSの事例を参照してCO₂輸送事業者等がマネジメントの役割を担うことなども一案。

CO₂マネジメント事業者の形態変化

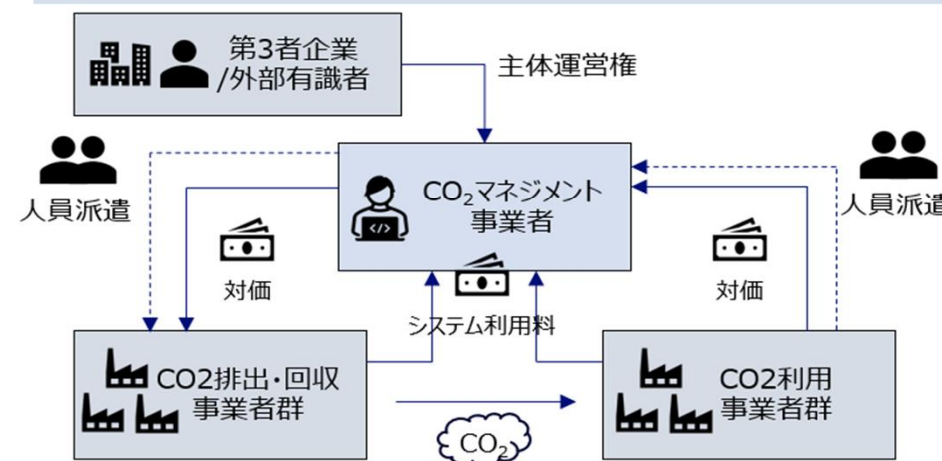
参考

CO₂回収・利用企業の 相対取引による事業運営Phase



- ・ シナリオ初期は、大分コンビナートにおけるCO₂マネジメントは相対取引若しくは限られた数企業間での取引が主流になると想定。その場合、CO₂マネジメント事業者は該当企業間からの人材派遣により運営。
- ・ この場合、CO₂マネジメント事業は収益化の目的よりも、地域内のCO₂融通の交通整理の場としての役割が主となり、CO₂マネジメント事業者としてのキャッシュポイント等は不要になる。

外部機関の介入やステークホルダーが増加した際の CO₂マネジメント事業者運営Phase



外部機関の介入やステークホルダー増加時にはCO₂マネジメント事業者の収益化が求められ、様々な形が想定される。

□ 従量課金型システム

- ✓ CO₂マネジメント事業者が排出者・利用者間でのCO₂取引を仲介し、手数料を得るシステム。
- ✓ CO₂排出者・回収者と、利用消費が可能な利用者をマッチングし、取引ごとに一定の仲介手数料を課す。

□ 定額課金（サブスクリプション型）システム

- ✓ CO₂マネジメントシステムの利用者が一定額を支払い、継続的に一連のサービスが利用できるシステム。

10. CO₂マネジメント事業者の役割・あり方

事業の蓋然性を高めるために、
CCSではなくCCUを実施することによるインセンティブ・制度設計が必要不可欠であると認識。

CCUにおけるCO₂マネジメント事業者に関する課題提起

- 現行の法制度・政府支援の枠組みでは、WG内で積極的・主導的にマネジメント事業を担う企業はいない。
事業蓋然性を高めるために、CCSではなく、CCUを実施することによるインセンティブ・制度設計が必要不可欠。

【CCU事業の成立に必要な支援策】

- ✓ CAPEXの資金調達支援・OPEXの実質全額相当支援などの金銭的な補助
- ✓ グリーン製品への税額控除の導入
- ✓ CO₂カウント方法、事業者に対する政府ガイドライン・法制の整備・CCS事業法との連携(P5参照)
- ✓ その他CCU全体におけるコストや技術開発指針などの明確な政府目標の提示

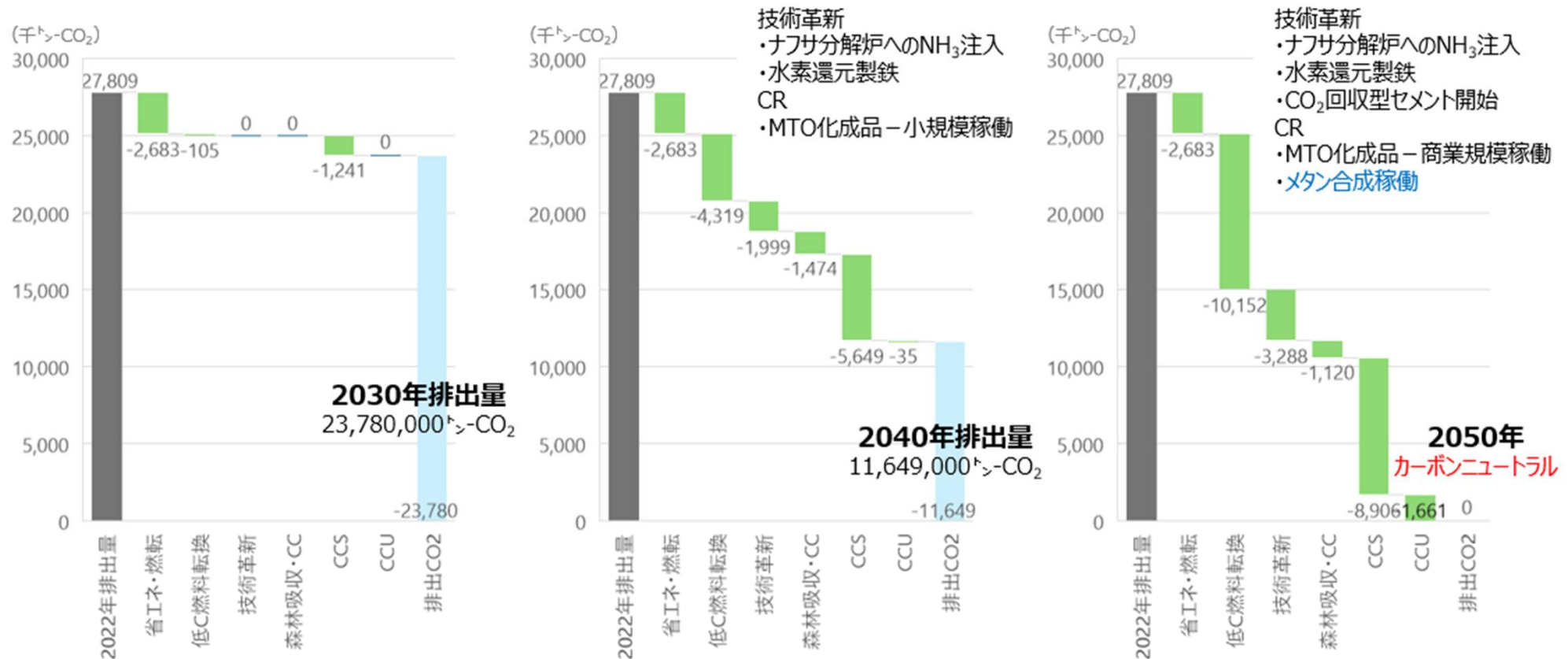
【事業者からの意見】

- ✓ CO₂の価値が現段階で全く不明。制度ができるとそこにビジネスチャンスを見て参入してくる人たちもいるであろうが、現段階では難しい。何を根拠に仮置きすればよいかも難しい。
- ✓ 今決められないのは当然であって、国がやるべきなのではないか。現段階で民間企業が手を挙げるのはコストの問題を中心としてリスクしかない。国として指針を示して、そこでルールが組まれて、やっと事業者が明らかになってくるという流れかと思う。
- ✓ CCSは法整備・経済的メリットを明らかにするような枠組み・支援制度が進んでいるものと思慮するが、CCUには現行あまり見られない。今回のカーボンリサイクルでも適用可能なものを国側に進めてもらう必要がある。

11.2050年のロードマップ：CO₂削減目標(CCUSポテンシャル推計)

各社資料・大分県産業部門削減目標26%等の前提条件に基づき試算した(下図)
2050年CO₂量ポテンシャル CCS：900万トン CCU：170万トン (min.)

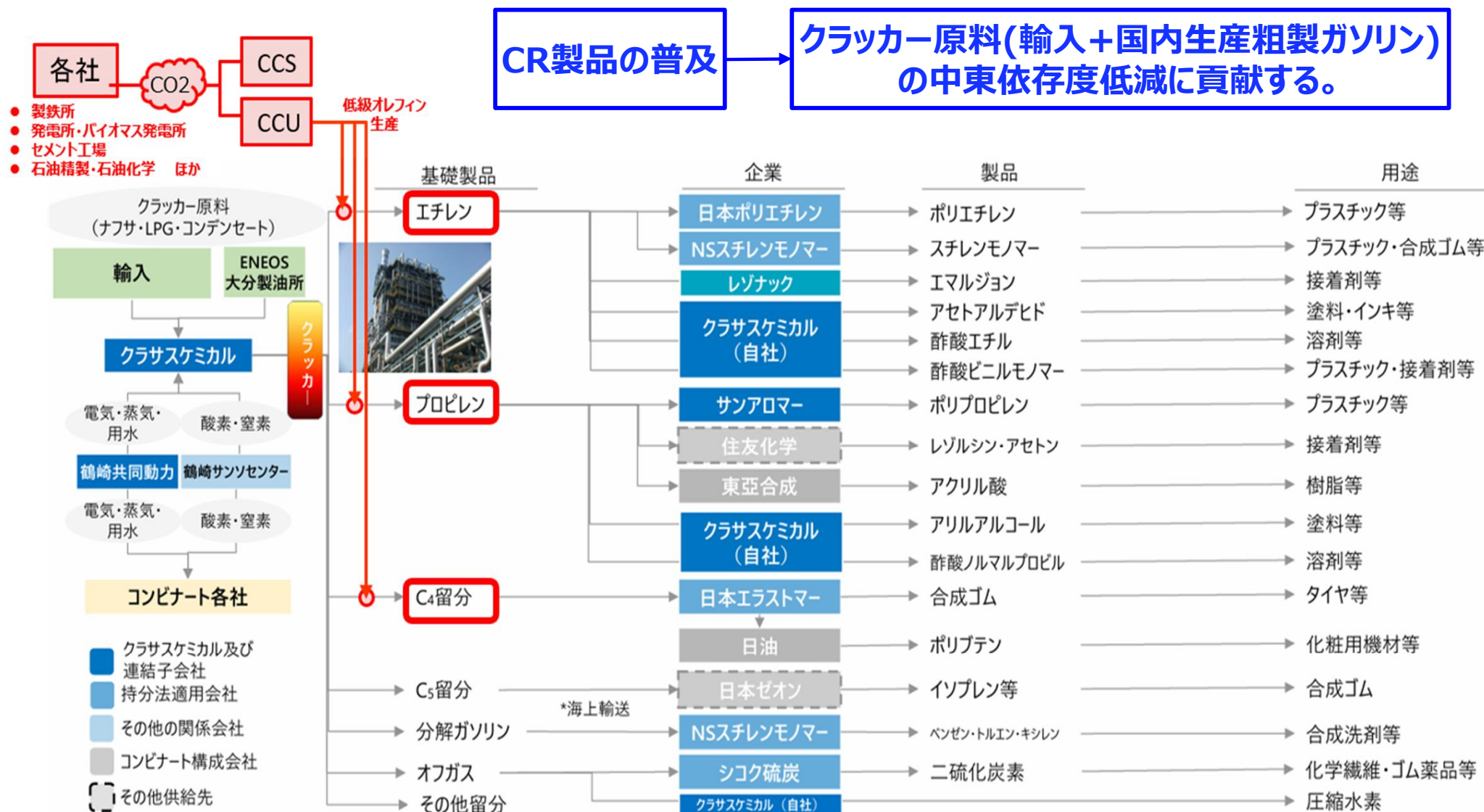
WG5社のCO₂削減ポテンシャル



2013年排出量	2030年の排出量目標	2013比削減率	備考
5 社合計	32,152,364	23,780,000	26% 大分県産業部門削減目標：26%

12.大分石油化学コンビナートの製品フロー

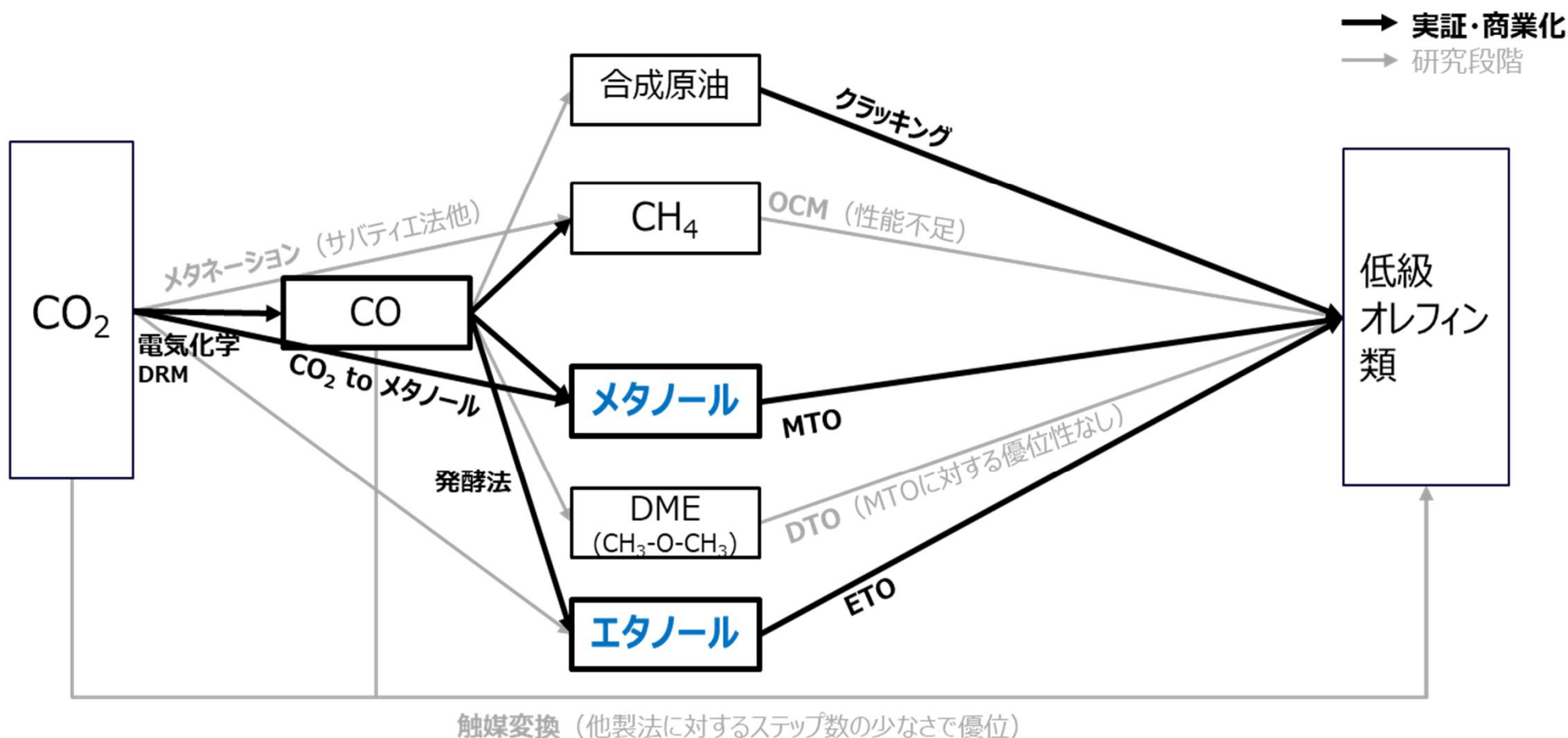
◆ CR(CCU)で低級オレフィンを製造すると、大分コンビナートの誘導品まで一括して環境対応可能 → 本調査では、低級オレフィンを製造する反応パスを検討



13.CO₂から低級オレフィンを製造する反応パスの候補

CO₂から低級オレフィンを製造するパスでは、基幹物質としてはメタノール・エタノールが妥当 → 本調査では、メタノール製造に関する検討を行った。

低級オレフィンを化成品とした場合、基幹物質としてはメタノール・エタノールが妥当

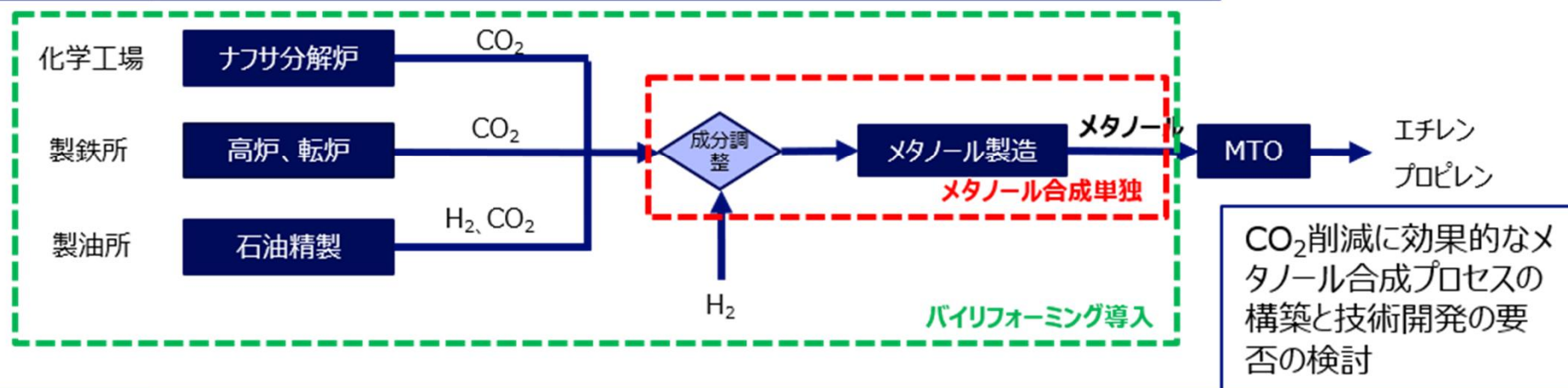


14.大分コンビナートで想定される産業間連携におけるモデル

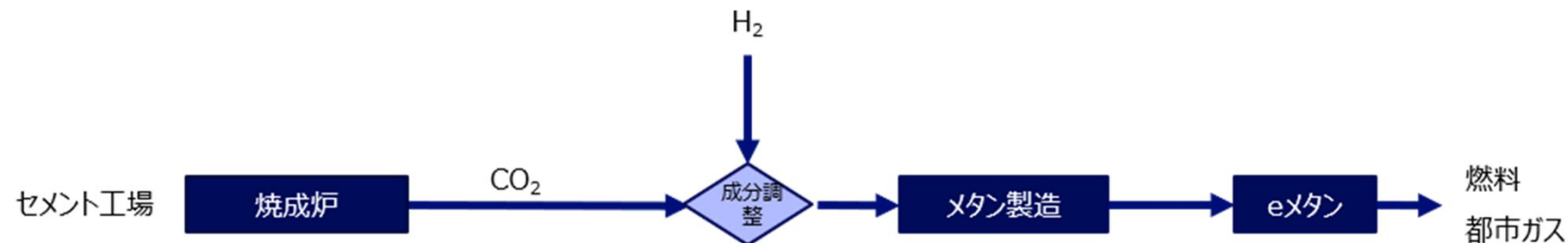
大分コンビナートに立地する企業との対話を通じて、産業間連携にて想定される2モデルを提案した。モデルAは化学品、モデルBはeメタン。

大分コンビナートで想定される産業間連携カーボンリサイクル事業案

モデル A 石油化学、鉄鋼、石油精製の産業間連携による化学品CR事業（案）



モデル B セメント、ガス、電力の産業間連携による合成メタンCR事業（案）



15.CCSコスト構造に着目し、「CO₂固定化委託費」相当の導入検討

- ◆足元のCCSコスト前提：①分離回収4円/kg、②輸送9.3円/kg、③貯留6.9円/kg。
この内、①は排出者負担、②+③をCO₂固定化委託費とみなすと、足元のCO₂固定化委託費合計は16.2円/kg-CO₂
- ◆2050年のCO₂固定化委託費合計は11.4円/kg-CO₂

円/tCO ₂	足元	2030年	2050年 足元コストからの低減率
分離回収①	4,000	2,000円台 (2,000)	1,000円以下 (1,000)
輸送② (PL20km)	2,600 (50万tCO ₂ /年)	2,600 (50万tCO ₂ /年)	1,600 (300万tCO ₂ /年)
輸送③ (船舶1,100km)	9,300 (50万tCO ₂ /年)	9,300 (50万tCO ₂ /年)	6,000 (300万tCO ₂ /年)
貯留(陸上)④	6,200 (20万tCO ₂ /年・本)	6,200 (20万tCO ₂ /年・本)	5,400 (50万tCO ₂ /年・本)
貯留(海上)⑤ ※着底	6,900 (20万tCO ₂ /年・本)	6,900 (20万tCO ₂ /年・本)	5,400 (50万tCO ₂ /年・本)
合計			
PL+陸上：①+②+④	12,800	10,800	8,000 (38%低減)
PL+海上：①+②+⑤	13,500	11,500	8,000 (41%低減)
船舶+陸上：①+③+④	19,500	17,500	12,400 (36%低減)
船舶+海上：①+③+⑤	20,200	18,200	12,400 (39%低減)

本試算は既往文献（H20～H24NEDOゼロエミPJ等）にあるコストデータを元にした試算例である。土地代、土地利用、土地整備、地下性状、その他の補償費等は一切考慮していない。

参照：METI CCS長期ロードマップ検討会最終とりまとめ（令和5年3月）資料4 CCSバリューチェーンコスト(RITE)

CCSコストは、化学吸収法による回収で、毎年50万トンのCO₂を船舶で1,100km輸送し、海域において1坑井で年間20万トンのCO₂を貯留を想定

(1)足元：それぞれのコストは1トンのCO₂につき4,000円、9,300円、6,900円→ 合計20,200円/tonと試算。

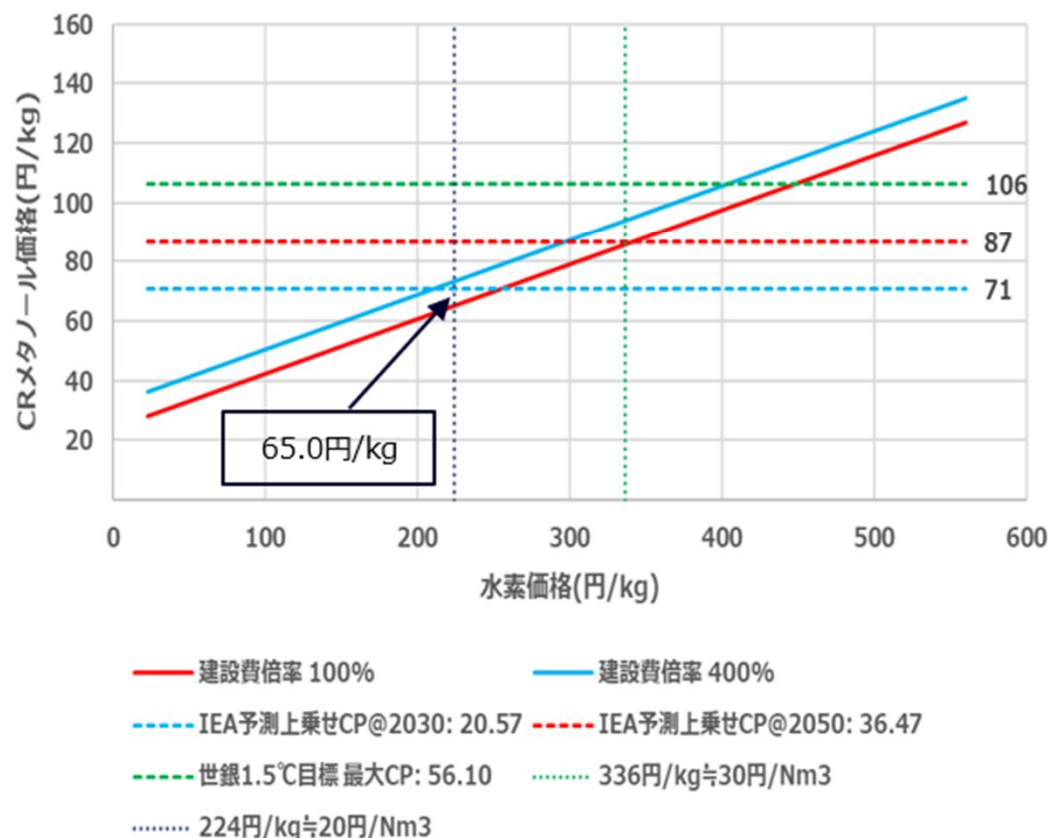
(2)2030年：同様に、2,000円、9,300円、6,900円→ 合計18,200円/ton

(3)2050年：同様に、1,000円、6,000円、5,400円→ 合計12,400円/ton

16. CRメタノール製品の競争力・CRエチレン製品価格帯

- ◆2050年のCCSコスト前提：①分離回収1円/kg、②輸送6.0円/kg、③貯留5.4円/kg。
この内、①は排出者負担、②+③をCO₂固定化委託費とみなすと、CO₂固定化委託費合計は11.4円/kg-CO₂
- ◆これをCCUの収入源としてメタノール単価・エチレン単価を試算
- ◆2050年：水素価格224円/kg、メタノール65.0円/kg、エチレン174.2円/kg(25%)、161.1円/kg(50%)
- ◆従来製品価格へのCP等は必要である。CRにより創出される付加価値（グリーン製品プレミアム）は考慮外。

水素価格・建設費対CRメタノール価格の感度

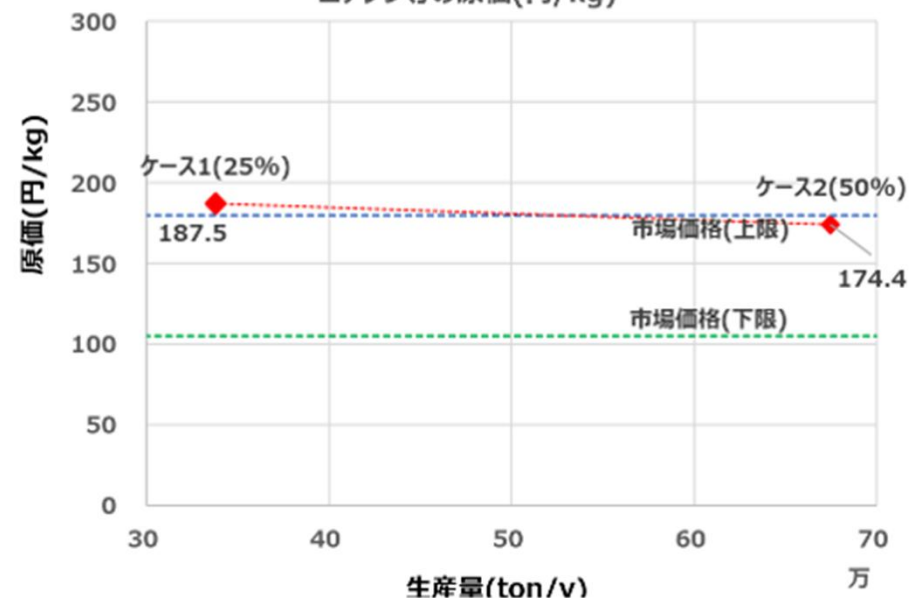


前提条件：

水素価格224円/kg、建設費100% → CRメタノール価格59.4円/kg

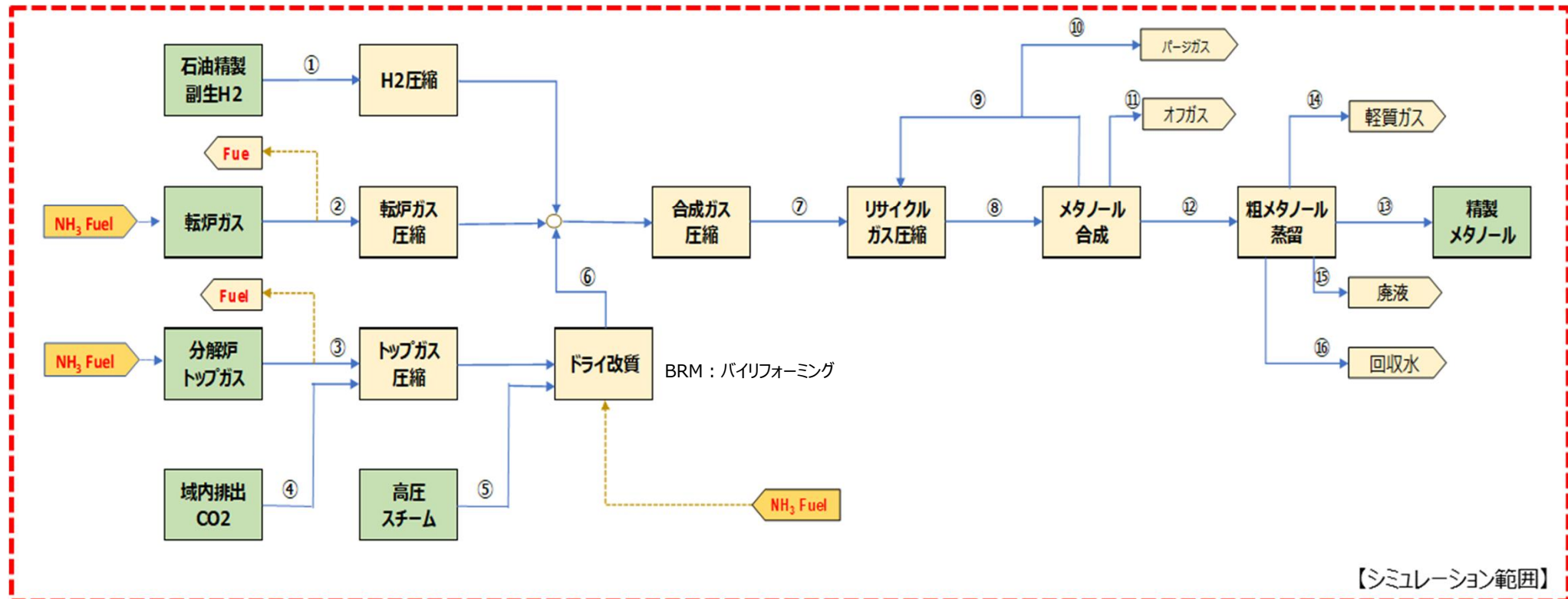
水素価格	ケース	生産量(ton/y)	原価(円/kg)
水素224円/kg	ケース1(25%)	337,494	187.5
	ケース2(50%)	675,000	174.4

エチレン等の原価(円/kg)



17. 域内CO₂・ナフサ分解炉トップガス・転炉ガスの原料化によるCO₂固定化

- ◆ カーボンリサイクルシミュレーション前提条件：
 - 再エネ(例えばアンモニア等)を利用のため、電力及び熱源からのCO₂は発生しないものとする。
 - プロセスから発生するCO₂は、オフガス・パージ・軽質ガスを考慮。
- ◆ 転炉ガスCO、H₂、CO₂(不純物は除去)をそのままCCUで利用できる。高純度のCO₂を要求するCCSとは異なる。
- ◆ ナフサ分解炉を75%の縮小運転を行う場合、発生するトップガスの約33%、転炉ガスの42.6%、域内CO₂を利用する。
- ◆ メタノール合成によるCO₂削減量：①転炉ガス54万ton、②トップガス24万ton、分解炉稼働率低下24万ton、域内CO₂を49万ton使用する。一方、メタノール合成時に排出されるCO₂は約17万tonのため、CO₂削減量は、約134万tonである。



18.その他企業及び他地域(瀬戸内を含む)との広域連携

- ◆産業集積度の高い大分港に基軸を置きつつ、カーボンリサイクルに関する設備投資効果の最大化を図るべく、周辺の津久見・中津港への展開も想定。
- ◆また、瀬戸内との広域連携

産業集積地かつCO₂多排出地域である大分コンビナートを起点に低炭素化を図りつつ、大分県全域や県外地域との連携も想定した拠点構築を目指す

県内他地域・県外コンビナート地域等との連携におけるポイントとイメージ図



出所) 各種公開情報より作成

- ◆【後継事業】今後、大分コンビナートがCR技術で飛躍するためには、以下の後継事業が重要。産業間連携において、WG5社との連携が機能している今のうちに、早急に取り組む必要がある。
- ◆【提言】CCUとCCSの制度的整合性

【後継事業】

(1)リフォーミング技術利用のメタノール合成

(2)エタノール製造(微生物ガス発酵法)

(3)e-メタン（バイオガス都市ガス化）

(4)ドライアイス・液化CO₂供給拡大

- 日本製鉄構内に新たな液化炭酸ガスの製造拠点を新設(300トン/日)
- 設置者：日本液炭(大陽日酸グループ)
- 稼働予定：2028年9月完成予定

(5)デジタルプラットフォーム

【提言】

- WG企業の一部が既に先進的CCS事業に参画していることから、CCUとCCSの制度的整合性を図ることが重要であるとの意見が強く出された。
- 両者の連携を欠けば、同様の設備への重複投資リスクが生じる。先行するCCS事業法等の制度設計を踏まえ、CCUについても同様の整備を進め、双方にとって有益な制度設計とすべきである。
- モデルAにみられる鉄鋼・化学間でのCO₂削減価値の配分課題にも対応すべく、適切な制度設計が不可欠である。
- 運河で分断されている大分コンビナートにおいて、地区間を結ぶパイプラインによる原料の共用化が不可欠である。

ご清聴ありがとうございました