

苫小牧における産業間連携を活用した カーボンリサイクル拠点実現可能性調査

概要資料
2023年3月31日

Deloitte. デロイトトーマツ コンサルティング 合同会社
JAPEX 石油資源開発株式会社



目次

はじめに	3
------	---

1. シナリオ検討	8
-----------	---

1-1. エネルギー・マテリアルバランス評価	8
------------------------	---

1-2. 苫小牧の将来ビジョン	15
-----------------	----

1-3. カーボンリサイクル導入シナリオ	18
----------------------	----

2. システム概念設計	20
-------------	----

2-1. CO ₂ 利用量の概略評価	20
-------------------------------	----

2-2. 経済性の概略評価	23
---------------	----

2-3. 実施体制の検討	28
--------------	----

最後に	31
-----	----

- 本事業は国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託調査事業であり、本報告書は当該事業によって作成されたものです。
- 本報告書に記載されている情報は、公開情報に加え、本調査の分析に利用する承諾を得た上で、ヒアリング等で第三者から提供を頂いたデータも含まれています。これら情報自体の妥当性・正確性については、デロイト トーマツ コンサルティング合同会社及び石油資源開発株式会社は責任を負いません。
- 本報告書における分析手法は、多様なものがありうる中でのひとつを採用したに過ぎず、その正確性や実現可能性に関して、デロイト トーマツ コンサルティング合同会社及び石油資源開発株式会社がいかなる保証を与えるものではありません。

はじめに

要約

本調査の背景と目的

- 経済産業省は「カーボンリサイクル技術ロードマップ」において、CO₂を分離・回収し、素材や燃料等に再利用する「カーボンリサイクル」を将来有望な技術として推進する方針を示した。当該技術の普及には個々の技術開発やコスト低減に加え、他産業と連携するための環境整備が必要である。
- そこで本事業では、苫小牧地域を拠点として、当該地域に立地する企業の電力・熱などのエネルギーバランスやCO₂・副産物などのマテリアルバランスを分析し、産業間連携を活用したカーボンリサイクルの実現可能性について調査を行った。

カーボンリサイクル導入シナリオ

- カーボンリサイクル技術の社会実装には、カーボンリサイクルに必要な原料を地域内で効率的に調達することが重要であり、カーボンリサイクルの原料であるCO₂のほか、燃料や化成品を合成する場合は水素が必要になるとともに、水素の製造には再エネ電力が不可欠である。
- そこで、苫小牧エリアに立地する複数の産業が相互に連携して原料を融通するためのCO₂・水素・再エネ電力という3つのプラットフォームを整備するという2050年における苫小牧の将来ビジョンを描いた。
- 特にCO₂については、複数のCO₂排出源及び需要家を集約し、大規模にCO₂を分離回収・輸送、そして利用するハブ&クラスター型の産業間連携を構築することで、スケールメリットが享受できるほか、CO₂の安定供給にも寄与すると結論付けた。
- ハブ&クラスター型の産業間連携を苫小牧で実現するために、CCSの検討が進められている地域特性から、初期的にはCCSを基盤としたCO₂パイプライン網を敷設しつつ、段階的にカーボンリサイクル事業を接続していくことで、CO₂利用量を拡大させるカーボンリサイクル導入シナリオを提示した。

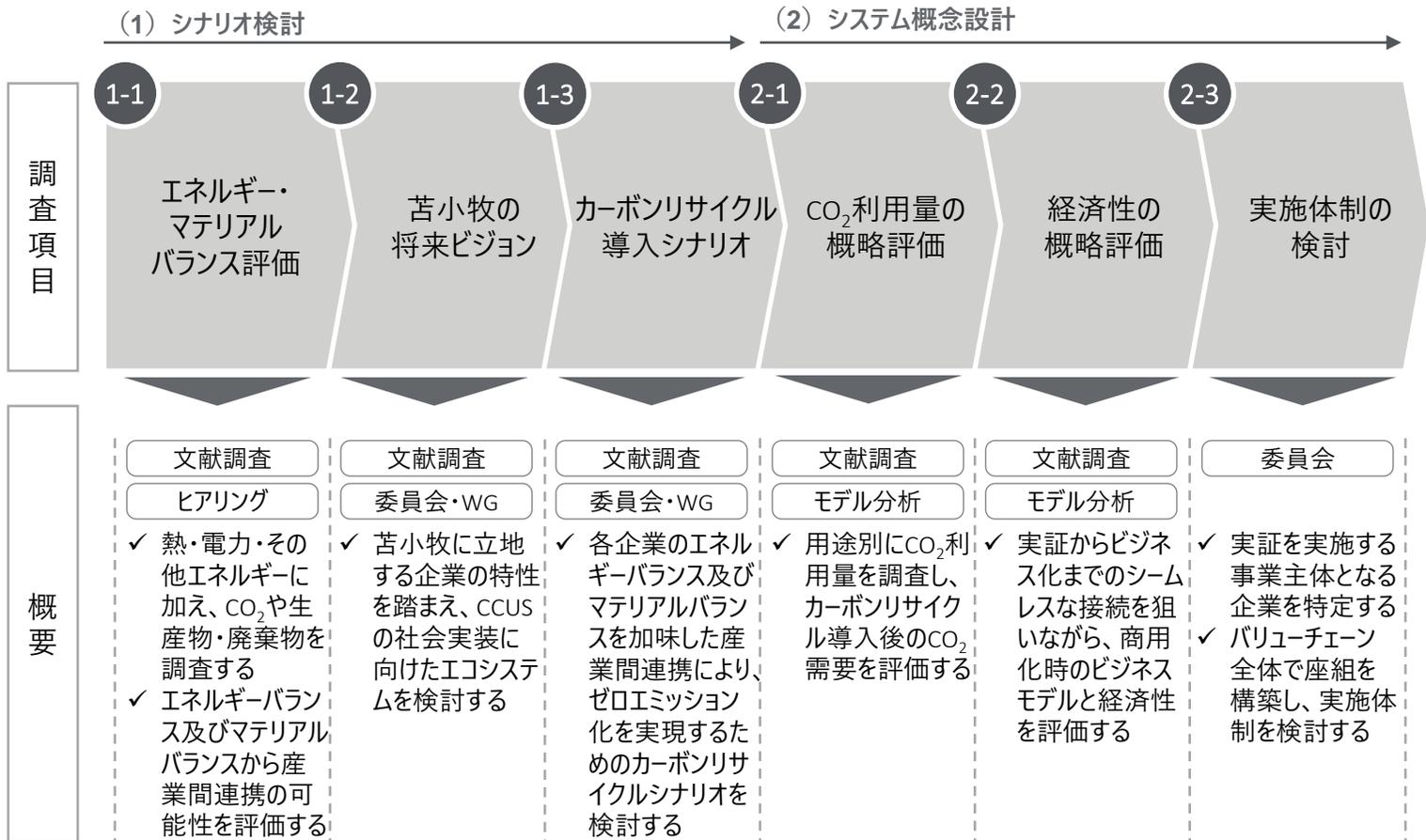
CCUSの社会実装に向けた提言

- 本事業における2年間の活動の結果、苫小牧ではCCS・水素・再エネ電力の3分野において事業化に向けた検討が始まっており、将来的に当該取り組みが有機的に連携することでカーボンリサイクルが実現し、より大きな付加価値を創出することが期待される。
- しかしながら、各分野の検討は個別に進められているのが現状である。これは苫小牧に分野横断的に事業間を繋いで連携させるような機能が存在していないためであり、この産業間連携機能が苫小牧におけるカーボンリサイクル技術の社会実装に向けた課題として挙げられる。
- 産業間連携を活用したカーボンリサイクルの実現には、将来的なビジョンを掲げながら、そこに至るまでの拡張性を見据えて各分野の取り組みを調整し、相互に連携させていくような地域内のコンソーシアムや調整役の存在が必要である。

はじめに

本調査では苫小牧地域における電力・CO₂などのエネルギー・マテリアルバランスを分析し産業間連携を活用したカーボンリサイクルシナリオおよび実施体制を検討した

調査フロー



はじめに

苫小牧産業間連携検討会議では 苫小牧に関する皆様と連携の可能性を議論し 苫小牧地域全体でCO₂排出量をゼロエミッション化するシナリオを考案した

苫小牧産業間連携会議の様子

苫小牧産業間連携検討会議

団体・企業・学校名

主催	<ul style="list-style-type: none"> ■ デロイト トーマツ コンサルティング ■ 石油資源開発
参加者	<ul style="list-style-type: none"> ■ 民間企業・関係省庁・大学など43の組織から200名以上が出席
開催形式	<ul style="list-style-type: none"> ■ 対面とWeb会議システム (Teams) によるハイブリッド開催
報道状況	<ul style="list-style-type: none"> ■ 全国紙：日本経済新聞 ■ 地方紙：北海道新聞 (2回)・苫小牧民報 (2回)・北海道建設新聞 (2回)・北海道石油新聞 ■ 業界紙：電気新聞・石油通信・燃料油脂 ■ テレビ：NHK (3回)



エネルギー	出光興産株式会社	製造	トヨタ自動車北海道株式会社	
	エア・ウォーター株式会社		日本コカ・コーラ株式会社	
	株式会社サニックスエナジー		日本製紙株式会社	
	自然電力株式会社		北海道曹達株式会社	
	農林水産	苫小牧バイオマス発電株式会社	本社	住友商事株式会社
		北海道石油共同備蓄株式会社		双日株式会社
物流	北海道電力株式会社	三井物産株式会社		
	北海道電力ネットワーク株式会社	CCS	日本CCS調査株式会社	
製造	住友林業株式会社	その他管理組合等	苫小牧商工会議所	
	苫小牧埠頭株式会社		苫小牧港開発株式会社	
	會澤高圧コンクリート株式会社		苫小牧港管理組合	
	岩倉化学工業株式会社		苫小牧漁業協同組合	
	王子ホールディングス株式会社		株式会社苫東	
	JFEエンジニアリング株式会社	大学・研究機関	海洋研究開発機構	
	清水建設株式会社		産業技術総合研究所	
	清水鋼鐵株式会社		苫小牧高等専門学校	
	新酸素化学株式会社		北海道大学	
	大成建設株式会社	室蘭工業大学	官公庁	経済産業省
	高砂熱学工業株式会社	国土交通省		
	株式会社タクマ	苫小牧市		
東芝エネルギーシステムズ株式会社	北海道			

ニュースリリース | Deloitteホームページ: <https://www2.deloitte.com/jp/ja/pages/about-deloitte/articles/news-releases/nr20210914.html>

詳細はURL参照

本事業で得られた成果はアジアCCUSネットワークフォーラムや日経ビジネス等で発信した

広報活動

アジアCCUSネットワーク	日経ビジネス	日本経済新聞	(参考) 国土交通省「開発こうほう」
第1回アジアCCUSネットワークフォーラム	苫小牧におけるCCUS事業の可能性	「カーブ水素経済圏構想」*1	苫東GX HUB構想
主催 <ul style="list-style-type: none"> ■ 経済産業省 ■ 東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA） 開催日程 <ul style="list-style-type: none"> ■ 2021年6月22日,23日 	参加者 <ul style="list-style-type: none"> ■ 経済産業省 土屋室長 ■ JAPEX 天野常務 ■ デロイト 榎本SM 掲載日 <ul style="list-style-type: none"> ■ 2022年3月9日 	取材対応 <ul style="list-style-type: none"> ■ デロイト 榎本SM、越智SM 掲載日 <ul style="list-style-type: none"> ■ 2022年8月4日 	参加者 <ul style="list-style-type: none"> ■ 国土交通省 橋本局長 ■ 苫小牧市 岩倉市長 ■ 苫東 辻社長 ■ 自然電力 磯野社長 ■ デロイト 榎本SM 
<ul style="list-style-type: none"> ■ アジア全域でのCCUS活用に向けた知見の共有や事業環境整備を目指す国際的な産学官プラットフォームにて、苫小牧におけるCCUSの取り組みを発信 ■ 13カ国の加盟国（ASEAN10カ国、豪州、米国及び日本）と、100社・機関を超える企業、研究機関、国際機関等が参画 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 経済的成長のみを重視するのではなく、環境や人々のWell-being等を将来にわたって維持・保全・発展させること（持続可能性）が重要であるという新しい価値観が浸透し始めている ■ 持続可能性の実現に向けた取り組みとしてCCUSを筆頭に様々な取り組みを紹介 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 北海道の産業集積地である室蘭・苫小牧・札幌を結んだエリアで、水素を利活用によりカーボンニュートラルを目指す「カーブ水素経済圏」構想を策定 ■ 「ゼロカーボン北海道」に向け「地産地消」を基本とした水素サプライチェーンの構築を目指す 	<ul style="list-style-type: none"> ■ フラットで広かつ、ダブルポートを有する苫東地域の地域特性を最大限活かすことで、カーボンニュートラル産業地域としてのモデルケースを構築する ■ 苫東地域のカーボンニュートラルへの取り組みを起点とし、日本全体のゼロエミッションに貢献する
YouTube	Deloitte特設Webサイト	日本経済新聞 電子版	Deloitte特設Webサイト
https://www.youtube.com/watch?v=CCuV0I2dPlc	https://www2.deloitte.com/jp/ja/pages/energy-and-resources/articles/er/ccus-specialinterview.html	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOFC255090V20C22A700000/	https://www2.deloitte.com/jp/ja/pages/energy-and-resources/articles/er/ccus-specialdiscussion-01.html

*1：日本経済新聞の掲載内容を転載することについては許可取得済み

1. シナリオ検討

1.1 エネルギー・マテリアルバランス評価



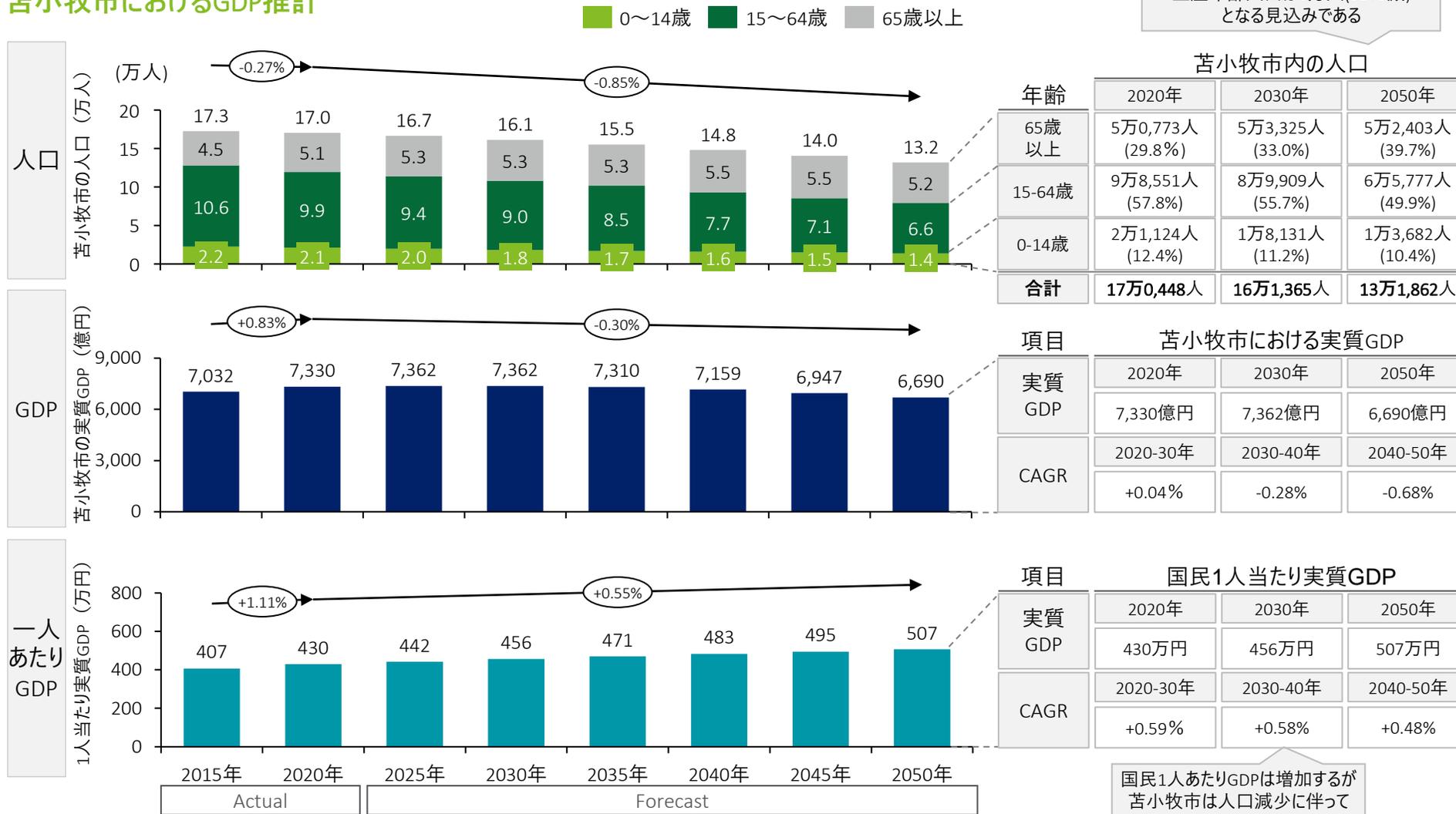
1.2 苫小牧の将来ビジョン

1.3 カーボンリサイクル導入シナリオ

1人当たりGDPは2050年に向けて年率0.6%程度で増加するが 苦小牧市のGDPは人口減少の影響で2030年から年率0.3%程度で減少する

苦小牧市におけるGDP推計

苦小牧市は少子高齢化に伴い
2050年までに総人口13万人(23%減)
生産年齢人口は6万人(33%減)
となる見込みである

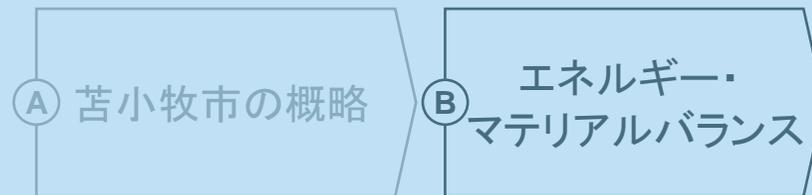


国民1人あたりGDPは増加するが
苦小牧市は人口減少に伴って
市全体のGDPが2030年を境に
減少に転じる見込みである

出所：公益社団法人日本経済研究センターよりDeloitte作成

1. シナリオ検討

1.1 エネルギー・マテリアルバランス評価



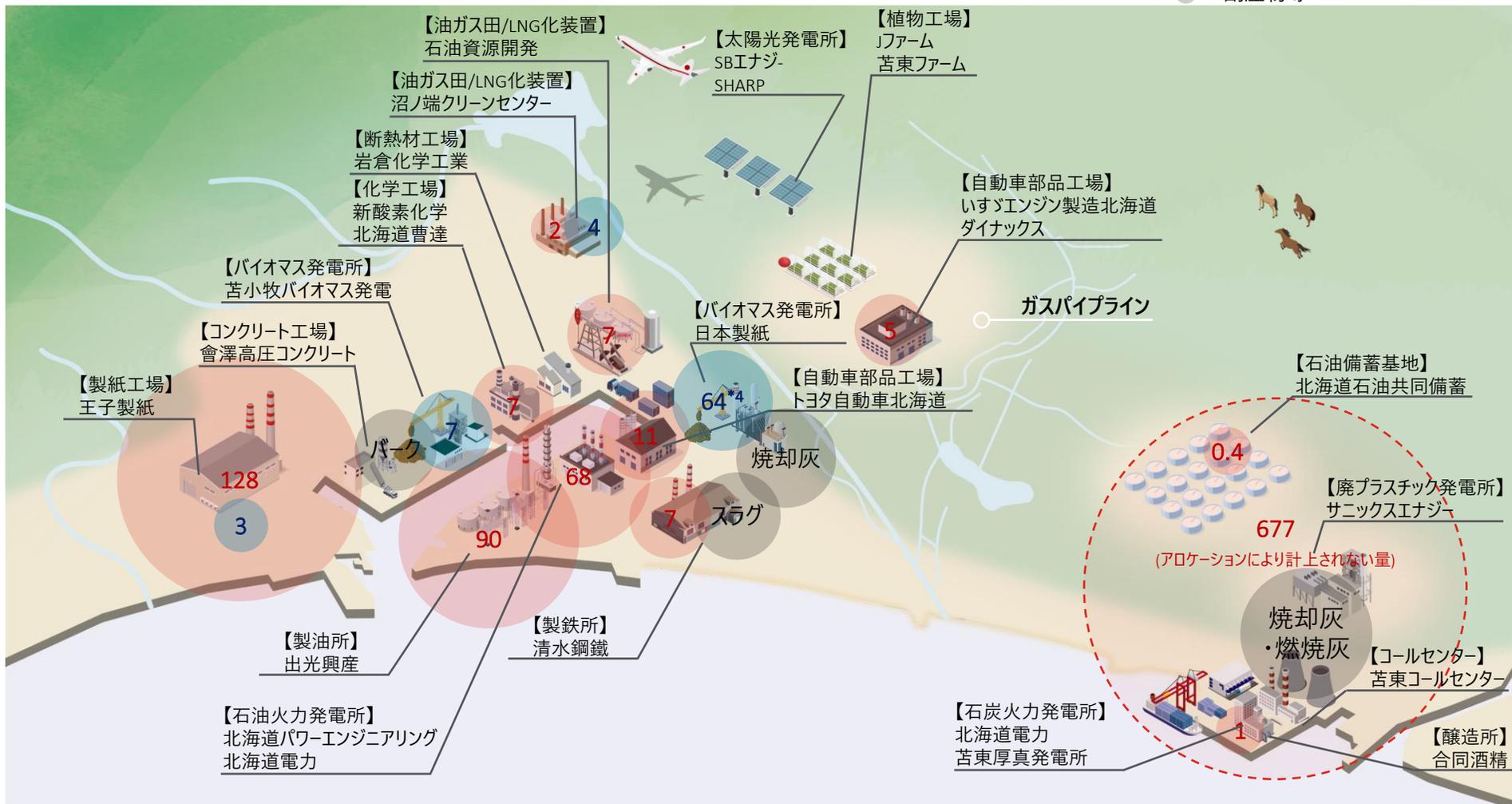
1.2 苫小牧の将来ビジョン

1.3 カーボンリサイクル導入シナリオ

苫小牧地域では発電用の石炭と熱需要や運輸向けの石油消費に起因するCO₂や多様な産業からスラグや焼却灰等の副産物が排出されている

CO₂・副産物*1等の排出状況

- : 化石燃料由来CO₂排出量(万t) *2
- : 大気由来CO₂排出量(万t) *3
- : 副産物等

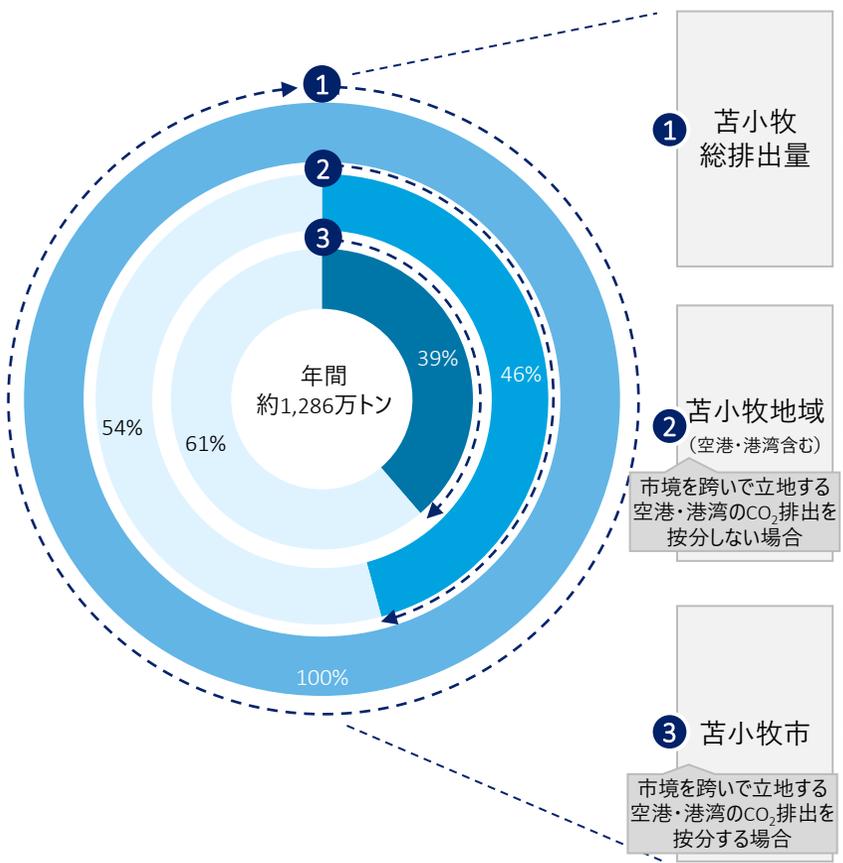


出所：現地調査及びヒアリング調査に基づきDeloitte作成、*1：副産物は、鉄鋼スラグ・石炭灰・バイオマス燃焼灰・廃プラスチック燃焼灰・パーク等未利用材を指す、*2：化石燃料由来CO₂とは、化石燃料の燃焼に伴い発生したCO₂を指す。数値は、地球温暖化対策の推進に関する法律第31条及び第32条大6項に基づき開示するファイル記録事項「H30特定事業所データ」より抽出、*3：大気由来CO₂とは、大気中のCO₂を吸収した植物等の燃料を燃焼した際に発生したCO₂を指す。数値は各企業へのヒアリング値、*4：2023年2月営業運転開始のため、次頁のCO₂排出量には含まれない

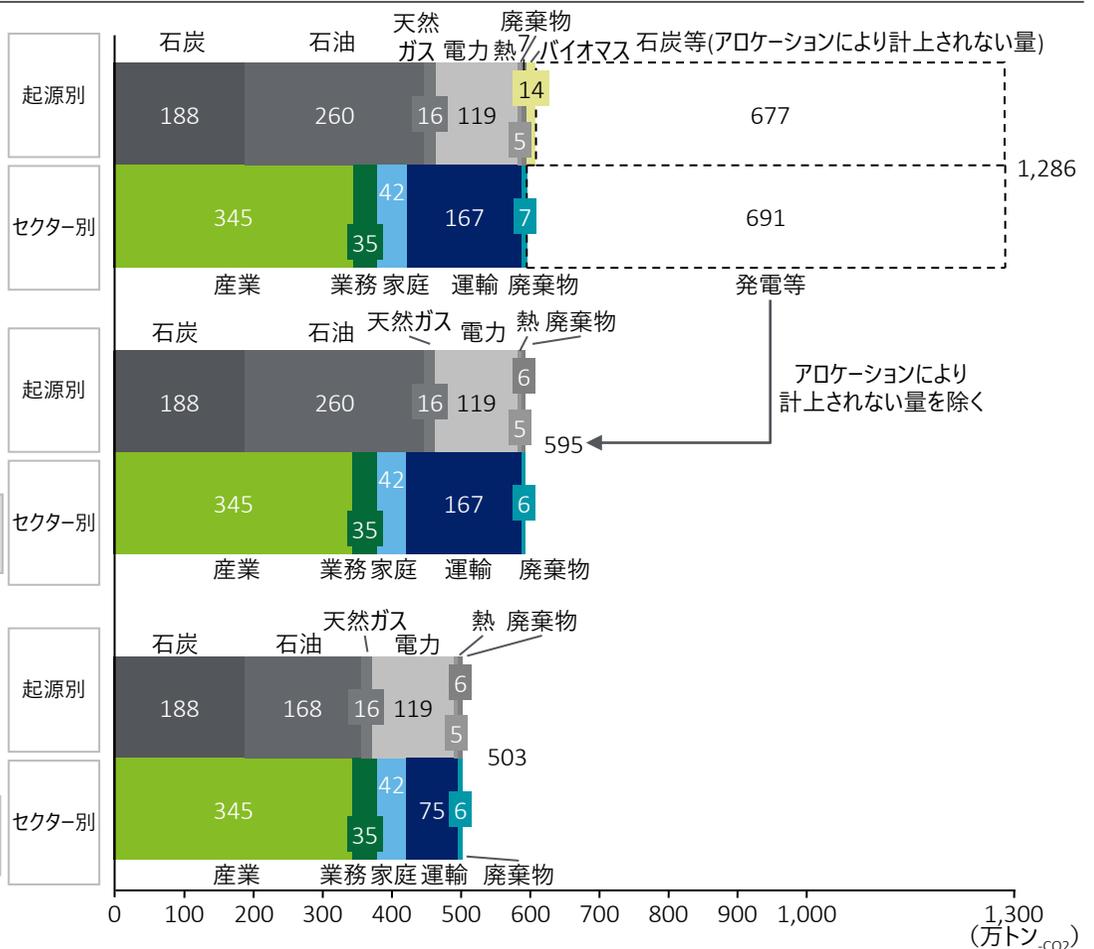
苫小牧では年間1,286万トンのCO₂を排出しており 特に発電部門や産業部門を中心としたCO₂の活用が重要になると想定される

二酸化炭素排出量

苫小牧全体の総CO₂排出量



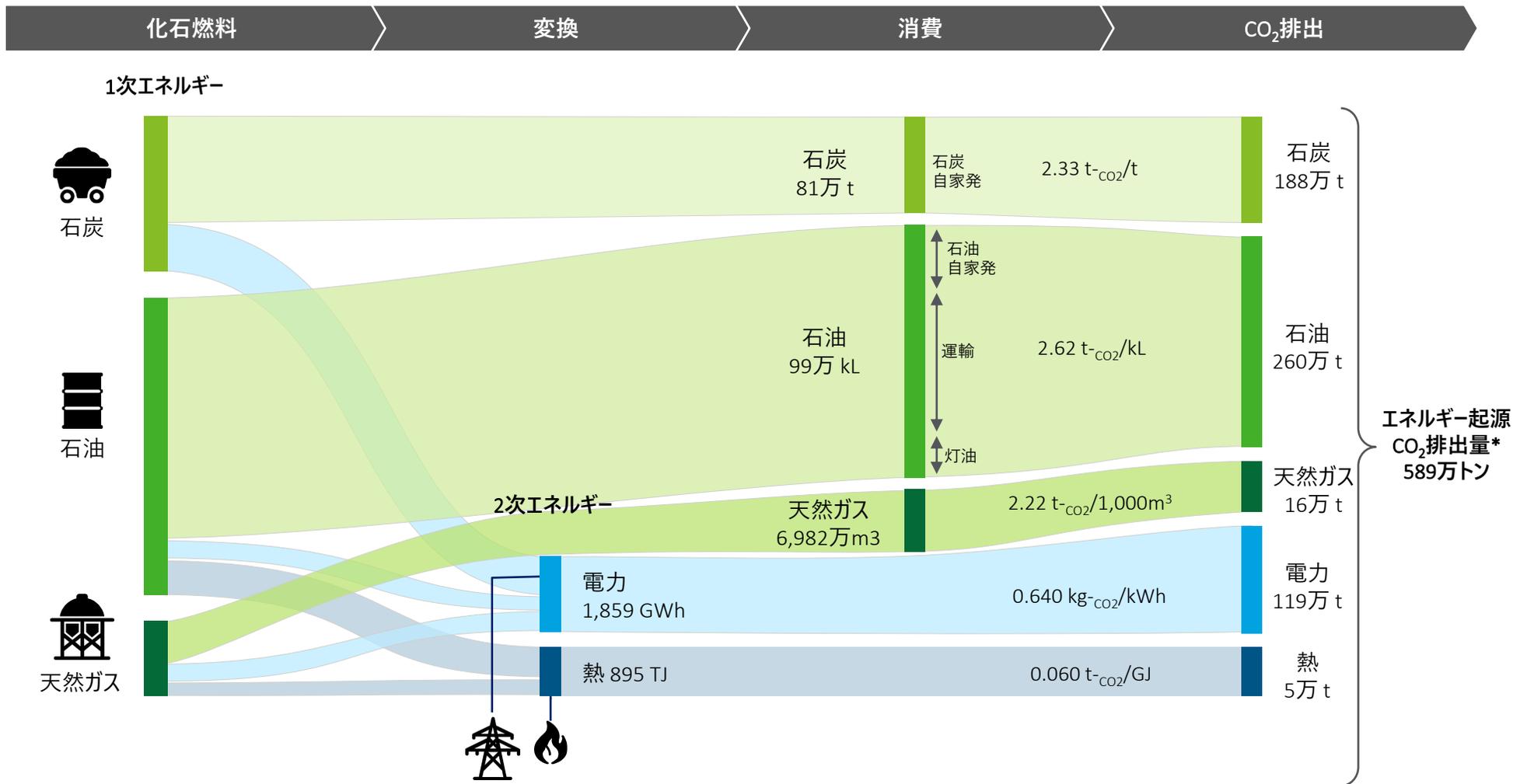
CO₂排出量の考え方



* : 2018年度の各種統計資料をもとにDeloitte推計

苫小牧では石炭や石油等の化石燃料の直接利用に起因するCO₂排出が多いため将来的に電化が進んでも化石燃料需要が残ると想定される

苫小牧地域のエネルギーバランス



*：廃棄物部門のCO₂排出量6万トンを除く

1. シナリオ検討

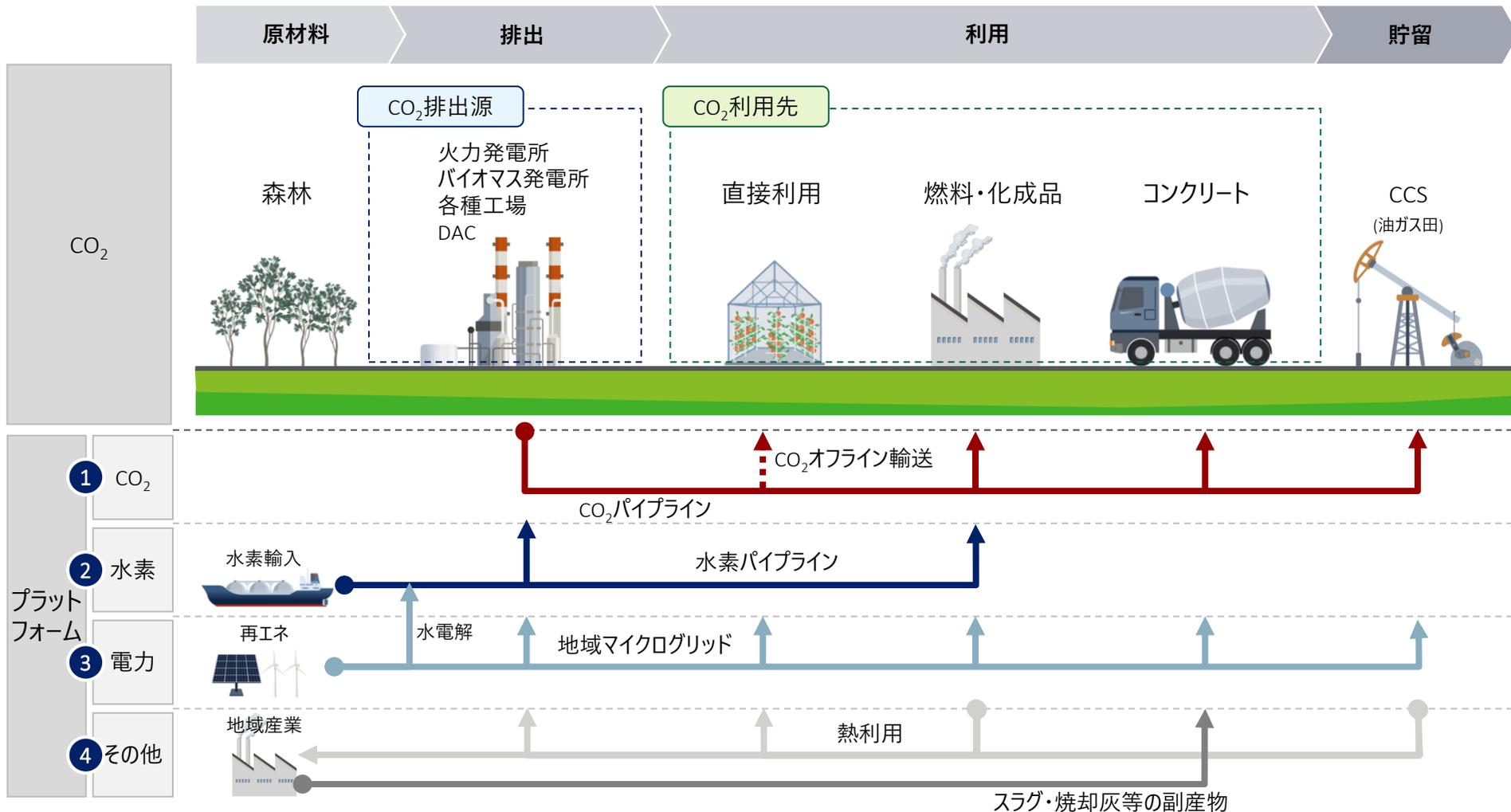
1.1 エネルギー・マテリアルバランス評価

1.2 苫小牧の将来ビジョン

1.3 カーボンリサイクル導入シナリオ

CO₂の排出源から利用先までのバリューチェーンを核に CO₂・水素・電力のプラットフォームを構築することで 苫小牧でエコシステムが実現する

苫小牧で実現するエコシステム



苫小牧にある石油やバイオマス等を利用した既存産業を中心にしながらもあらゆるCCUSを活用したエコシステムの形成を目指す

CCUSが実現した苫小牧の将来像



出所：現地調査及びヒアリング調査に基づきDeloitte作成

*：CCUSの発展に伴い新規に導入されると想定した施設、技術及びシステム

1. シナリオ検討

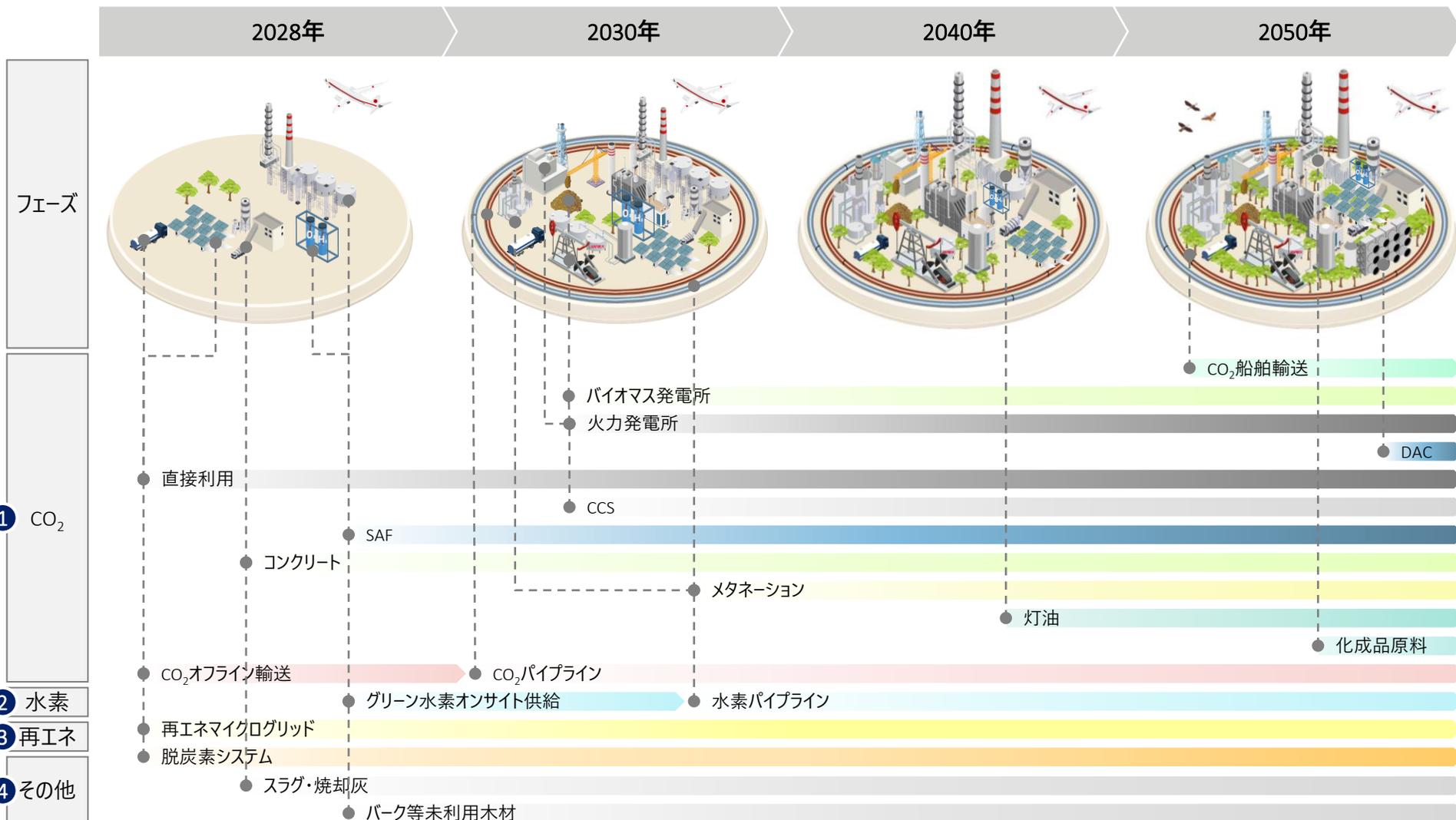
1.1 エネルギー・マテリアルバランス評価

1.2 苫小牧の将来ビジョン

1.3 カーボンリサイクル導入シナリオ

一気にゼロエミッション化することは困難なため 経済性の成立しやすい技術から導入し 段階的にCO₂利用量を拡大していくような シナリオを検討することが重要である

プロジェクトタイムライン



2. システム概念設計

2.1 CO₂利用量の概略評価

2.2 経済性の概略評価

2.3 実施体制の検討

CO₂利用先について現在検討を進めている 主要プレイヤーのCO₂利用量・タイムラインを整理した

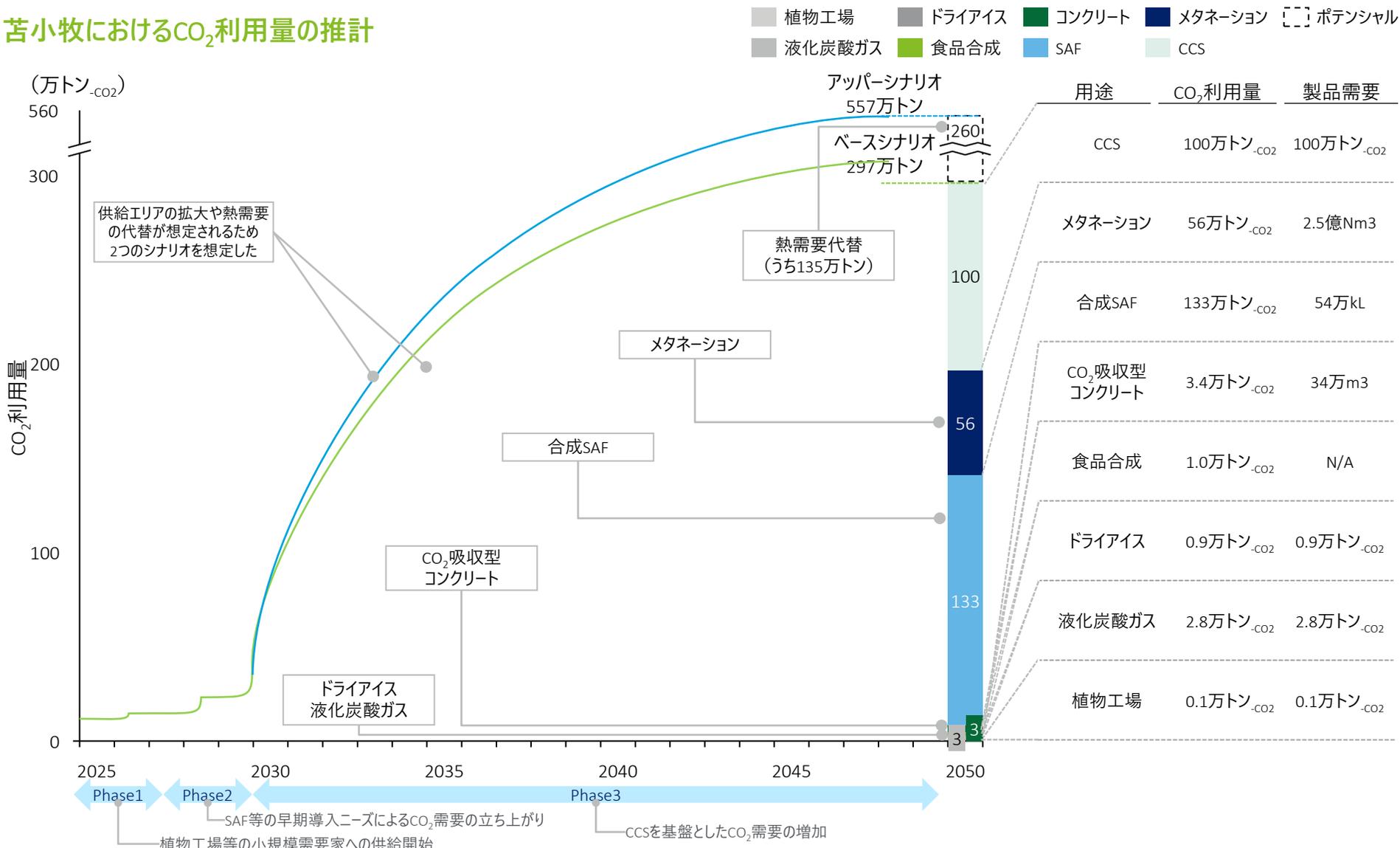
CO₂利用先関係プレイヤーの規模

外部からの供給
苫小牧からの供給



苫小牧における2050年のCO₂利用量は297万トンであり 供給エリアの拡大や熱需要代替により 最大557万トンの需要があると予測した

苫小牧におけるCO₂利用量の推計



2. システム概念設計

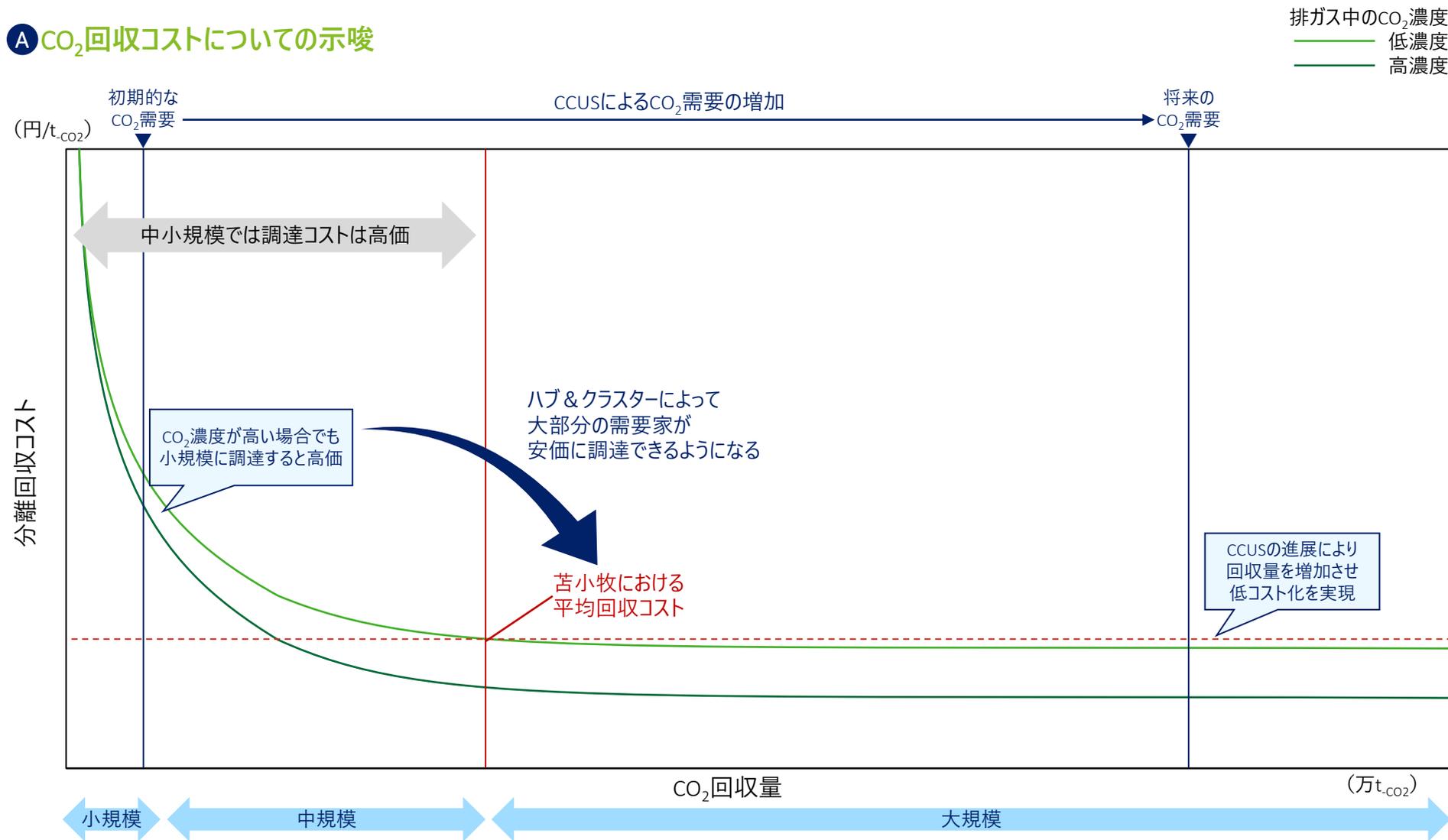
2.1 CO₂利用量の概略評価

2.2 経済性の概略評価

2.3 実施体制の検討

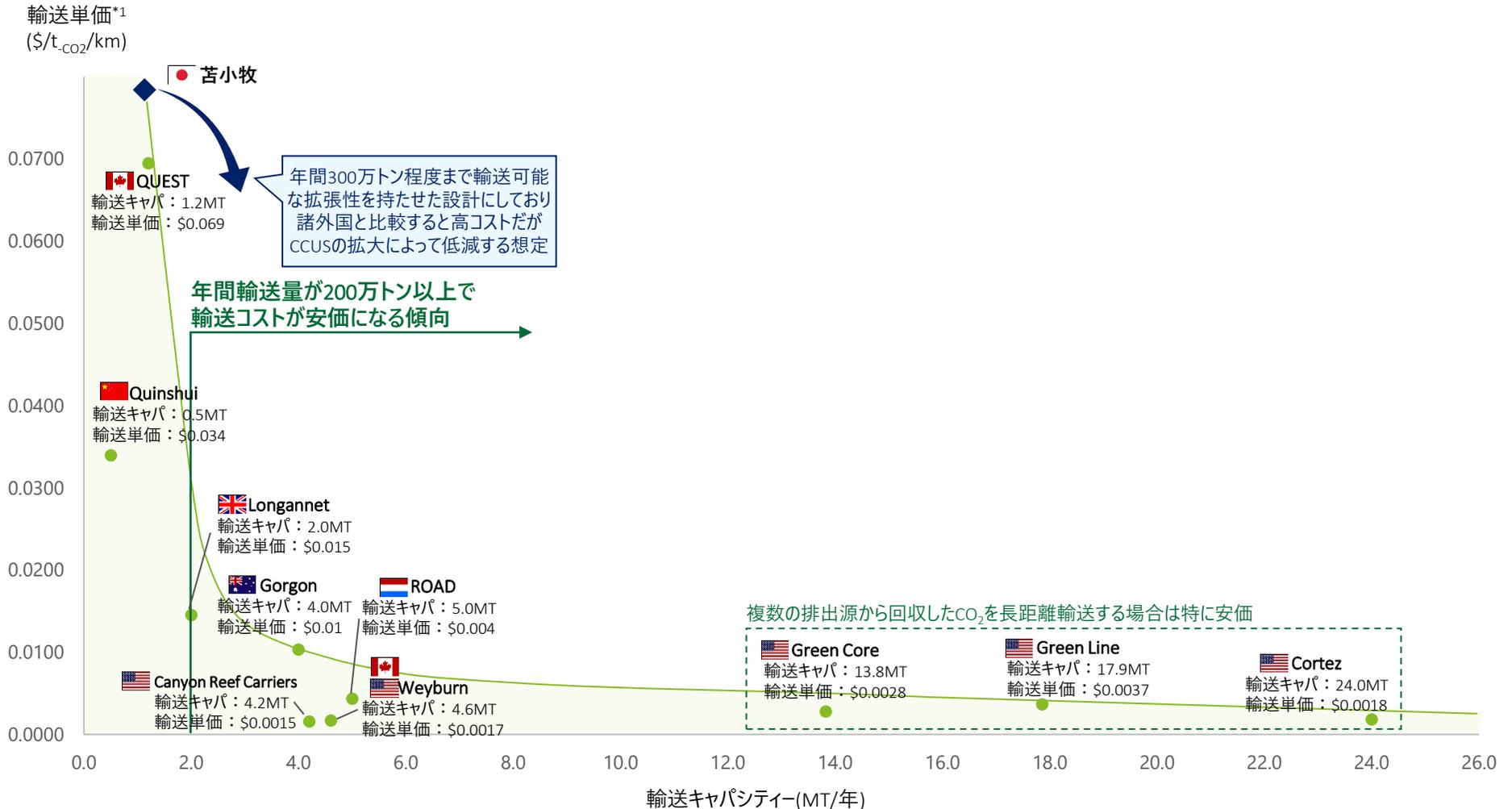
中小規模でのCO₂調達や低濃度排出源からの回収は高コストになる傾向がありハブ&クラスター化により多くの需要家が安価に調達できる可能性がある

A CO₂回収コストについての示唆



輸送量に応じてコストが下がり 200万t以上で安価になる傾向 から輸送量が少ない場合には将来的な拡張性を持たせた設計にすることも一案である

B 輸送コスト



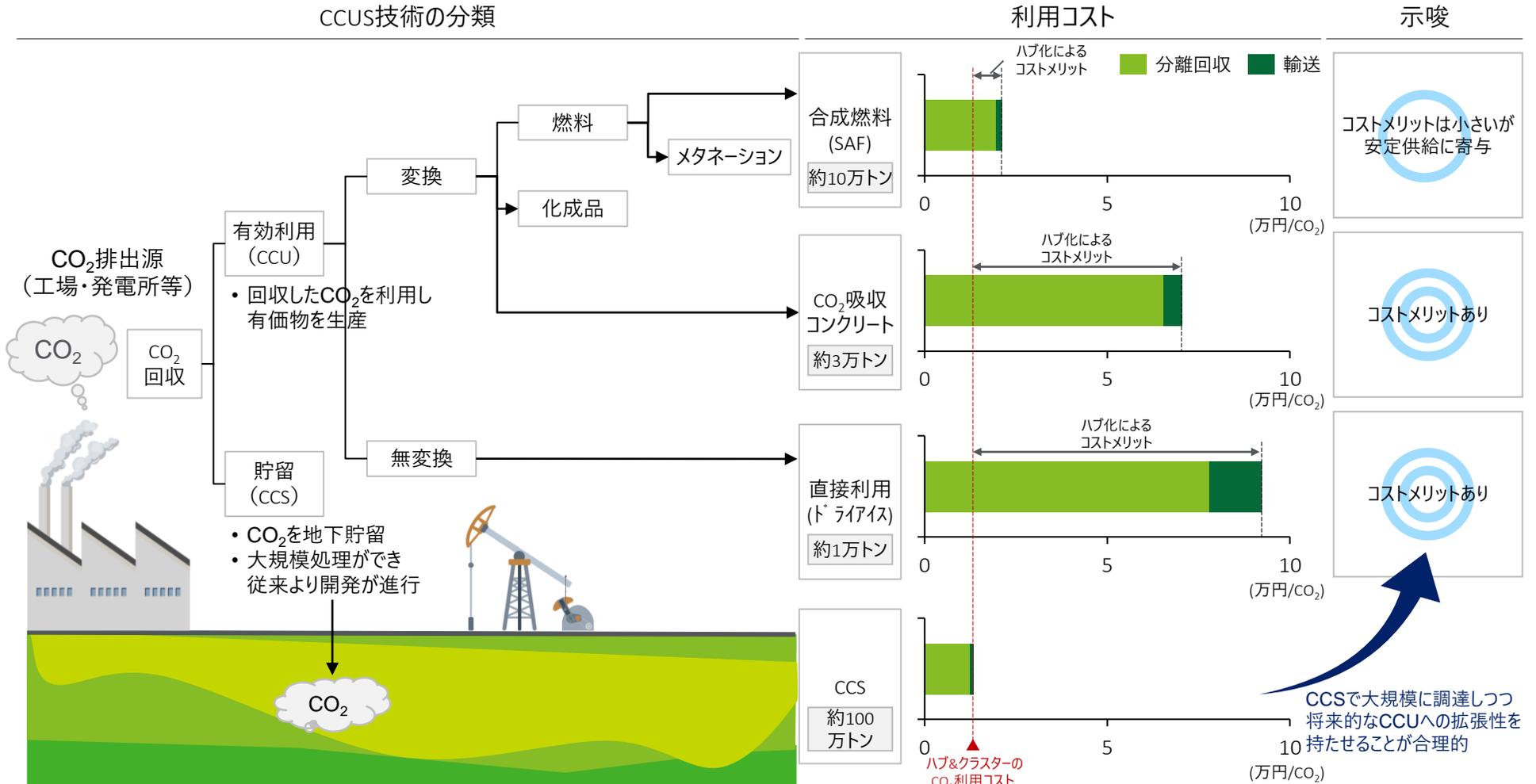
出所：DOE, “A Review of the CO₂ Pipeline Infrastructure in the U.S.”、IEAGHG, “CO₂ Pipeline Infrastructure”、National Energy Technology Laboratory, “An Overview of the CO₂ Pipeline Infrastructure”、*1：パイプラインの資本費をパイプライン総延長及び総CO₂輸送量（年間輸送キャパシティに運転期間20年をかけた算出）で割り算

CO₂の有効利用技術の中から苫小牧において実現性が高いと考えられる3つの技術をハブ&クラスター内で実証した場合の利用コストをシミュレーションした

ハブ&クラスターモデルにすることで、小規模な需要家に対しては特にベネフィットがあるが、すべてのコンポーネントにおいてもコストが下がることに加えて、マルチインマルチアウトによる供給安定性の効果大きい。

CO₂利用コストの概略評価

デロイトによる一定の仮定に基づく参考値でありハブによる経済効果のイメージを示したものである



地域特性・産業基盤・産業間連携機能がハブ&クラスターの成立要件と考えられ 苦小牧はこれらすべてが揃うことから ハブ&クラスターの適地である

産業間連携によるハブコンセプト

示唆

A 大規模なCO₂回収が可能な産業基盤

- ✓ スケールメリットを得るためには、大規模にCO₂を回収することが可能であること

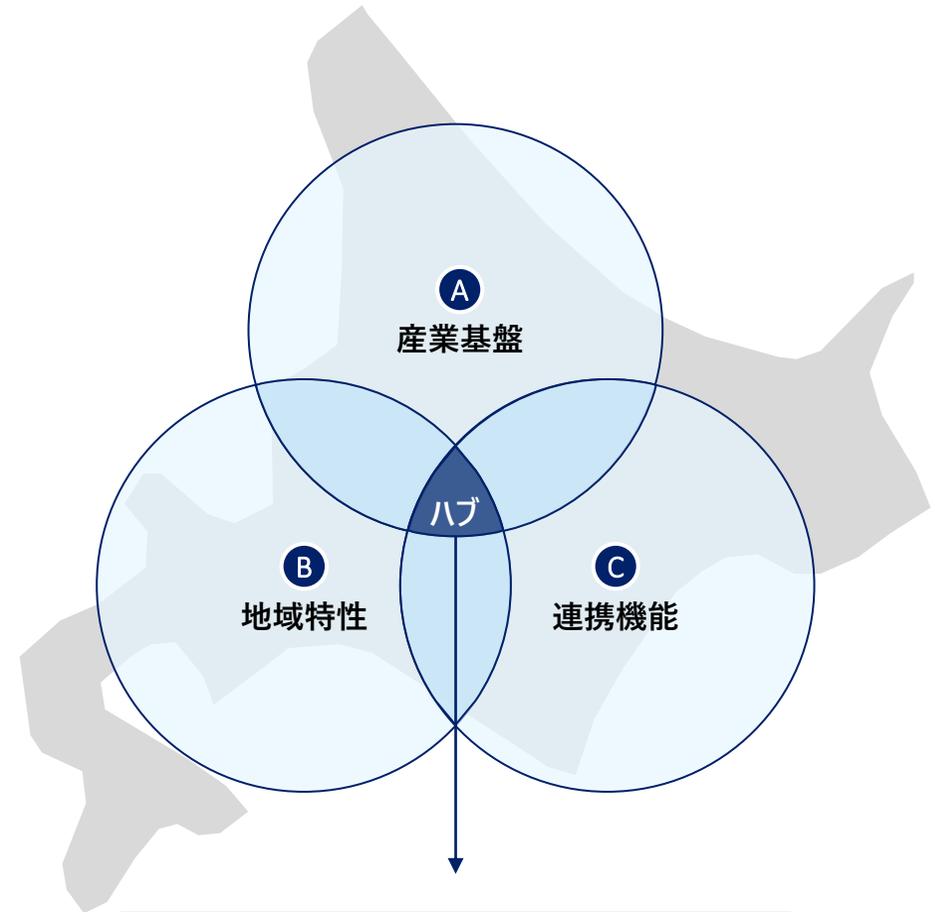
B CO₂需要が見込まれる地域特性

- ✓ 地域内においても相当量のCCU製品の需要が見込まれ、既存インフラによって周辺地域にも燃料等のCCU製品を供給可能なこと

C 産業間連携機能

- ✓ CO₂や水素は供給者と利用者が異なり、産業を超えて取引されるため、産業間で連携できること

ハブ&クラスター型の成立要件



苦小牧地域はこれらが全てが揃う適地

2. システム概念設計

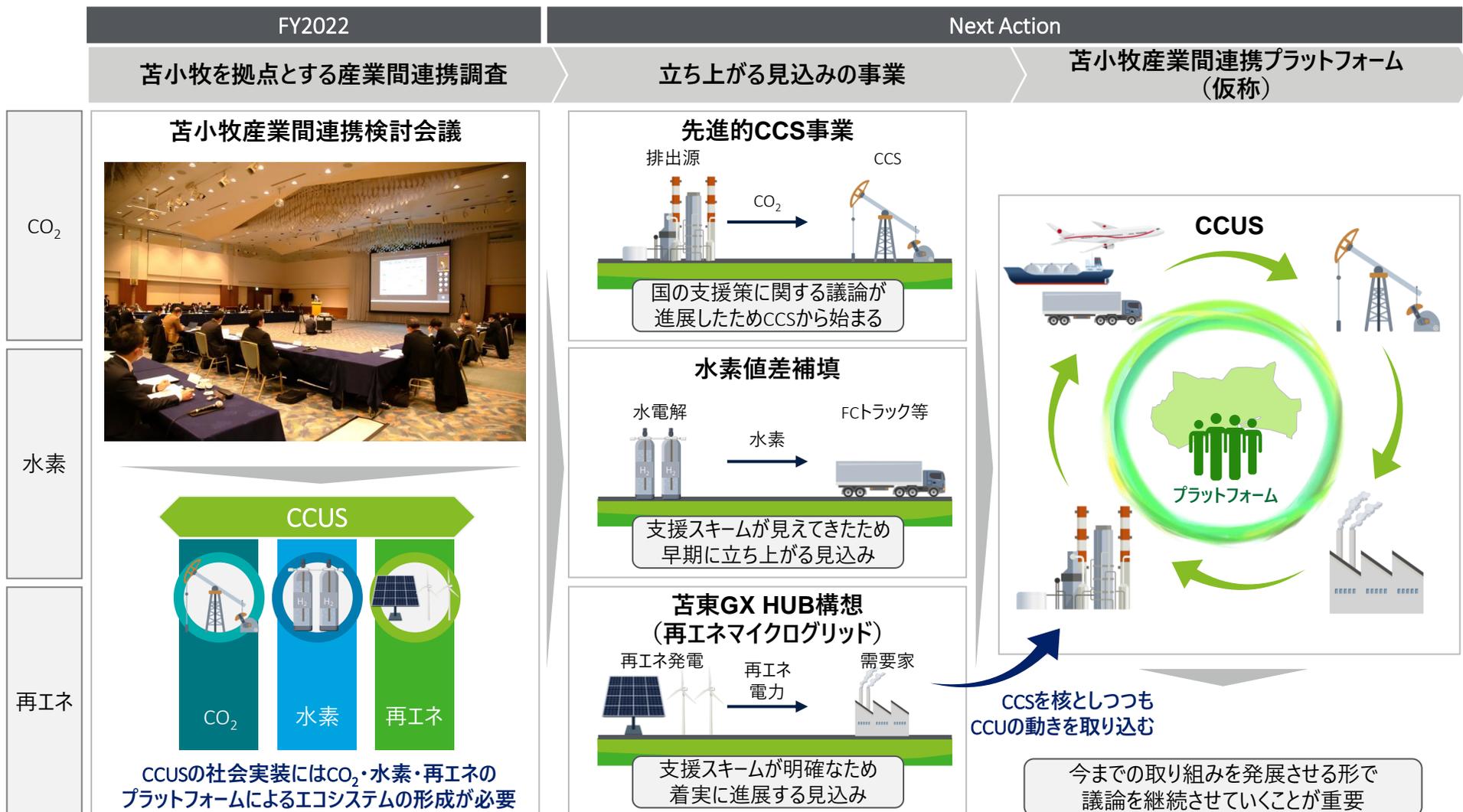
2.1 CO₂利用量の概略評価

2.2 経済性の概略評価

2.3 実施体制の検討

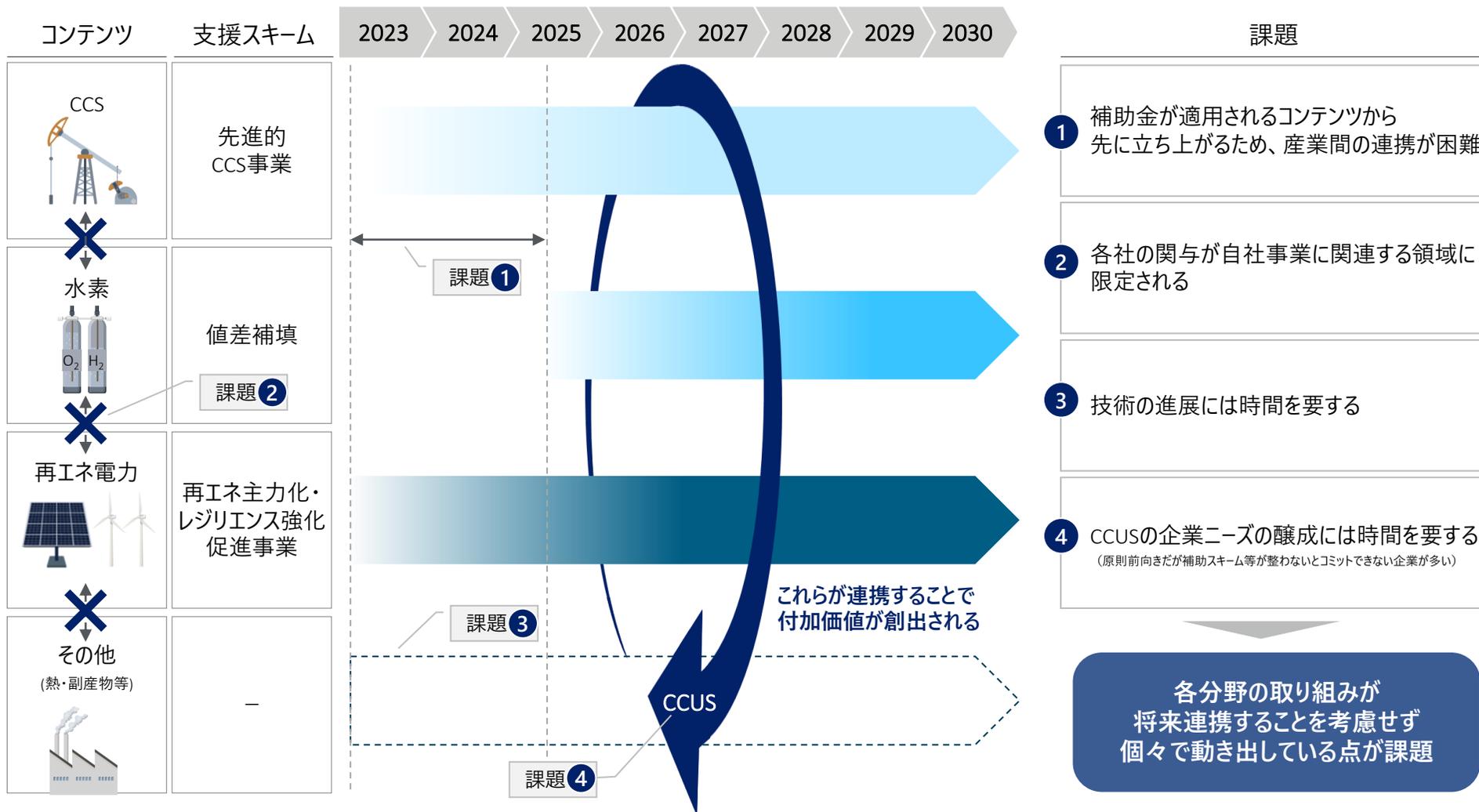
将来のCCUSの実現に向けた第一歩として これまでの産業間連携の取り組みをさらに発展させていくことが重要ではないか

産業間連携の発展



分野や立ち上がり時期が異なるカーボンニュートラル施策をCCUSによって連携し付加価値を創出する体制を構築することが望ましい

産業間連携を実現するための課題



最後に

本調査では 苫小牧地域に立地する企業を対象に エネルギーバランスを評価し カーボンリサイクル導入シナリオを提案することで 産業間連携促進のための方針を示した

まとめ

CO₂・水素・再エネ・その他（熱・副産物）のプラットフォームを構築することでエコシステムの形成が可能となる

1

■ 苫小牧地域は、多様な産業が集積しているため、CO₂や水素、その他排熱、焼却灰等のプラットフォームを構築することで、地域内で資源を循環させるエコシステムの形成が可能である。

苫小牧地域はハブ&クラスターモデルの成立要件が揃ったCCUSの適地である

2

■ 苫小牧地域は、ハブ&クラスターモデルの成立要件である①大規模なCO₂回収が可能な産業基盤、②CO₂需要が見込まれる地域特性、③産業間連携機能の3つの要素をすべて兼ね備えたCCUSの適地である。

大規模なCCSを基盤にスケールメリットを活かしながら、CCUを段階的に発展させていくことが重要である

3

■ 大規模にCO₂を分離回収・貯留できるCCSを基盤としながら、経済性が成立しやすいCCU技術から導入していき、段階的にCO₂の需要を創出することで、経済合理性を確保しながらCCUを発展させていくカーボンリサイクル導入シナリオを提案した。

CCUSの実現には、コンソーシアムの組成や取りまとめ役が必要である

4

■ 支援スキームが見えつつあるCCS・水素・再エネ電力の各分野の取り組みが、CCUを通じて産業間で有機的に繋がることで、カーボンニュートラルを加速させることが可能となる。
■ そのためには、CO₂や水素等の産業間による取引が必要になることから、地域内のコンソーシアム組成や取りまとめ役が必要である。

本件に関するお問い合わせ先

Deloitte.

デロイト トーマツ コンサルティング合同会社
エネルギーユニット

海外事業戦略・公共政策チーム リード
シニアマネジャー
榎本 哲也

Email: teenomoto@tohmatu.co.jp

〒100-6390 東京都千代田区丸の内 3-2-3 丸の内二重橋ビルディング
www.deloitte.com/jp/dtc

本件に関するお問い合わせ先

JAPEX

石油資源開発株式会社

新規事業推進部
部長
山之内 芳徳

Email: yoshinori.yamanouchi@japex.co.jp

〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-7-12 サピアタワー20F
www.japex.co.jp
