

令和6年度燃料安定供給対策調査等事業 (CCSバリューチェーン産業政策調査)

最終報告書

MRI 三菱総合研究所

2024年9月30日

ビジネスコンサルティング本部

目次

● 1.本事業の背景と目的	3
● 2.実施フロー	5
● 3.実施結果	7
3-1.CCSバリューチェーンを構成する各種サービスの特定及び優位性に関する調査・分析	8
➤ 3-1-1.バリューチェーンの概要	8
➤ 3-1-2.サービス概要と優位性の評価	22
➤ 3-1-3.国内事業者が強みを持つサービスの優位性および課題の整理	48
➤ 3-1-4.国内外の主なプレイヤーの整理	57
➤ 3-1-5.マップを用いた整理	78
3-2.優位性を保有する各種サービスの市場調査	84
➤ 3-2-1.各種サービスの市場規模評価	84
3-3.優位性を保有する各種サービスの産業成長性評価	94
➤ 3-3-1.各種サービスの産業成長性評価	94
➤ 3-3-2.各種サービスの産業成長戦略策定のための論点の整理	94
3-4. CCSバリューチェーンの各種課題および政府に求める支援案の調査	111
➤ 3-4-1.課題および政府に求める支援の整理結果	111
● 4.総括	122

1.本事業の背景と目的

背景と目的

背景

- 2023年2月に、エネルギー安定供給の確保が世界的に大きな課題となる中、脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の3つを同時に実現するべく、「GX実現に向けた基本方針」が閣議決定された。2050年CN目標達成に向けた脱炭素化の取組を進めつつ、GXの実現に向け、経済成長に向けた投資支援を進めることが重要であり、「CCS」の本格的な事業化に当たってもこれらの両立が求められる。
- 特に、CCSにおいては、CCSの実施に向けた初期投資が多額であり、かつ、CO₂排出事業者にはCCSに要するコストを回収可能な仕組みがないことから、国による投資支援が不可欠であり、CCSのバリューチェーン全体として投資額に対する産業成長戦略を構築する視点が必要である。



目的

- 本事業は、資源エネルギー庁資源・燃料部燃料環境適合利用推進課が実施するCCSバリューチェーンを構成する各要素技術について産業成長戦略を構築していくために必要な調査を実施する。
- 要素技術のうち、特に設備に関して調査を実施した「令和5年度燃料安定供給対策調査等事業(以降 令和5年度事業)」の結果を踏まえ、今年度はサービスに注目した調査を実施し、それらを取りまとめたCCS産業全体の成長戦略(案)の立案を行う。

2.実施フロー

実施フロー

- 本事業は以下のフローで実施した。

仕様書項目	主な実施事項	実施結果
(1)CCSバリューチェーンを構成する要素技術の調査、分析及び特定	➤ CCSをバリューチェーンを「分離・回収」、「輸送」、「貯留」、「モニタリング」の4つのセグメントで区切り、各セグメントを構成する要素技術をサービス単位（設計、建設、オペレーション等）で調査・整理した	CCSバリューチェーンを構成する各種サービスの調査・特定及び優位性に関する調査・分析 ➤ バリューチェーンの概要 ➤ サービス概要と優位性の評価 ➤ 国内事業者が強みを持つサービスの優位性および課題の整理 ➤ 国内外の主なプレイヤーの整理 ➤ マップを用いた整理
(2)CCSバリューチェーンを構成する要素技術における優位性に関する調査及び分析	➤ 構成サービスのうち国内事業者が優位性を有する領域を、各種文献調査およびヒアリングによって特定し、その優位性（技術的優位性やその他の優位性、解決すべき課題）と当該サービスの特徴（国内外の事業者、シェア等）について調査・分析した ➤ 上記の調査で得られた調査結果をマップ形式で取りまとめた	
(3)CCSバリューチェーンを構成する要素技術における世界市場規模の調査及び分析	➤ 国内事業者が優位性を発揮しうる構成サービスに対し、現在、2030年、2040年及び2050年の各断面において、CCSに限定した市場規模および、CCSを含む当該要素技術を使用する産業全体の市場規模を整理した	優位性を保有する各種サービスの市場調査 ➤ 各種サービスの市場規模評価
(4)CCSバリューチェーンを構成する要素技術の産業成長性の分析	➤ 国内事業者が優位性を発揮しうるサービスにおいて、(1)～(3)の調査結果を踏まえ、2030年、2040年及び2050年の各断面の産業成長性を評価した ➤ 上記評価から産業成長のポイントや課題の抽出を行い、今後の産業成長戦略の立案に向けた論点の整理を実施した ➤ 産業成長戦略のポイントと論点を踏まえ、国内事業者が獲得し得る市場の分析を実施した	優位性を保有する各種サービスの産業成長性評価 ➤ 各種サービスの産業成長性評価 ➤ 各種サービスの産業成長戦略策定のための論点の整理 ➤ 論点を踏まえた産業成長性の分析
(5)CCSバリューチェーンにおける産業成長戦略(案)の立案	➤ 設備に関する調査を実施した令和5年度事業の結果も踏まえ、各事業者へのヒアリングを実施し、事業者が求める産業成長のための政府支援(案)を調査・整理した	CCSバリューチェーンの各種課題および政府に求める支援案の調査 ➤ 課題及び支援案の整理

3.実施結果

- 3-1.CCSバリューチェーンを構成する各種サービスの調査・特定及び優位性に関する調査・分析
- 3-2.優位性を保有する各種サービスの市場調査
- 3-3.優位性を保有する各種サービスの産業成長性評価

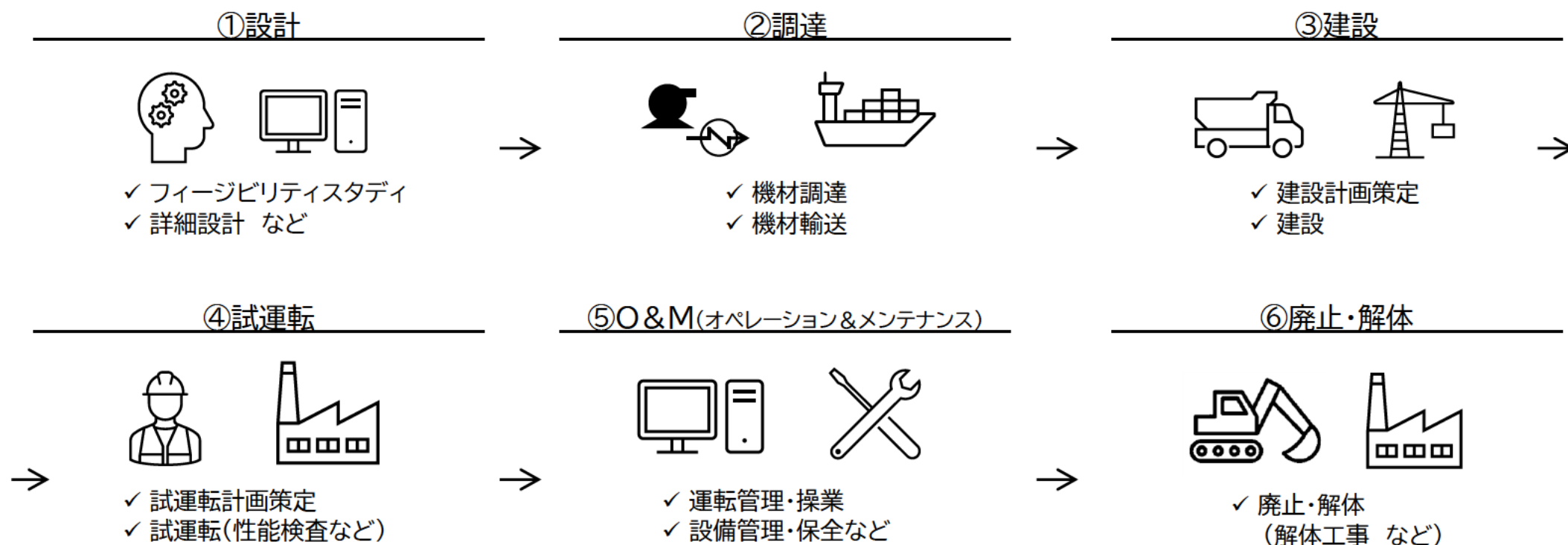
3-1.CCSバリューチェーンを構成する各種サービスの調査・特定及び優位性に関する調査・分析

- 3-1-1.バリューチェーンの概要
- 3-1-2.サービス概要と優位性の評価
- 3-1-3.国内事業者が強みを持つサービスの優位性および課題の整理
- 3-1-4.国内外の主なプレイヤーの整理
- 3-1-5.マップを用いた整理

調査方法

- 「3-1-1.バリューチェーンの概要」では、バリューチェーンを構成する各セグメント(分離回収・輸送・貯留・モニタリング)のフローや構成を整理した。
- 各セグメントのフローや構成に従って、セグメント毎に必要なサービスを整理するための分類を定めた。

各セグメントのサービス分類のイメージ(分離回収プラントの例)



バリューチェーンを構成するサービスの分類

- バリューチェーンを構成する各種サービスを以下の分類で整理した。

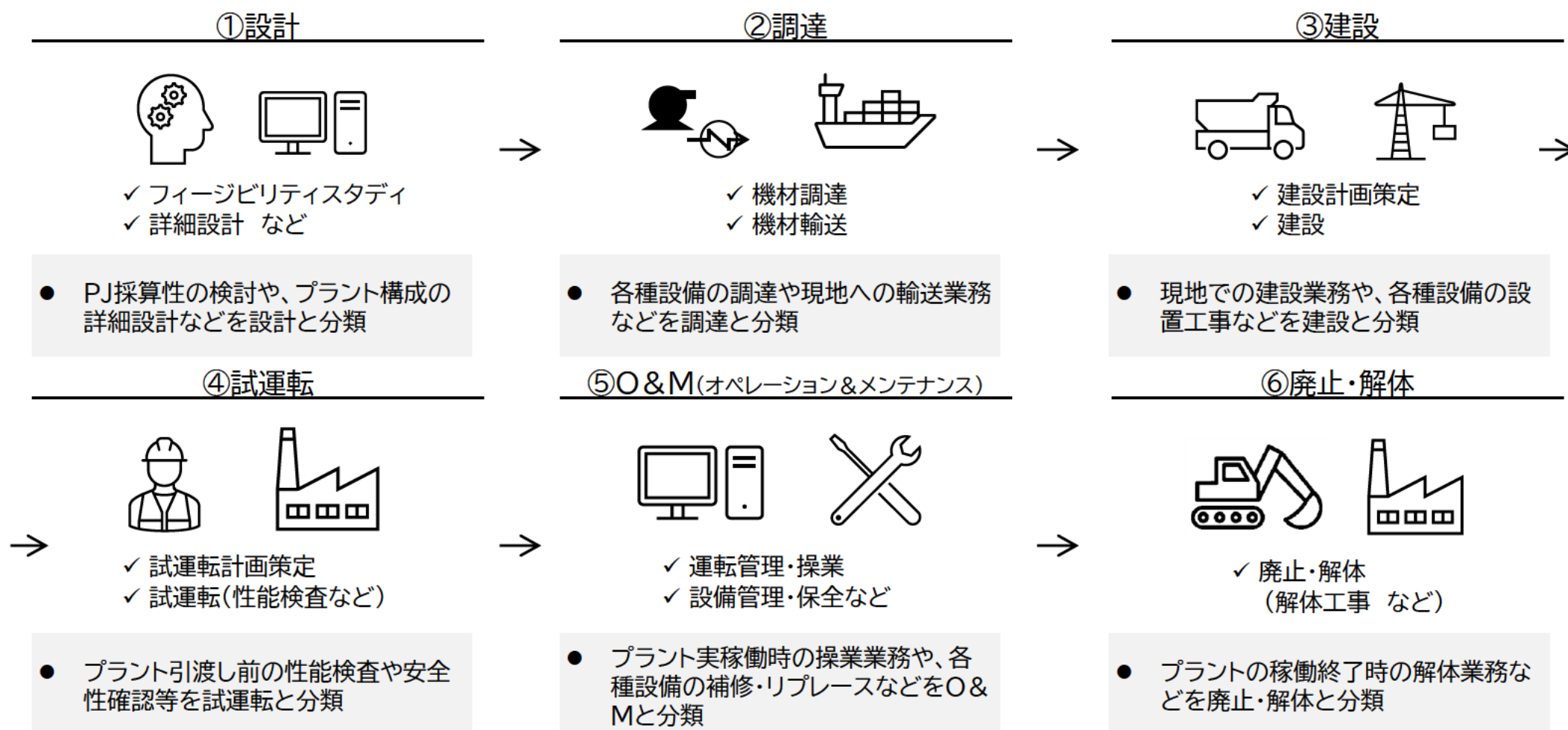
プロセス	テクノロジータイプ	サービス詳細
分離・回収	回収法全般	設計
	化学吸収法	設計
		調達
		建設
		試運転
		O&M(オペレーション&メンテナンス)
		廃止・解体
	固体吸収法	(同上)
	膜分離法	(同上)
輸送	海上輸送	造船
		解船
		海運
	パイプライン	設計
		調達
		建設
		試運転
		O&M
		廃止・撤去

プロセス	テクノロジータイプ	サービス詳細
貯留	帯水層貯留(海域)	サイト選定および貯留層評価
		掘削
		圧入
	帯水層貯留(陸域)	(同上)
	油ガス田貯留(海域)	(同上)
	油ガス田貯留(陸域)	(同上)
モニタリング	全体管理	設計
		データ管理
	圧入CO2監視システム	設計
		調達
		設置・実装
		テスト
		O&M
		撤去
	光ファイバー計測	(同上)
	弾性波探査	(同上)
	CO2圧入シミュレーション	(同上)
	微動観測	(同上)

分離回収の主要サービス

- 分離回収プラントの設計から廃止・解体までのライフサイクルに沿い、各種サービスを6つに分類した。
- 分離回収プラントの回収技術(化学吸収法や固体吸収法など)によってもプレイヤーや強みが異なる可能性を考慮し、各技術に対しての整理を実施する。

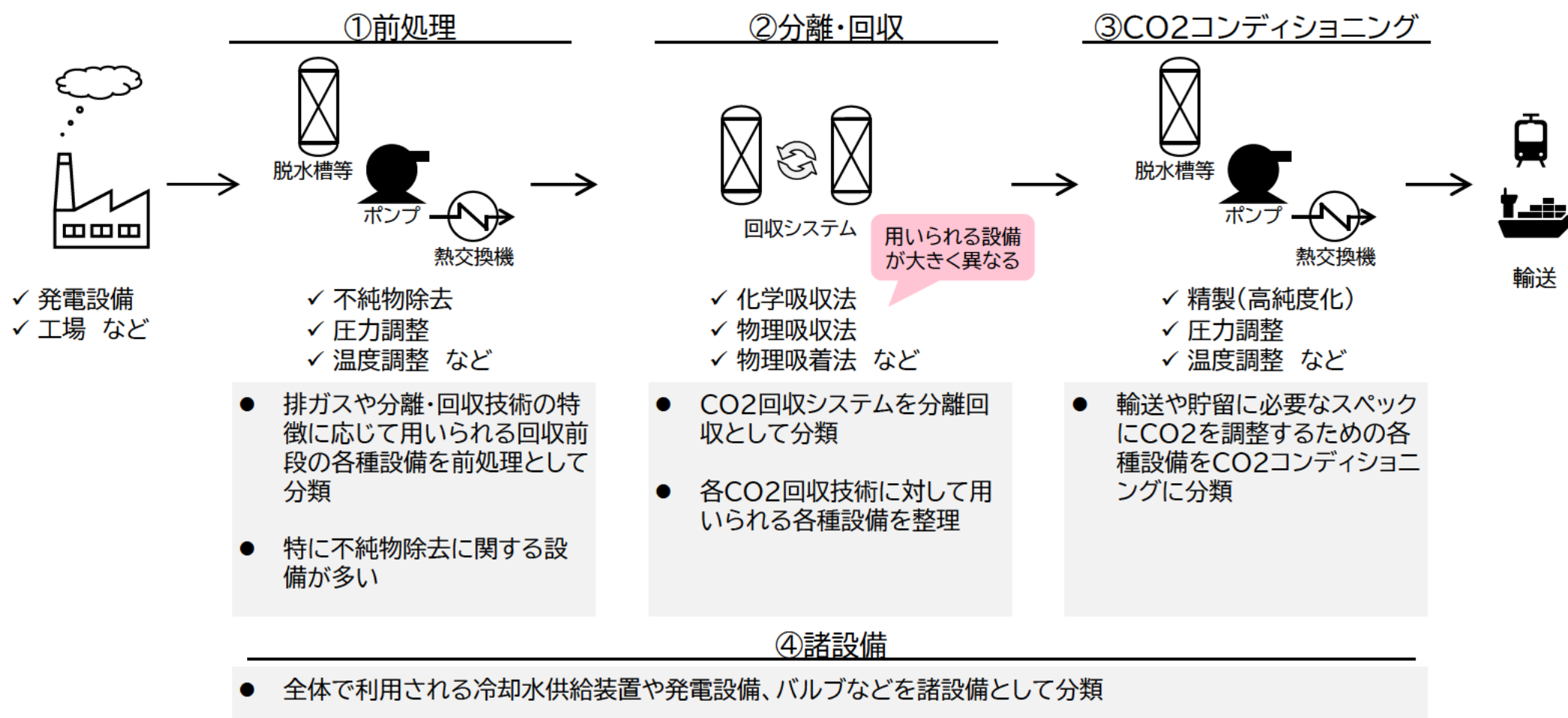
分離回収プラントのライフサイクル



(参考)分離回収の主要設備

- プロセスフローに沿い各種設備を前処理、分離・回収、CO₂コンディショニング、諸設備の4つに分類した。
- 分離・回収で用いられる設備は技術によって大きく異なるため、各技術に対して整理した。
 - 前処理、CO₂コンディショニング、諸設備は一般的な設備が多く、異なる技術でも同様の設備が利用可能と考えられている。

分離回収のプロセスフロー



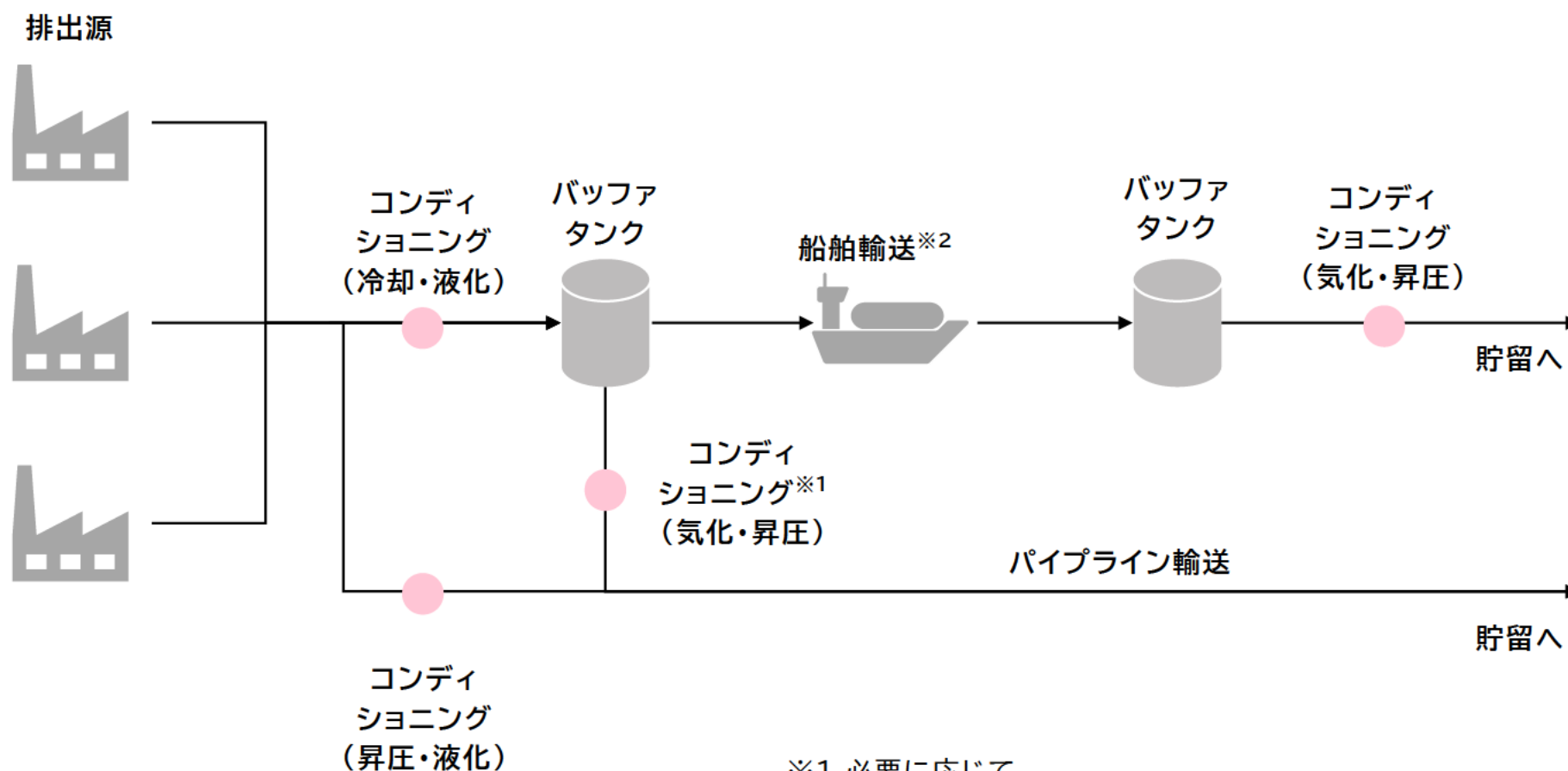
(参考)競争力が見込まれる回収技術

- 先進的な取組みが存在し、国内事業者の競争力が見込まれる分離回収技術として、化学吸収法、物理吸着法、化学吸着・吸収法(固体吸収法)、膜分離法が有望と考えられる。

技術対象	回収技術	国内技術の有望性	技術概要	評価理由(技術の特徴)
分離・回収	化学吸収法	○	ガス分子とアミン／アルカリとの化学反応を利用する。吸収材の種類によってCO2分圧が低い場合にも適用可能である	三菱重工エンジニアリングと関西電力が共同開発している吸収液は排ガスからのCO2回収において世界シェア70%以上を占める
	物理吸収法	×	- ガス分子を液体中に溶解させて成分分離する - CO2分圧が高いほど有利である	- 物理吸収液は主にSelexol液(米国HoneywellUOP社)が用いられる - 国内企業による研究開発が少ない
	物理吸着法、化学吸着・吸収法(固体吸収法)	○	多孔質材にCO2を吸脱着させ分離する。アミンの含浸やアルカリ金属を担持させるものは化学吸着・吸収法と呼ばれるが基本的な設備は物理吸着法とほぼ同様となる	関西電力舞鶴発電所にて、RITE/川崎重工による共同研究を実施中
	ルーピング法	×	CaOとCaCO3を循環させて再生サイクルを構築し、燃焼後ガスからCO2を除去する	- EUを中心にパイロット試験が実施されている - 国内企業による研究開発が少ない
	膜分離法	△～○	- 主に圧力差を駆動力とし、膜の透過速度の違いによってCO2を分離する - 高圧、高濃度ガスの処理に適する	排ガスからのCO2回収は米国MTR社がリードするが、国内においてもOOYOO、日本ガイシ等が研究開発を実施
	その他	×	上記に属さない方法(例:電気化学的手法や超音波を用いた手法など)	萌芽的研究が大半で、実現時期の見通しがついていない

輸送分野の概要

- CO₂の輸送技術は、排出源から貯留サイトまでCO₂を運ぶ範囲について対象とする。
- 輸送方法は、主要な輸送方法であるパイプライン輸送と、船舶による海上輸送を想定する。



※1 必要に応じて

※2 トラック輸送・鉄道輸送は輸送量が限定的と見込まれるため除外

輸送分野(パイプライン)の主要サービス

- CO2パイプラインのライフサイクルに沿い、各種サービスを6つに分類した。

パイプラインのライフサイクル

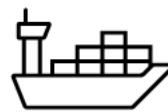
①設計



- ✓ フィージビリティスタディ
- ✓ 詳細設計 など

- PJ採算性の検討や、敷設場所の調査、詳細設計など

②調達



- ✓ 機材調達
- ✓ 機材輸送

- 各種設備の調達や現地への輸送業務など

③建設



- ✓ 建設計画策定
- ✓ 建設

- 現地での敷設作業計画の策定や、敷設にかかる工事など

④試運転



- ✓ 試運転計画策定
- ✓ 試運転(性能検査など)

- パイプラインの引渡し前の性能検査や安全性確認など

⑤O&M



- ✓ 運転管理・操業
- ✓ 設備管理・保全など

- パイプラインの運転管理や設備管理、修繕、回収など

⑥廃止・撤去



- ✓ 廃止・撤去
(撤去工事 など)

- パイプライン廃止時の敷設物の撤去など

輸送分野(海上輸送)の主要サービス

- CO2輸送船のライフサイクルは、主に造船、輸送、解船の3ステージに分かれる。

CO2輸送船のライフサイクル

①設計



- ✓ 概略設計
- ✓ 基本設計・詳細設計

- 船主の要求事項に合わせた仕様策定
- 船体の構造や艤装の設計
- 各種認証の取得

②建造



- ✓ 船殻の加工・組立
- ✓ 艤装の製造・組付け

- 船殻や艤装(CO2タンクや荷役装置含む)の建造、塗装等

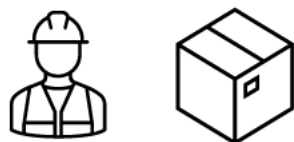
③海上公試・引き渡し



- ✓ 船舶の性能確認
- ✓ 艤装の性能確認

- 建造中の船を進水させ、仕様を満たしているかを確認する

④海上運送・港湾運送



- ✓ CO2の海上輸送運送
- ✓ 港湾での荷役作業

- CO2の荷役および海上運送

⑤保険



- ✓ 船舶保険
- ✓ 貨物保険

- 船舶本体や貨物に関する保険 (CO2は船舶保険が中心と想定)

⑥解船

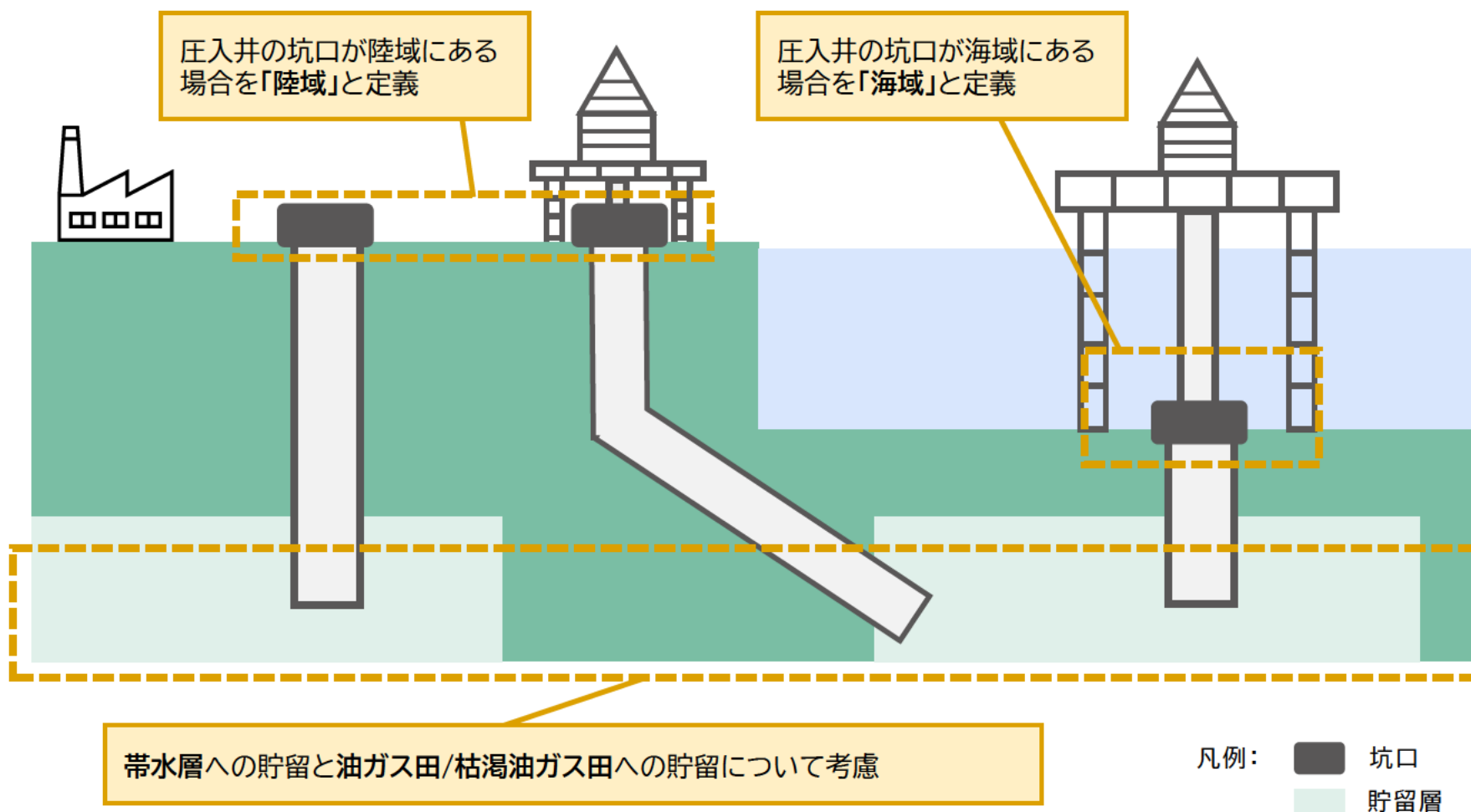


- ✓ 廃船・解船

- 運用しなくなった船から有価物を取り出し、リサイクルを実施

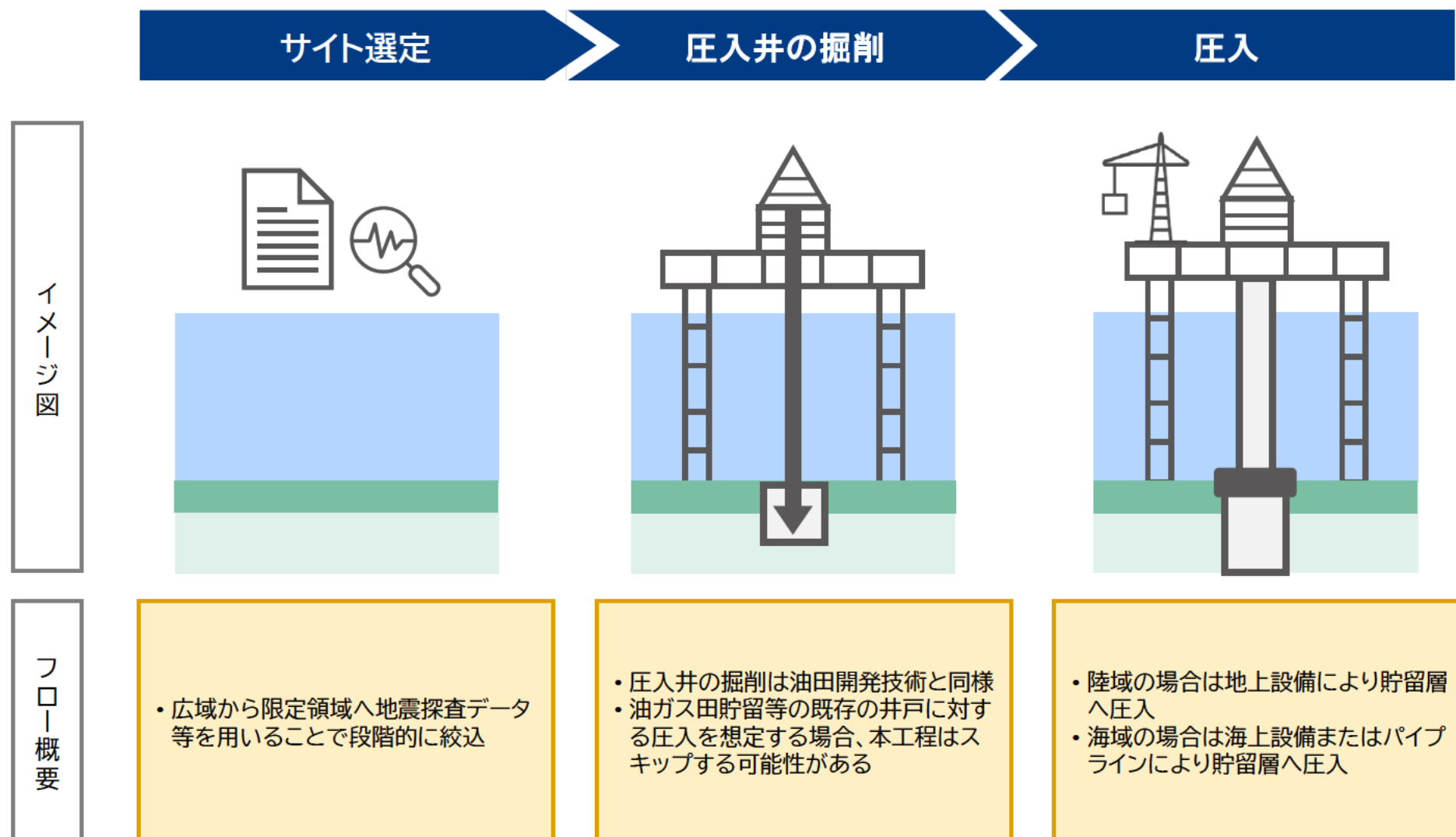
貯留分野の概要(1/2)

- サービスに着目して分類を行う場合、貯留技術は帯水層貯留(陸域、海域)、油ガス田/枯渇油ガス田貯留(陸域、海域)の4種類に分類可能である。
 - 陸域/海域の区分は、圧入井の坑口の位置により定義した。
 - 油ガス田貯留は、EOR技術のCO₂ガス圧入法のことと定義した。



貯留分野の概要(2/2)

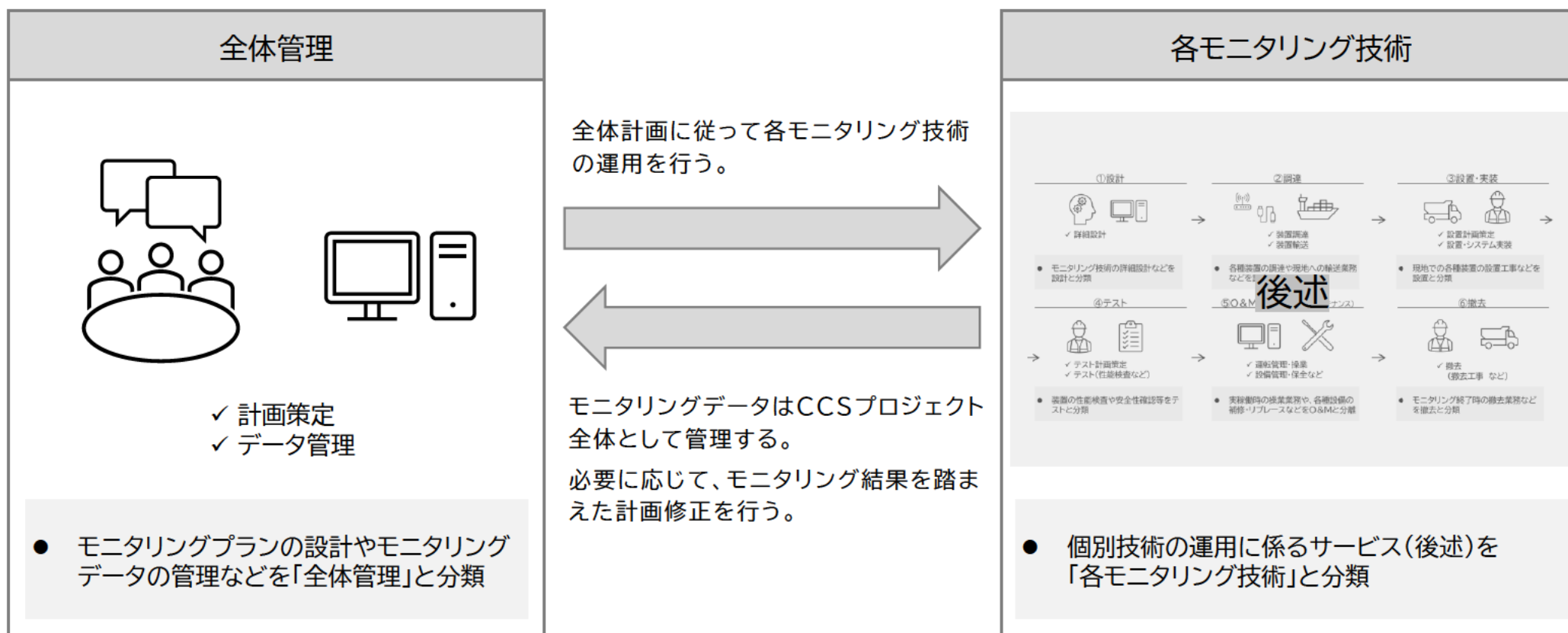
- 貯留のフローは、サイト選定、圧入井の掘削、圧入の3つで構成されている。



モニタリング分野の主要サービス

- CCSモニタリングでは、CCSプロジェクト全体のモニタリングプランを設計した後に、個別技術の運用を行う。そのため、モニタリング分野のサービスを、全体管理と各モニタリング技術の2つのプロセスに分類した。
 - 各モニタリング技術のサービス詳細は後述。

モニタリングのプロセス



モニタリング技術一覧

- CCSにおけるモニタリングの目的は5つあり、それぞれの目的に対してモニタリング対象は圧入CO₂、坑井、圧入後CO₂、貯留層・遮蔽層、CO₂漏出が対応する。
- 目的に対応する技術を整理した上で、基本として実施される技術を抽出した。

モニタリングの目的と対応する技術

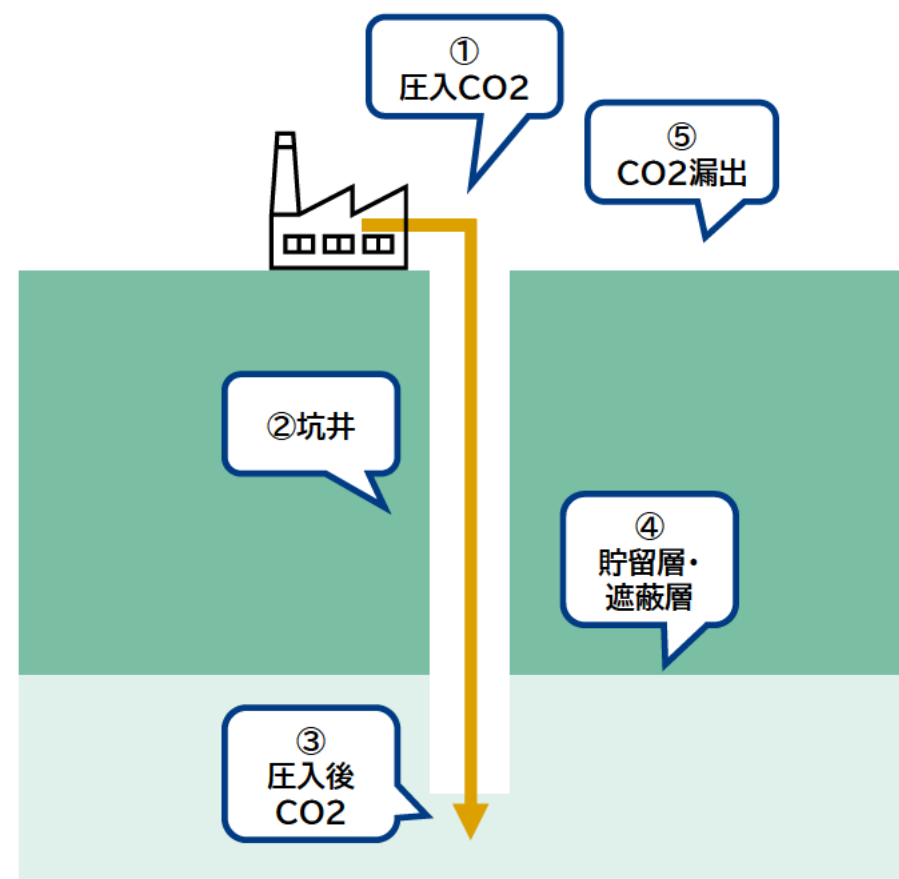
モニタリングの目的	対応するモニタリング技術
①圧入CO ₂ の性状が適切であるか(操業中)	圧入CO ₂ 監視システム
②坑井の耐久性に問題はないか(操業中※・後)	光ファイバー計測
③圧入後のCO ₂ 状況・挙動は適切であるか(操業中※・後)	物理検層
	温度圧力測定
	弾性波探査
	CO ₂ 圧入シミュレーション
	地層流体試料採取・分析
④貯留層・遮蔽層は安定しているか(操業中※・後)	物理検層
	微動観測
	地層試料採取・分析
	電気/電磁探査
⑤地上にCO ₂ が漏出していないか(操業中※・後)	重力探査
	気泡音響計測
	化学センサ
	同位体分析
	サンプル採取・分析

光ファイバー計測技術にて代替されと考えられる。

他のモニタリング技術で代替でき、基本的に実施されない。

2次監視に該当し、1次監視でCO₂漏出兆候が検知された時のみ実施される検査である。

モニタリング対象

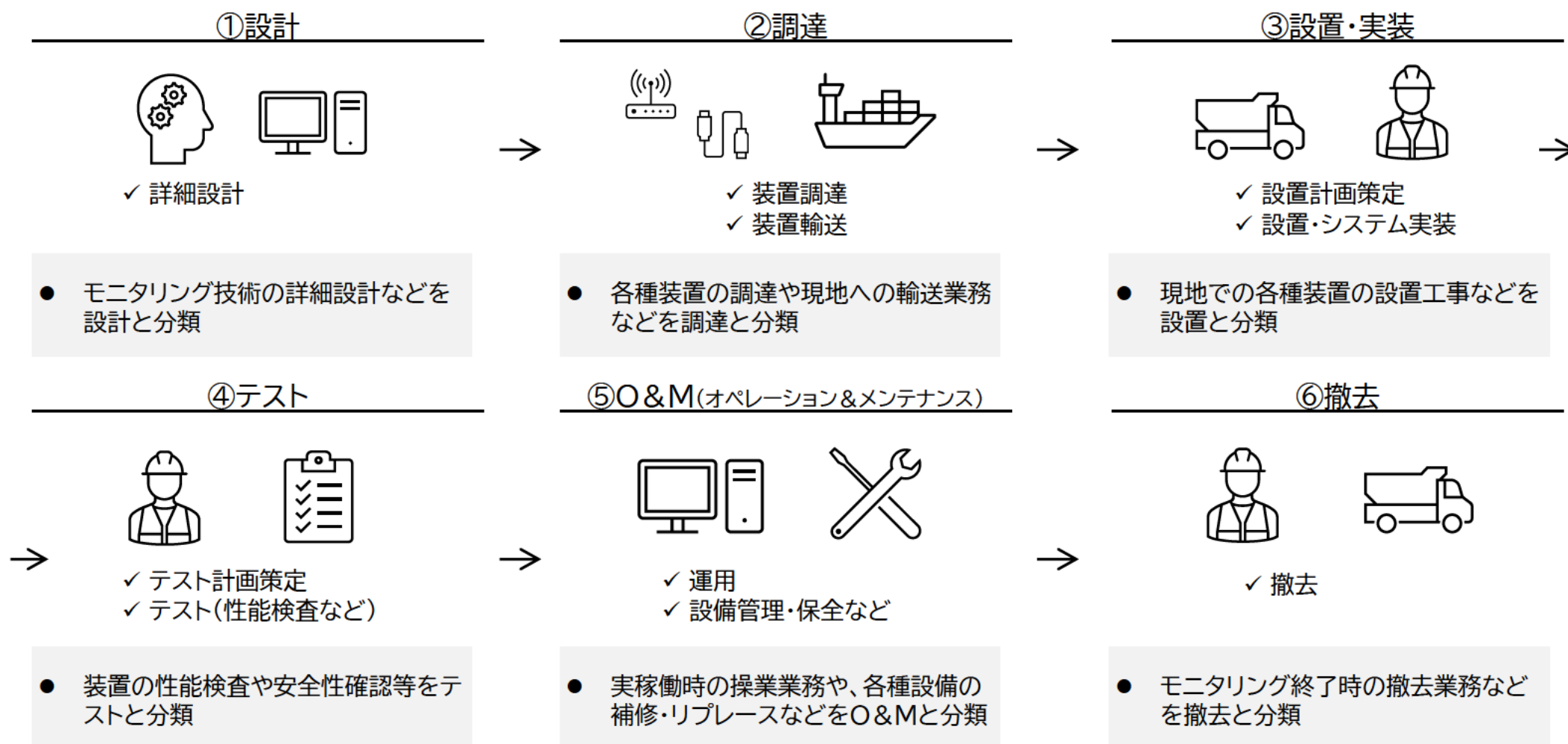


凡例： → CO₂の流れ 遮蔽層 貯留層

モニタリング分野の主要サービス（各モニタリング技術）

- モニタリング技術のライフサイクルに沿い、各種サービスを6つに分類した。
- 技術により必要のないサービスも存在するため、詳細な整理は技術ごとに実施する。

モニタリング技術のライフサイクル



3-1.CCSバリューチェーンを構成する各種サービスの調査・特定及び優位性に関する調査・分析

- 3-1-1.バリューチェーンの概要
- 3-1-2.サービス概要と優位性の評価
- 3-1-3.国内事業者が強みを持つサービスの優位性および課題の整理
- 3-1-4.国内外の主なプレイヤーの整理
- 3-1-5.マップを用いた整理

調査方法

- 「3-1-1. バリューチェーンの概要」の分類に基づき、各種文献等から構成サービスとサービスの概要、国内事業者の優位性に関する情報を整理した。
- また、バリューチェーンを構成する各種サービスや要素技術に知見を持つ事業者へヒアリングを実施し、整理結果の妥当性について検証を実施した。

構成サービスの整理イメージ

テクノロジータイプ	サービス詳細	説明(技術概要など)	CCSにおける優位性の評価
対象となるテクノロジータイプ	サービス1	・ XXX業務を実施	・ 成熟した技術であり、海外CCSプロジェクト等においても、海外事業者が国内事業者と同等のサービスを供給可能と想定される
	サービス2	・ XXX業務を実施	・ 技術成熟度が低いため、現状ではサービスが確立しておらず評価困難
	サービス3	・ XXX業務を実施	・ 国内事業者が海外での業務実績を多数保有しており、CCS市場の拡大に伴う収益拡大が見込まれる
	XXX		公開情報等の調査から優位性を確認できた技術を抽出

国内事業者が優位性を持ちうる技術の抽出結果（1/2）

- 各種文献調査と複数事業者へのヒアリングに基づき、CCSの拡大において国内事業者が優位性を持ちうる技術・領域を抽出した。

分離回収・輸送分野で抽出した技術

分野	抽出技術		技術の優位性
分離回収	EPCサービス (プラントエンジニアリング)		- 設計から試運転まで一括したサービス提供が主体 - 国内企業として、CCSに取組み、かつ海外でのEPC業務実績を多数保有する日揮、千代田化工建設、三菱重工などが存在し、CCS事業においても知見や強みを活かすことができる - CCS特有の課題は想定されず(通常のEPCサービスと同様にサービス提供可能)、市場の拡大に伴う収益拡大が見込まれる
	ライセンスサービス (テクノロジープロバイダー)		- 分離回収のコア技術をライセンス販売の形で他社に提供 - 国内企業としては、化学吸収法で強みを持つ三菱重工等が優位性を持つ - CCS市場の拡大に伴う収益拡大が想定されるが、優位性を保つための研究開発の継続が重要
輸送	海上輸送	LCO2 ハンドリングシステム ライセンスサービス	- LCO2のカーゴタンク・ハンドリングシステムをライセンス供与するサービス - LNG船などでは各社がこれらのシステムについて独自の方式を開発・設計しており、ライセンスを供与している(例:フランス/GTT社、ノルウェー/モスマリタイム社など)
		海運サービス	- LCO2輸送船を用いて港からCO2を積み込み、所定場所まで海上で輸送するサービス - 国内では商船三井、日本郵船、川崎汽船などがLCO2の輸送を取り扱うことが想定される
	パイプライン	EPC・O&M・ 解体サービス	- CO2パイプラインのEPCO&M・解体を行うサービス - 技術・サービスは成熟しており、ガスの取り扱い実績のあるパイプラインエンジニアリング企業(JFEエンジニアリング、日鉄P&Eなど)であれば対応可能である。 - 設計～O&M・解体まで一貫して担うことができるが重要であるが、差別化の要素はEPCのQCDの水準である

国内事業者が優位性を持ちうる技術の抽出結果（2/2）

- 各種文献調査と複数事業者へのヒアリングに基づき、CCSの拡大において国内事業者が優位性を持ちうる技術・領域を抽出した。

貯留・モニタリング分野で抽出した技術

分野	抽出技術	技術の優位性
貯留	圧入/受入設備のEPCサービス	- 設計から試運転まで一括したサービス提供が主体 - 陸域では、CCSへの取組実績や海外におけるEPC業務実績を多数保有する点から、三菱重工や日揮等が優位性を保有 - 海域（着底式プラットフォーム）でも陸域と同様の理由から、日揮や日鉄エンジニアリング等が優位性を保有 - 海域（浮体式プラットフォーム）では、日本の保有する高い造船技術や実績を保有する点から、三井海洋開発や船舶企業等が優位性を保有 - CCS特有の課題は想定されず（通常のEPCサービスと同様にサービス提供可能）、市場の拡大に伴う収益拡大が見込まれる
	帯水層に対する圧入のO&Mサービス	- CO₂圧入に関するO&Mサービス提供が主体 - 現状、帯水層への圧入に関する実績を保有する企業は少なく、類似分野（CO₂-EOR、石油ガス開発）のプロジェクト実績を有する企業が優位性を保有 - 石油開発会社を中心として、圧入のO&Mサービスを検討する企業が存在。国内プロジェクトが中心ではあるが、INPEXは豪州のボナパルトCCSにてオペレーターを務める - 既に幅広く実施されているCO₂-EORと必要技術が似通っていることから、技術的な課題は少ないと想定。市場の拡大に伴う収益拡大が見込まれる
モニタリング	—	（特定のサービスにおける優位性は確認できなかった）

分離回収分野のサービス詳細（1/7）

- FS段階で分離回収プラントに用いる回収技術が選定される。
- FS・FEED段階ともに、国内のプラントエンジニアリング企業・ライセンスサービスを実施する企業が強みを持つ。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
回収法全般	設計	FS (フィージビリティスタディ)	- 事業そのものの採算性を確認するために行う - 市場調査や過去のプロジェクト遂行ノウハウに基づいた技術選択・コスト試算等より経済性を分析し、プロジェクト計画を検討・提案する	- 国内のプラントエンジニアリング企業が強みを持つ - ライセンサーもプラントエンジニアリング企業と連携し、FS段階から参画するケースが多い - 過去実績等を活かした精度の高い試算が可能
		FEED (Front End Engineering Design)	- FSの計画に沿ったプラントの基本設計を行う。主な目的はFEEDパッケージ(技術仕様書)の作成となる - プロジェクトのノウハウや各種設計ツール・データベースを活用することで精度の高い高品質なFEEDパッケージを取りまとめることが可能となる	- 国内のプラントエンジニアリング企業が強みを持つ - ライセンサーの知見も強みとなる - EPC業務の一部として実施される

分離回収分野のサービス詳細（2/7）

- FS・FEEDの結果、化学吸収法プラントが採択されたケースを想定する。
- 一括のEPCサービスとして提供されるケースが多く、国内のプラントエンジニアリング企業が強みを持つ。
- ライセンサーは主に詳細設計や試運転業務を実施し、国内企業が強みを持つ領域である。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
化学吸収法	設計	詳細設計	- プロセス基本設計から始まり、各種プラント構成設備の設計・空間設計などあらゆる分野のエンジニアリングを行う - 専門知識を集約し各種ツール(3Dプラントモデルなど)も用いて高品質なサービスを提供する	- 国内のプラントエンジニアリング企業が強みを持つ - EPC業務の一部として実施 - ライセンサーの知見が特に活かされる業務
	調達	機材調達	- 機材の引き合い、発注、製作工程の管理、品質検査を実施する - データベースや各調達拠点の情報を活用し、QCD等の総合的な判断の上で最適なベンダーを選定する	- EPCサービスの一部として実施される業務であり、特定の業務の強みだけで、プロジェクトが受注できることは少ない - また、調達・建設・試運転サービスのみを実施する事業者は少ない - ライセンサーは主に試運転時に性能の確認などを実施する
		機材輸送	- 調達した設備の輸送計画の立案、船積み、各種申請対応など建設現場までの搬入に必要な業務を実施する - 国際法規の理解や天候トラブル等に起因するスケジュール変更への対応などが重要となる	
	建設	建設計画策定	建設リソース(人員・資材など)を組合せ工事計画を策定する	
		建設	- 計画外の問題に対応しながら、建設業務を遂行する - 建設マネジメントのノウハウ、効率的な建設技術の活用、ITシステムを利用した現場管理マネジメント等が重要となる	
	試運転	試運転計画策定	- エンジニアリング設計とプラント運転の両方を考慮した試運転計画を策定する - コミショニングエンジニアの過去のノウハウや、安全対策が重要となる	
		試運転 (性能検査、安全性確認など)	- プラントが設計および仕様に従って動作すること(品質や安全性)を確認する - コミショニング業務までをシームレスに実施することが高い顧客満足度に繋がる	

出所)各種公開情報よりMRI作成

分離回収分野のサービス詳細（3/7）

- FS・FEEDの結果、化学吸収法プラントが採択されたケースを想定する。
- O&M業務は、エミッター自身が実施するケースも想定されるが、プラントを納入したプラントエンジニアリング企業、ライセンサーも業務の実施や支援を行う。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
化学吸収法	O&M (オペレーション&メンテナンス)	運転計画	・ 運転基本方針・計画・手順書の作成などを行う ・ プロジェクト初期から操業へ準備に参画することで顧客への提供価値を高めることができる	・ 基本的にはプラントを運営する企業自身で実施可能な業務 ・ プラントエンジニアリング企業も顧客から依頼があった場合は実施可能な業務 ・ ライセンスサービスにおいては、吸収液の補填やその他メンテナンス業務などを実施
		運転管理・操業	・ 生産・業務管理システムなどを用いてプラントの操業を行う ・ エネルギー効率の改善、リスクマネジメント、安全システム構築などの実施によって操業改善が可能となる	
		保全計画	・ 保全基本方針・計画・手順書の作成などを行う ・ プロジェクト初期から操業へ準備に参画することで顧客への提供価値を高めることができる	
		設備管理・保全	・ 設備検査、寿命評価等の保全業務を行う ・ アセットマネジメント、ツールによる保全の最適化・効率化などの実施によって操業改善が可能となる	
		増強・改造	・ 需要増加などの環境変化に応じ、増強・改造を行う ・ 省エネ・環境改善・ユーティリティシステムの改造など様々な需要が存在する	
	廃止・解体	廃止・解体	・ 危険物や有害物質、設備の規模等を考慮し解体業務を行う ・ 環境への考慮や、個別に異なるプラントへの対応能力が必要となる	・ 海外では、海外事業者が実施するため優位性はない

出所)各種公開情報よりMRI作成

分離回収分野のサービス詳細（4/7）

- 現状ではサービスが確立していないが、プラントエンジニアリング企業とライセンサーの業務範囲は化学吸収法と同様と考えられる。
- 固体吸収法の研究開発に取り組む企業がライセンサーとして将来的に強みを持つ可能性がある。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
固体吸収法	設計	詳細設計	- プロセス基本設計から始まり、各種プラント構成設備の設計・空間設計などあらゆる分野のエンジニアリングを行う - 専門知識を集約し各種ツール(3Dプラントモデルなど)も用いて高品質なサービスを提供する	- 技術成熟度が低いため、現状ではサービスが確立しておらず評価困難(商業化時に設備構成なども変化すると想定される) - プラントエンジニアリング企業とライセンサーの業務範囲は化学吸収法と同様
		機材調達	- 機材の引き合い、発注、製作工程の管理、品質検査を実施する - データベースや各調達拠点の情報を活用し、QCD等の総合的な判断の上で最適なベンダーを選定する	
	調達	機材輸送	- 調達した設備の輸送計画の立案、船積み、各種申請対応など建設現場までの搬入に必要な業務を実施する - 国際法規の理解や天候トラブル等に起因するスケジュール変更への対応などが重要となる	
	建設	建設計画策定	建設リソース(人員・資材など)を組合せ工事計画を策定する	
		建設	- 計画外の問題に対応しながら、建設業務を遂行する - 建設マネジメントのノウハウ、効率的な建設技術の活用、ITシステムを利用した現場管理マネジメント等が重要となる	
	試運転	試運転計画策定	- エンジニアリング設計とプラント運転の両方を考慮した試運転計画を策定する - コミッショニングエンジニアの過去のノウハウや、安全対策が重要となる	
		試運転 (性能検査、安全性確認など)	- プラントが設計および仕様に従って動作すること(品質や安全性)を確認する - コミッショニング業務までをシームレスに実施することが高い顧客満足度に繋がる	

出所)各種公開情報よりMRI作成

分離回収分野のサービス詳細（5/7）

- 現状ではサービスが確立していないが、プラントエンジニアリング企業とライセンサーの業務範囲は化学吸収法と同様と考えられる。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
固体吸収法	O&M (オペレーション&メンテナンス)	運転計画	・ 運転基本方針・計画・手順書の作成などを行う ・ プロジェクト初期から操業へ準備に参画することで顧客への提供価値を高めることができる	・ 技術成熟度が低いため、現状ではサービスが確立しておらず評価困難(商業化時に設備構成なども変化すると想定される) ・ プラントエンジニアリング企業とライセンサーの業務範囲は化学吸収法と同様
		運転管理・操業	・ 生産・業務管理システムなどを用いてプラントの操業を行う ・ エネルギー効率の改善、リスクマネジメント、安全システム構築などの実施によって操業改善が可能となる	
		保全計画	・ 保全基本方針・計画・手順書の作成などを行う ・ プロジェクト初期から操業へ準備に参画することで顧客への提供価値を高めることができる	
		設備管理・保全	・ 設備検査、寿命評価等の保全業務を行う ・ アセットマネジメント、ツールによる保全の最適化・効率化などの実施によって操業改善が可能となる	
		増強・改造	・ 需要増加などの環境変化に応じ、増強・改造を行う ・ 省エネ・環境改善・ユーティリティシステムの改造など様々な需要が存在する	
	廃止・解体	廃止・解体	・ 危険物や有害物質、設備の規模等を考慮し解体業務を行う ・ 環境への考慮や、個別に異なるプラントへの対応能力が必要となる	

分離回収分野のサービス詳細（6/7）

- 現状ではサービスが確立していないが、プラントエンジニアリング企業とライセンサーの業務範囲は化学吸収法と同様と考えられる。
- 膜分離法の研究開発に取り組む企業がライセンサーとして将来的に強みを持つ可能性がある。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
膜分離法	設計	詳細設計	- プロセス基本設計から始まり、各種プラント構成設備の設計・空間設計などあらゆる分野のエンジニアリングを行う - 専門知識を集約し各種ツール(3Dプラントモデルなど)も用いて高品質なサービスを提供する	- 技術成熟度が低いため、現状ではサービスが確立しておらず評価困難(商業化時に設備構成なども変化すると想定される) - プラントエンジニアリング企業とライセンサーの業務範囲は化学吸収法と同様
		機材調達	- 機材の引き合い、発注、製作工程の管理、品質検査を実施する - データベースや各調達拠点の情報を活用し、QCD等の総合的な判断の上で最適なベンダーを選定する	
	調達	機材輸送	- 調達した設備の輸送計画の立案、船積み、各種申請対応など建設現場までの搬入に必要な業務を実施する - 国際法規の理解や天候トラブル等に起因するスケジュール変更への対応などが重要となる	
		建設計画策定	建設リソース(人員・資材など)を組合せ工事計画を策定する	
	建設	建設	- 計画外の問題に対応しながら、建設業務を遂行する - 建設マネジメントのノウハウ、効率的な建設技術の活用、ITシステムを利用した現場管理マネジメント等が重要となる	
		試運転計画策定	- エンジニアリング設計とプラント運転の両方を考慮した試運転計画を策定する - コミッショニングエンジニアの過去のノウハウや、安全対策が重要となる	
	試運転	試運転 (性能検査、安全性確認など)	- プラントが設計および仕様に従って動作すること(品質や安全性)を確認する - コミッショニング業務までをシームレスに実施することが高い顧客満足度に繋がる	

分離回収分野のサービス詳細（7/7）

- 現状ではサービスが確立していないが、プラントエンジニアリング企業とライセンサーの業務範囲は化学吸収法と同様と考えられる。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
膜分離法	O&M (オペレーション&メンテナンス)	運転計画	・ 運転基本方針・計画・手順書の作成などを行う ・ プロジェクト初期から操業へ準備に参画することで顧客への提供価値を高めることができる	・ 技術成熟度が低いため、現状ではサービスが確立しておらず評価困難（商業化時に設備構成なども変化すると想定される） ・ プラントエンジニアリング企業とライセンサーの業務範囲は化学吸収法と同様
		運転管理・操業	・ 生産・業務管理システムなどを用いてプラントの操業を行う ・ エネルギー効率の改善、リスクマネジメント、安全システム構築などの実施によって操業改善が可能となる	
		保全計画	・ 保全基本方針・計画・手順書の作成などを行う ・ プロジェクト初期から操業へ準備に参画することで顧客への提供価値を高めることができる	
		設備管理・保全	・ 設備検査、寿命評価等の保全業務を行う ・ アセットマネジメント、ツールによる保全の最適化・効率化などの実施によって操業改善が可能となる	
		増強・改造	・ 需要増加などの環境変化に応じ、増強・改造を行う ・ 省エネ・環境改善・ユーティリティシステムの改造など様々な需要が存在する	
	廃止・解体	廃止・解体	・ 危険物や有害物質、設備の規模等を考慮し解体業務を行う ・ 環境への考慮や、個別に異なるプラントへの対応能力が必要となる	

輸送分野のサービス詳細（1/4）

- 海上輸送では、造船におけるLCO2ハンドリングシステムのライセンスサービスの提供に強みを持つ可能性がある。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性評価
海上輸送	造船	概略設計	- 船主の要求事項（船速、貨物積載能力、航続距離、航行区域、港湾の制限等）を踏まえて船型の検討を行う - 必要に応じて模型を用いた水槽試験やシミュレーションなどを通じて必要な鋼板の厚さ推定や出力推定計算等を行い、おおよその船価等を定める - 最終的に船主と協議の上、仕様書を作成する	- 設計対応力（船の規模、要求仕様）によって差が出るが、大手の造船所は対応可能 - 中国などでは設計のみを担当する組織があり、造船機能と分業することで効率化を目指す傾向がある
		基本設計・詳細設計	- 主に構造設計や鉄艀装設計（荷役装置等の装備品）、管艀装設計、木艀装設計、塗装設計、機関艀装設計、電気艀装設計などを行う - CO2船では構造設計に加え、特にCO2ハンドリングが重要な要素となるため、管艀装設計に関して高い能力・専門性が求められる - この段階で船級協会等から船級取得を行うが、新たな船の場合には船級取得の前に基本設計承認を取得する	CO2のカーゴタンク・ハンドリングシステムの設計・製造に強みを持ちうる
		建造・海上公試・ガステスト・引き渡し	- 船型は、資材発注を経て、ブロック単位での加工され、これらをドック内やスロープ上で組み立てることで出来上がる - 組み立て後は進水して艀装の組付けを行う。ただし、エンジン等の重量バランスが崩れやすいものは進水前に組み付ける場合もあり、その場合は先行艀装という - 工事が完了すると、1週間弱をかけて試運転を行う。試運転では、性能および保証値の確認、操縦性能の確認、装備品の試験を行う - また、タンク等へLCO2を充填し、ガスのリーク等が発生しないかを確認する	- 建造については国内でも対応はできるものの中韓の方が価格競争力あり - ライセンス供与などの形の方が競争優位性を見出しやすい可能性あり
	解船		退役した船の解体を行う。鉄等はリサイクルし、FRP等は適切に処分することが求められる	海外が優位

輸送分野のサービス詳細（2/4）

- 海上輸送の輸送面では、海運サービスは国内事業者が世界的にも先進的な取り組みを行っており、実績面で優位性を持つ。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性評価
海上輸送	輸送	海運	荷主と海運会社間で契約し、指定の場所まで荷物を送り届けること。海運会社自身が船主、船舶管理、船員管理、オペレーターの役割を担う場合もあるが、それぞれ個別の企業が担う場合もある	- 国内の大手3社は世界的にも積極的にLCO2の輸送に取り組んでおり、実績面でも優位性を持つ - LCO2の輸送サービスは実績面で先行しており優位性がある一方、T&S事業者の下で輸送だけを行うこととなると収益性が下がる恐れあり
		傭船	船主が船を船舶管理会社やオペレーターに船を貸し付けること。定期傭船契約と裸傭船契約の2種類があり、後者は運航や操業を行う船長・船員を船舶管理会社やオペレーターが調達する。また、契約期間によっては定期用船契約と航海用船契約にも分かれる	
		メンテナンス	艀装や船体(減肉や塗装剥離等)の劣化診断・修繕を行う	特筆する優位性はない
		海上保険	貨物保険と船舶保険の2種類がある	
		港湾運送	荷主又は船社の委託を受けて、委託者に代わって港湾内における船内から沿岸エリアでの貨物の受け渡し作業を行うこと。主に一般港湾運送事業と港湾荷役事業に分かれる	

輸送分野のサービス詳細（3/4）

- パイプライン輸送においては、国内事業者のEPCはトップレベルのQCDを実現しており、国内においては高い優位性を持つ。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性評価
パイプライン	設計	FS	- 事業そのものの採算性を確認するために行う - 市場調査や過去のプロジェクト遂行ノウハウに基づいた技術選択・コスト試算等より経済性を分析し、プロジェクト計画を検討・提案する	- 国内事業者のサービスは世界的にもトップレベルのQCDを実現している - 一方で、技術的には成熟した市場であるため、差別化が困難である。 - また、基本的には1社にて設計～O&Mまでを手掛けることが通常であるため、総合力が評価される（顧客要求で一部機能を他社に切り出す場合もあり） - 基本的には現地国の事業者が優位
		FEED	- FSの計画に沿ったパイプラインの基本設計を行う。主な目的はFEEDパッケージ（技術仕様書）の作成となる - 測量や土壌調査等の現地調査もこの段階から開始する	
		詳細設計	- 導管のルート計画、流量・圧力等の設計・解析など、詳細な設計を行う - 環境アセスメントや関係各所との調整等もこの段階から開始する	
	調達	機材調達	機材の引き合い、発注、製作工程の管理、品質検査を実施する	
		機材輸送	設備の輸送計画の立案、船積み、各種申請対応など建設現場までの搬入等を実施する	
	建設	建設計画策定	建設リソース（人員・資材など）を組合せ工事計画を策定する	
		建設	- 敷設場所に応じて様々な工法を用いてパイプラインをひく - 特に敷設場所が道路や水中などの特殊な場合、独自工法で工期の短縮や施工の効率化を図り差別化を行うことがある	

輸送分野のサービス詳細（4/4）

- 試運転～解体については対応できることが重要ではあるも、顧客の要望次第では他社に発注されるなど必ずしも優位性があるとはいいきれない。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性評価
パイプライン	試運転	試運転計画策定	- エンジニアリング設計と運転の両方を考慮した試運転計画を策定する - コミッショニングエンジニアの過去のノウハウや安全対策が重要となる	(前頁同様)
		試運転 (性能検査、安全性確認等)	プレコミッショニング、コミッショニングを経て、パイプラインが要求品質を満たしているか確認する	
	O&M	運転計画	運転基本方針・計画・手順書の作成などを行う	
		運転管理・操業	- 運転管理システムなどを用いてパイプラインの操業を行う - リスクマネジメント、安全システム構築などの実施が付加価値となる	
		保全計画	保全基本方針・計画・手順書の作成などを行う	
		設備管理・保全	設備検査、劣化診断(減肉・亀裂・スケール付着)、修繕等の管理・保全業務を行う	
		改修・リプレース	老朽化や需要増加等に応じ、改修・リプレースを行う	
	解体	廃止・撤去	危険物や有害物質の漏洩等を考慮し撤去業務を行う	

貯留分野のサービス詳細（1/6）

	帯水層	油ガス田
海域	①	③
陸域	②	④

- サイト選定においては安価な事業者が選定される側面が強く、海外事業者との差別化が難しいと想定される。
- 貯留層評価においては海外製ツールのシェア率が高く、国内事業者の参入は困難である。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
帯水層貯留 (海域/陸域)	サイト選定 および 貯留層評価	データ収集	帯水層の場合は既存のデータが存在しないため、スクリーニング等で用いるためのデータを収集する	- 安価な事業者が選定される側面や各国の特性を踏まえたサイト選定が必要であるため、海外展開を考えた際には国内企業の優位性は低い - 帯水層貯留の場合は新規のデータ取得が必要なので、国内企業の参入可能性は有
		サイトスクリーニング	地震探査データ等を活用することで、圧入に適さないエリアを除外する	
		サイト選定	絞り込まれたエリアに対して、貯留容量・圧入性・封じ込め能力・健全性の4要素を加味して、サイトを絞り込む	
		サイトキャラクタリゼーション	絞り込まれたサイトに対して坑井物理検層・コア分析等の複数データによる分析をすることで、サイトを精査する	
		モデリングおよびシミュレーション	貯留層モデルを構築し、CO2圧入シミュレーションを実施。長期貯留安定性の評価や、キャラクタリゼーションの精度向上を図る	- Schlumberger等の海外企業がツールでは高いシェア率を誇る - シミュレーションは貯留オペレーターが自社内で実施する場合が多く、自社向けにカスタマイズしたシミュレーション内容であるため、特定の企業が優位性を保有する可能性は低い

貯留分野のサービス詳細（2/6）

	帯水層	油ガス田
海域	①	③
陸域	②	④

- 圧入/受入設備のEPCサービスにおいては、国内のエンジニアリング企業が強みを保有している。
- また、圧入のO&Mサービスにおいては、帯水層の早期実績獲得により強みを保有できる可能性がある。

テクノロジー タイプ	サービス 詳細	要素技術	説明	優位性の評価
帯水層貯留 (海域)	掘削	掘削設備の設計	- リグのEPC業務はリグコントラクターが実施 - ジャッキアップ型、セミサブマーシブル型、ドリルシップ型等の種類が存在しており、水深等によって用いる設備が異なる	リグ製造は海外企業が実施することが多く、国内企業の製造事例は少ないため、優位性は低い
		調達		
		掘削設備の建設		
		輸送	輸送船等により、貯留サイトへ輸送する	- 国内唯一の海洋掘削企業であるJDCが保有するHAKURYUが稼働中 - 一方、海洋掘削リグの大半はExxon MobilやBP等の海外企業による運用であるため、明確な優位性を保有している訳ではない
		調査井掘削	調査井掘削/圧入井掘削のオペレーションとメンテナンスを実施	
		圧入井掘削		
		撤去	使用後のリグは別サイトでの掘削のために再利用される	
	圧入	圧入/受入設備の設計	陸上から海底に伸ばしたパイプラインにより圧入する方法、CO2を固定式プラットフォーム等に一時貯蔵した後に圧入する方法が存在	- 国内のエンジニアリング企業が強みを保有 - 設計～試運転までを一括してサービス展開することが多い
		調達		
		圧入/受入設備の建設		
		試運転	安全なオペレーションが実現可能か検証する	今後の急拡大を見越した場合、CCSの実績や周辺領域である油ガス田開発による実績を重ねることで、海外展開が可能な領域であると想定
		オペレーション&メンテナンス	1つの圧入井に対して圧入期間は20年程度と想定される (操業中のメンテナンスについては、モニタリングパートにて整理)	

貯留分野のサービス詳細（3/6）

	帯水層	油ガス田
海域	①	③
陸域	②	④

- 圧入/受入設備のEPCサービスにおいては、国内のエンジニアリング企業が強みを保有している。
- また、圧入のO&Mサービスにおいては、帯水層の早期実績獲得により強みを保有できる可能性がある。

テクノロジー タイプ	サービス 詳細	要素技術	説明	優位性の評価
帯水層貯留 (陸域)	掘削	掘削設備の設計	- リグのEPC業務はリグコントラクターが実施 - 目標とする掘削深度に応じて、必要な掘削リグの大きさは変化。2,000m～3,000mの比較的浅い井戸ではコンピューターで制御可能な小型リグが、5,000m程度の深い井戸では7人程度の作業員による常時監視が必要な大型リグが用いられる	リグ製造は海外企業が実施することが多く、国内企業の製造事例は少ないため、優位性は低い
		調達		
		掘削設備の建設		
		輸送	大型ヘリやトレーラー等により、貯留サイトへ輸送する	- 国内においてはINPEX、JAPEX等の企業が強みを保有 - 一方、陸上掘削リグを国際間で輸送することは少ない。そのため、海外においては地場企業が強みを保有しており、国内企業の優位性は低い
		調査井掘削	調査井掘削/圧入井掘削のオペレーションとメンテナンスを実施	
		圧入井掘削		
		撤去	使用後のリグは別サイトでの掘削のために再利用される	
	圧入	圧入/受入設備の設計	- 主にパイプラインで輸送されたCO2を圧入する - 輸送距離が長距離である場合、貯留サイト付近でCO2を再圧縮する設備が追加が必要となる	- 国内のエンジニアリング企業が強みを保有 - 設計～試運転までを一括してサービス展開することが多い
		調達		
		圧入/受入設備の建設		
		試運転	安全なオペレーションが実現可能か検証する	
		オペレーション&メンテナンス	1つの圧入井に対して圧入期間は20年程度と想定される (操業中のメンテナンスについては、モニタリングパートにて整理)	今後の急拡大を見越した場合、CCSの実績や周辺領域である油ガス田開発による実績を重ねることで、海外展開が可能な領域であると想定

貯留分野のサービス詳細（4/6）

	帯水層	油ガス田
海域	①	③
陸域	②	④

- サイト選定においては安価な事業者が選定される側面が強く、海外事業者との差別化が難しいと想定される。
- 貯留層評価においては海外製ツールのシェア率が高く、国内事業者の参入は困難である。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
油ガス田貯留 (海域/陸域)	サイト選定 および 貯留層評価	データ収集	油ガス田開発時の既存データが存在せず、追加データが必要な場合、帯水層貯留と同様の工程が必要	安価な事業者が選定される側面や各国の特性を踏まえたサイト選定が必要であるため、海外展開を考えた際には国内企業の優位性は低い
		サイトスクリーニング		
		サイト選定		
		サイトキャラクターゼーション		
		モデリングおよびシミュレーション	貯留層モデルを構築し、CO2圧入シミュレーションを実施。長期貯留安定性の評価や、キャラクターゼーションの精度向上を図る	- Schlumberger等の海外企業がツールでは高いシェア率を誇る - シミュレーションは貯留オペレーターが自社内で実施するケースが多く、自社向けにカスタマイズしたシミュレーション内容であるため、特定の企業が優位性を保有する可能性は低い

貯留分野のサービス詳細（5/6）

	帯水層	油ガス田
海域	①	③
陸域	②	④

- 圧入/受入設備のEPCサービスにおいては国内のエンジニアリング企業が強みを保有している。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
油ガス田貯留（海域）	掘削	掘削設備の設計	- 既存坑井からCO2を圧入する場合、本工程はスキップされる可能性有 - 耐CO2チュービングパイプを用いていない場合や坑井内の損傷度合いが大きい場合は、圧入井としての再活用が難しいため廃坑となる可能性有 - 既存坑井の活用が難しい場合、新規の圧入井を掘削する必要がある。その場合、帯水層貯留と同様の工程が必要	リグ製造は海外企業が実施することが多く、国内企業の製造事例は少ないため、優位性は低い
		調達		
		掘削設備の建設		- 国内唯一の海洋掘削企業であるJDCが保有するHAKURYUが稼働中 - 一方、海洋掘削リグの大半はExxon MobilやBP等の海外企業による運用であるため、明確な優位性を保有している訳ではない
		輸送		
		調査井掘削		
		圧入井掘削		
		撤去		
	圧入	圧入/受入設備の設計	陸上から海底に伸ばしたパイプラインにより圧入する方法、CO2を固定式プラットフォーム等に一時貯蔵した後に圧入する方法が存在	- 国内のエンジニアリング企業が強みを保有 - 設計～試運転までを一括してサービス展開することが多い
		調達		
		圧入/受入設備の建設		
		試運転	安全なオペレーションが実現可能か検証する	油ガス田/枯渇油ガス田においては、海外オイルメジャーが権益の大半を保有しており、後発で国内企業がシェアを獲得することは困難と想定
		オペレーション & メンテナンス	1つの圧入井に対して圧入期間は20年程度と想定される （操業中のメンテナンスについては、モニタリングパートにて整理）	

貯留分野のサービス詳細（6/6）

	帯水層	油ガス田
海域	①	③
陸域	②	④

- 圧入/受入設備のEPCサービスにおいては国内のエンジニアリング企業が強みを保有している。

テクノロジータイプ	サービス詳細	要素技術	説明	優位性の評価
油ガス田貯留 (陸域)	掘削	掘削設備の設計	- 既存坑井からCO2を圧入する場合、本工程はスキップされる可能性有 - 耐CO2チュービングパイプを用いていない場合や坑井内の損傷度合いが大きい場合は、圧入井としての再活用が難しいため廃坑となる可能性有 - 既存坑井の活用が難しい場合、新規の圧入井を掘削する必要がある。その場合、帯水層貯留と同様の工程が必要	リグ製造は海外企業が実施することが多く、国内企業の製造事例は少ないため、優位性は低い
		調達		
		掘削設備の建設		- 国内においてはINPEX、JAPEX等の企業が強みを保有 - 一方、陸上掘削リグを国際間で輸送することは少ない。そのため、海外においては地場企業が強みを保有しており、国内企業の優位性は低い
		輸送		
		調査井掘削		
		圧入井掘削		
		撤去		
	圧入	圧入/受入設備の設計	- 主にパイプラインで輸送されたCO2を圧入する - 輸送距離が長距離である場合、貯留サイト付近でCO2を再圧縮する設備が追加が必要となる	- 国内のエンジニアリング企業が強みを保有 - 設計～試運転までを一括してサービス展開することが多い
		調達		
		圧入/受入設備の建設		
		試運転	安全なオペレーションが実現可能か検証する	油ガス田/枯渇油ガス田においては、海外オイルメジャーが権益の大半を保有しており、後発で国内企業がシェアを獲得することは困難と想定
		オペレーション&メンテナンス	1つの圧入井に対して圧入期間は20年程度と想定される (操業中のメンテナンスについては、モニタリングパートにて整理)	

モニタリング分野のサービス詳細（1/5）

- モニタリングの全体管理において、特定の企業が優位性を保有する可能性は低く、海外事業者との差別化は難しいと想定される。
 - 但し、モニタリングプラン設計については、プラントエンジニアリングの一環として海外展開可能と考えられる。

テクノロジータイプ		サービス 詳細	要素技術	説明	優位性評価
全体管理	—	設計	モニタリング プラン設計	- CCSモニタリングの全体像を企画設計する - 適切な操業ならびにCO₂の貯留状況を確認する項目を基本として、リスクに基づいた計画やサイト特有の条件を考慮した計画を策定する - 知見の蓄積やリスクの変化に伴い柔軟に計画を見直す必要がある	- 物理探査の知見があれば、モニタリングプラン設計可能（CO₂漏出モニタリングを除く）。 - 基本的には投資家からの資金調達力が高く、CCSの知見が豊富な欧米企業に優位性があるが、プラントエンジニアリングの一環としてのサービス提供であれば、国内事業者も海外展開可能と考えられる。
		データ管理	データ管理	各モニタリング技術より収集したデータを主にクラウド上で管理する	- CCSデータを国外に持ち出すことを禁止している国もある。 - 国内事業者独自の技術もないため、海外では優位性はない。

モニタリング分野のサービス詳細（2/5）

- 圧入CO2監視システムにおいて、国内事業者の特筆すべき優位性はない。

テクノロジータイプ		サービス 詳細	要素技術	説明	優位性評価
各モニタリ ング技術	圧入CO2 監視システム	設計	詳細設計	・ 圧入CO2監視システムに係る詳細な企画設計を行う	・ 海外において優位性はない。
		調達	装置調達	・ 温度計や圧力計などの計測機器やシステムについて、発注や品質検査を実施する	
			装置輸送	・ 装置の輸送計画の立案、船積み、各種申請対応など設置現場までの搬入等を実施する	
		設置・実装	設置計画策定	・ リソース(人員・資材など)を組合せ設置工事計画を策定する	
			設置・システム実装	・ 調達した計測機器やシステムを適切に設置する	
		テスト	テスト (性能検査、安全性確認等)	・ 適切に計測可能か、安全なオペレーションが実現可能かを検証する	
		O&M	運用計画	・ 圧入CO2監視システムの運用に関する基本方針・計画・手順書の作成などを行う	
			運用・管理	・ 圧入CO2監視システムの運用・管理を行う ・ 圧入CO2監視システムに基づいて、圧入設備の操業状況を把握・管理する	
			保全計画	・ 保全基本方針・計画・手順書の作成などを行う	
			設備管理・保全	・ 設備検査、劣化診断、修繕等の管理・保全業務を行う	
			改修・リプレイス	・ 老朽化等に応じ、交換等を行う	
		撤去	撤去	・ 圧入CO2監視システムの撤去業務を行う	

モニタリング分野のサービス詳細（3/5）

- 光ファイバー計測のサービスにおいて、国内事業者の特筆すべき優位性はないと想定される。

テクノロジータイプ		サービス 詳細	要素技術	説明	優位性評価
各モニタ リング技術	光ファイバー 計測	設計	詳細設計	光ファイバー計測に係る詳細な企画設計を行う	基本的には海外において、サービスに優位性はないと想定される。
		調達	装置調達	光ファイバーや計測装置など光ファイバー計測に必要な機器の発注や製作工程の管理、品質検査を実施する	
			装置輸送	装置の輸送計画の立案、船積み、各種申請対応など設置現場までの搬入等を実施する	
		設置	設置計画策定	- リソース(人員・資材など)を組合せ設置工事計画を策定する - 坑井掘削時に光ファイバーを設置するため、坑井掘削に係る関係各所との調整等も行う	
			設置	坑井掘削時に光ファイバーを坑井に設置する	
		テスト	テスト(性能検査、安全性確認等)	適切に計測可能か、安全なオペレーションが実現可能かを検証する	
		O&M	運用計画	光ファイバー計測の運用に関する基本方針・計画・手順書の作成などを行う	
			運用・管理	- 光ファイバー計測の運用・管理を行う - 日常的な計測の他に、定期的に高感度な計測装置に切り替えて計測を行う - 異常発生時には、当該リスクに応じて追加的モニタリングを実施すべく、他モニタリングと連携する	
			保全計画	計測装置に関する保全基本方針・計画・手順書の作成などを行う(光ファイバーに関しては保全業務が不要)	
			設備管理・保全	設備検査、劣化診断、修繕等の管理・保全業務を行う	
			改修・リプレイス	老朽化等に応じ、計測装置の改修・リプレイスを行う(光ファイバーは改修・リプレイスが不要)	
		撤去	撤去	撤去業務を行う	

モニタリング分野のサービス詳細（4/5）

- 弾性波探査において、国内事業者には優位性はない。
- CO2圧入シミュレーションにおいて、海外の地下構造データは入手困難なため、海外展開は難しい。

テクノロジータイプ		サービス詳細	要素技術	説明	優位性評価
各モニタリング技術	弾性波探査	設計	詳細設計	・ 弾性波探査に係る詳細な企画設計を行う	・ 海外において優位性はない。
		調達	装置調達	・ 弾性波探査に必要な機器の発注や品質検査を実施する	
			装置輸送	・ 装置の輸送計画の立案、船積み、各種申請対応など設置現場までの搬入等を実施する	
		テスト	テスト（性能検査、安全性確認等）	・ 適切に計測可能か、安全なオペレーションが実現可能かを検証する	
		オペレーション	運用計画	・ 弾性波探査の運用に関する基本方針・計画・手順書の作成などを行う ・ 地元要請等、関係各所との調整を行う	
			運用・管理	・ 弾性波探査の運用・管理を行う ・ 海域の場合、探査船の用船技術が必要 ・ 海域の場合、ケーブルに他の船が引っ掛からないよう警備が必要	
			データ解析	・ 弾性波探査で収集したデータを解析する	
		撤去	撤去	・ 撤去業務を行う	
	CO2圧入シミュレーション	設計	詳細設計	・ CO2圧入シミュレーションに係る詳細な企画設計を行う	・ セキュリティの関係上、海外の地下構造データを入手することは困難であるため、海外展開は難しい。
		オペレーション	運用計画	・ CO2圧入シミュレーションの運用に関する基本方針・計画・手順書の作成などを行う	
			運用・管理	・ CO2圧入シミュレーションの運用・管理を行う ※契約形態としてはソフト売りではなく、知見も含めたサービス売りと推察される	

モニタリング分野のサービス詳細（5/5）

- 微動観測のサービスにおいて、国内事業者の特筆すべき優位性はないと想定される。

テクノロジータイプ		サービス 詳細	要素技術	説明	優位性評価
各モニタ リング技術	微動観測	設計	詳細設計	微動観測に係る詳細な企画設計を行う	基本的には海外において、サービスに優位性はないと想定される。
		調達	装置調達	- 地震計など微動観測に必要な機器の発注や品質検査を実施する - 微動観測の結果に基づきCO2圧入制御にフィードバックを行うCO2圧入管理システム(ATLS)などのシステムも必要に応じて調達する	
			装置輸送	装置の輸送計画の立案、船積み、各種申請対応など設置現場までの搬入等を実施する	
		設置・ 実装	設置計画策定	リソース(人員・資材など)を組合せ設置工事計画を策定する	
			設置・ システム実装	調達した装置やシステムを適切に設置する	
		テスト	テスト (性能検査等)	適切に計測可能かを検証する	
		O&M	運用計画	微動観測の運用に関する基本方針・計画・手順書の作成などを行う	
			運用・管理	微動観測の運用・管理を行う	
			保全計画	保全基本方針・計画・手順書の作成などを行う	
			設備管理・保全	設備検査、劣化診断、修繕等の管理・保全業務を行う	
			改修・リプレー ス	老朽化等に応じ、改修・リプレースを行う	
		撤去	撤去	撤去業務を行う	

3-1.CCSバリューチェーンを構成する各種サービスの調査・特定及び優位性に関する調査・分析

- 3-1-1.バリューチェーンの概要
- 3-1-2.サービス概要と優位性の評価
- 3-1-3.国内事業者が強みを持つサービスの優位性および課題の整理
- 3-1-4.国内外の主なプレイヤーの整理
- 3-1-5.マップを用いた整理

調査方法

- 「3-1-2.サービス概要と優位性の評価」において抽出した国内事業者が優位性を持ちうるサービスを対象に、国内外の事業者および、国内事業者の優位性や課題を帳票の形式でとりまとめた。

各技術の技術に関する情報の整理

技術帳票を作成した抽出サービスリスト

分野	技術帳票を作成した技術
分離回収	EPCサービス(プラントエンジニアリング)
	ライセンスサービス(テクノロジープロバイダー)
輸送	EPC+O&M・解体サービス(パイプライン)
	LCO2ハンドリングシステム ライセンスサービス
	海運サービス
貯留	圧入/受入設備のEPCサービス
	帯水層に対する圧入のO&Mサービス

技術帳票のイメージ

要素技術分類		・ XXX
主な事業者	国内	・ XXX
	海外	・ XXX
技術概要		・ XXX
CCSにおける優位性	技術	・ XXX
	技術以外	・ XXX
CCSにおける解決すべき課題	技術	・ XXX
	技術以外	・ XXX
技術課題の解決方向性		・ XXX
その他の優位性(CCS以外の他事業・産業への横展開ポテンシャル)		・ XXX

分離回収－EPCサービス

- EPCサービスは、精度の高い事業性評価や高品質なプロジェクト遂行力が評価されるサービスであり、特に過去のCCS実証や類似実績（石油やLNG等）の納入実績が大きな優位性となる。
- サービスとして既に提供可能な領域でありCCS特有の大きな課題はないが、実績が重視されるためCCS市場への早期参入による実績の蓄積が重要と考えられる。

優位性および課題の整理結果

要素技術分類		分離回収－EPCサービス
主な事業者	国内	・日揮、千代田化工建設、三菱重工、川崎重工、日鉄エンジニアリング、JFEエンジニアリングなど
	海外	・Fluor、Kiewit、Saipem (Eni)、Worley Parsons、Bechtel、Technip Energies、Petrofacなど
技術概要		・基本的に、一貫したEPCサービス（設計・調達・建設・試運転）として提供される。サービス全体の金額や納期を踏まえ、総合的に評価されプロジェクトを受注する（特定業務の強み（調達・建設等）によってのみ、顧客から評価されることは少ない）。
CCSにおける優位性	技術	・精度の高い事業性評価や、高品質なプロジェクト遂行力 -過去のプロジェクト実績により蓄積された知見や各種データに基づいた精度の高い事業性評価が可能である。また、各種ステークホルダー（協力会社など）との連携や、プロジェクトマネジメント能力によって、トラブル発生時にも柔軟に対応できるプロジェクト遂行能力を有する
	技術以外	・CCS実証や類似事業（石油・LNGなど）におけるプロジェクト遂行実績 -海外でもプロジェクトを多数展開する日揮、千代田化工建設、三菱重工などが存在する。大規模CCS等では、類似のプロジェクト実績が重視される傾向にあり、過去の実績が大きな優位性となり得る
CCSにおける解決すべき課題	技術	—
	技術以外	・CCS事業拡大に向けたサービス提供体制の確立 -様々な事業のEPCサービス（石油、化学など）を行う中で、CCS事業に携わるエンジニアや協力会社の確保が必要となると考えられる
技術課題の解決方向性		—
その他の優位性（CCS以外の他事業・産業への横展開ポテンシャル）		・プラントエンジニアリング企業はCCSに対応可能であると想定されるが、特に石油・LNG事業などで活躍する企業がサービスを展開すると想定される。 ・また、分離回収のO&M業務はEPCサービスにおいてプラント建設を行った企業から依頼があった場合に対応する想定。

分離回収 –ライセンスサービス

- 分離回収法のコア技術に強みを持つ企業が、テクノロジープロバイダーとして設計やメンテナンス業務の実施・支援を行う。
 - 基本的にEPCサービスと連携し、コア技術保有しない企業がEPCサービスを行う際に、ライセンサーが技術提供を行う。
- 技術的優位性を保つことが最も重要となるため、商業化技術であっても継続した研究開発が必須である。

優位性および課題の整理結果

要素技術分類		分離回収 –ライセンスサービス
主な事業者	国内	・化学吸収法(三菱重工、東芝、日鉄エンジニアリングなど)、固体吸収法(川崎重工、千代田化工建設など)、膜分離法(住友化学など)
	海外	・化学吸収法(Shell、Aker、CARBON CLEANなど)、固体吸収法(Shell、Svanteなど)、膜分離法(MTRなど)
技術概要		・分離回収法のコア技術を保有し強みを持つ企業が、テクノロジープロバイダーとしてプラント設計やメンテナンス業務の実施・支援を行う。コア技術の技術的優位性(エネルギー消費量が少ないなど)が重要となる。コア技術を保有しない企業がEPCサービスを提供する際には、ライセンサーからの技術提供が必須となる。
CCSにおける優位性	技術	・エネルギー消費量が少ない分離回収技術の開発 -CO ₂ の分離回収に係るコスト削減は重要な課題とされており、より低いエネルギー消費や少ないメンテナンスでCO ₂ を回収できる分離回収技術が技術的優位性を持つ。国内企業では、主に化学吸収法・固体吸収法・膜分離に取り組む企業が存在する。
	技術以外	・コア技術開発に関わる多様なプレイヤー -既に商業化段階にある化学吸収法では、国内企業が世界シェアの過半を占めている。また、現状では実証段階だがコスト削減可能性が期待できる有望技術として固体吸収法・膜分離が存在するが、そのどちらにも研究開発に取り組む企業が存在する
CCSにおける解決すべき課題	技術	・更なるエネルギー消費の削減や信頼性の向上 -既に商業化段階である化学吸収法であるが、CO ₂ を吸収した液の再生に多量のエネルギーが必要で、運転コストが高くなってしまいうという特徴がある。再生に係るエネルギーの更なる削減が課題である。また、固体吸収法や膜分離は、コスト削減ポテンシャルが大きい見込みであるが、スケールアップ実証等を通して、さらに技術信頼度を高める必要がある。技術的優位性を保つことがライセンスサービスで最も重要となるため、商業化技術であっても継続した研究開発が必須である。
	技術以外	—
技術課題の解決方向性		・新規材料(液や膜など)の開発による回収エネルギー削減、回収プロセスの最適化
その他の優位性(CCS以外の他事業・産業への横展開ポテンシャル)		—

輸送 - パイプライン/EPC・O&M・解体サービス

- EPC・O&M・解体サービスは、パイプラインのトータルサービスが提供できるかが重要となるサービスである。ただし、基本的にはEPCが主なサービスであり、O&Mや解体については顧客の要望次第で対応する。
- 米国などでは既に大規模なCO₂パイプラインが敷設されているほか、国内においてもガスパイプラインは多くが敷設されており、技術的には成熟している産業である。

優位性および課題の整理結果

要素技術分類		輸送 - パイプライン/EPC・O&M・解体サービス
主な事業者	国内	・ JFEエンジニアリング、日鉄パイプライン&エンジニアリング
	海外	・ ExxonMobil Pipeline Company、Enbridge、TC Energy、Saipemなど
技術概要		・ パイプラインのEPCおよびメンテナンス、撤去を行う事業で、技術的には成熟している。
CCSにおける優位性	技術	・ 導管設計や材料調達、施工管理などの一貫した高い品質でのサービス提供 - 技術的には成熟しており、顧客の要望に沿いつつも高い水準でのQCDでサービスを提供できるかが優位性に影響する。 国内では、主にJFEエンジニアリング、日鉄パイプライン&エンジニアリングが豊富な実績を有しており優位性を持つ。
	技術以外	・ 許認可の取得や規制等の把握・調整能力 - 海外で国内事業者が同サービスを提供する場合、現地特有の許認可の取得や規制の把握・調整能力が壁となり得るため、これらの対応力が優位性に影響する。
CCSにおける解決すべき課題	技術	—
	技術以外	・ 許認可取得プロセスの容易化、安全基準の策定 - 河川や道路などにパイプラインを敷設する際に、現状は個別の法令に従って個別に許認可等の対応を取る必要があるため、調整コストが高い。また、安全基準が明確化されていないため、都度安全性について検証する必要があり円滑なEPCの実現を阻害している。
技術課題の解決方向性		—
その他の優位性(CCS以外の他事業・産業への横展開ポテンシャル)		—

輸送－海上輸送／LCO2ハンドリングシステムライセンスサービス

- LCO2ハンドリングシステムのライセンスサービスは萌芽期にあり、各社がシステム開発・初期段階の製品の実証・搭載を行っている段階である。
- 技術的には一定程度のガスハンドリングに関する知識があれば設計が可能であるシステムだが、各社実績が不足しており、業界標準となるシステムの確立には至っていない。

優位性および課題の整理結果

要素技術分類		LCO2船／LCO2ハンドリングシステムライセンスサービス
主な事業者	国内	・三菱造船
	海外	・TGE Marine Gas Engineering、Wärtsilä、Moss Maritime、GTTなど
技術概要		・船上におけるLCO2の荷役・貯蔵を行うシステムの設計・製造およびライセンスサービス
CCSにおける優位性	技術	・世界に先駆けた実証船の建造・運航実績 -比較的ハンドリングの難しい液化ガスであるLCO2の船上での取り扱いについて、世界に先駆けて実証船を建造・運航したことで、実環境のフィードバックを基にした実用性の高いシステムを設計・開発できる環境にある。 国内では三菱造船が先行してLCO2のハンドリングシステムの開発を行っている。
	技術以外	・同上(実績部分)
CCSにおける解決すべき課題	技術	—
	技術以外	・ライセンスサービスに向けた実績の積み上げ -LNGのハンドリングシステムのビジネスモデルがベンチマークとして想定されるが、LNGで現在も主流の方式はLNG船初期段階において多くの実績を積み重ねている。これは実績を重視する業界であることが影響していると推察されるため、LCO2においても初期段階にてより多くの実績を積むことが効果的である。
技術課題の解決方向性		—
その他の優位性(CCS以外の他事業・産業への横展開ポテンシャル)		—

輸送－海上輸送/海運サービス

- LCO2の海運サービスでは、現在の海運大手が様々なプロジェクトにてLCO2の輸送を担っている。
- 国内事業者も国内プロジェクトだけでなく、海外のプロジェクトでも海上輸送を担うなど、グローバルに事業を展開できるサービスであることが特徴である。

優位性および課題の整理結果

要素技術分類		輸送-LCO2船/海運サービス
主な事業者	国内	・商船三井、日本郵船、川崎汽船
	海外	・Larvik Shipping AS、Knutsen Group、MISC Berhad、Pertamina International Shipping、Sogestran など
技術概要		・CO2の海上輸送を行うサービス
CCSにおける優位性	技術	－
	技術以外	・LCO2輸送実績(実証・商用) -国内の事業者は国内の実証に加え、海外での実証や商用運用(予定含む)などの実績を有しており、他の事業者に先行してLCO2の輸送を担うことができている。Oil&Gasと同様に信頼性が求められると想定されるため、実績を多く有することが優勢につながると考えられる。 - 国内では大手海運3社それぞれでLCO2の輸送にかかる取り組みがあるなど、国内事業者の関心も高い。
CCSにおける解決すべき課題	技術	－
	技術以外	・LCO2輸送実績(実証・商用) -国内の事業者は国内の実証に加え、海外での実証や商用運用(予定含む)などの実績を有しており、他の事業者に先行してLCO2の輸送を担うことができている。Oil&Gasと同様に信頼性が求められると想定されるため、実績を多く有することが優勢につながると考えられる。
技術課題の解決方向性		－
その他の優位性(CCS以外の他事業・産業への横展開ポテンシャル)		－

貯留－圧入/受入設備のEPCサービス

- EPCサービスは、精度の高い事業性評価や高品質なプロジェクト遂行力が評価されるサービスであり、特に過去のCCS実証や類似実績（石油やLNG等）の納入実績が大きな優位性となる。
- サービスとして既に提供可能な領域でありCCS特有の大きな課題はないが、実績が重視されるためCCS市場への早期参入による実績の蓄積が重要と考えられる。

優位性および課題の整理結果

要素技術分類		貯留－圧入/受入設備のEPCサービス
主な事業者	国内	・ 日揮、千代田化工建設、日鉄エンジニアリングなど
	海外	・ Technip Energies、Saipem、Heerema Marine Contractors、SBM Offshoreなど
技術概要		・ 基本的に、一貫したEPCサービス（設計・調達・建設・試運転）として提供される。サービス全体の金額や納期を踏まえ、総合的に評価されプロジェクトを受注
CCSにおける優位性	技術	・ 精度の高い事業性評価や、高品質なプロジェクト遂行力 - 過去のプロジェクト実績により蓄積された知見や各種データに基づいた精度の高い事業性評価が可能である。また、各種ステークホルダー（協力会社など）との連携や、プロジェクトマネジメント能力によって、トラブル発生時にも柔軟に対応できるプロジェクト遂行能力を有する
	技術以外	・ CCS実証や類似事業（石油・LNGなど）におけるプロジェクト遂行実績 - 海外でもプロジェクトを多数展開する日揮、千代田化工建設などが存在する。大規模CCS等では、類似のプロジェクト実績が重視される傾向にあり、過去の実績が大きな優位性となり得る
CCSにおける解決すべき課題	技術	—
	技術以外	・ CCS事業拡大に向けたサービス提供体制の確立 - 様々な事業のEPCサービス（石油ガスなど）を行う中で、CCS事業に携わるエンジニアや協力会社の確保が必要となると考えられる
技術課題の解決方向性		—
その他の優位性（CCS以外の他事業・産業への横展開ポテンシャル）		—

貯留 ー帯水層に対する圧入O&Mサービス

- 帯水層に対する圧入のO&Mサービスは過去のCCS実証等の実績が優位性となり得る。
- 一方、帯水層への圧入実績を保有する企業は少なく、類似領域(CO₂-EOR、石油ガス開発)のプロジェクト実績を有することが重要である。

優位性および課題の整理結果

要素技術分類		貯留 ー帯水層に対する圧入のO&Mサービス
主な事業者	国内	・ JAPEX、INPEX、JX石油開発など
	海外	・ BP、Shell、TotalEnergies、Exxon Mobilなど
技術概要		・ CO ₂ 圧入に関するO&Mサービス提供が主体。現状、帯水層への圧入に関する実績を保有する企業は少なく、類似分野(CO ₂ -EOR、石油ガス開発)のプロジェクト実績を有する企業が優位性を保有
CCSにおける優位性	技術	・ 高品質なプロジェクト遂行力 -過去のプロジェクト実績(帯水層への圧入、CO ₂ -EOR、石油ガス開発等)により蓄積された知見が重要視される。
	技術以外	・ 帯水層貯留の実績増加による先行者利益獲得の可能性 -国内ではCO ₂ -EORを実施できるような油ガス田貯留地が少ない。そのため、国内のCCS事業を推進するためには帯水層への貯留が不可欠であり、先行的に帯水層貯留の実績を重ねることで国内企業が優位性を保有することが可能
CCSにおける解決すべき課題	技術	—
	技術以外	・ 経済性を考慮したビジネスモデルの確立 -CO ₂ -EORと違い、帯水層貯留の場合は経済的なメリットが薄い。そのため、金銭的支援(CAPEX支援、OPEX支援等)を含めたビジネスモデルの検討が必要 ・ CCS事業拡大に向けたサービス提供体制の確立 -今後CCS事業が急拡大すると想定した場合、CCS事業に携わる人材や協力会社の確保が必要となると考えられる
技術課題の解決方向性		—
その他の優位性(CCS以外の他事業・産業への横展開ポテンシャル)		—

3-1.CCSバリューチェーンを構成する各種サービスの調査・特定及び優位性に関する調査・分析

- 3-1-1.バリューチェーンの概要
- 3-1-2.サービス概要と優位性の評価
- 3-1-3.国内事業者が強みを持つサービスの優位性および課題の整理
- 3-1-4.国内外の主なプレイヤーの整理
- 3-1-5.マップを用いた整理

調査方法

- 「3-1-2.サービス概要と優位性の評価」において抽出した国内事業者が優位性を持ちうるサービスを対象に各種公開情報を調査し、国内外の事業者および、その動向の詳細について企業リストの形式でとりまとめた。

各技術の国内外の企業に関する情報の整理

技術帳票を作成した抽出サービスリスト

分野	技術帳票を作成した技術
分離回収	EPCサービス(プラントエンジニアリング)
	ライセンスサービス(テクノロジープロバイダー)
輸送	EPC+O&M・解体サービス(パイプライン)
	LCO2ハンドリングシステム ライセンスサービス
	海運サービス
貯留	圧入/受入設備のEPCサービス
	帯水層に対する圧入のO&Mサービス

企業リストのイメージ

国内/海外	企業名	概要
国内	A社	・XXX(CCSに関する取組みや、開発技術の特徴など)
	B社	・XXX
	C社	・XXX
海外	D社	
	E社	

3-1-4.国内外の主なプレイヤーの整理

抽出サービスの主なプレイヤー

- 「3-1-2.サービス概要と優位性の評価」において抽出した国内事業者が優位性を持ちうる設備を対象に、国内外の主なプレイヤー動向の整理を実施した。

各サービスにおいて調査した企業リスト

分野	技術帳票を作成した技術		企業名	
			国内	海外
分離回収	EPCサービス		日揮、千代田化工建設、三菱重工、川崎重工、日鉄エンジニアリング、JFEエンジニアリング	Fluor、Kiewit、Saipem (Eni)、Worley Parsons、Bechtel、Technip Energies、Petrofac
	ライセンスサービス	化学吸収法	三菱重工、東芝、日鉄エンジニアリング、東ソー、IHI	Shell、Aker、CARBON CLEAN、Fluor、BASF
		固体吸収法	川崎重工、千代田化工建設、エア・ウォーター、戸田工業	Shell、Svante、TDA Research Inc
		膜分離法	住友化学、OOYOO、日本ガイシ	MTR
輸送	パイプライン	EPC・O&M・解体サービス	JFEエンジニアリング、日鉄パイプライン&エンジニアリング	ExxonMobil Pipeline Company、Enbridge、TC Energy、Saipem
	海上輸送	LCO2ハンドリングシステム ライセンスサービス	三菱造船	TGE Marine Gas Engineering、Wärtsilä、Moss Maritime、GTTなど
		海運サービス	商船三井、日本郵船、川崎汽船	Larvik Shipping AS、Knutsen Group、MISC Berhad、Pertamina International Shipping、Sogestran
貯留	圧入/受入設備のEPCサービス	日揮、千代田化工建設、日鉄エンジニアリング、三井海洋開発		Technip Energies、Saipem、Heerema Marine Contractors
	圧入O&Mサービス（帯水層）	JAPEX、INPEX、JX石油開発		BP、Shell、TotalEnergies、Exxon Mobil

分離回収 –EPCサービス (1/5)

- 石油・ガス業界で強みを持つプラントエンジニアリング企業を中心に、国内外で多数の企業がCCSに取り組んでいる。
- 三菱重工、日鉄エンジニアリング、日揮、千代田化工建設等が取り組んでおり、いずれの企業も海外でのプロジェクト実績も多数保有している。

EPCサービスに取り組む国内外の企業

国内/海外	企業名	概要
国内	三菱重工	・ 航空・船舶・インフラ等幅広い事業領域を持ち、エンジニアリング事業では化学プラントに強みを持つ。CCS事業ではプラント建設実績が非常に豊富であり、化学吸収法を用いた排ガスからのCO2回収においてシェア70%以上を誇る ・ 世界各地域(アジア、北・中南米、欧州、中東、アフリカ、オセアニア)に計27の拠点を保有 ・ 2023年度の全社売上は46,571億円(うち、エンジニアリング事業は1,340億円) ・ 1990年に関西電力と高性能アミン吸収液「KS-1」およびCO2回収プロセス「KM CDR Process」を共同開発。2021年には、新型吸収液「KS-21」およびKS-21を採用した最新鋭のCO2回収プロセス「Advanced KM CDR Process」を開発し、英国電力会社Drax社のプロジェクトに採択 ・ 世界各地に計16基の商用CO2回収プラントを納入した実績を保有
	日鉄エンジニアリング	・ 環境・エネルギー・製鉄プラント建設に強みを持ち、先進的CCS事業にも参画する ・ フィリピン、ベトナム、インドネシア、シンガポールに拠点を保有 ・ 2023年度の完成工事高は2,647億円 ・ RITE・日本製鉄が共同で低熱消費量で運転可能となる高性能アミン吸収液の開発を実施 ・ 日鉄エンジは上記吸収液開発と連携しながら実証プラントを設計・建設し、従来法に比べ熱消費量が少なく液劣化速度が遅い、省エネ型化学吸収法を検討
	JFEエンジニアリング	・ 環境分野のプラント建設に強みを持ち、CCS領域では分離回収関連PJへの参加や輸送・貯蔵関連EPC受注実績有り ・ フィリピン、インドネシア、ミャンマー、タイ、バングラデシュに拠点を保有。世界48か国でプロジェクト遂行実績有り ・ 2023年度の完成工事高は5,399億円(うちガス、CO2分離回収プラント含むエネルギー分野は23.5%を占める) ・ 2023年末にNEDO事業にて「低消費エネルギーCO2分離回収技術の開発」の採択決定 ・ その他、CO2液化・輸送・貯蔵関連の陸上設備EPC受注経験も有り

分離回収 –EPCサービス (2/5)

- 石油・ガス業界で強みを持つプラントエンジニアリング企業を中心に、国内外で多数の企業がCCSに取り組んでいる。
- 三菱重工、日鉄エンジニアリング、日揮、千代田化工建設等が取り組んでおり、いずれの企業も海外でのプロジェクト実績も多数保有している。

EPCサービスに取り組む国内外の企業

国内/海外	企業名	概要
国内	川崎重工	● 航空宇宙・機械・エネルギー等幅広い事業領域を持ち、エンジニアリング事業ではエネルギープラントに強みを持つ。 CCS事業では固体吸収法に取り組む ● 世界各地域(アジア、北・中南米、欧州、中東、アフリカ、オセアニア)に計48の拠点を保有 ● 2023年度の全社売上は18,492億円(うちプラント事業を含むエネルギーソリューション&マリンセグメントは3,532億円) ● 2009年より、固体吸収材を用いたCO2分離回収に取り組む。2023年に、国内で初めて固体吸収材を用いて燃焼排ガス(関西電力舞鶴発電所の石炭火力発電所)からCO2回収を行う試験設備(40t/日)の運転を開始。
	日揮	● 石油・ガス・化学分野のプラント建設に強みをもち、CCSの実PJへサービス提供をした実績をもつ ● アジア・中等での事業展開に注力しており、2023年度売上高のうち、日本:26.7%、アジア:15.8%、中東:34.4%を占める ● 2023年度の全社売上は8,325億円(うち総合エンジニアリングセグメントは7,731億円、そのうち、石油・ガス領域は46.3%を占める) ● 苫小牧におけるCCS大規模実証試験にて、製油所内水素製造装置から発生するCO2を分離回収するプラントを建設。その他、アルジェリアやオーストラリアでのCCS設備建設も担当 ● 足元では先進的CCS事業「マレーシア サラワク沖 CCS 事業」にも採択された ● BASF社と高圧再生型CO2回収プロセス「HiPACT」を共同開発
	千代田化工建設	● ガスプラント建設に強みを持ち、CCS領域ではGI基金事業に参画 ● アブダビ・ドーハ・ミラノに海外事務所を保有 ● 2023年度の完成工事高は5,060億円(うちエネルギーセグメント(石油・ガス等)は2,752億円、CCS事業を含む環境・新エネルギーセグメントは1,997億円) ● GI基金事業「CO2の分離回収等技術開発プロジェクト」に採択され、JERA・RITEとともに、天然ガス燃焼排ガスからの低コストCO2分離回収プロセス商用化の研究開発に取り組む

分離回収 –EPCサービス (3/5)

- 石油・ガス業界で強みを持つプラントエンジニアリング企業を中心に、国内外で多数の企業がCCSに取り組んでいる。
- 三菱重工、日鉄エンジニアリング、日揮、千代田化工建設等が取り組んでおり、いずれの企業も海外でのプロジェクト実績も多数保有している。

EPCサービスに取り組む国内外の企業

国内/海外	企業名	概要
海外	Bechtel (アメリカ)	・ 公共インフラ、電力関連事業に強みを持ち、CCS実PJへサービス提供をした実績をもつ ・ 世界各地域(アジア、北・中南米、欧州、中東、アフリカ、オセアニア)37拠点を保有 ・ 2023年度の全社売上は\$20,200mil ・ 20年以上に渡りCO₂回収ソリューションに取り組んでおり、米国・欧州のLNGプラント、ガス処理プラント、製油所向けに40台以上のCO₂分離回収システム(化学吸収法)を構築した実績を持つ ・ 2024年にはNextDecade Corporation子会社のLNG施設におけるCCS設備のEPC契約を獲得。年間500万トン以上のCO₂を回収可能な規模の設備となる模様
	Kiewit (アメリカ)	・ 石油・ガス・化学プラント、港湾等でのエンジニアリング事業に強みを持ち、CCS実PJへサービス提供をした実績をもつ ・ 2023年度の全社売上は\$17,100mil ・ 米国・カナダ・メキシコに拠点を保有し、北米での事業を推進 ・ 米国初の商用スケールCO₂回収システム開発に取り組むPetra Novaプロジェクトをはじめ、北米での様々なCCSプロジェクトに携わる ・ 2024年4月には、Heidelberg Materials North AmericaによるCCUSプロジェクトにて、三菱重工の「Advanced KM CDRプロセス」を活用することを発表 ・ 2023年度の売上高は171億ドル

分離回収 –EPCサービス（4/5）

- 石油・ガス業界で強みを持つプラントエンジニアリング企業を中心に、国内外で多数の企業がCCSに取り組んでいる。
- 三菱重工、日鉄エンジニアリング、日揮、千代田化工建設等が取り組んでおり、いずれの企業も海外でのプロジェクト実績も多数保有している。

EPCサービスに取り組む国内外の企業

国内/海外	企業名	概要
海外	Fluor (アメリカ)	- 石油・ガス・化学分野のプラント建設に強みを持ち、複数のCO₂分離回収プラントの建設実績を保有 - 世界各地域(アジア、北・中南米、欧州、中東、アフリカ、オセアニア)に拠点を保有 2023年度の全社売上は\$15,474mil(うち、石油・ガスおよびCCSを含むエネルギーソリューション領域は\$6,307mil) - 独自の炭素回収技術(Fluor Econamine FG Plus)は、30以上の認可プラントと30年以上の運転実績を持つ - 燃焼後の排出源からCO₂を回収。1日あたり10,000トン以上のCO₂回収能力を持つ大規模な施設を含め、発電所や製油所のような大規模な排出源からのCO₂回収に適する
	Saipem (Eni) (イタリア)	- 石油・ガスプラント建設やエネルギー事業に強みを持ち、CCS実PJへサービス提供をした実績をもつ - 世界各地域(アジア、北・中南米、欧州、中東、アフリカ、オセアニア)60か国に拠点を保有 2023年度の全社売上は€11,874mil(うち、石油・ガス・化学EPC事業を含むEnergy Carriers領域は€5,062mil) - 酵素を利用したCO₂分離回収技術「CO₂ Solutions™ by Saipem」を開発。環境性能、コスト効率に強みを持つ - パルプ工場向けでの実証試験を通じ、TRL8を達成。ACCSESS innovation projectを通じ、様々な業種での排ガス組成に対応する試験に取り組んでいる

分離回収 –EPCサービス (5/5)

- 石油・ガス業界で強みを持つプラントエンジニアリング企業を中心に、国内外で多数の企業がCCSに取り組んでいる。
- 三菱重工、日鉄エンジニアリング、日揮、千代田化工建設等が取り組んでおり、いずれの企業も海外でのプロジェクト実績も多数保有している。

EPCサービスに取り組む国内外の企業

国内/海外	企業名	概要
海外	Worley Parsons (オーストラリア)	- 石油・ガスプラント建設に強みを持ち、環境対応にも注力。CCS実PJへサービス提供をした実績をもつ - 世界各地域(アジア、北・中南米、欧州、中東、アフリカ、オセアニア)45か国に拠点を保有 2023年度の全社売上は\$10,928mil(うち、石油・ガスEPC事業を含むEnergy領域は€5,192mil、CCUS関連受注額は\$1,480mil) - 三菱重工やShell、BASF等の企業が保有するCO₂分離回収技術を導入し、過去40以上のCCUS関連プロジェクトに参画 2024年には三菱重工と共同で、英国のセメント工場から排出されるCO₂(80万t/年)を回収・貯留するPadeswood CCSプロジェクトを受注
	Technip Energies (フランス)	- 石油・ガスプラント建設に強みを持ち、CCUS,持続可能燃料等の環境対応事業にも注力。多数のCCUS関連PJへの参画実績有り - 世界各地域(アジア、北・中南米、欧州、中東、アフリカ、オセアニア)34か国で事業を展開 2023年度の全社売上は€6,015mil - Technip Energiesが保有するCCUSテクノロジーを束ねた戦略的プラットフォーム「Capture.Now」を設立し、電力・石油化学等様々な業界顧客のCCUS事業を支援 - 過去、50以上のCCUSプロジェクト、20以上のFEED・EPCプロジェクトへの参加経験有
	Petrofac (イギリス)	- 石油・ガスプラント建設に強みを持ち、CCS実PJへサービス提供をした実績をもつ - 世界各地域(アジア、北・中南米、欧州、中東、アフリカ、オセアニア)30か国以上で事業展開 2023年度の全社売上は\$2,496mil(うち、EPC領域は37%) 2015年以来ガス処理、輸送、貯蔵に関するサービスを展開し、大規模なCCUSプロジェクトの開発に携わってきた経験有り 2023年、ADNOC Gasより中東および北アフリカ地域で最大の炭素回収プロジェクトの1つであるHabshan Carbon Capture, Utilisation and Storage(CCUS)プロジェクトでのCO₂回収ユニット当のEPC契約を獲得

分離回収 – ライセンスサービス

- 分離回収法のコア技術に強みを持つ企業が、ライセンスサービスを提供する。
- 令和5年度事業の調査結果より、国内事業者が優位性を持ちうるコア技術として化学吸収法、固体吸収法、膜分離法が抽出された。
- 令和5年度事業における各コア技術に関する国内外のプレイヤーをライセンスサービスのプレイヤーとして以降に示す。

(参考)国内事業者が優位性を持ちうる分離回収技術

- 分離回収技術の中で国内事業者が優位性を持ちうる技術として化学吸収法、固体吸収法、膜分離法を抽出した。
 - 物理吸収法やルーピング法は、現状では主に海外事業者の取組みが中心である。

技術対象	分離回収技術	技術概要	CCSにおける優位性の評価
CO ₂ 分離・回収	化学吸収法	・ ガス分子とアミン／アルカリとの化学反応を利用する。吸収材の種類によってCO₂分圧が低い場合にも適用可能である。	・ 三菱重工と関西電力が開発した吸収液は排ガスからのCO₂回収において世界シェア70%以上を占める ・ 三菱重工、日鉄エンジニアリング/RITE、東ソーなど国内事業者の取組みが多く存在
	物理吸収法	・ ガス分子を液体中に溶解させて成分分離する。CO₂分圧が高いほど有利である。	・ 物理吸収液は主に海外事業者が強みを持つ(米国HoneywellUOP社のSelexol液など)
	固体吸収法(化学吸着・吸収法)、 ※物理吸着法は、設備構成がほぼ同様と想定	・ 多孔質材にCO₂を吸脱着させ分離する。アミンの含浸やアルカリ金属を担持させるものは化学吸着・吸収法と呼ばれるが基本的な設備は物理吸着法とほぼ同様となる。	・ 固体吸収法は、関西電力舞鶴発電所にて、川崎重工/RITEによる実証試験が進む ・ 川崎重工、千代田化工建設やエア・ウォーターなど国内事業者の取組みが多く存在
	ルーピング法	・ CaOとCaCO₃を循環させて再生サイクルを構築し、燃焼後ガスからCO₂を除去する。	・ EUを中心にパイロット試験が実施されている
	膜分離法	・ 主に圧力差を駆動力とし、膜の透過速度の違いによってCO₂を分離する。基本的には高圧、高濃度ガスの処理に適する。	・ 排ガスからのCO₂回収は米国MTR社がリードする一方、国内においても住友化学、OOYOO、日本ガイシ等が研究開発を実施
	その他	・ 上記に属さない方法(例:電気化学的手法や超音波を用いた手法など)	・ 萌芽的研究が大半で、実現時期の見通しがついていない

分離回収－ライセンスサービス(化学吸収法)(1/2)

- 化学吸収法は、既に商業段階の技術であり、国内外に多くのプレイヤーが存在する。

化学吸収法に取り組む国内外の企業

国内/海外	企業名	概要
国内	三菱重工	1990年に関西電力と高性能アミン吸収液「KS-1」およびCO2回収プロセス「KM CDR Process」を共同開発。2021年には、新型吸収液「KS-21」およびKS-21を採用した最新鋭のCO2回収プロセス「Advanced KM CDR Process」を開発し、英国電力会社Drax社のプロジェクトに採択 - CO2回収エネルギーが、約2.4GJ/t-CO2と、一般的なアミン吸収液の回収エネルギー 4.0GJ/t-CO2に比べ、大幅に少ない。また、CO2回収プラントコストの3割を削減可能とプレスリリースを発表 - 世界各地に計16基の商用CO2回収プラントを納入した実績を保有
	日鉄エンジニアリング	- 主にRITEが低熱消費量で運転可能となる高性能アミン吸収液の開発を実施 - 日鉄エンジは液開発と連携しながら実証プラントを設計・建設し、従来法に比べ熱消費量が少なく液劣化速度が遅い、省エネ型化学吸収法を検討 - 熱消費量2.5GJ/t-CO2を達成しており、2.0GJ/t-CO2以下を目標としている
	東芝	2009年9月、福岡県大牟田市にある株式会社シグマパワー有明三川発電所内にCO2回収量10トン／日規模のパイロットプラントを建設 - CO2分離回収設備に用いられる高性能なCO2吸収液の開発を佐賀市と共同で実施。2023年度中に新CO2吸収液の商用化を目指す 2010年の報告時点で2.7GJ/t-CO2でのCO2回収を実現している
	東ソー	- 東ソーが開発したNOx耐性CO2回収用アミンは幅広い燃焼排ガスからのCO2回収に適用可能であり、CO2回収用アミンの長期安定使用、回収エネルギーの低減、運用コストの低減などに期待できる - 開発アミンは、NOxガスによるアミンの分解率が従来MEAの13%から1%未満まで低下している
	IHI	- IHIオリジナルの吸収液とプラント技術で、90%以上のCO2回収をオーストラリアの発電所において5000時間以上安定に実現している - 一般的なアミンを用いたシステムに比べて、再生エネルギーを40%削減した(一般的なアミンの回収エネルギーが4.0GJ/t-CO2のため、約2.4GJ/t-CO2と想定)

出所)「令和5年度燃料安定供給対策調査等事業(CCSバリューチェーン構築の検討に係る調査等事業)」

分離回収－ライセンスサービス(化学吸収法) (2/2)

- 化学吸収法は、既に商業段階の技術であり、国内外に多くのプレイヤーが存在する。

化学吸収法に取り組む国内外の企業

国内/海外	企業名	概要
海外	Shell (イギリス)	- 再生可能なアミンを利用したCO₂回収技術を開発(CANSOLVシステム)。低いエネルギー消費、速い反応速度、極めて低い揮発性など、高い性能を備え、排ガスからのCO₂回収が可能 - カナダのQuestプロジェクト(2025年まで実施想定)やノルウェーのThe Northern Lightsプロジェクトに採択 - 回収エネルギーは約2.3GJ/t-CO₂と報告されている
	CARBON CLEAN (イギリス)	- 大規模工業プラントの排ガスや特にバイオガス等に適用可能な技術を保有 - 開発した溶剤は、自社開発のプロセスと組み合わせることで1トンあたり40ドルの回収コストを実現。また、溶媒安定性が高く、腐食性が低く、再生に必要なエネルギーが少なく済み、酸素を含む環境でも良好に機能
	Fluor (アメリカ)	- 独自の炭素回収技術(Fluor Econamine FG Plus)は、30以上の認可プラントと30年以上の運転実績を持つ - 燃焼後の排出源からCO₂を回収。1日あたり10,000トン以上のCO₂回収能力を持つ大規模な施設を含め、発電所や製油所のような大規模な排出源からのCO₂回収に適する
	Aker Solutions (ノルウェー)	- 子会社のAker Carbon Captureが所有するアミンと水を利用した回収技術や、低コストのコンテナ型回収システムCO₂回収・液化システム(Just Catch)などの技術を保有 - Ørsted 社から、デンマーク における大規模な炭素回収プロジェクトを受注 - 熱回収によって1.6GJ/t-CO₂のCO₂回収を検討し、2024年以降の実証プロジェクトの規模拡大に取り組む
	BASF (ドイツ)	- BASFは1971年に自社のアンモニアプラントにおいて合成ガスから二酸化炭素(CO₂)を分離・回収する技術を開発。ガス精製技術に強みを持つ - 日本初となる大規模CCSプロジェクトである苫小牧CCSでは、BASFのライセンス技術であるOASEがCO₂分離・回収設備に採用

出所)「令和5年度燃料安定供給対策調査等事業(CCSバリューチェーン構築の検討に係る調査等事業)」

分離回収 –ライセンスサービス(固体吸収法)

- 固体吸収法は、実証段階の技術のため研究開発に取り組むプレイヤーを整理した。
- 川崎重工は2025年以降の商用化に向けた実証試験を実施しており、目標としている回収エネルギーやコストも他社に比べて低い。

固体吸収法に取り組む国内外の企業

国内/ 海外	企業名	概要
国内	川崎重工	2009年より、固体吸収材を用いたCO₂分離回収に取り組む 2023年に、国内で初めて固体吸収材を用いて燃焼排ガス(関西電力舞鶴発電所の石炭火力発電所)からCO₂回収を行う試験設備(40t/日)の運転を開始 2025年以降の商用化に向けて、回収量は2000~3000t/日に規模を拡大、CO₂回収エネルギー:1.5GJ/t-CO₂、回収コストは2000円台/t-CO₂が目標。DACへの技術利用も想定している
	エア・ウォーター、戸田工業	- エア・ウォーター、戸田工業らは2022年にGI基金に採択され、固体吸収材を用いたCO₂分離回収技術の開発に取り組む - 低圧・低CO₂濃度の排ガスの中で、ボイラー排ガスをターゲットとして開発を実施 - 目標として、CO₂回収量:2030年までに10万/年を回収、CO₂回収エネルギー:1.0GJ/t-CO₂以下、CO₂回収コスト:2000円台/t-CO₂を定めている
	千代田化工建設	2022年にGI基金に採択され、固体吸収材を用いたCO₂分離回収技術の開発に取り組む - 低圧・低CO₂濃度の排ガスの中で、天然ガス火力の排ガスをターゲットとして開発を実施 - 実証スケジュールより、2030年以降の商用化が目標と想定される。回収エネルギーやCO₂回収コストに関する記載は確認できない
海外	Shell (イギリス)	- アミン系吸収剤を用いたCO₂回収を検討し、オーストラリアのバイオマス発電所での実証に成功 - 新たに検討しているオランダの実証では、2024年には150t-CO₂/d規模の回収を計画 - 回収エネルギーは3.5GJ/t-CO₂
	Svante (カナダ)	2007年に創立のスタートアップで、2019年にはセメント工場からのCO₂回収システム(MOF系)の実証および評価を実施 - セメント、鉄鋼等の排ガスからCO₂を分離回収可能 - 燃焼排ガス(CO₂濃度4~14%程度)から回収量25t/日のシステム実証試験を予定。現状の回収エネルギーは4GJ/t-CO₂。回収コストは30\$/t-CO₂以下が目標
	TDA Research Inc (アメリカ)	2019年より燃焼後排ガスを対象としたCO₂吸収システム(MOF系)の開発プロジェクトを実施 - 約30\$/t-CO₂でのCO₂回収が可能と推計しており、アミンによる回収コストよりも約30%コスト削減となると示している

出所)「令和5年度燃料安定供給対策調査等事業(CCSバリューチェーン構築の検討に係る調査等事業)」

分離回収 –ライセンスサービス(膜分離法)

- 膜分離法は、実証段階の技術のため研究開発に取り組むプレイヤーを整理した。
- 米国のMTRが複数の実証プロジェクトを実施し世界をリードしている。
- 住友化学とOOYOOはMTRと同じく排ガスを想定した、CO₂回収システムの開発を行っており、2050年には2億t/年のCO₂回収を目標としている。

膜分離法に取り組む国内外の企業

国内/ 海外	企業名	概要
国内	住友化学、OOYOO	2022年にGI基金に採択され、分離膜を用いたCO₂分離回収技術の開発に取り組む - OOYOOは京都大学インキュベーションプログラムを通じて2020年に創業したスタートアップ - CO₂濃度が10%以下の工場排ガスなどからのCO₂回収を想定した研究開発を実施 2032年に実装、2035年で230万t-CO₂、2050年で2億t-CO₂(世界シェア3% ※回収市場全体におけるシェアとMRI推察)が目標 2000円台/t-CO₂の回収コストが目標
	日本ガイシ	- テキサス州の油田にて随伴ガスからのCO₂分離回収の実証試験を実施 2021年に産業ガス排ガス向けの新たなCO₂分離膜を開発 - 高温の産業排ガスを想定ターゲットに、2030年実用化が目標
海外	MTR (アメリカ)	1982年創業で膜の開発に強みを持つ。燃焼排ガスに適用できる分離膜の実用化において世界をリードする企業 - ノルウェーにおいて10t-CO₂/日規模の実証試験を実施。他にもWyoming ITC(Integrated TestCenter)にて150 t-CO₂/dayの実ガス試験を計画 - MTR社のPolaris膜は、CO₂ガス透過性と選択性の向上によって20-30\$/t-CO₂程度の回収コストを見込む

輸送 –パイプライン/EPC・O&M・解体サービス

- CO2パイプラインのEPC・O&M・解体サービスは既存のエンジニアリング会社が優位な市場である。

パイプラインのEPC・O&M・解体サービスに取り組む国内外の企業

国内/ 海外	企業名	概要
国内	JFEエンジニアリング	- JFEの系列のエンジニアリング会社で、ガスを含むパイプラインのEPC・O&M・解体までのサービスを提供している - CCSでは苫小牧でのパイプラインの設計およびEPCを受注し取り組むなど、積極的に参入する動きがみられる
	日鉄パイプライン & エンジニアリング	- 日本製鉄の系列のエンジニアリング会社で、ガスを含むパイプラインのEPC・O&M・解体までのサービスを提供している - CCSではCO2の分離回収からLCO2船舶の基地建設まで幅広く手掛けており、パイプラインへの対応力もゆうる
海外	ExxonMobil Pipeline Company (アメリカ)	- ExxonMobilの関連会社であり、石油を中心にCO2、水素のパイプラインの設計～運用保守までパイプラインバリューチェーン全体をカバー - 現在、北米で5,200マイルのCO2パイプラインを運用中
	Enbridge (カナダ)	- 北米でLNG・石油パイプラインや再生可能エネルギー等の事業を手掛ける大手エネルギーインフラ企業。設計～運用保守までパイプラインバリューチェーン全体をカバー - カナダにおけるCCSプロジェクトであるWabamun carbon hubにてCO2輸送、貯留サービスプロバイダーを担う
	TC Energy (カナダ)	- 北米でLNG・石油パイプラインや電力ソリューション事業を手掛ける大手エネルギーインフラ企業。設計～運用保守までパイプラインバリューチェーン全体をカバー 2021年にはPembina Pipeline Corporationと共に、年間2000万トン以上のCO2を輸送可能とするパイプライン・貯蔵ハブを構築するプロジェクト計画を公表
	Saipem (イタリア)	- 石油・ガス産業向けのエンジニアリング、建設サービスを手掛け、ノルドストリームⅡの建設に関与するなど、パイプラインの設計～運用保守までパイプラインバリューチェーン全体をカバー 2024年にはNEPおよびNZTプロジェクトにて、CO2を輸送するオフショアパイプラインを手掛けることを公表

輸送 – LCO2船／LCO2ハンドリングシステムライセンスサービス

- 類似市場であるLNGのハンドリングシステムの設計・ライセンスサービスを行う企業が、LCO2ハンドリングシステムも取り扱うことが想定される。

LCO2ハンドリングシステムライセンスサービスに取り組む国内外の企業

国内/ 海外	企業名	概要
国内	三菱造船	- 国内事業者の中でも特に精力的にLCO2ハンドリングシステムの開発・製造を行っている - 日本シップヤードと共同でLCO2船(1,450m³、72 m x 13 m級)を2027年以降に竣工させる予定で、同社のシステムが搭載される
海外	TGE Marine Gas Engineering (ドイツ)	- 液化ガス運搬船向けのカーゴハンドリングシステムやカーゴタンク等の設計、エンジニアリングを提供しており、液化CO2事業においては欧州、アジア、南アフリカの造船所と提携 - CCS関連ではNorthern LightsプロジェクトやGreen Sandプロジェクトに参画
	Wärtsilä (フィンランド)	- フィンランドの大手エンジニアリング企業であり、船舶およびエネルギー市場に向けたパワーユニット製造およびサービスを提供 - 液化CO2運搬船向けカーゴタンクシステムを開発。現段階では本システムのライセンス供与事例は確認できないものの、他製品でのライセンス供与事例が存在することから、今後市場成熟に伴い本領域でのライセンスサービスを提供する可能性有り
	Moss Maritime (ノルウェー)	- 船舶向けエネルギーシステムを提供するノルウェーのエンジニアリング企業であり、液化CO2に加え、LNGや液化水素のカーゴタンクやガスハンドリングシステムを開発 - 公式サイト内で造船所との連携を明示していることから、ライセンシングサービスを実施していると想定される
	GTT (フランス)	- LNGのカーゴハンドリングシステムを提供するフランスのエンジニアリング企業であり、本システムのライセンス提供を実施している - 現段階では液化CO2ハンドリングシステムに関する取り組みは確認できないが、2024年にGTTグループの投資ファンドがCO2ハンドリングも手掛けるCryoCollectへの投資を発表している

輸送 – LCO2船/海運サービス

- LCO2船による海運サービスは、海運大手企業の多くが参入しており、各社がそれぞれ実証実験や商用サービスの提供を始めた段階である。

海運サービスに取り組む国内外の企業

国内/ 海外	企業名	概要
国内	商船三井	数多くのCCSに関する取り組み(deepC Storeへの参画、Larvik Shippingへの出資、シェブロンとの事業開発協力、NEDOプロ、Klaipeda港におけるLCO2輸出インフラ整備の共同検討など)を行っており、LCO2の海上輸送に積極的に取り組む
	日本郵船	独自の輸送方式であるLCO2-EPシステム(常温・高圧)の開発や、三菱造船等との低温低圧船のAiPの取得、インドネシアの国営石油会社プルタミナ系の海運会社とのLCO2輸送での協業など、LCO2の海上輸送に積極的に取り組む
	川崎汽船	Northern Lightsでの輸送や日本ガスラインとの合弁会社の設立及び低温低圧LCO2の輸送技術の開発、関西電力とのCCSバリューチェーン構築検討など、LCO2の海上輸送に積極的に取り組む
海外	Larvik Shipping AS (ノルウェー)	- ノルウェーの海運企業であり、30年以上に渡りCO2の船舶輸送を実施 - 当初、食品向けCO2の海上輸送を実施していたが、2021年に商船三井の出資を受け、液化CO2の海上輸送事業に参画。CCS Baltic Consortiumにも参加
	Knutsen Group (ノルウェー)	- LNG海上輸送を手掛ける海運会社であり、海運技術開発にも注力 液化CO2の常温輸送技術「PCO2」を保有し、日本郵船とのJVであるKNCCにてLCO2船の開発および低中圧型LCO2船の開発にも取り組む
	MISC Berhad (マレーシア)	- LNGや石油の海上輸送を中核事業とし、海運人材育成やオフショア施設のエンジニアリングも手掛ける 2023年には商船三井、PETRONASとLNG輸送船開発・保有を目的としたJVを設立
	Pertamina International Shipping (インドネシア)	- インドネシアの国営石油・ガス会社のPertaminaの子会社としてLNGや石油の海運事業を手掛ける 2024年には日本郵船とLCO2、LNG輸送分野での協業および船舶管理会社の共同設立に関する覚書締結を発表
	Sogestran (フランス)	- LNGや石油および高付加価値商品の輸送を手掛けるフランスの海運企業 2022年に、CO2の取り扱いが得意であるAir Liquideと提携しLCO2輸送に取り組むことを発表

貯留・圧入/受入設備のEPCサービス（1/2）

- エンジニアリング企業を中心に圧入/受入設備のEPCサービス市場へ参入している。
 - 国内では日揮、千代田化工建設、日鉄エンジニアリング、三井海洋開発等の企業が参入している。
 - 海外ではTechnip Energies、Saipem、Heerema Marine Contractors等の企業が参入している。

圧入/受入設備のEPCサービスに取り組む国内外の企業

国内/ 海外	企業名	概要
国内	日揮	・ アジア・中東での事業展開に注力しており、2023年度売上高のうち、日本:26.7%、アジア:15.8%、中東:34.4%を占める ・ 2023年度の全社売上は8,325億円(うち総合エンジニアリングセグメントは7,731億円、そのうち、石油・ガス領域は46.3%を占める) ・ アルジェリアにおけるプロジェクトでは、日揮とKBR社が組成したジョイントベンチャーにより、CO₂の分離回収プラントのEPCに加え、圧入・貯留設備のEPCを手掛ける ・ また、FPSO(船舶型浮体式プラットフォーム)等のEPCプロジェクトも手掛けており、インドネシアやマレーシアなど海外に展開している
	千代田化工建設	・ アブダビ・ドーハ・ミラノに海外事務所を保有 ・ 2023年度の完成工事高は5,060億円(うちエネルギーセグメント(石油・ガス等)は2,752億円、CCS事業を含む環境・新エネルギーセグメントは1,997億円) ・ カタールにおけるプロジェクトでは、Technip社と共同でCO₂分離回収プラントのEPCおよび貯留設備のEPCを手掛ける
	日鉄エンジニアリング	・ フィリピン、ベトナム、インドネシア、シンガポールに拠点を保有 ・ 2023年度の完成工事高は2,647億円 ・ 日本で唯一、海洋プラットフォームのEPCをトータルパッケージで提供。世界でも有数のオフショアコントラクターであり、タイやマレーシアでの海洋プラットフォームの据え付け実績を保有
	三井海洋開発	・ 世界16か国の拠点と20か国でのプロジェクト実績を保有。西アフリカ、アジア、ブラジル等の地域で事業展開に注力 ・ 2023年度の売上高は4,062億円 ・ セミサブマーシブル、FPSO等の海洋プラットフォームのEPCを手掛ける ・ SBMオフショアとMODECで大型FPSOの大半のシェアを占める

貯留－圧入/受入設備のEPCサービス（2/2）

- エンジニアリング企業を中心に圧入/受入設備のEPCサービス市場へ参入している。
 - 国内では日揮、千代田化工建設、日鉄エンジニアリング、三井海洋開発等の企業が参入している。
 - 海外ではTechnip Energies、Saipem、Heerema Marine Contractors等の企業が参入している。

圧入/受入設備のEPCサービスに取り組む国内外の企業

国内/ 海外	企業名	概要
海外	Technip Energies (フランス)	• 世界各地域(アジア、北・中南米、欧州、中東、アフリカ、オセアニア)34か国で事業を展開 • 2023年度の全社売上は€6,015mil • Technip Energiesが保有するCCUSテクノロジーを束ねた戦略的プラットフォーム「Capture.Now」を設立し、電力・石油化学等様々な業界顧客のCCUS事業を支援 • 65か国以上での固定式プラットフォームのEPC実績や14のFPSOのEPC実績を保有 • また、50以上のCCUSプロジェクト、20以上のFEEDおよびEPCプロジェクトへの参加経験を持つ
	Saipem (イタリア)	• 世界各地域(アジア、北・中南米、欧州、中東、アフリカ、オセアニア)60か国に拠点を保有 • 2023年度の全社売上は€11,874mil(うち、石油・ガス・化学EPC事業を含むEnergy Carriers領域は€5,062mil) • 60か国以上での固定式プラットフォームのEPC実績やセミサブマーシブル、FPSO等の浮体式プラットフォームのEPC実績を保有
	Heerema Marine Contractors (オランダ)	• Heerema Groupの一員であり、世界10か国に拠点を保有 • 1978年に世界初のセミサブマーシブルのプラットフォームを製造 • 固定式プラットフォームや浮体式プラットフォームのEPCプロジェクトの実績を多数保有する
	SBM Offshore (オランダ)	• 世界9か所の拠点を保有しており、ブラジル等を中心に大型FPSOの事業を展開 • 2023年度の全社売上は\$4,500mil • SBM OffshoreとMODECで大型FPSOの大半のシェアを占める

出所)各種公開情報よりMRI作成

貯留一帯水層に対する圧入O&Mサービス(1/2)

- 石油開発企業を中心に圧入O&Mサービス市場へ参入している。
 - 国内ではJAPEX、INPEX、JX石油開発等の企業が参入している。
 - 海外ではBP、Shell、TotalEnergies、Exxon Mobil等の企業が参入している。

圧入/受入設備のEPCサービスに取り組む国内外の企業

国内/ 海外	企業名	概要
国内	JAPEX	- 世界6か所(イラク、インドネシア、欧州、ロシア、アメリカ)にE&P事業拠点を保有 2023年度の全社売上は3,365億円 - JOGMECの「先進的CCS事業の実施に係る調査」では3案件(苫小牧CCS、東新潟CCS、サワラク沖CCS)に参画しており、国内外のCCSプロジェクトを推進 - CCSをコア事業と位置付けており、重点的に投資の配分をする方針
	INPEX	- 世界20か所(欧州、東南アジア、豪州等)で石油ガス開発のプロジェクト実績を保有 2023年度の全社売上は2.1兆円であり、CCS事業を含むネットゼロ分野への投資額は789億円 - JOGMECの「先進的CCS事業の実施に係る調査」では2案件(日本海側東北地方CCS、首都圏CCS)に参画 - CCS事業の海外展開も積極的であり、豪州のボナパルトCCSでは貯留オペレーターを務める
	JX石油開発	8か国(東南アジア、UAE、アメリカ等)で30件以上の石油ガス開発プロジェクトの実績を保有 - JOGMECの「先進的CCS事業の実施に係る調査」では2案件(九州西部沖CCS、マレー半島沖北部CCS)に参画 - 世界最大規模のCO₂-EORプロジェクトであるPetra Nova(米ヒューストン)ではオペレーターを務める

貯留 一帯水層に対する圧入O&Mサービス(2/2)

- 石油開発企業を中心に圧入O&Mサービス市場へ参入している。
 - 国内ではJAPEX、INPEX、JX石油開発等の企業が参入している。
 - 海外ではBP、Shell、TotalEnergies、Exxon Mobil等の企業が参入している。

圧入/受入設備のEPCサービスに取り組む国内外の企業

国内/ 海外	企業名	概要
海外	BP (イギリス)	2023年の全社売上高は\$210,130mil(うち、CCS事業を含むGas&low Carbon energyセクションの売上高は\$50,297mil) - 英国のEast Coast Clusterでは、複数企業のジョイントベンチャーであるNorthern Endurance Partnershipを設立し、貯留事業を推進。中でもBPはオペレーターを務める
	Shell (イギリス)	- カナダのQuestプロジェクトやノルウェーのThe Northern Lightsプロジェクトに採択されており、Questプロジェクトではオペレーターを務める - また、英国のEast Coast Clusterでは、複数企業のジョイントベンチャーであるNorthern Endurance Partnershipを設立し、貯留事業を推進
	Total Energies (フランス)	2023年の全社売上高は\$237,128mil - ノルウェーのThe Northern Lightsプロジェクトに採択 - また、英国のEast Coast Clusterでは、複数企業のジョイントベンチャーであるNorthern Endurance Partnershipを設立し、貯留事業を推進 - INPEXがオペレーターを務める豪州のイクシスLNGプロジェクトにも参画しており、貯留適地調査等を実施
	Exxon Mobil (アメリカ)	2023年の全社売上は\$334,697mil - 米国ヒューストンでCCSプロジェクトを構想。本プロジェクトは2040年までに1億トン/年のCO2回収を目標としており、他CCSプロジェクトとしても大型プロジェクトである - また、JOGMECの「先進的CCS事業の実施に係る調査」では大洋州CCSに参画しており、貯留に関する検討を実施

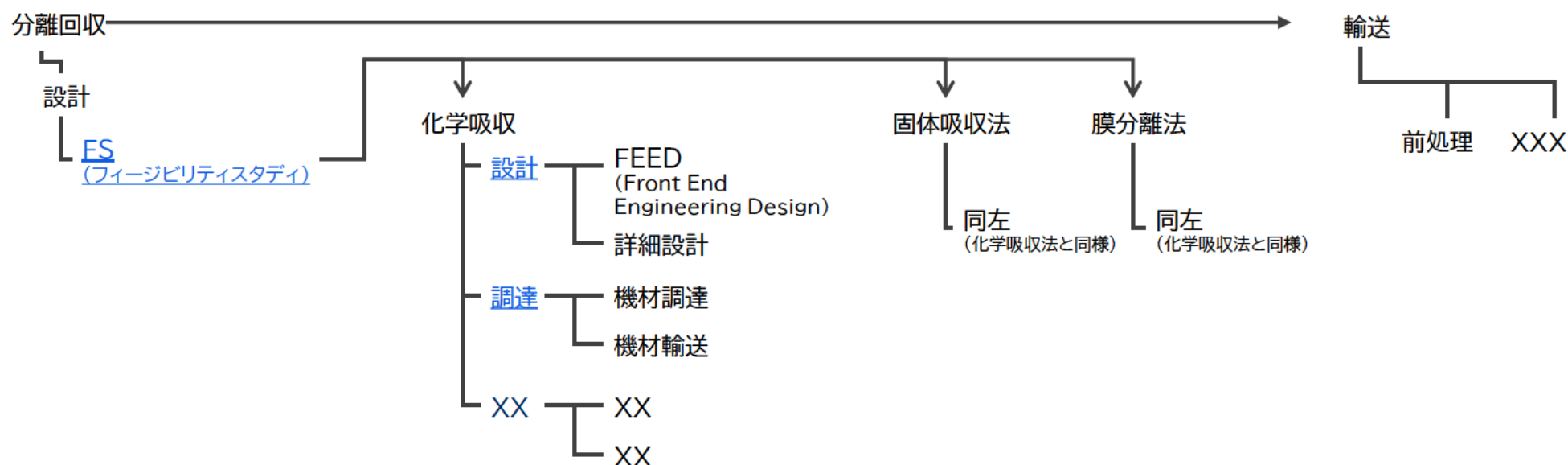
3-1.CCSバリューチェーンを構成する各種サービスの調査・特定及び優位性に関する調査・分析

- 3-1-1.バリューチェーンの概要
- 3-1-2.サービス概要と優位性の評価
- 3-1-3.国内事業者が強みを持つサービスの優位性および課題の整理
- 3-1-4.国内外の主なプレイヤーの整理
- 3-1-5.マップを用いた整理

調査方法

- 「3-1-2.サービス概要と優位性の評価」において整理したサービスを対象に、セグメント単位で技術マップの形式でとりまとめを実施した。

技術マップの整理イメージ



凡例

青字…国内事業者に優位性がある技術

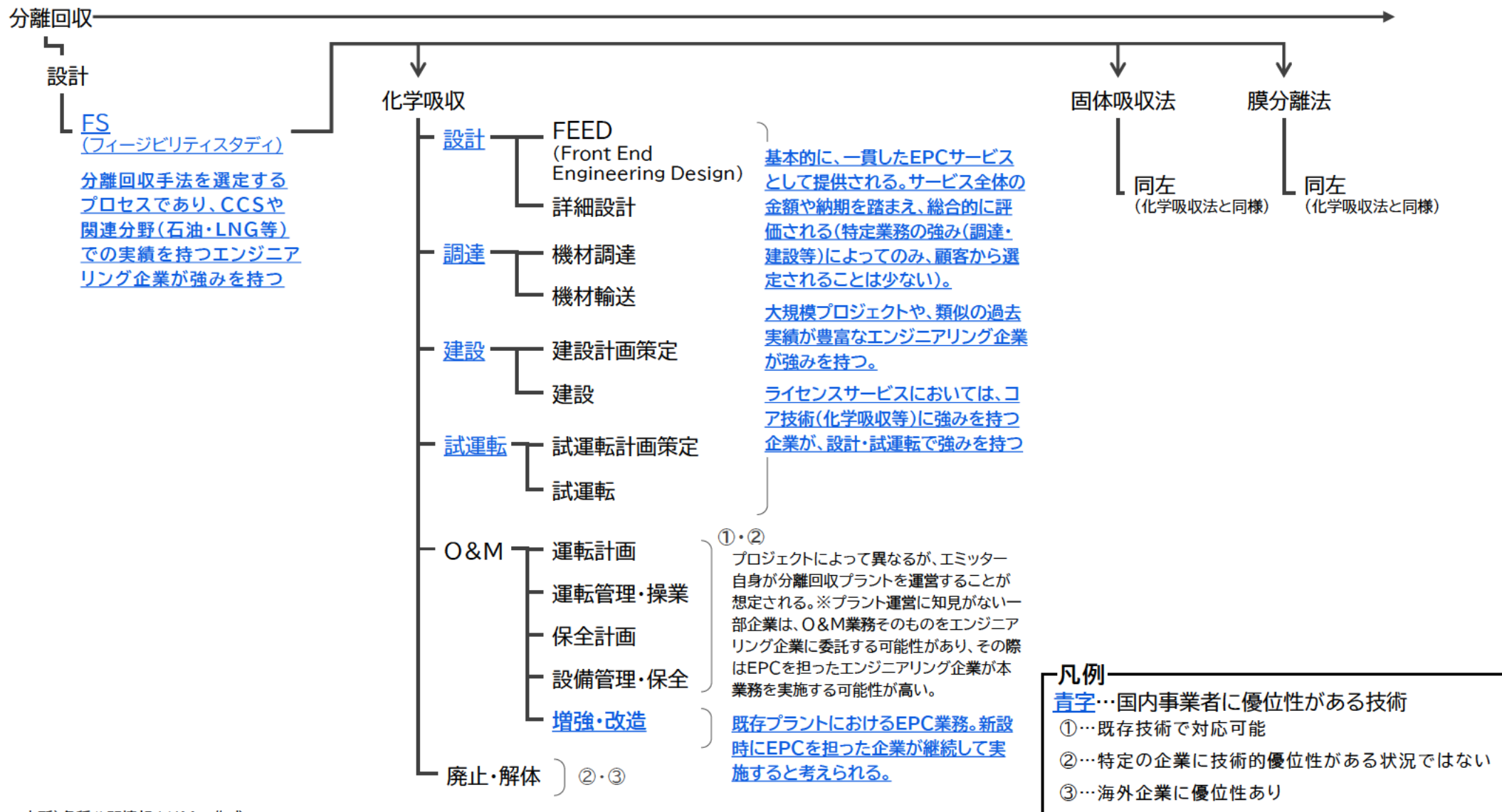
①…既存技術で対応可能

②…特定の企業に技術的優位性がある状況ではない

③…海外企業に優位性あり

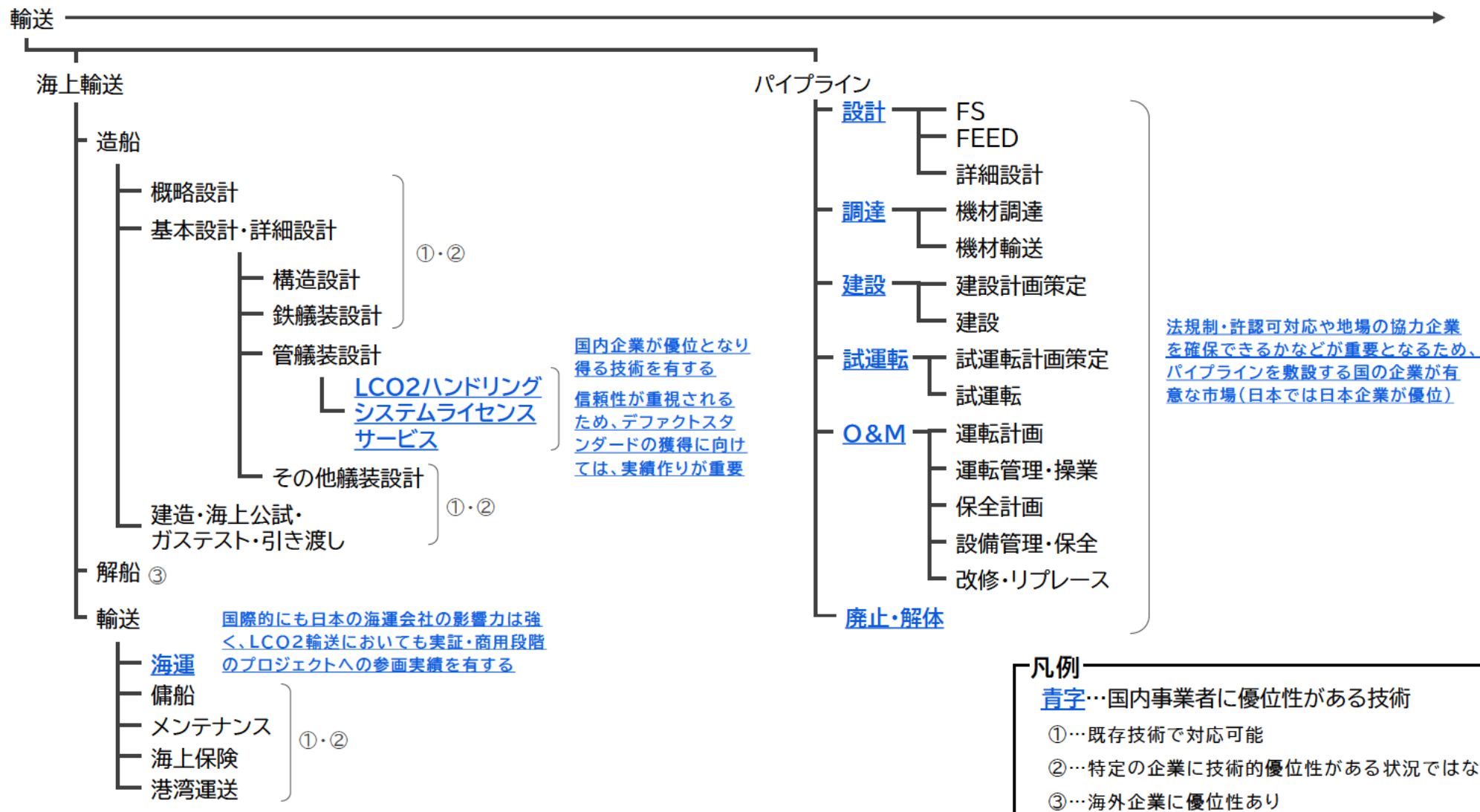
技術マップ(分離回収)

- 分野回収分野においては、設計から試運転までを包括的に行うEPCサービスおよび、コア技術のテクノロジープロバイダーを行うライセンスサービスに強みを持つ。



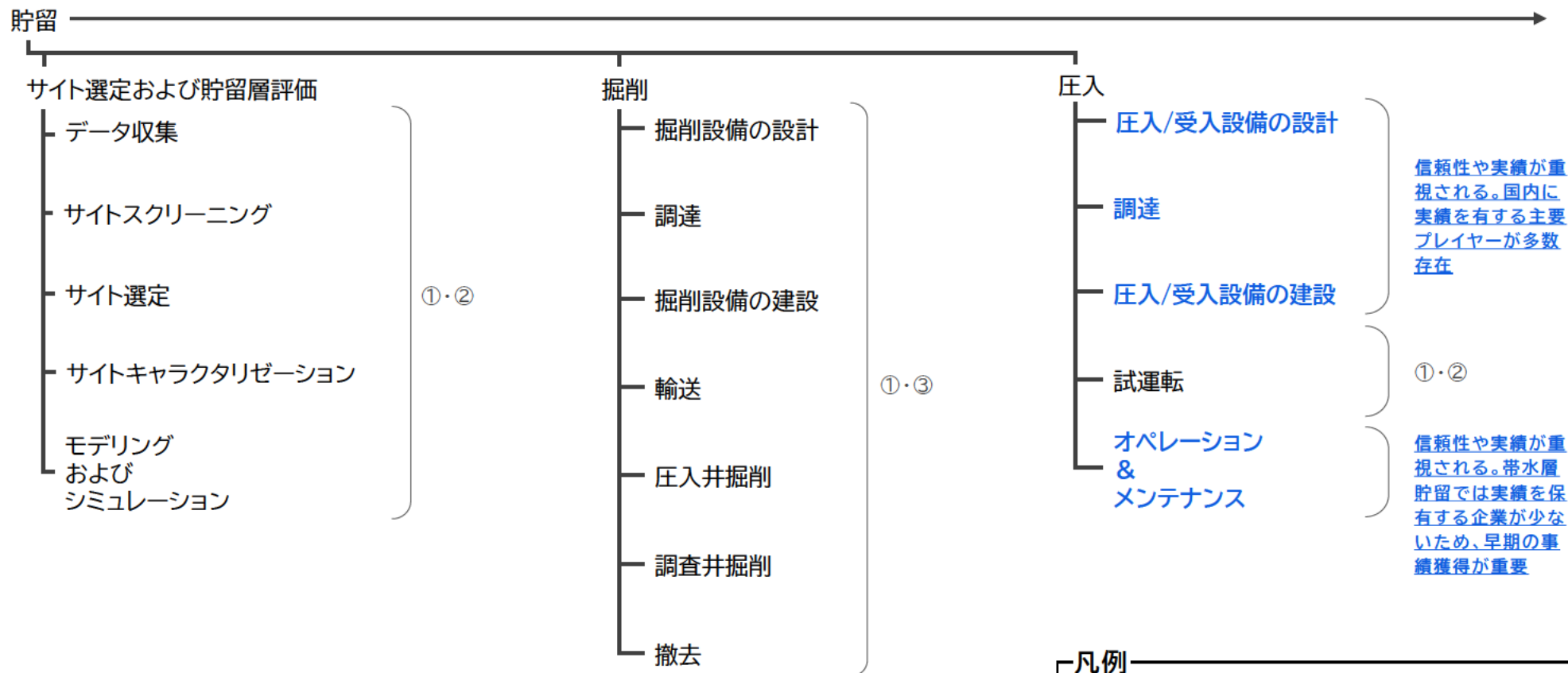
技術マップ(輸送)

- 輸送分野においては、パイプラインのEPC・O&M・解体サービス、海運サービス、LCO2ハンドリングシステムライセンスサービスが強みを持つ。



技術マップ(貯留)

- 圧入/受入設備のEPCサービスでは、国内に実績を有するプレイヤーが存在している強みを持つ。
- 帯水層への圧入のO&Mでは、早期の実績の獲得により強みを保有できると想定する。



凡例

青字…国内事業者に優位性がある技術

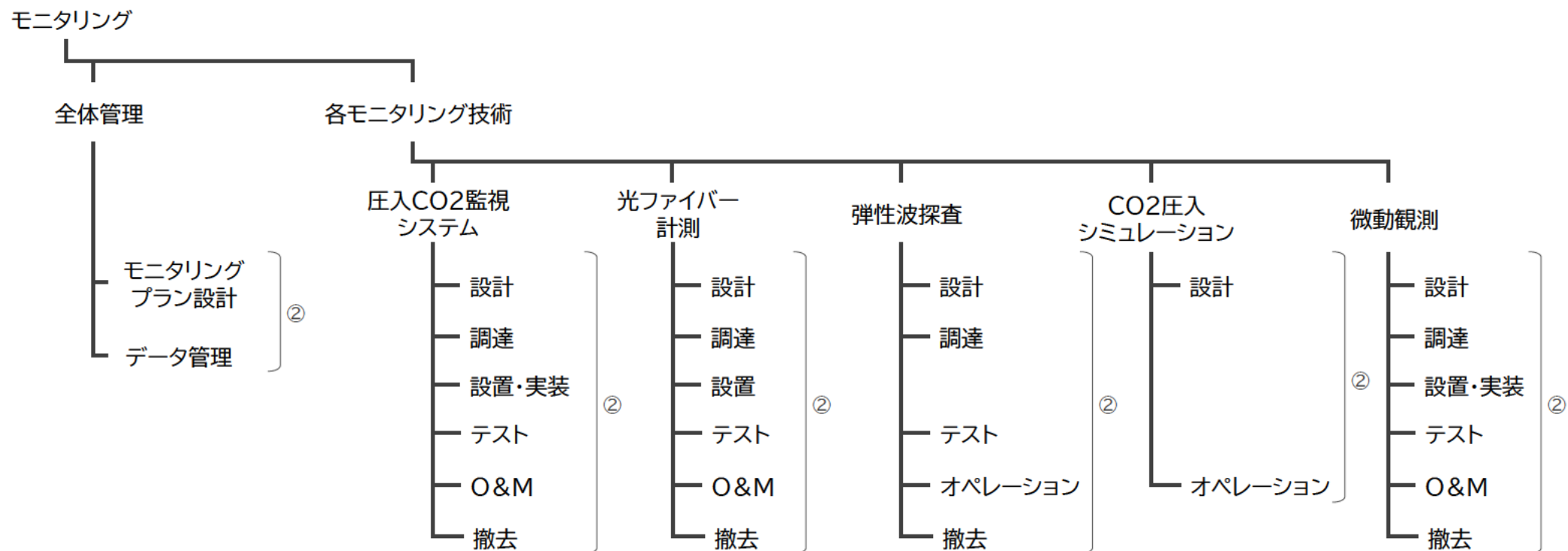
①…既存技術で対応可能

②…特定の企業に技術的優位性がある状況ではない

③…海外企業に優位性あり

技術マップ(モニタリング)

- モニタリング分野においては、特定のサービスにおける優位性は確認できなかった。



凡例

青字…国内事業者に優位性がある技術

①…既存技術で対応可能

②…特定の企業に技術的優位性がある状況ではない

③…海外企業に優位性あり

3-2.優位性を保有する各種サービスの市場調査

- 3-2-1.各種サービスの市場規模評価

調査方法

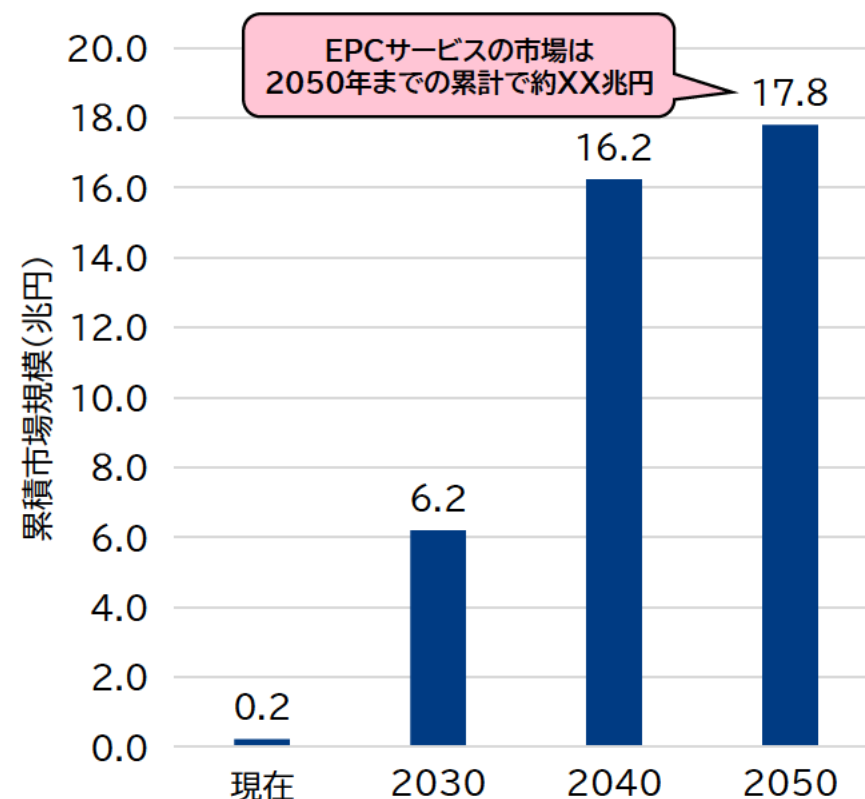
- 「3-1-2.サービス概要と優位性の評価」において抽出した国内事業者が優位性を持ちうるサービスを対象に各種公開情報を調査し、市場規模試算を実施した。

各技術の市場規模試算

技術帳票を作成した抽出サービスリスト

分野	技術帳票を作成した技術
分離回収	EPCサービス(プラントエンジニアリング)
	ライセンスサービス(テクノロジープロバイダー)
輸送	EPC+O&M・解体サービス(パイプライン)
	LCO2ハンドリングシステム ライセンスサービス
	海運サービス
貯留	圧入/受入設備のEPCサービス
	帯水層に対する圧入のO&Mサービス

試算結果のイメージ



市場規模評価を実施した技術リスト

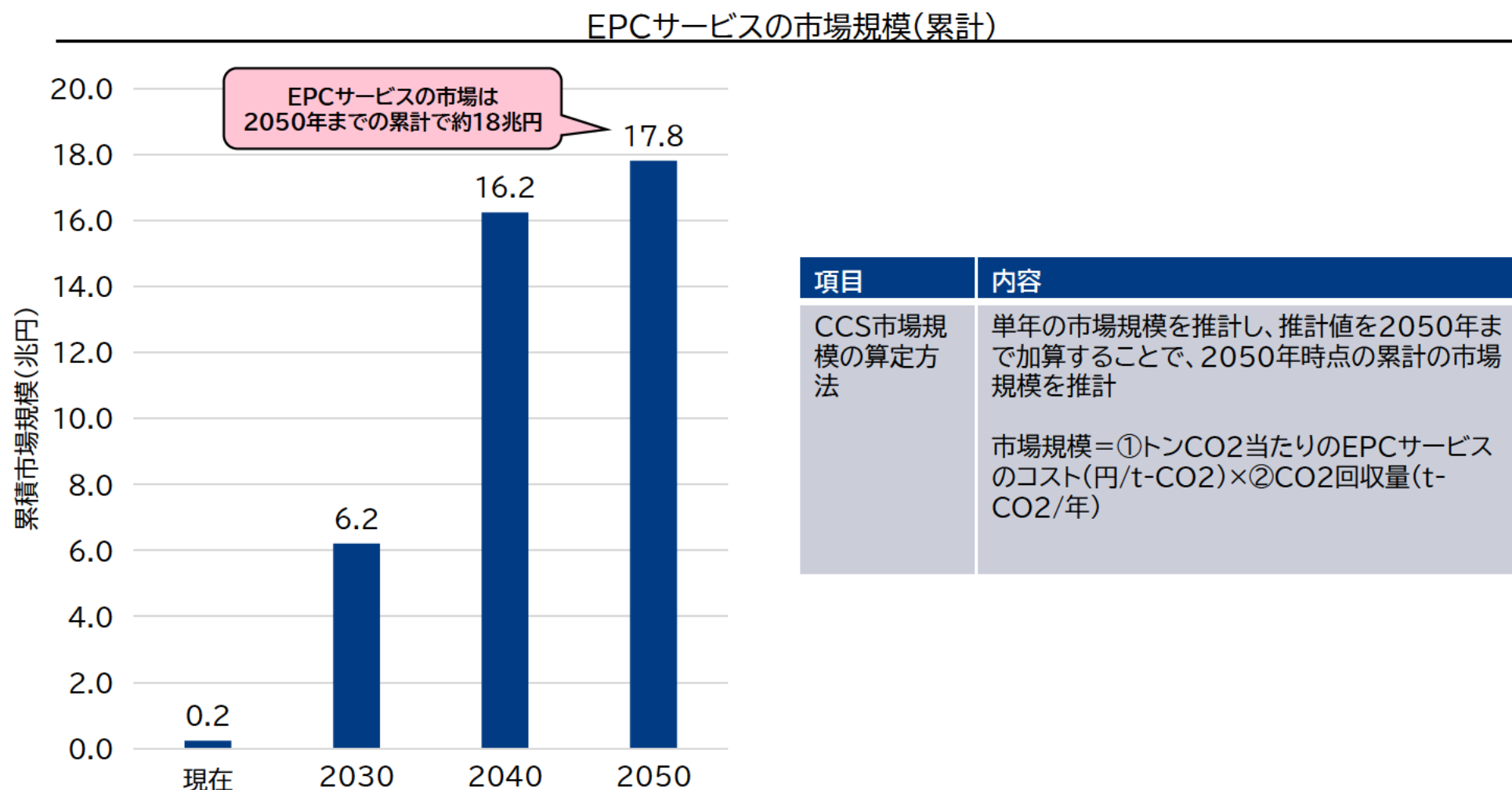
- 「3-1-2.サービス概要と優位性の評価」において抽出した国内事業者が優位性を持ちうるサービスを対象にそのサービス市場規模の推計を実施した。
- 検討対象としたサービスの合計で2050年までに50兆円以上の市場が見込めることが分かった。
- EPCサービス(分離回収)と帯水層に対する圧入O&Mサービス(貯留)は2050年までに10兆円を超える市場規模が見込まれる。

各分野で抽出した技術の市場規模推計結果

分野	抽出技術	市場規模(兆円)		
		2030	2040	2050
分離回収	EPCサービス	6.2	16.2	17.8
	ライセンスサービス	0.6	1.6	1.8
輸送	EPC・O&M・解体サービス (算定対象はエンジニアリング)	0.2	1.2	3.1
	LCO2ハンドリングシステム ライセンスサービス	0.03	0.08	0.1
	海運サービス	2.0	6.0	7.7
貯留	圧入/受入設備のEPCサービス	1.8	5.4	8.9
	帯水層に対する 圧入O&Mサービス	0.4	4.6	18.7
合計		11.2	35.1	58.1

EPCサービスの市場規模(累計)

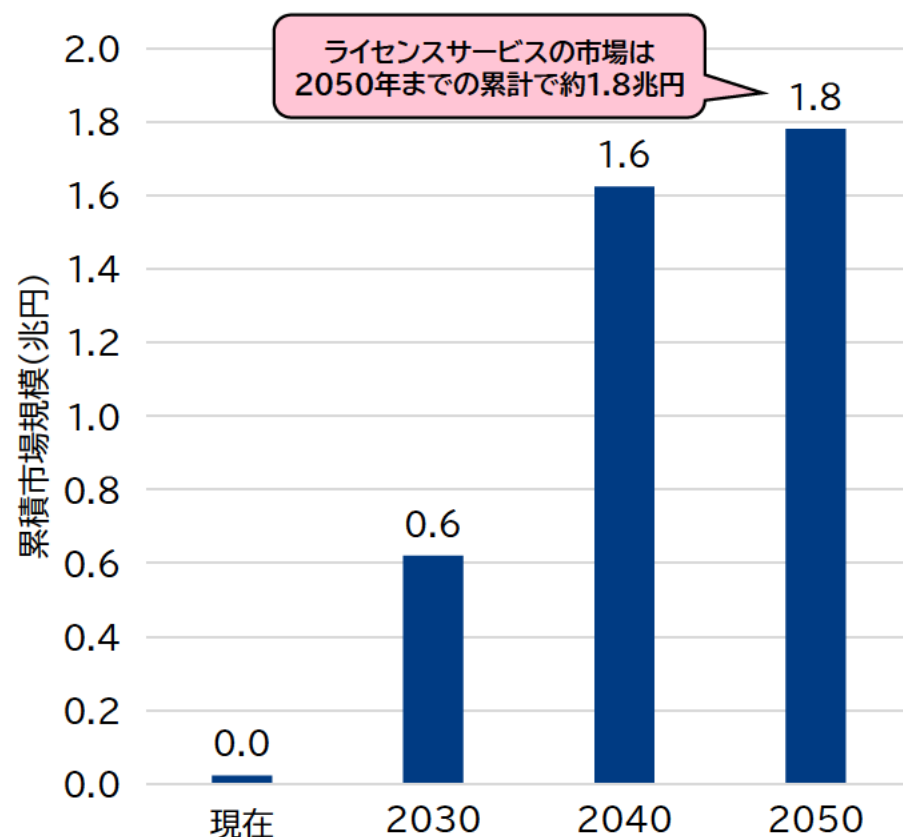
- CCSにおけるEPCサービスは、2050年までの累計で約18兆円の市場規模が見込まれる。
- EPCサービスは、既に提供可能なサービスであり足元からの市場参入が期待できる。2050年まで継続的な市場を見込むことができる。



ライセンスサービスの市場規模(累計)

- CCSにおけるライセンスサービスは、2050年までの累計で約1.8兆円の市場規模が見込まれる。
- ライセンスサービスは、基本的にEPCサービスと連携し、コア技術保有しない企業がEPCを行う際に、ライセンサーが技術提供を行う。
- 化学吸収法では、既に提供可能なサービスであり足元からの市場参入が期待できる。固体吸収法と膜分離法は、技術開発が進むことにより中長期的に市場に導入される想定である。

ライセンスサービスの市場規模(累計)

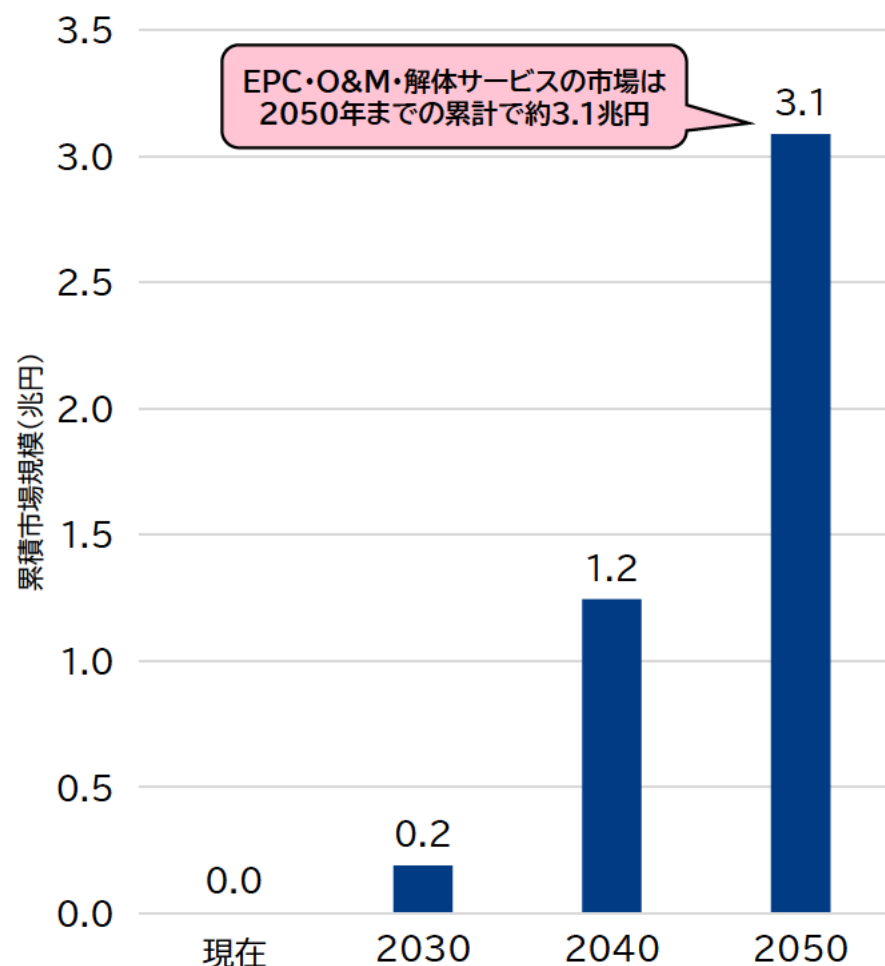


項目	内容
CCS市場規模の算定方法	単年の市場規模を推計し、推計値を2050年まで加算することで、2050年時点の累計の市場規模を推計 市場規模＝①トンCO2当たりのEPCサービスのコスト(円/t-CO2)×②ライセンサー契約料割合×③CO2回収量(t-CO2/年)

EPC・O&M・解体サービスの市場規模(累計)

- EPC・O&M・解体サービスは付加価値の源泉であるEPCを対象に提供サービスの市場規模を算定した。
- 2050年までの累計で約3.1兆円の市場規模が見込まれる。

EPCサービスの市場規模(累計)

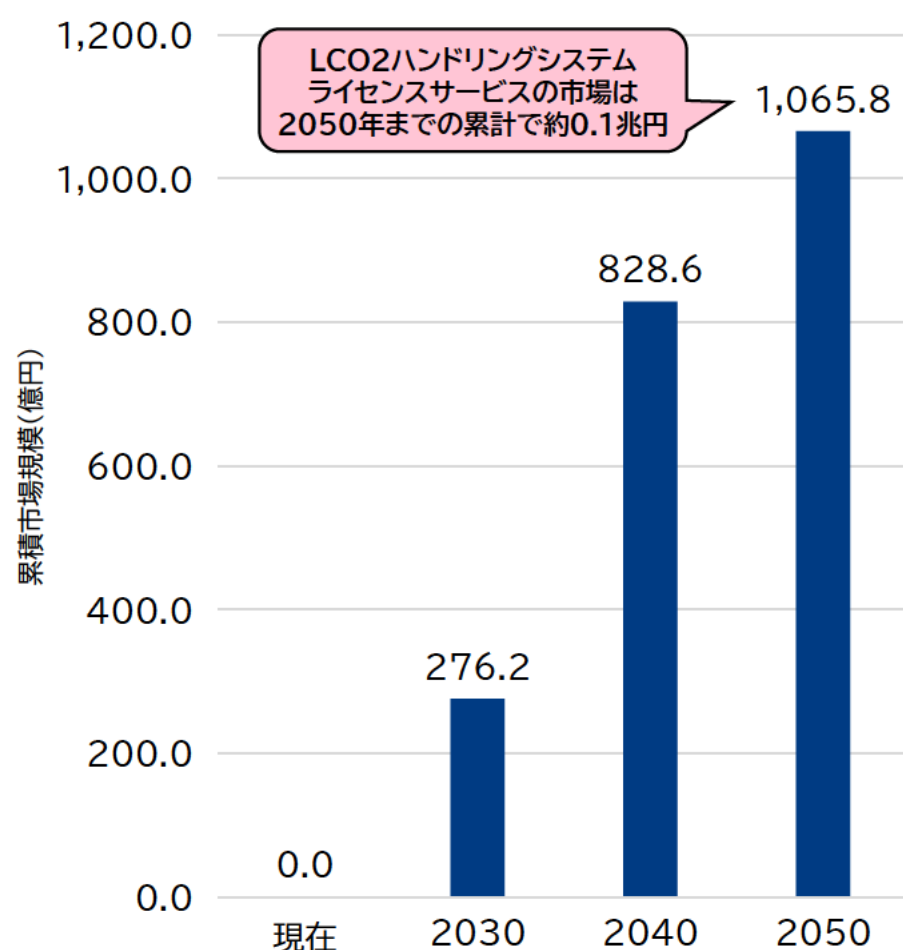


項目	内容
CCS市場規模の算定方法	単年の市場規模を推計し、推計値を2050年まで加算することで、2050年時点の累計の市場規模を推計

LCO2ハンドリングシステムライセンスサービスの市場規模(累計)

- LCO2ハンドリングシステムライセンスサービスは2050年までの累計で約0.1兆円の市場規模が見込まれる。

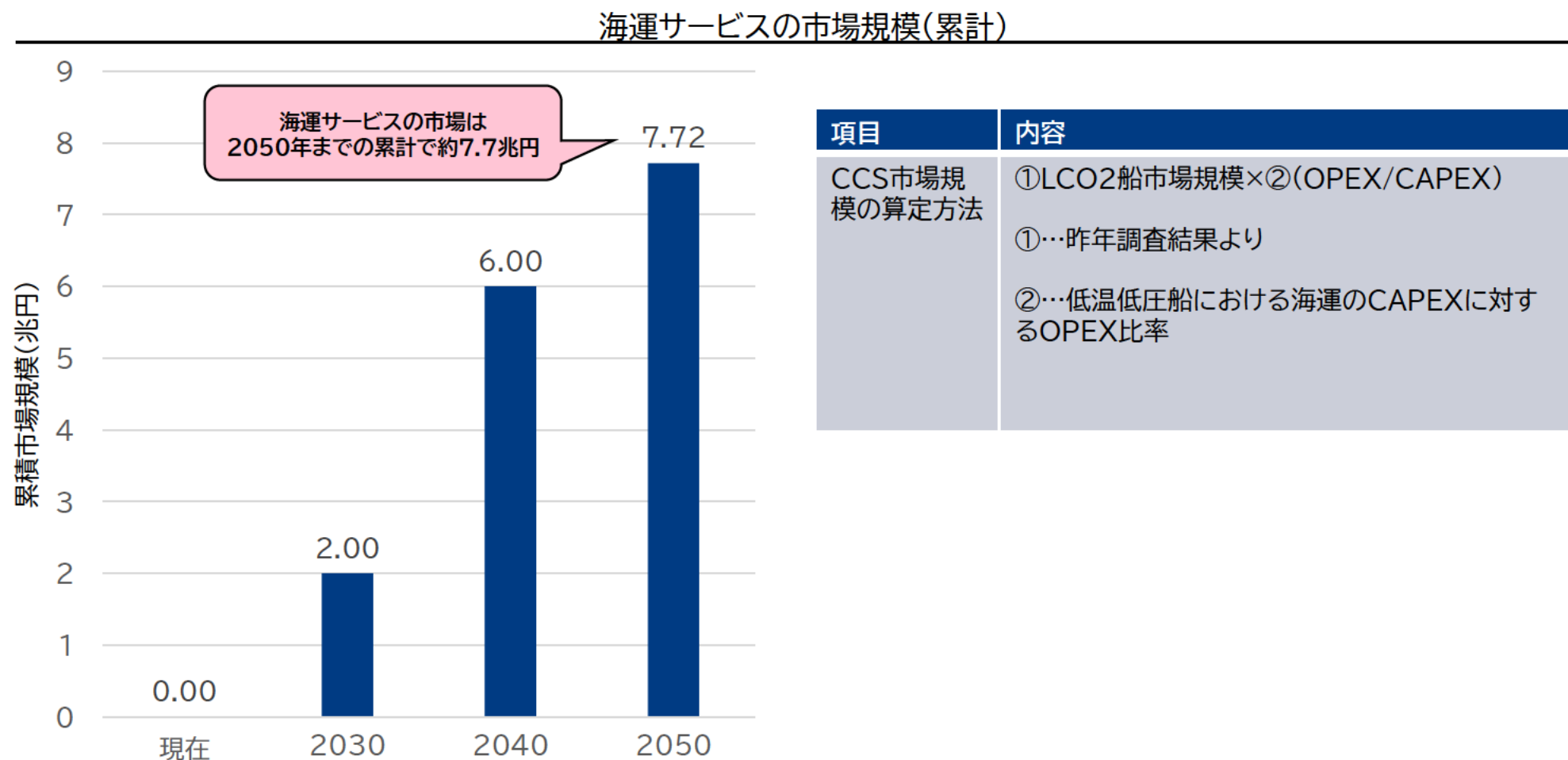
LCO2ハンドリングシステム ライセンスサービスの市場規模(累計)



項目	内容
CCS市場規模の算定方法	昨年度算定済みのLCO2輸送船市場規模から2050年時点の累計市場規模を算定 市場規模=①×② ①LCO2輸送船市場規模 ②ハンドリングシステムコスト比率(ライセンスサービス前提)

海運サービスの市場規模(累計)

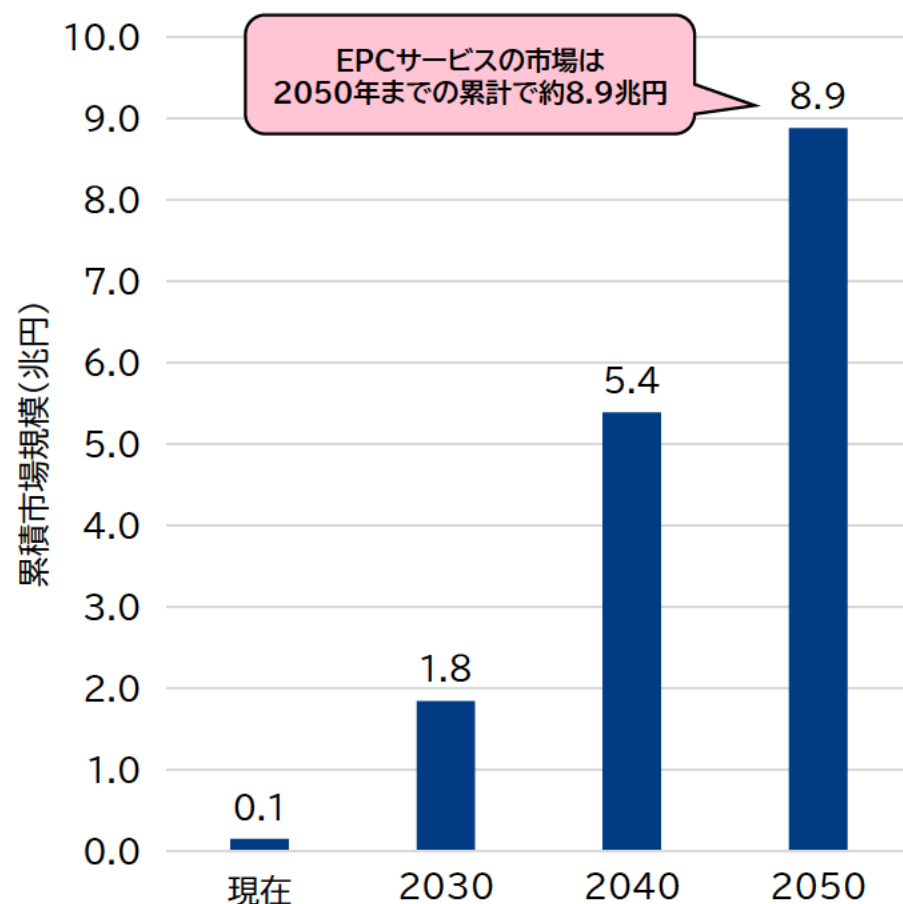
- 海運サービス市場は、2050年までの累計で約7.7兆円の市場規模が見込まれる。



圧入/受入設備のEPCサービスの市場規模(累計)

- 圧入/受入設備のEPCサービスは、2050年までの累計で約8.9兆円の市場規模が見込まれる。
- EPCサービスは、既に提供可能なサービスであり足元からの市場参入が期待できる。2050年まで継続的な市場を見込むことができる。

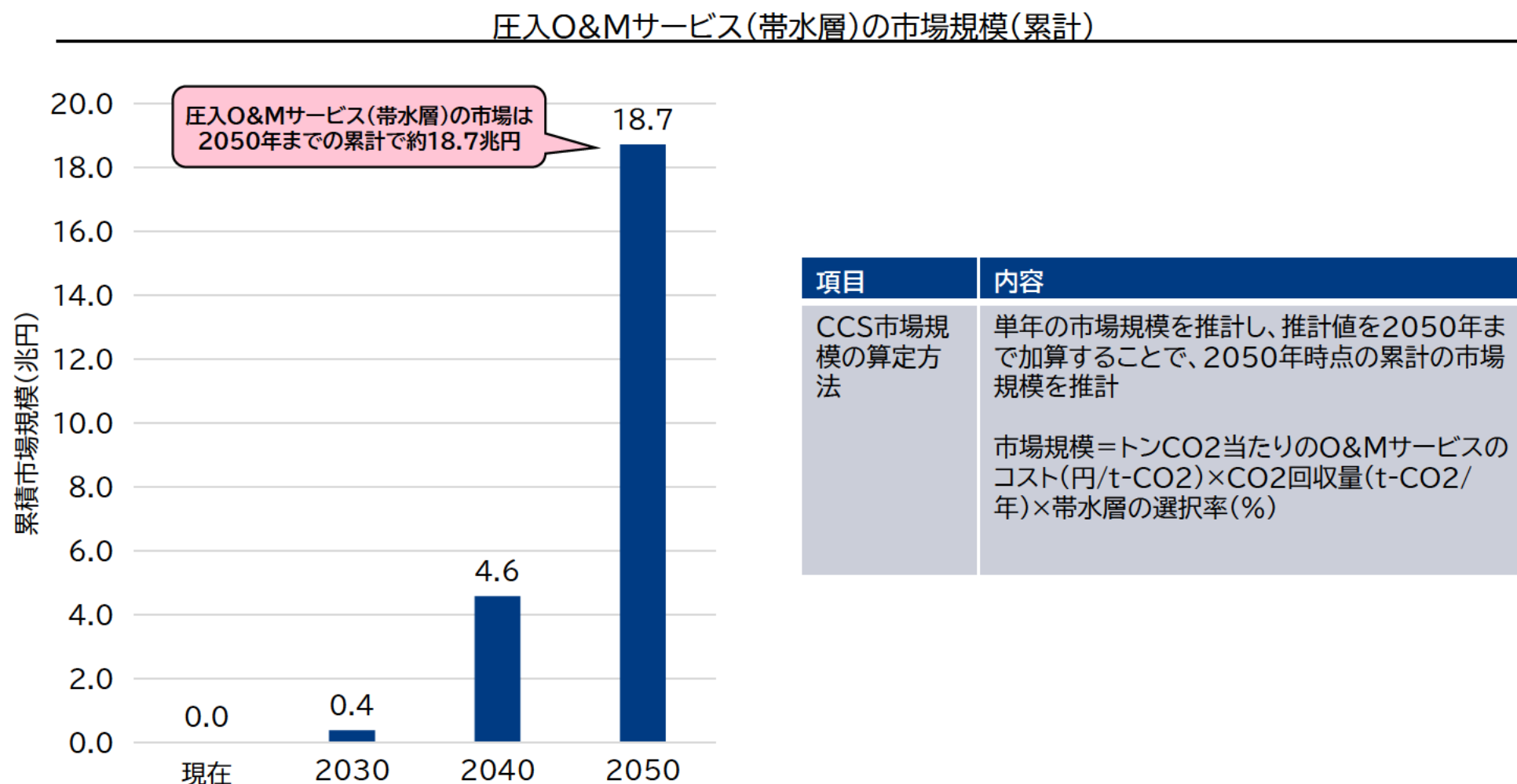
圧入/受入設備のEPCサービスの市場規模(累計)



項目	内容
CCS市場規模の算定方法	単年の市場規模を推計し、推計値を2050年まで加算することで、2050年時点の累計の市場規模を推計 市場規模＝トンCO2当たりのEPCサービスのコスト平均(円/t-CO2)×CO2回収量(t-CO2/年)

帯水層に対する圧入O&Mサービスの市場規模(累計)

- 帯水層に対する圧入O&Mサービスは、2050年までの累計で約18.7兆円の市場規模が見込まれる。
- 2050年にかけてCCS事業の拡大が想定され、それに伴い帯水層への圧入O&Mサービスの市場規模も増加する見込みである。



3-3.優位性を保有する各種サービスの産業成長性評価

- 3-3-1.各種サービスの産業成長性評価
- 3-3-2.各種サービスの産業成長戦略策定のための論点の整理

調査方法

- 「3-1.CCSバリューチェーンを構成する各種サービスの特定及び優位性に関する調査・分析」および「3-2.優位性を保有する各種サービスの市場調査」で整理・分析した情報に基づき、各技術の産業成長性の評価及び論点の整理を実施した。

➤ 各技術の産業成長性のために重要なポイントを整理することを目的としている。

各技術の産業成長性の評価および論点の整理

技術帳票を作成した抽出サービスリスト

分野	技術帳票を作成した技術
分離回収	EPCサービス(プラントエンジニアリング)
	ライセンスサービス(テクノロジープロバイダー)
輸送	EPC+O&M・解体サービス(パイプライン)
	LCO2ハンドリングシステム ライセンスサービス
	海運サービス
貯留	圧入/受入設備のEPCサービス
	帯水層に対する圧入のO&Mサービス

整理イメージ

主な国内事業者					
XXX社					
国内事業者を取り巻く環境			2030	2040	2050
技術全体の CCS市場 見通し	分離回収の 市場規模	➤ XXX			
	技術成熟度	➤ XXX			
	代替技術の 有無	➤ XXX			
要素技術を保有する プレイヤーの動向		➤ XXX			

産業成長のポイント	優位性の論点
➤ XXX	XXX
	XXX
	XXX

市場規模評価を実施した技術リスト

- 各分野で抽出した技術は、いずれも早期の市場導入が見込まれる商業化技術であり、全体の累計市場としては足元の2030年から約11兆円、2050年にかけては約60兆円の市場を見込むことができる。
- 国内事業者の累計市場において、2050年までに約1～2兆円の市場が見込まれる技術は、EPCサービス、ライセンスサービス、海運サービス、圧入/受入設備のEPCサービス、帯水層に対する圧入O&Mサービスである。

各分野で抽出した技術の市場規模推計結果

分野	抽出技術	全体の累計市場規模(兆円)			技術成熟度	代替技術の有無	産業成長のポイント
		2030	2040	2050			
分離回収	EPCサービス	6.2	16.2	17.8	商業化	なし	実績が重視されるため早期から市場シェアを獲得することが重要。O&M業務の受注にも期待
	ライセンスサービス	0.6	1.6	1.8	実証～商業化	なし	技術的優位性が評価されるため商業化した技術であっても継続的な研究開発が重要
輸送	パイプラインのEPC及びO&M・解体サービス	0.2	1.2	3.1	商業化	なし	安全基準の明確化などを通じて許認可を円滑に取得できるような環境を整備することが重要
	LCO2ハンドリングシステム設計・ライセンス	0.03	0.08	0.1	実証～商業化	なし	技術的優位性に加え、実績も重視されることから実証や商用案件の早期獲得が重要
	海運サービス	2.0	6.0	7.7	実証～商業化	なし	より上流の権益を確保できるような形での案件組成を通じて収益性を高めることが重要
貯留	圧入/受入設備のEPCサービス	1.8	5.4	8.9	実証～商業化	なし	実績が重視されるため早期から関連領域を含めた市場シェアを獲得することが重要
	帯水層に対する圧入O&Mサービス	0.4	4.6	18.7	実証～商業化	なし	実績を保有する企業が少ないため、実証やプロジェクトで早期に実績を積むことが重要
合計		11.5	36.3	59.2			

EPCサービスの産業成長性評価

- EPCサービスは既に提供可能な商業段階のサービスである。
- EPCサービスは、分離回収プラント等の建設において必須のサービスであり、代替可能なサービスは現状なく、CCSの普及に応じた市場規模の拡大が見込まれる。
- 国内には分離回収技術に取組み、既存のEPCサービス(石油・LNG等)でも強みを持つ企業が複数存在する。

産業成長性の見通し

主な国内事業者

日揮、千代田化工建設、三菱重工、
川崎重工、日鉄エンジニアリング、JFEエンジニアリング

国内事業者を取り巻く環境			2030	2040	2050
技術全体の CCS市場 見通し	EPCサービスの市場規模	➢ 2050年に向けて継続的に新設プラントは増加。 ➢ 2030～2040年にはCCSの導入が大きく進むと見込まれる	6.2兆円	16.2兆円	17.8兆円
	技術成熟度	➢ 商業段階のサービスであり、国内のプラントエンジニアリング企業がサービス提供可能	商業化		
	代替技術の有無	➢ 分離回収プラントの建設において必須のサービスであり代替可能なサービスはなしと想定	—		
要素技術を保有するプレイヤーの動向		国内事業者 ➢ 三菱重工は、化学吸収法において世界シェアトップであり、EPCサービスにおいても自社技術が活用可能 ➢ 日揮・千代田化工建設は、類似分野(石油・LNG等)における海外での大規模プロジェクトの遂行実績を保有 海外事業者 ➢ KiewitやWorley Parsonsなどの競合が複数存在 ➢ KiewitはPetra Novaプロジェクトをはじめ、北米での様々なCCSプロジェクトに取組む	現状～2030年 ➢ 国内事業者のCCSへの取組み(実証への参画や技術開発など)が多数存在し、CCS市場への進出が期待できる ➢ 海外企業においても、複数の企業がCCSに取り組んでいる。自国の実証プロジェクトのみならず他国のプロジェクトへのサービス展開も実施しており、海外企業も取組みを活発化することが想定される		

EPCサービスの産業成長戦略策定に向けた論点整理

- EPCサービスはCCS需要の拡大に応じた受注拡大が見込まれるが、類似実績が重視される傾向にあるため市場拡大の早期から実証や実プロジェクトに採択されることが重要と考えられる。
- 多数のCCSプロジェクトにプラントを納入することで、納入プラントへのO&Mサービスの展開も期待できる。
- また、事業拡大に向けてはプロジェクト遂行体制の構築が重要となる。

論点の整理

産業成長のポイント	優位性の論点
➢ EPCサービスはプラント建設において必須のサービスであり、CCSにおいても分離回収プラントや液化プラントの建設を担う ➢ サービス提供においてCCS特有の課題は想定されておらず、既存プロジェクト同様に実施可能であり、CCS関連プラントの需要増加に伴う成長が期待できる ➢ 類似実績や大規模プラントの建設実績によるプロジェクト遂行能力が評価される傾向にあるため、EPC事業の産業成長を最大化するためには早期から市場シェアを獲得することが重要と考えられる ➢ 早期にプラント納入実績を拡大することにより、納入先企業からのO&M業務の受注も期待できる	<u>CCSにおける実績の早期獲得</u> ➢ EPCサービス市場は過去実績が重視される傾向にあるため、CCSの市場拡大の早期に実証や実際の受注を獲得することが将来の規模拡大に繋がると想定される ➢ 実証や実プロジェクトで早期に実績を積むため、国内CCSプロジェクトへの参画や、既存顧客へのCCS導入検討支援などが有効と考えられる ➢ また、国内のみならず海外での実証プロジェクト採択を国として支援することも有効と考えられる <u>プロジェクト遂行体制の構築</u> ➢ EPCサービスは、石油・LNG・化学など多様な業界へサービス提供を行っている。その中で、CCS事業に携わるエンジニアや協力会社の確保が重要となる ➢ CCS関連プロジェクトの需要が増加した際に、国内のプラントエンジニアリング企業が対応できる体制を確保できていることが優位性の維持・向上に繋がる ➢ プラントエンジニアリング企業が、その他の事業よりもCCS事業を優先するようなインセンティブの支援も重要である

3-3-1.各種サービスの産業成長性評価

ライセンスサービスの産業成長性評価

- 分離回収技術に取り組むプレイヤーは国内外に複数存在し、その時々で最も競争力が高い(CO₂回収コスト等)企業がライセンスサービスを提供すると想定される。

産業成長性の見通し

主な国内事業者

化学吸収法:三菱重工、東芝、日鉄エンジニアリング、東ソー、IHI
 固体吸収法:川崎重工、千代田化工建設、エア・ウォーター、戸田工業
 膜分離法:住友化学、OOYOO、日本ガイシ

国内事業者を取り巻く環境			2030	2040	2050
技術全体の CCS市場 見通し	ライセンス サービスの 市場規模	➢ 2050年に向けて継続的に新設プラントは増加。 ➢ EPCの増加に伴ってライセンス販売も増加すると考えられる	0.6兆円	1.6兆円	1.8兆円
	技術成熟 度	➢ 商業化段階に達している最も競争力(コスト等)がある分離回収技術がライセンス販売される想定 ➢ 現状は化学吸収法が主だが、技術成熟度の向上に伴い固体吸収法や膜分離法が利用されると想定	実証～商業化		
	代替技術 の有無	➢ 分離回収技術のテクノロジープロバイダーは必要であり、ライセンスサービス自体を代替するサービスはない	—		
要素技術を保有する プレイヤーの動向		国内事業者 ➢ 三菱重工は、化学吸収法において世界シェアトップであり、海外企業へのライセンス販売も実施 ➢ 固体吸収法や膜分離法は、川崎重工や住友化学等が研究開発に取り組み、将来的なプレイヤーと想定される 海外事業者 ➢ 化学吸収法ではShellやAkerなどの競合が複数存在 ➢ 固体吸収法ではSvante、膜分離法ではMTRが実証に取り組む	現状～2030年 ➢ 三菱重工は新開発した吸収液KS-21を開発し、英国電力会社Drax社のプロジェクトに採択。またCO₂回収プラントコストの3割を削減可能と見通しを表明 2030年以降を想定 ➢ 川崎重工の固体吸収法の実証は海外の競合と比較しても同等以上の商業化が目標とされており、エネルギー目標も1.5GJ/t-CO₂と低い ➢ 住友化学、OOYOOは排ガスに適用可能な分離膜の研究開発を実施しており目標コストは2000円/t-CO₂。また、事業化の目標として2035年230万t-CO₂/年、2050年で2億t-CO₂/年を設定		

出所)各種公開情報よりMRI作成

ライセンスサービスの産業成長戦略策定に向けた論点整理

- ライセンスサービスは、各企業が取組む分離回収技術の技術的優位性に基づき自社の技術を、他社に提供するサービスであり、優位性を維持するための継続的な研究開発（CO₂回収コストの削減など）が重要となる。
- 短期的には技術成熟度の高い化学吸収法、中長期的には技術成熟度は低いコスト削減ポテンシャルが高い固体吸収法、膜分離法への支援が、我が国の競争力維持のために重要と考えられる。

論点の整理

産業成長のポイント	優位性の論点
➢ ライセンスサービスは、分離回収技術に取り組む企業が自社の技術をテクノロジープロバイダーとして提供するサービスであり、商業化段階である化学吸収法では既にサービスとして提供されている ➢ 基本的にEPCサービスと連携し、分離回収プラントのコア技術はライセンサーが技術提供（設計や試運転業務など）を行うケースが多い。 ➢ 主にCO₂回収コストが重視され、既に商業化した技術であっても継続的な研究開発により技術的優位性を保つことが重要となる ➢ 商業化技術は早期の市場展開によるシェアの維持・獲得、実証技術はコスト削減ポテンシャルを考慮した中長期的な研究開発支援が重要となる	<u>継続的な研究開発</u> ➢ ライセンスサービスは分離回収プラントにおいてコアとなる分離回収技術の技術支援を実施するため、技術的優位性を維持することが最も重要となる ➢ CCSにおける優位性としてはCO₂の回収コストが最も重視される要素のひとつであるため、CO₂回収コストを下げるための素材（吸収液や吸収材など）開発やシステムの最適化への研究開発が必要である ➢ 短期的には最も技術成熟度の高い化学吸収法の更なるコストダウン・市場導入支援、中長期的には技術成熟度は低いCO₂回収コストの削減ポテンシャルが高い固体吸収法、膜分離法への研究開発支援が、我が国のライセンスビジネスの競争力維持のために重要となる
	<u>プラントエンジニアリング企業との連携</u> ➢ 技術的優位性を獲得しライセンスサービスを提供できる場合、プロジェクトに応じて最適なプラントエンジニアリング企業と連携することで、より多くの国や地域に対してサービス提供が可能となると考えられる ➢ 例えば、国内のプラントエンジニアリング企業がサービス展開を実施しづらい国や地域においては、現地のプラントエンジニアリング企業と連携することで幅広い市場へのアプローチが期待できる

EPC・O&M・解体サービスの産業成長性評価

- CCSの件数が増加するにあたり比例的に成長する市場である。
- 2030年以降は海外現地企業のEPC供給不足が想定されるため、これらの不足分に対して国内企業が海外進出することも考えられる。

産業成長性の見通し

主な国内事業者

JFEエンジニアリング、日鉄パイプライン&エンジニアリング

国内事業者を取り巻く環境			2030	2040	2050
技術全体の CCS市場 見通し	サービスの 市場規模	➢ CO2回収量に比例して市場は大きく伸長する	0.2兆円	1.2兆円	3.1兆円
	技術成熟 度	➢ 技術的な課題はほぼない	実証～商業化		
	代替技術 の有無	➢ ローリーでの輸送等も考えられるが、CCSの本格化に向けてはパイプラインでの輸送が必要となるため、代替技術はない	—		
要素技術を保有する プレイヤーの動向		国内事業者 ➢ JFEエンジニアリングと日鉄パイプライン&エンジニアリングの2強の状態 海外事業者 ➢ 現地国の企業が優位であり、他国への参入のハードルは高い	現状～2030年 ➢ 基本的にはCO2回収量は緩やかな伸びであり、供給能力も不足しないことが想定されるため、現地国のエンジニアリング会社が優位な状況が続く 2030年以降 ➢ 2030年以降はCO2の回収目標量が大きく増加するため、供給量が不足することが考えられることから、日系企業の海外進出も実現しうる		

EPC・O&M・解体サービスの産業成長戦略策定に向けた論点整理

- EPC・O&M・解体サービスの産業成長に向けては、敷設に関する許認可の緩和や安全基準の策定などの制度面での改善・検討が重要となる。加えて、人材不足も深刻な問題である。

論点の整理

産業成長のポイント	優位性の論点
➢ 現状のラインパイプのEPC・O&M・解体サービスは、技術的な課題はほぼない ➢ 一方で、現状はパイプラインを敷設しようとする様々な法律や許認可をクリアする必要があることが課題である ➢ また、敷設にかかる安全基準等の技術的な基準も検討段階であり、敷設への理解が得られない状況である ➢ そのため、CO2パイプラインの安全基準を明確にし、敷設に向けた各種調整コストを下げるような法改正や許認可取得の仕組みを構築することが重要である ➢ 加えてサービス全般において人的リソースが不足しているため、リソースの追加投資を判断しうる中長期的なCCS事業の計画を国から提示することが求められている	<u>敷設にかかる許認可・関連法の見直し</u> ➢ CCS事業法側でも整理が進められると考えられるが、道路法や河川法など、パイプラインの敷設場所となり得る場所の法律について、CO2パイプラインを円滑に引くことができるような内容を追加することが効果的 <u>ラインパイプの敷設に関する安全性の評価関連法の制定</u> ➢ 現状は、ラインパイプの敷設に関する安全基準が定められていないため、適切な材料を選択できず、都度安全性を証明することが必要な状態 ➢ CCS事業法等で検討が進められると考えられるが、早急な整備が必要である

LCO2ハンドリングシステムライセンスサービスの産業成長性評価

- LCO2ハンドリングシステムは、当初はシステム売りが主となり、業界内で標準的なシステムとして認知されたのちにライセンス供与にて市場を形成すると考えられる。

産業成長性の見通し

主な国内事業者

三菱造船

国内事業者を取り巻く環境			2030	2040	2050
技術全体の CCS市場 見通し	サービスの 市場規模	➢ 市場規模は限定的であるが、他のサービスと比較して利益率が高くなることが想定される	0.03兆円	0.08兆円	0.1兆円
	技術成熟度	➢ 現状は実証段階であり、今後業界標準となる方式を争うことが想定される	実証～商業化		
	代替技術の 有無	➢ Type-Cタンクを採用した方式が中心となると想定（代替技術はなしと想定）	—		
要素技術を保有する プレイヤーの動向		国内事業者 ➢ 三菱造船が低温低圧でのLCO2のハンドリングシステムを開発・実証しており、国内事業者では本分野をリードしている 海外事業者 ➢ LNGのタンク・ハンドリングシステムの設計やライセンスサービスを提供する企業がLCO2のハンドリングシステム市場にも参入	現状～2030年 ➢ LCO2船の造船立ち上がり期である本期間中に業界標準の方式のとなるべく実績を積むこと目指す 2030年以降 ➢ 2040年までは造船量が増加する傾向にあり、本段階にてライセンスの供与を目指す ➢ 2040年以降は新方式の台頭などが想定されるため、これらへの対応が必要になると想定		

LCO2ハンドリングシステムライセンスサービスの産業成長戦略策定に向けた論点整理

- 国内企業がLCO2ハンドリングシステムのライセンスサービス市場を獲得するためには、LCO2船の造船量が大幅に増加する2030年過ぎに向けてハンドリングシステムの導入実績をより多く確保することが重要である。

論点の整理

産業成長のポイント	優位性の論点
➤ 現状はハンドリングシステムの開発・導入時期にあり、各社が業界標準の獲得を目指している段階 ➤ 類似市場であるLNGでは経済性や実績の観点から業界標準の方式が定まったことから、開発の支援やLCO2船への搭載実績の確保に向けた支援が重要になると想定される	<u>LCO2ハンドリングシステムの開発支援</u> ➤ LCO2ハンドリングシステムについてはガスハンドリングシステムを設計できる企業であれば設計は可能とみられる ➤ 一方で、実環境での実証は多くは行われておらず、これらの環境が用意できるかが開発における優位性の論点となり得る ➤ そのため、国内の実証や補助等の選定に当たっては、国内製のシステムの採用を加点するなどの対応が効果的と考える
	<u>LCO2船への搭載実績の確保</u> ➤ ライセンスサービスに向けては、システムの供給実績を多く有することが重要となる ➤ 特に2030年ごろの造船量の立ち上がり期にどれだけ多くシステム搭載実績が確保できたかによって、2040年以降の造船量のボリュームゾーンにおけるライセンス供与量に影響を与えうる ➤ そのため、国内でのCCSの実証やその他の補助に当たっては国内製のシステムの採用を指定することなどの支援によって実績を確保することが効果的と考える

海運サービスの産業成長性評価

- 海運サービスはCO₂の輸送量に応じて市場規模が増減するため、特に2030年～2040年頃に市場規模が大幅に伸長すると考えられる。

産業成長性の見通し

主な国内事業者

商船三井、日本郵船、川崎汽船など

国内事業者を取り巻く環境			2030	2040	2050
技術全体の CCS市場 見通し	サービスの 市場規模	➢ 2040年まではCO₂輸送量の増加に伴い拡大 ➢ 2040年以降はCO₂輸送量の減少に伴い横ばいに	2.0兆円	6.0兆円	7.7兆円
	技術成熟 度	➢ 技術的な課題はなく、既にサービスとしても成熟 (ただし貨物がLCO ₂ という点については萌芽期)	実証～商業化		
	代替技術 の有無	➢ 近海であれば海底パイプラインが想定されるが、基本的には代替技術なし	—		
要素技術を保有する プレイヤーの動向		国内事業者 ➢ 国内外問わず様々なプロジェクトに参入しており、CCSに積極的な事業者が多い 海外事業者 ➢ 海外の海運大手も同様の動向であり国内事業者と対等な競合関係にある	現状～2030年 ➢ 様々な実証プロジェクトが終了し、商用段階へ移行する時期に2030年以降 ➢ 日中欧を中心にCO₂の海運ニーズが高まり市場が活性化 ➢ 国籍を問わず海運会社間でのシェア争いが激化		

海運サービスの産業成長戦略策定に向けた論点整理

- 海運サービスの産業成長に向けては、企業努力だけでは対応し辛く、国からの支援が必要なポイントが存在する。
- 特に、海外貯留地を長期安定的に利用した事業を行うための支援や、国内企業が不利にならないような条件でのCCSプロジェクト組成支援等が国内産業の成長に向けて重要となる。

論点の整理

産業成長のポイント	優位性の論点
➤ 現状、海運サービスは海運各社が独自に案件の組成を行うなどして市場を開拓しており、この動きは今後も続くと想定される ➤ 長期安定的なCO₂の輸送先の確保が実現されると、海運サービスへの投資の見通しも立ちやすくなるため、これらの案件組成も重要となる ➤ また、海外の貯留地では国内事業者の収益性が低下するような案件の組成がされる場合があるため、これらを回避することが重要となる	<u>長期安定的な貯留事業の立ち上げによる海運事業への投資の見通し確保</u> ➤ 海運事業は、船舶や船員など規模の大きいアセットを保有することになるため稼働率を高めることが重要となる ➤ そのため、事業の拡大に向けては安定的な輸送案件の確保が効果的となる ➤ ガス田と同様の貯留地の確保におけるJOGMEC等による共同出資の実施などが効果的と考える
	<u>海外貯留地における案件組成のサポートによる国内事業者の収益性確保</u> ➤ 海外貯留地においては、T&S事業者の配下に輸送機能を提供する企業として日本企業が入る座組など、国内企業の収益性が悪くなる形での案件組成が行われることがある ➤ 事前に国家間での調整等を行い、このような構図にならないような案件組成を支援することは国内事業者の収益性確保に貢献する

圧入/受入設備のEPCサービスの産業成長性評価

- 圧入/受入設備のEPCサービスは既に提供可能な商業段階のサービスである。
- 圧入/受入設備のEPCサービスは代替可能性のない必須サービスであり、CCSの普及に応じた市場規模の拡大が見込まれる。

産業成長性の見通し

主な国内事業者

日揮、千代田化工建設、日鉄エンジニアリング、三井海洋開発

国内事業者を取り巻く環境			2030	2040	2050
技術全体の CCS市場 見通し	EPCサー ビスの市場 規模	➢ 回収CO2量の増加や20年スパンでのリプレイス等の要因により、2050年に向けて継続的に新設設備は増加	1.84兆円	5.40兆円	8.89兆円
	技術成熟 度	➢ 商業段階のサービスであり、国内のエンジニアリング企業がサービス提供可能。FPSO等の船舶型浮体式設備による圧入O&Mサービスは実証段階	実証～商業化		
	代替技術 の有無	➢ 貯留事業において必須のサービスであり、代替可能なサービスは存在しないと想定	—		
要素技術を保有する プレイヤーの動向		国内事業者 ➢ 坑口が陸上にある場合は日揮や千代田化工建設、海上の着底式PFの場合は日揮や日鉄エンジニアリング、海上の浮体式PFの場合は三井海洋開発等が優位性を保有 海外事業者 ➢ Technip EnergiesやSaipem等の競合が存在 ➢ 上記2社は世界60か国以上での固定式PFのEPC実績を保有する	現状～2030年 ➢ 国内事業者のCCSへの取組み(実証への参画や技術開発など)が多数存在し、CCS市場への進出が期待できる ➢ 海外企業においても、複数の企業がCCSに取り組んでいる。自国の実証プロジェクトのみならず他国のプロジェクトへのサービス展開も実施しており、海外企業も取組みを活発化することが想定される		

出所)各種公開情報よりMRI作成

圧入/受入設備のEPCサービスの産業成長戦略策定に向けた論点整理

- 圧入/受入設備のEPCサービスはCCS需要の拡大に応じた受注拡大が見込まれるが、類似実績が重視される傾向にあるため市場拡大の早期から実証や実プロジェクトに採択されることが重要と考えられる。
- また、事業拡大に向けてはプロジェクト遂行体制の構築が重要となる。

論点の整理

産業成長のポイント	優位性の論点
➢ 圧入/受入設備のEPCサービスは必須のサービスであり、エンジニアリング企業が中心となりEPCを担う ➢ サービス提供においてCCS特有の課題は想定されておらず、既存プロジェクト同様に実施可能であり、CCS関連事業の需要増加に伴う成長が期待できる ➢ 類似実績(石油ガス開発等)や大規模設備の実績によるプロジェクト遂行能力が評価される傾向にあるため、EPC事業の産業成長を最大化するためには早期から市場シェアを獲得することが重要と考えられる	<u>CCSにおける実績の早期獲得</u> ➢ 圧入/受入設備のEPCサービス市場は過去実績が重視される傾向にあるため、CCSの市場拡大の早期に実証や実際の受注を獲得することが将来の規模拡大に繋がると想定される ➢ 実証や実プロジェクトで早期に実績を積むため、国内CCSプロジェクトへの参画や、既存顧客へのCCS導入検討支援などが有効と考えられる ➢ また、国内のみならず海外での実証プロジェクト採択を国として支援することも有効と考えられる
	<u>プロジェクト遂行体制の構築</u> ➢ EPCサービスは、石油・LNG・化学など多様な業界へサービス提供を行っている。その中で、CCS事業に携わるエンジニアや協力会社の確保が重要となる ➢ CCS関連プロジェクトの需要が増加した際に、国内のエンジニアリング企業が対応できる体制を確保できていることが優位性の維持・向上に繋がる ➢ エンジニアリング企業が、その他の事業よりもCCS事業を優先するようなインセンティブの支援も重要である

帯水層に対する圧入O&Mサービスの産業成長性評価

- 現状は帯水層貯留ではなくCO₂-EORによる圧入が主であるが、今後のCCS事業の拡大に伴い必須技術となると想定されるため、CCSの普及に応じた市場規模の拡大が見込まれる。

産業成長性の見通し

主な国内事業者

JAPEX、INPEX、JX石油開発

国内事業者を取り巻く環境			2030	2040	2050
技術全体の CCS市場 見通し	圧入O&M サービスの 市場規模	➢ 2050年に向けて帯水層貯留の件数は増加。 ➢ 2030～2040年にはCCSの導入が大きく進むと見込まれる	0.4兆円	4.6兆円	18.7兆円
	技術成熟 度	➢ 現状は帯水層貯留ではなく、CO ₂ -EORによる貯留が主である。一方、要求される技術は類似しており、石油ガス開発を実施する企業であればサービス提供は可能	実証～商業化		
	代替技術 の有無	➢ CO ₂ -EORが代替手段として挙げられる。一方、今後のCCS事業の急拡大によって、貯留地の確保のために必須技術となると想定	—		
要素技術を保有する プレイヤーの動向		国内事業者 ➢ 海外で積極的に石油開発プロジェクトを実施するJAPEX、INPEX、JX石油開発等が優位性を保有 ➢ INPEXは豪州のボナパルトCCSにてオペレーターを務めるなど、CCSに関する実績も保有する 海外事業者 ➢ 世界的な石油ガス開発を手掛けるオイルメジャーが強みを保有する ➢ The Northern Lightsプロジェクト等、複数企業がアライアンスを組んで貯留事業を推進する事例が存在	現状～2030年 ➢ JOGMECの「先進的CCS事業の実施に係る調査」の想定貯留地は帯水層が主であり、国内事業者が実績を積むことで海外を含めたCCS市場への展開が期待できる 2030年以降 ➢ 2030年以降はCO₂の回収目標量が大きく増加するため、油ガス田の多い海外においても帯水層貯留の需要が上昇すると想定。そのため、2030年までに積み上げた実績が重視される		

帯水層に対する圧入O&Mサービスの産業成長戦略策定に向けた論点整理

- 帯水層に対する圧入O&Mは現状必須サービスではないが、CCS需要の拡大に応じた受注拡大が見込まれる。
- 本サービスは類似実績が重視される傾向にあるため、市場拡大の早期から実証や実プロジェクトに採択されることが重要と考えられる。
- また、事業拡大に向けてはビジネスモデルやサービス提供体制の確立が重要となる。

論点の整理

産業成長のポイント	優位性の論点
➢ 現状のCO₂貯留においては、帯水層貯留ではなくCO₂-EORによる油ガス田への貯留が主である ➢ 今後の貯留CO₂量の拡大から、油ガス田のみでなく帯水層への圧入の需要が増加すると想定される ➢ サービス提供においてCCS特有の課題は想定されておらず、必要な技術はCO₂-EOR等の既存技術と類似している。そのため、今後のCCS事業の拡大に伴う成長が期待できる ➢ 類似実績(石油ガス開発等)やプロジェクト遂行能力が評価される傾向にあるため、帯水層に対する圧入O&Mサービス事業の産業成長を最大化するためには早期から市場シェアを獲得することが重要と考えられる	<u>帯水層へのCO₂圧入における実績の早期獲得</u> ➢ 圧入O&Mサービス市場は過去実績が重視される傾向にあるため、CCSの市場拡大の早期に実証や実際の受注を獲得することが将来の規模拡大に繋がると想定される ➢ 実証や実プロジェクトで早期に実績を積むため、帯水層への圧入が想定される国内CCSプロジェクトへの参画が有効と考えられる ➢ また、国内のみならず海外での実証プロジェクト採択を国として支援することも有効と考えられる
	<u>ビジネスモデルやサービス提供体制の確立</u> ➢ CO₂-EORと異なり、帯水層への圧入O&Mサービスは経済的なメリットが薄く、金銭的支援(CAPEX支援、OPEX支援等)を含めたビジネスモデルの検討が重要となる ➢ また、今後想定されるCCS事業の拡大に際して、CCS事業に携わるエンジニアや協力会社が不足すると想定されるため、それらの確保が重要となる ➢ CCS関連プロジェクトの需要が増加した際に、国内の貯留O&Mサービス提供企業が対応できる体制を確保できていることが優位性の維持・向上に繋がる

3-4.CCSバリューチェーンの各種課題および政府に求める支援案の調査

- 3-4-1.課題および政府に求める支援の整理結果

3-4-1.課題および政府に求める支援の整理結果

調査方法

- 「3-3.優位性を保有する各種サービスの産業成長性評価」で整理・分析した情報および設備に関する調査を実施した令和5年度事業の結果を踏まえ、各事業者へのヒアリングを実施し、事業者が求める産業成長のための政府支援(案)の整理を実施した。

産業成長のために必要な政府支援案の整理イメージ

分野		①産業成長の課題	②課題解決のため政府に求める支援			
			支援分類 (金銭的支援 ・法律・その他)	支援概要	支援対象	想定する効果
バリューチェーン	全体	海外における責任・リスクが明確でないと、事業性評価が困難	法律・その他	二国間でのCO2削減成果の取扱いやトラブル時の責任範囲の明確化など	XXX業界、XXXメーカー	海外CCSの検討増加
		ビジネスモデルが不明瞭で投資判断が困難	金銭的支援	CCS事業における各種支援の具体化	XXXメーカー	CCS事業の継続や新規取組みの増加
	分離回収	XXX				
	XXX					
要素技術・サービス	設備1					
	XXX					
	サービス1					
	XXX					

設備

サービス

特に重要な課題・支援

国内事業者が求める政府支援

- CCSバリューチェーンの構築のためには事業環境の整備(国としてのビジョンの更なる具体化など)が最も重要という意見が多く得られた。事業環境の整備により企業自身の投資を促進することができると考えられる。
- また、既に商業化段階の要素技術を中心に、足元の市場拡大のための供給体制の確保も重要となる。
- 一方で、我が国の中長期的な競争力維持のためには実証段階の技術等への投資継続も必要である。
- 特にビジョン策定や法整備等は、企業のみでは実現が困難なため政府主体の検討が重要となる。

	企業が求める主な政府支援 (カッコ内に、企業のみでは取進めが困難と想定される内容を記載)
1. 企業の投資判断に必要な事業環境の整備	・ 国としてのCCSビジョンの更なる具体化(2030年以降の事業見通しなど) ・ CCS事業における各種支援の具体化(CAPEX, OPEX支援など) ・ トラブル時の企業と国の責任範囲の明確化(企業へのリスクカバーの整備など)
2. 足元の市場拡大を促す補助	・ 化学吸収法における吸収液製造体制の確立 ・ パイプラインやタンクなどの設計・施工を行う人材の確保(資格保有者の増加施策) ・ 掘削リグや資材輸送手段の確保(独禁法を避けるためのリグ共同調達支援) ・ ラインパイプや耐CO₂パイプの供給能力確保
3. 中長期的な競争力維持のための投資・実証支援	・ 分離回収技術(固体吸収法など)への研究開発の継続的な投資 ・ 造船および船舶用タンクの製造能力増強 ・ LCO₂の条件や荷役設備の仕様共通化・効率化(事業者間の議論の場の設定)

産業成長のために必要な政府支援案(セグメント) (1/3)

- 各企業の投資判断や事業戦略策定のため、政府としてのCCSビジョンの具体化やCCS事業における収益性・リスクの明確化等を早期に進めて欲しいという意見が得られた。
- ビジョンの具体化等によって、企業自身でのCCS事業への投資も進むものと考えられる。

分野	①産業成長の課題	②課題解決のため政府に求める支援			
		支援分類 (金銭的支援・ 法律・その他)	支援概要	支援対象	想定する効果
バリューチェーン 全体	国のビジョンが明確でなく、企業が事業戦略・計画を立てることが困難	その他	国としてのCCSビジョンの更なる具体化 (2030年以降のCCS事業の見通しや先進的 CCSの方向性の具体化など)	特定の企業や業 界への支援では ないと想定	CCSに対する企 業自身の投資増加 や体制の確保
	CCS事業は政府支援が前提となるため、ビジネスモデル (CP含む)が明確でないと投資判断が困難	金銭的支援	CCS事業における各種支援の具体化 (CAPEX支援(FEEDや建設の支援など)や OPEX支援(ETSなど)、投資減税)		企業のCCS事業 の継続や新規取組 みの増加
	トラブル(分離回収プラントの不具合や輸送・貯留時の漏れな ど)発生時のセーフティネットがなく、事業者が取組みづらい	法律・ 金銭的支援	トラブル時の企業と国の責任範囲の明確化 (リスクヘッジの方法論策定・企業へのリスク カバーなど)		
	CCSによるCO2削減量を企業がどのように申請すべきが不明瞭	その他	削減量計測方法や算定方法の具体化 (SHK制度での取り扱いなど)		方法論の確定によ る高品質なクレ ジットの組成
	CCSにおけるCO2削減量が水素や再エネのCO2削減量と 比較して、不公平な評価とならないように(過小評価されな い)するべき	法律・その他	CO2削減量を公平に評価できる制度整備 (水素等への補助金との金額差によりCCSが 不利とならない環境作り)		民間企業のCCS の検討増加
	海外貯留では、二国間におけるCO2削減成果の取扱いや リークが発生した時の責任・リスクが明確でないと、事業性評 価が困難	法律・その他	二国間でのCO2削減成果の取扱いやトラブ ル時の責任範囲の明確化など		海外CCSの検討 増加
	海外貯留等も考慮したアグリゲーションビジネスの検討も必 要だが、企業間連携の支援が不足	その他	ハブ&クラスター拠点の具体化や、排出地と 貯留地のコンソーシアム連携など		海外での実績、知 名度獲得による海 外市場への展開
	海外貯留地を長期安定的に利用するためは、民間企業単独で の出資に頼らない形が必要	金銭的支援	ガス田と同様の貯留地の確保における JOGMEC等による共同出資の実施		

産業成長のために必要な政府支援案(セグメント) (2/3)

- 分離回収分野では、エミッターがCCSに取り組むための環境インセンティブ整備が重要との意見が得られた。
- 輸送分野では、NEDOの実証と各社個別の技術検討の役割整理を明確化して欲しいとの意見が得られた。
 - 技術のオープン/クローズ戦略として共通化範囲を知りたいとの意見(※オープンにしすぎると技術流出の懸念有とのこと)

分野		①産業成長の課題	②課題解決のため政府に求める支援			
			支援分類 (金銭的支援 ・法律・その他)	支援概要	支援対象	想定する効果
バリューチェーン	分離回収	エミッターのコスト負担が重く、CO2回収を検討する企業が増えない	金銭的支援	CO2回収に係る運転コストの補助	エミッター	CCSを検討するエミッターの増加
		エミッターがCCSを行う必要性が低く、CO2回収を検討する企業が増えない	法律	炭素税などCO2削減に取り組まないことへのペナルティの検討	エミッターなど	CCSプラントの検討増加による、EPC・ライセンスサービスの実績の蓄積と市場拡大
		Hard-To-Abate産業の企業がCCSに取り組めるように、主製品にCCSプレミアムが付く環境が必要	—※	—	—	
	輸送	LCO2の条件や荷役設備の仕様を共通化・効率化することが必要	法律・その他	LCO2の取り扱いや仕様に関する標準化の議論の支援(2024年以降もLCO2船バリューチェーン共通化協議会のような場を設けるなど)	設備メーカー 輸送企業など	開発リソースの節約による商業化の促進
		共通化における事業者別の役割分担が明確化できていない	その他	NEDOの輸送実証事業と個別企業の取組みの役割整理(NEDOの技術をどこまでオープンにするか等)	設備メーカー 輸送企業など	LCO2船の国際競争力の獲得 海外への技術流出の防止
		パイプラインやタンクなどの設計や施工を行う人材の不足(特に専門知識・資格を持った技能工の不足)	その他	人材育成支援(資格保有者の増加施策等)	設備メーカー EPC事業者など	国内輸送インフラの構築 インフラ整備によるCCS検討増加(初期投資減少)

※ 政府としての支援や政府の介入が困難なものと想定

産業成長のために必要な政府支援案(セグメント) (3/3)

- 貯留分野では、掘削リグや資材の輸送手段が不足していることがバリューチェーン構築のボトルネックになり得るという意見が得られ、リグの共同調達を国が主導・支援することも重要である。

分野		①産業成長の課題	②課題解決のため政府に求める支援			
			支援分類 (金銭的支援 ・法律・その他)	支援概要	支援対象	想定する効果
バリューチェーン	貯留	高い貯留コストを加味した持続的なビジネスモデルの構築が必要	金銭的支援 法律	CAPEX支援およびOPEX支援(特に莫大な初期コストが必要であるため、CAPEX支援を重要視)	貯留オペレーター	CCSに対する企業自身の投資増加や体制の確保 CCS事業の継続や新規取組みの増加
		掘削リグや資材の輸送手段が不足しているため、国内のCCS事業の拡大が困難	金銭的支援 ・その他	特に不足している船舶やヘリコプター等の輸送手段への支援や政府主導でのリグの共同調達の検討(独禁法違反への対処など)	船舶輸送会社 ヘリコプター輸送会社など	初期投資のコスト削減によるCCSの検討増加 貯留地の増加によるCCS事業の拡大や新規取組みの増加
	モニタリング	モニタリングの要件や法律が国ごとに異なるため、他国への展開が困難	—※	—	—	海外CCSの検討増加
		モニタリングは基本的にコストでしかないため、モニタリングを含めた支援の検討が必要	金銭的支援	CAPEX支援およびOPEX支援(特に莫大な初期コストが必要であるため、CAPEX支援を重要視)	貯留オペレーター	CCSに対する企業自身の投資増加や体制の確保 CCS事業の継続や新規取組みの増加

※ 政府としての支援や政府の介入が困難なものと想定

産業成長のために必要な政府支援案(要素技術) (1/4)

- 化学吸収法は既に商業技術であり、CCSで先行する海外市場(欧州など)へ展開するための吸収液の供給能力増強の投資判断が早期に必要な可能性があり、設備投資支援があれば、活用したいとの意見が得られた。
- また、固体吸収法への投資も中長期的な競争力の向上のために重要である。

分野			①産業成長の課題	②課題解決のため政府に求める支援(案)			
				支援分類 (金銭的支援 ・法律・その他)	支援概要	支援対象	想定する効果
要素技術・サービス	化学吸収法		CO2回収コスト(必要エネルギー等)の更なる削減	金銭的支援	吸収液の開発やプロセス最適化への投資	吸収液メーカー、エンジ企業など	世界シェアの維持/拡大
			吸収液の製造能力の確保が必要。海外ではCCS市場が先行する可能性が高く早急な支援が必要	金銭的支援	吸収液製造工場への投資	吸収液メーカー、エンジ企業など	化学吸収法プロセスの売上拡大 化学吸収法での競争力維持は将来的なO&M市場の確保にも貢献
			吸収液の環境負荷が高く、廃液処理技術も未発達	金銭的支援	環境負荷削減や廃液リサイクル等への研究開発支援	吸収液メーカー、エンジ企業など	
	固体吸収法		実証段階であり、技術的信頼性の向上や更なる性能向上が必要	金銭的支援	吸収材の開発やプロセス最適化への投資	吸収材メーカー、エンジ企業など	商業化への移行(早期実装による高いシェアの獲得)
				その他	実証PJや研究開発PJの組成	大学・研究機関 吸収材メーカーなど	固体吸収法プロセスの売上拡大
			商業化を見据えた吸収材製造体制の確立	金銭的支援	効率的な吸収材製造方法への投資	吸収材メーカー、エンジ企業など	コスト削減が進んだ際には、本手法によるプラント建設が増加
			国内CCSの際に求められるCO2ガス基準に非適合	法律	海洋汚染防止法の基準見直し(CO2濃度緩和) ※液化輸送を見据えたCO2は高純度が求められる。国全体として見た際に、最適かどうかの議論は必要	吸収材メーカー、エンジ企業など	固体吸収法による国内CCSの実現、実績の獲得

産業成長のために必要な政府支援案(要素技術) (2/4)

- EPCサービスでは、協力会社やエンジニア等の遂行体制の確保が課題となるため、人材育成に関わる部分(エンジニアの確保など)もあるが、政府支援があれば活用したいとの意見が得られた。

分野		①産業成長の課題	②課題解決のため政府に求める支援(案)			
			支援分類 (金銭的支援・法律・その他)	支援概要	支援対象	想定する効果
要素技術・サービス	分離回収	膜分離法	金銭的支援	膜の開発やプロセス最適化への投資	膜メーカー、エンジニア企業など	商業化への移行(早期実装による高いシェアの獲得) 膜分離法プロセスの売上拡大 コスト削減が進んだ際には、本手法によるプラント建設が増加
			その他	実証PJや研究開発PJの組成	大学・研究機関 膜メーカーなど	
			法律	海洋汚染防止法の基準見直し(CO2濃度緩和) ※液化輸送を見据えたCO2は高純度が求められる。国全体として見た際に、最適かどうかの議論は必要	膜メーカー、エンジニア企業など	
		CO2コンプレッサー	—※	—	—	—
		EPCサービス	金銭的支援・その他	体制確保のための支援(エンジニア人材の確保等)や他事業と比較してCCSプロジェクトを遂行するインセンティブの検討	エンジニア企業など	世界シェアの維持/拡大 EPCの売上拡大
		ライセンスサービス	コア技術(化学吸収法・固体吸収法・膜分離)の課題・支援案に準ずる			

※ 政府としての支援や政府の介入が困難なものと想定

産業成長のために必要な政府支援案(要素技術) (3/4)

- 船やタンク、パイプラインの製造能力が課題となるため、設備投資に対する支援が重要である。
- 海運サービスでは産官共同での案件組成が国内事業者の収益性向上につながる。

分野				①産業成長の課題	②課題解決のため政府に求める支援(案)			
					支援分類 (金銭的支援 ・法律・その他)	支援概要	支援対象	想定する効果
要素技術・サービス	輸送	ラインパイプ	パイプ製造	CO2輸送が本格化した場合の国内におけるラインパイプ製造能力(人・設備・材料)の不足	金銭的支援	生産設備への投資にかかる補助金、税制優遇等	鉄鋼メーカー	内陸における輸送コストの低減 ラインパイプの売上拡大
			EPC・O&M・解体サービス	ラインパイプの敷設には許認可の取得が必要であり、敷設にかかる調整コストの高さや自由度の低さが課題	法律	CCS事業法にて許認可がおりやすい仕組みを入れ込むことや、道路法や河川法に「CCSパイプラインの敷設は許可すること」と記載するなど	EPC企業	
				ラインパイプ敷設に関する安全性の評価関連法が必要であり、現状では適切な材料を選択できていないことが課題	法律	ラインパイプ安全性評価関連法令の整備	大学・研究機関 EPC企業 鉄鋼メーカー	
		LCO2船	造船(船体、タンク)	造船が本格化した際には、国内の造船能力(人・設備・材料)が不足	金銭的支援	生産設備への投資にかかる補助金、税制優遇等	造船企業	船体やタンクの売上拡大 ※陸上向けタンク含む
				需要が増加した場合に、国内のタンク製造能力(人・設備・材料)が不足(特にType-C)	金銭的支援	生産設備への投資にかかる補助金、税制優遇等	タンクメーカー 鉄鋼メーカー	
				LCO2タンクに適したグレードの鋼材がないため、オーバースペックな鋼材を使用することによって高コストとなる	その他 (研究開発支援)	鋼材開発および製造にかかる研究開発の国家プロジェクト化	タンクメーカー 鉄鋼メーカー	
			LCO2ハンドリングライセンスサービス	ガスのハンドリングにかかるシステムの製造およびライセンス供与に向けたシステム供給実績の不足	その他(実績の確保)	国内のシステムの採用を前提としたCCS事業の早期実現、実績の確保	造船企業 船用機器メーカー	国内外におけるLCO2ハンドリングシステムの売上拡大
			海運サービス	海外での事業展開に向けてはT&S事業者の下につく形でサービスを提供する場合があります、収益性が下がることが想定される	その他 (プロジェクト組成支援)	海外貯留サイトにおける国内事業者の上流権益への入り込みに関するサポート	海運企業	国内事業者の収益性向上

産業成長のために必要な政府支援案(要素技術) (4/4)

- 貯留分野では、耐CO2パイプの供給能力が課題となり、製造設備に関する支援が重要である。

➤ 特に評価試験設備やその改造費用への支援が必要とされている。

分野			①産業成長の課題	②課題解決のため政府に求める支援(案)			
				支援分類 (金銭的支援・ 法律・その他)	支援概要	支援対象	想定する効果
要素技術・サービス	貯留	耐CO2パイプ	CCS需要が増加した際の パイプ素材(ステンレス鋼) の供給能力不足	金銭的支援	製造設備への投資 (評価試験設備やその改造 費用への支援など)	鉄鋼メーカー	世界シェアの維持/拡大 耐CO2パイプの売上拡大
		圧入設備のEPC サービス	CCS事業が拡大した際の 対応体制の確立(エンジニア 確保等)	金銭的支援・ その他	体制確保のための支援(地 質学に詳しい人材の確保 等)や他事業と比較して CCSプロジェクトを遂行す るインセンティブの検討	エンジ企業など	企業のCCS事業の取組み増加
		圧入O&Mサービス (帯水層)	海外オイルメジャーと比較 した際のCCS関連領域 (CO2-EOR等)での実績 不足	その他 (実績の確 保)	実証実験等を通じて、帯水 層を対象とした圧入実績の 確保	貯留オペレーター	CCS事業(特に帯水層貯留)における シェアの拡大(早期実装による高いシェ アの獲得)
	モニタリング	光ファイバーケー ブル	実証段階のため、技術開発 が必要	金銭的支援	CCS向け光ファイバーケー ブルの技術開発支援	大学・研究機関 など	商業化への移行(早期実装による高い シェアの獲得) 光ファイバーの売上拡大
			商業化を見据えた生産ライ ンの整備・確立	その他	実証PJや研究開発PJの組 成	大学・研究機関 など	
		DSS装置(高感度 品)	CCS事業が拡大した際の 対応体制の確立	金銭的支援	生産ライン整備の支援	光ファイバーケーブ ルメーカー	DSS装置の売上拡大
			地震計測の解析精度向上 には、計測場所の過去の地 震データが必要	金銭的支援	供給力強化に向けた支援	DSS装置(高感度 品)メーカー	
	地震計	地震計	地震計測の解析精度向上 には、計測場所の過去の地 震データが必要	その他	他国の地震データ取得に向 けた協力	大学・研究機関地震 計メーカー	地震計の売上拡大
	地震計	地震計	地震計測の解析精度向上 には、計測場所の過去の地 震データが必要	その他	他国の地震データ取得に向 けた協力	大学・研究機関地震 計メーカー	地震計の売上拡大

(参考)ヒアリングにて得られたその他のご意見

その他のご意見

- ・ 分離回収技術は、研究開発の取組みも多く存在し、我が国において重要な分野の一つのため継続的な支援が重要と考えている
- ・ LCO2船の研究開発は重要な一方で、その他の輸送手段(中温中圧船など)を用いる可能性についても継続的に検討していきたい
- ・ ビジョンの策定と個別の投資支援は両輪で回るものと考えている。企業が継続的に検討できるように並行して進めてほしい
- ・ 海外ではT&Sという事業体でCCSが検討されているが、日本においても同様にT&S事業体が必要かどうかは検討が必要。例えば、輸送に関してはエミッター自身が行う等、様々な実施方法が考えられるのではないか
- ・ JOGMECの先進的CCSが全て継続するかどうか、例えば9つの案件の内数件しか残らない想定かによっても国内のCCS事業規模が大きく変わるため、方針があれば示して欲しい
- ・ 日本での実績作りは全ての要素技術において重要である
- ・ JOGMECの先進的CCS含めて、ファーストムーバーへの支援が現状の政府支援の中心となっているが、CCS事業を継続的なものとするためセカンドムーバーへの支援策も検討して欲しい
- ・ 企業間連携に関しては、JOGMECの先進的CCSによってある程度コネクションが形成できていると感じている
- ・ 設備等の事業を行っている企業への金銭的支援が中心となると推定するが、実サービスの担い手にもその支援金が還元される仕組みが必要。例えば、公共工事の仕組みを取り入れること考えられるのではないか

4.総括

総括 (1/3)

- CCSバリューチェーンの産業成長を目的とした国による投資を効率的に行うには、我が国がどのような技術で優位性を持つか、もしくは将来的に優位性を持ちうるかの見立てが重要である。
- CCSバリューチェーンを構成する要素技術のうち、設備に関する調査を実施した令和5年度事業に対し、本事業ではサービスに焦点を当て、国内事業者が優位性を持ちうるサービスを整理し、有識者ヒアリングを通して有望な技術の絞り込みを行った。
- 国内事業者の実績や研究開発の取組み有無などの観点から、以下のサービスが抽出された。
 - 分離回収：EPCサービス、ライセンスサービス
 - 輸送：パイプラインのEPC及びO&M・解体サービス、LCO₂ハンドリングシステムライセンス、海運サービス
 - 貯留：圧入・受入設備のEPCサービス、帯水層に対する圧入O&Mサービス
- 抽出したサービスに関する累計の世界市場規模は、2030年約12兆円、2040年約36兆円、2050年約59兆円となる見込みであり、我が国にとって有望な市場が存在することを確認できた。
- 分離回収分野のEPCサービスと、ライセンスサービス、輸送分野の海運サービス、貯留分野の圧入/受入設備のEPCサービス、帯水層に対する圧入O&Mサービスはいずれも、2050年までに国内事業者による約1兆円以上の市場獲得を見込むことができる。
- 設備と同様に、サービスに関しても実績が重視される市場が多く、国内のCCS実証PJで実績を積むことが、企業の海外展開の足掛かりになると想定される。
- 特にサービスは、既に商業的に提供可能なものが大半であり、CCSの実績獲得と市場の成長に応じて早期に売上を獲得することも可能と考えられる。

総括 (2/3)

- また、本事業では、令和5年度事業で抽出した設備または本事業で抽出したサービスに関する事業を行う複数の企業にヒアリングを行い、CCSバリューチェーンの産業成長において重要な課題を抽出し、その解決のために必要な政府支援案の調査を実施した。
- 分離回収分野では、商業化段階にある要素技術として、吸収液の製造能力確保およびEPCサービス提供のための体制確保への支援が重要との意見が得られた。また、中長期的な競争力の向上のために分離回収のコア技術(固体吸収法など)の研究開発支援の継続は重要な投資となる。
- 輸送分野では、CO₂輸送が本格化した場合にパイプラインやタンク、船などの生産能力(設備・人材・材料)が不足するため、これらへの投資支援が重要となる。また、海運サービスでは、特に海外貯留についてガス田と同様に企業と国(JOGMEC等)が共同で案件を組成することがサービスの高収益化・安定化につながるとの意見も得られた。
- 貯留分野では、商業化段階にある設備およびサービスが大半であるが、CCSの拡大による供給能力不足が懸念される。特に、耐CO₂パイプのように高いシェア率を誇る設備においては製造設備への投資が重要であり、実績が重視されるEPC・O&Mサービスにおいては金銭的支援を含めたビジネスモデルの早期の検討が重要である。また、設備およびサービスのいずれにおいても、技術提供のための体制確保が重要である。
- 国内事業者が既に高いシェアを持つ技術(化学吸収法や耐CO₂パイプなど)や商業化段階の技術に関してはCCS市場の拡大に備えた生産設備や体制構築への投資が重要となり、一方で実証段階の技術(固体吸収法・LCO₂船など)に関しては、先行者利益としての高いシェアを獲得するための投資が重要と考えられる。

総括 (3/3)

- また、ヒアリングを実施する中でCCSバリューチェーンの産業成長のためには、個別技術への支援のみならず、国としてのビジョンの明確化(2030年以降の取組みなど)やCCS事業環境の整備(収益性・リスクなど)が企業の投資判断に繋がり、重要であるとの意見が複数の有識者から得られている。
- ビジョンの明確化や事業環境の整備により企業自身の投資を促しつつ、我が国として強みを持つ要素技術への支援を並行して実施することが、早期の産業成長に繋がると考えられる。

未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI 三菱総合研究所