

2020年8月6日
CCUSの早期社会実装会議（第2回）

資料3-2



環境配慮型CCS実証事業 — 輸送技術について —

上野トランステック株式会社、日揮株式会社、千代田化工建設株式会社、
国立大学法人東京大学、大成建設株式会社

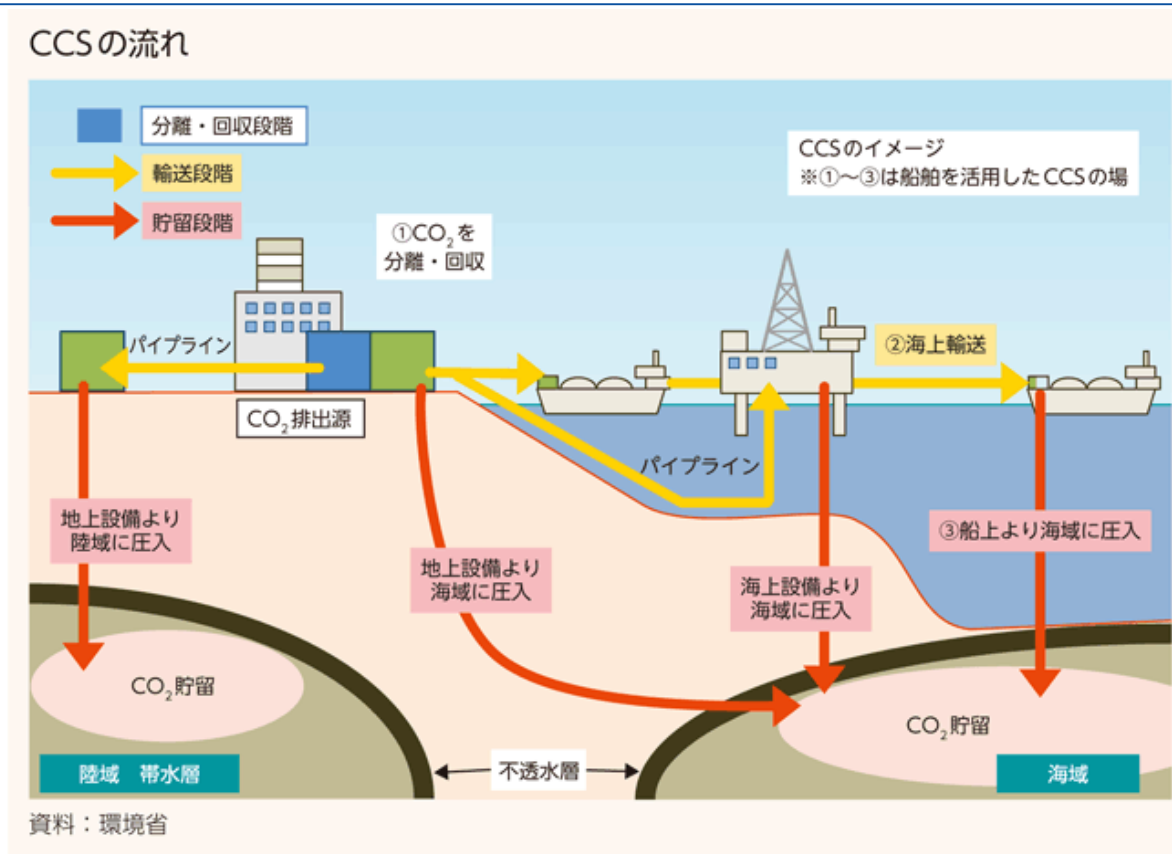
背景：CO2輸送とは

- 最適な輸送方法の選択：排出源と貯留サイトの位置関係、インフラ整備状況、輸送規模等
- 【陸域】パイプライン、タンクローリー、鉄道等 【海域】海底パイプライン、船舶等
- 船舶輸送では、液化して体積を圧縮した方が輸送効率が高い。

標準状態（気体） **2.0 kg/m³**
(0°C, 1気圧)

液化すると体積は約**1/550**

液化（液体） **1,030 kg/m³**
(-20°C, 20気圧)



背景：国内外の取組み事例

■ Acorn Project（英国）

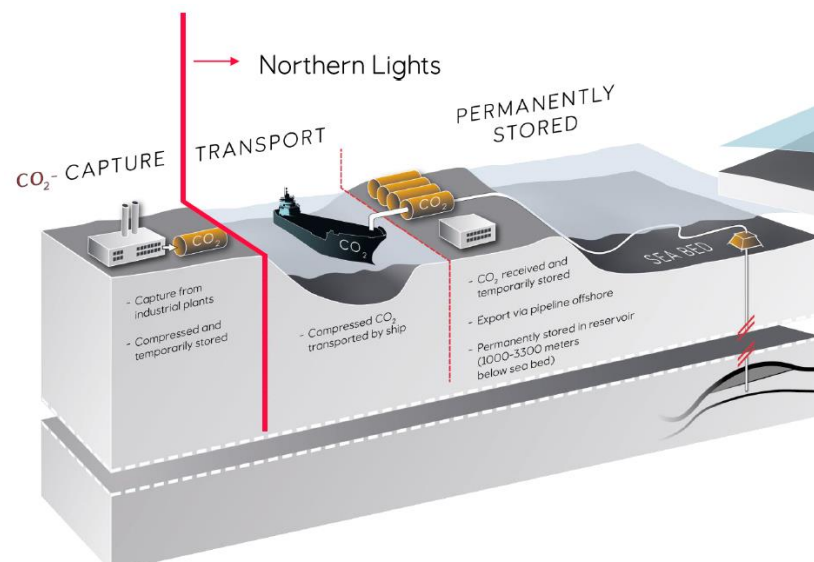
英国スコットランドのSt Fergusの既存の天然ガスターミナル基地を利用。陸上CO2圧入基地から既存の海洋天然ガス田にパイプラインでCO2を圧入。船舶輸送で国内外からのCO2受入を計画。2023年頃から商用運転開始予定。

■ Northern Lights Project（ノルウェー）

ノルウェーNorthern Lightsの陸上CO2圧入基地にセメント工場やアンモニア工場から回収したCO2を受け入れて、パイプラインで海底下へ圧入。船舶輸送で国内外からのCO2受入を計画。初期段階で年間150万トン进行計画。2024年頃から商用運転開始予定。



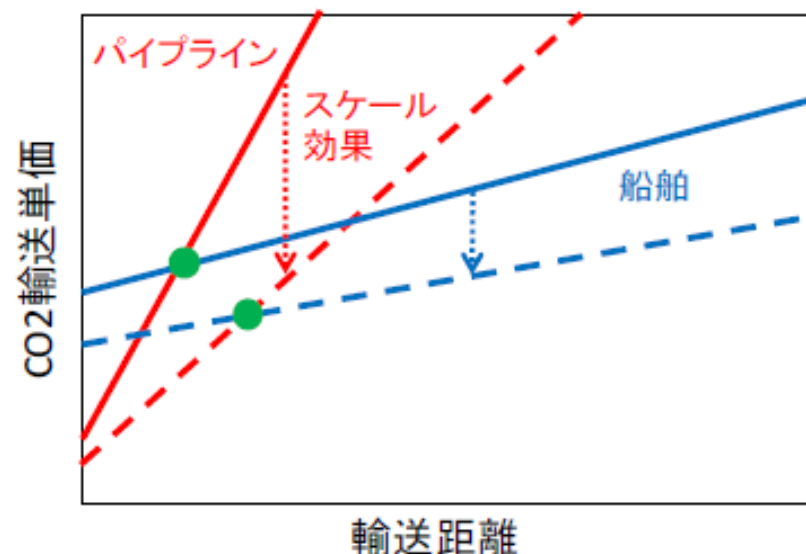
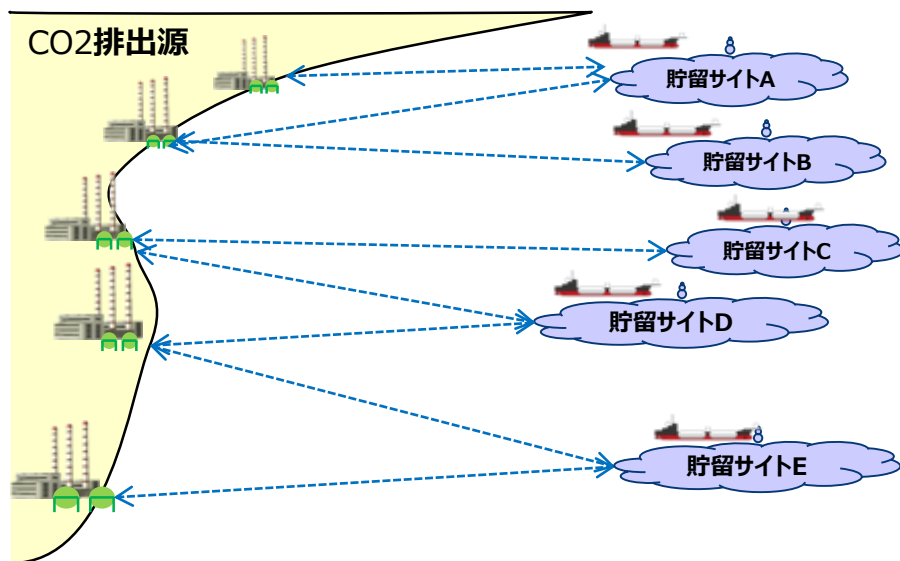
出典：UK CCS update & Acorn CCS project, Pale blue Dot. at Japan CCS Forum June 12th2019




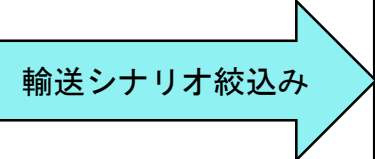

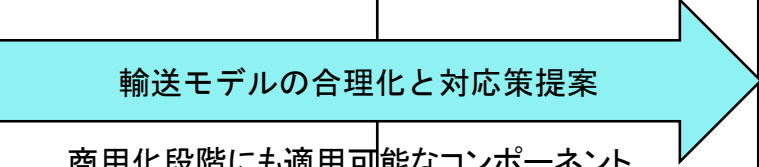
出典：Northern Lights A European CO₂ transport and storage network, Facilities-Summit June 2020, Cristel Lambton

背景：わが国特有の課題

- 我が国の貯留ポテンシャルは、陸域には少なく、一方、周辺の海域に貯留ポテンシャルが存在する。また、CO2の主要な排出源となる火力発電所等が沿岸部に多数存在することからも、輸送を考慮すると、海域への貯留が合理的な選択肢である。
- 船舶輸送は、輸送距離・水深の変化に伴うコストに及ぼす影響が小さく、ソース（CO2排出源）とシンク（貯留サイト）の組み合わせの自由度が高く、輸送経路の変更等に対して柔軟に対応できる。
- 沿岸域周辺における先行利用者等への影響等を緩和できる。
- 我が国の大規模CO2排出源は全国に広く、主に臨海部に存在し、貯留サイトは地質的特性等により偏在する可能性があり、中・長距離のパイプライン敷設が困難となる場合がある。



本事業の検討状況

平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
CO2輸送に関する技術課題抽出・対応策検討		<p>● CCS一貫実証試験計画の具体化</p> <p>複数の輸送シナリオの設備概念・経済性検討</p> <p>◆ 種々のオプション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 陸上設備の設備容量 ・ CO2輸送船容量 ・ 輸送距離 ・ 貯留サイトの水深 ・ 港湾条件 ・ 海上圧入方式 		
	<p>構成要素技術の技術的成立の見通し確認</p> 		<p>輸送シナリオ絞り込み</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 全体システムの最適化 ・ 技術オプション絞り込み ・ コスト低減 ・ CO2輸送の安全性 	<p>CCS一貫実証試験のための基本概念構築</p> <p>CO2輸送船のAIP取得</p> <p>AIP: Approval in Principle (基本設計承認)</p> <p>海外輸送の可能性検討</p> 
ソース（排出源）・シンク（貯留サイト）マッチング検討と輸送モデル候補の選定		<p>● 将来の商用化段階へ向けた検討</p> <p>輸送モデルの合理化と対応策提案</p>		
複数の排出源と貯留サイトの組み合わせと最適な輸送方法に関する経済性分析等		<p>商用化段階にも適用可能なコンポーネント技術や要素技術に関する検討や実証</p> 		
		<p>将来の商業化に向けた輸送モデル概念の提案</p>		

5カ年の成果（見込含む）： 一貫実証試験用CO2輸送・圧入システムの基本概念構築

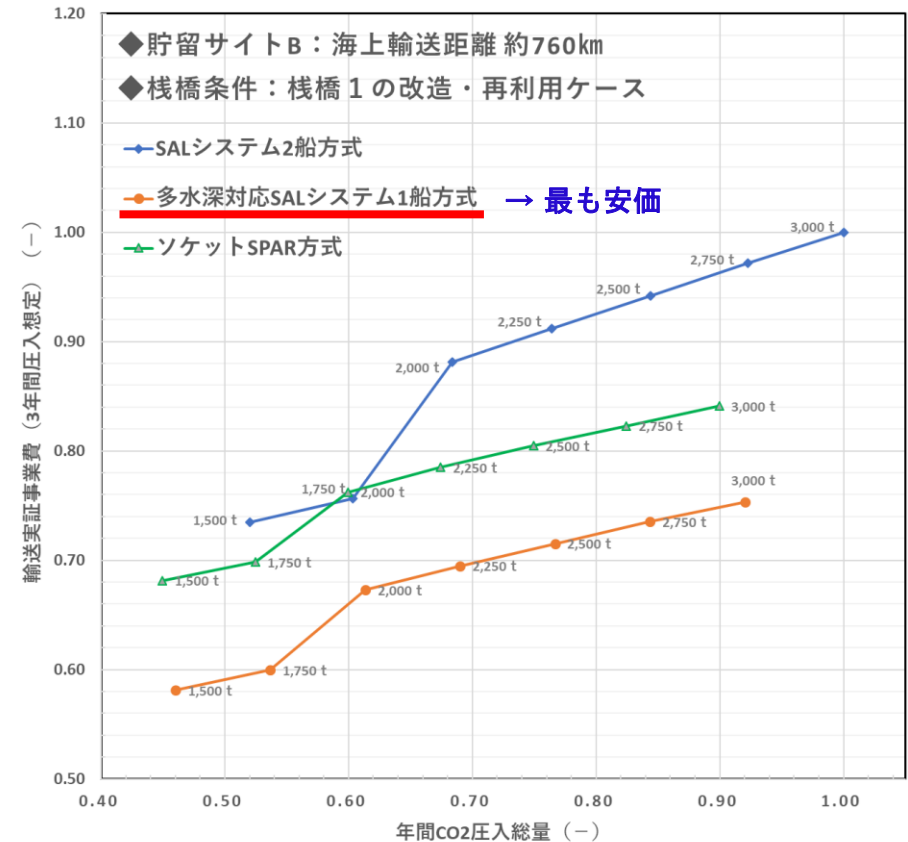
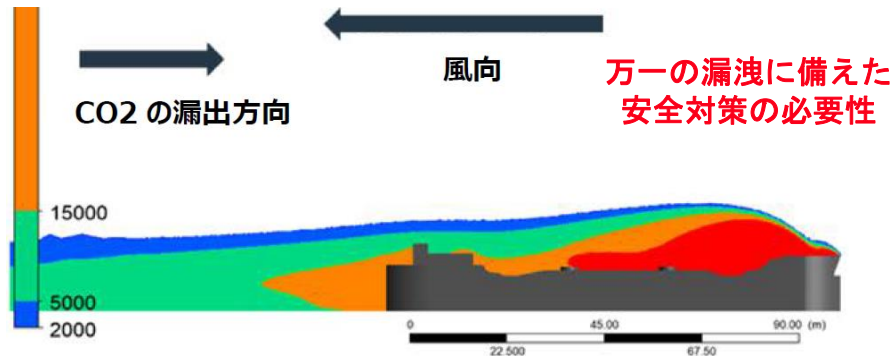
- 選定した輸送シナリオに基づいて **輸送・圧入システムの基本概念を構築**※し、**輸送コストを算定**
- 海外輸送も視野に入れた **CO2輸送船のAIP（基本設計承認）の取得**

※ 多水深対応SALシステム1船方式が有望

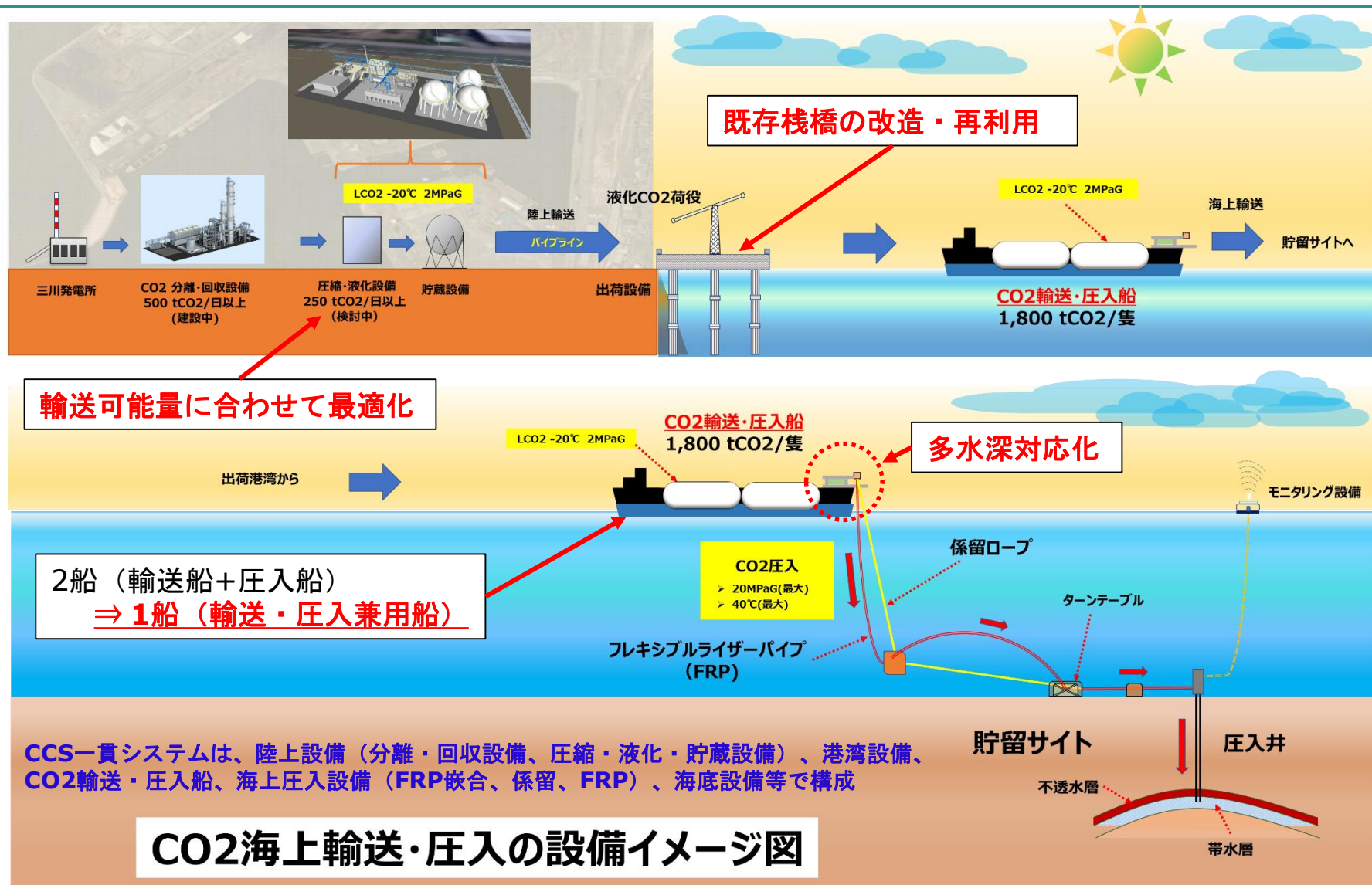
輸送シナリオの検討結果

設備/場所	主要な影響因子	輸送シナリオ検討結果
陸上設備	設備容量	◆輸送可能量に合わせて最適化
港湾設備	棧橋	◆既存棧橋の改造・再利用によるコスト低減 ◆より大きな船舶の受入
CO2輸送／圧入船	CO2積載容量	◆棧橋制限や予算範囲の中で最大化
貯留サイト	・海上輸送距離 ・水深 ・気象・海象条件	◆輸送可能量は輸送距離に依存 ◆幅広い海洋条件に対応する必要有

安全性の評価（CO2の船舶上漏洩評価の一例）

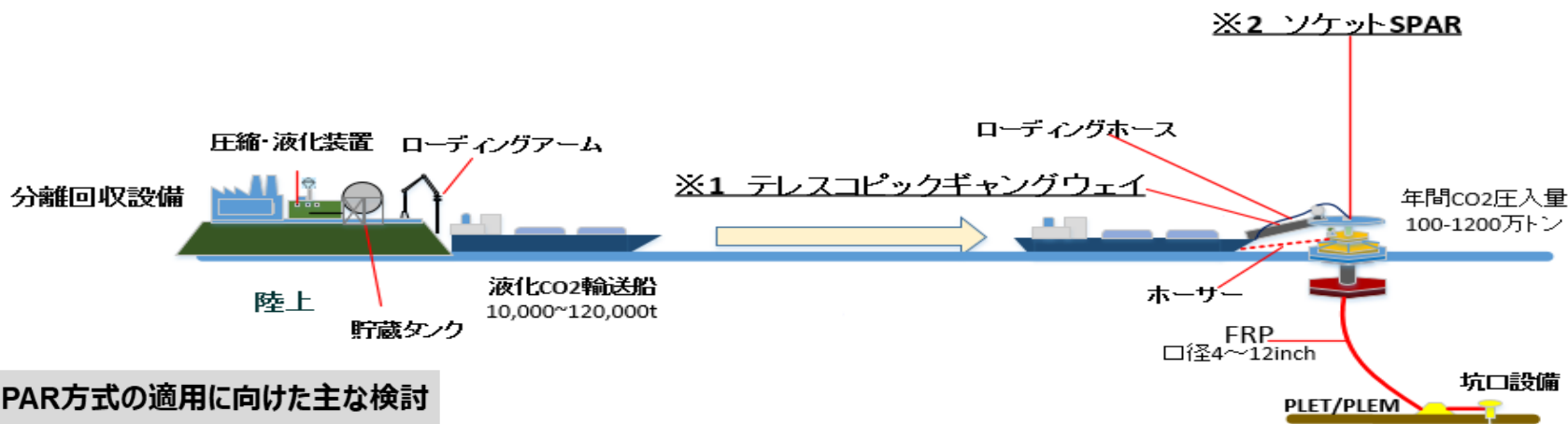


5カ年の成果（見込含む）： 一貫実証試験用CO2輸送・圧入システムの基本概念構築



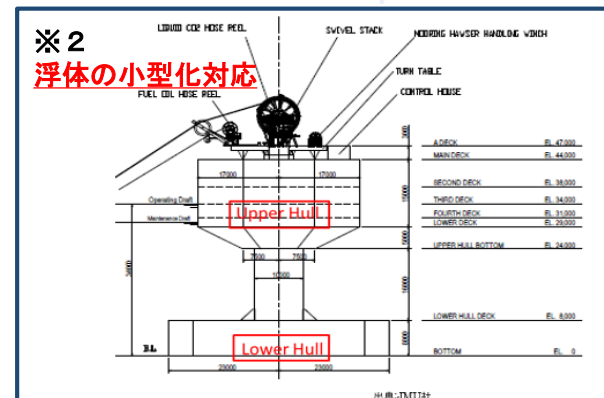
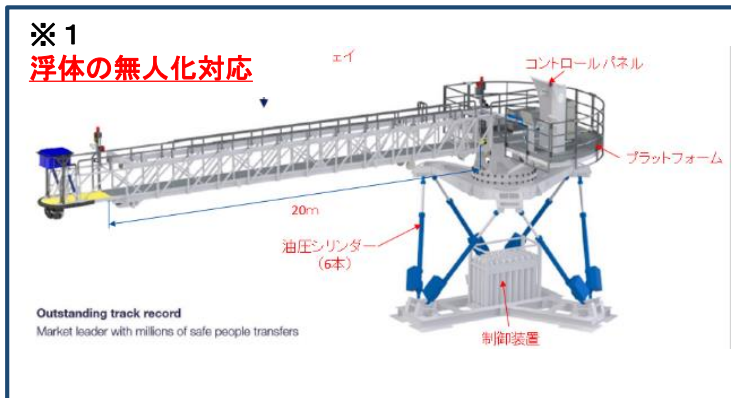
5カ年の成果（見込含む）：将来の輸送方式のコンセプト構築

- 将来のCCS早期社会実装に向け、**大容量化した場合でも低コスト化**が期待できるソケットSPAR方式の概念設計を実施した。
- **ソケットSPAR**はタンクが不要なため**小型化が可能**であり、テレスコピックギャングウェイの活用により**浮体の無人化が可能** →大型浮体方式に比べて約15%の**コストダウンを実現**



ソケットSPAR方式の適用に向けた主な検討

- ◆ テレスコピックギャングウェイを使用しているソケットSPAR方式を対象とした**Pre-Hazid**
- ◆ 液体CO2の**受渡設備の緊急離脱方法**
- ◆ ローディングホース**破断試験**
- ◆ 水槽試験によるCO2輸送船とソケットSPARの**相対動揺の確認**



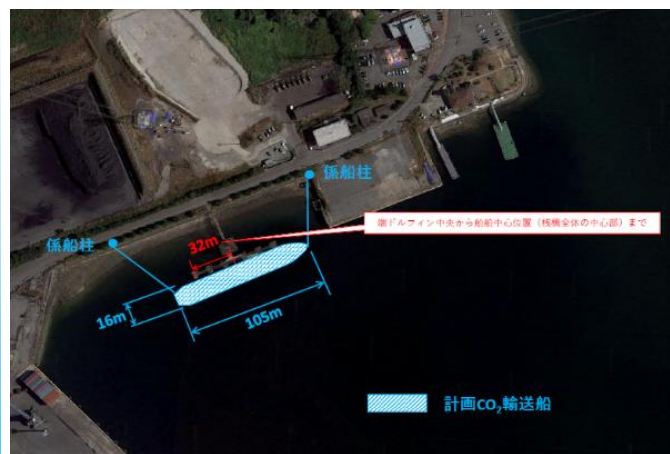
5カ年の成果（見込含む）： 海外への二酸化炭素輸送に関する実証検討

- CO2受入候補国に輸送する事を想定し、基本設計を目的とした船舶の概念設計
- 海外輸送する際の輸送コスト・CO2排出量等の指標を試算

国内輸送での実証検討を基に、海外輸送の検討を行う



- 船舶の仕様概要の検討



- 港湾事情に関する調査



- 輸送シミュレーション

(参考) ロンドン議定書改正条項の暫定的適用について

- 2019年10月11日の第14回ロンドン議定書締約国会合（LP14）において、ノルウェーとオランダが、CO2輸送に関するLP第6条改正条項の「暫定的適用（Provisional Application）」を提案。
→ 暫定的適用は採択され、CCSを目的とするCO2の国境を越えた輸送・輸出は条件を満たせば暫定的に可能となった。
- 仮出願に基づいたCO2の輸送は、現行の第6条（締約国は、投棄又は海洋における焼却のために廃棄物その他の物を他の国に輸出することを許可してはならない。）に違反するものにはならない。
- また、改めて、締約国に第6条の2改正の受諾を促した。
- 2020年7月16日、ノルウェー政府は暫定的適用を行う宣言を発表した。

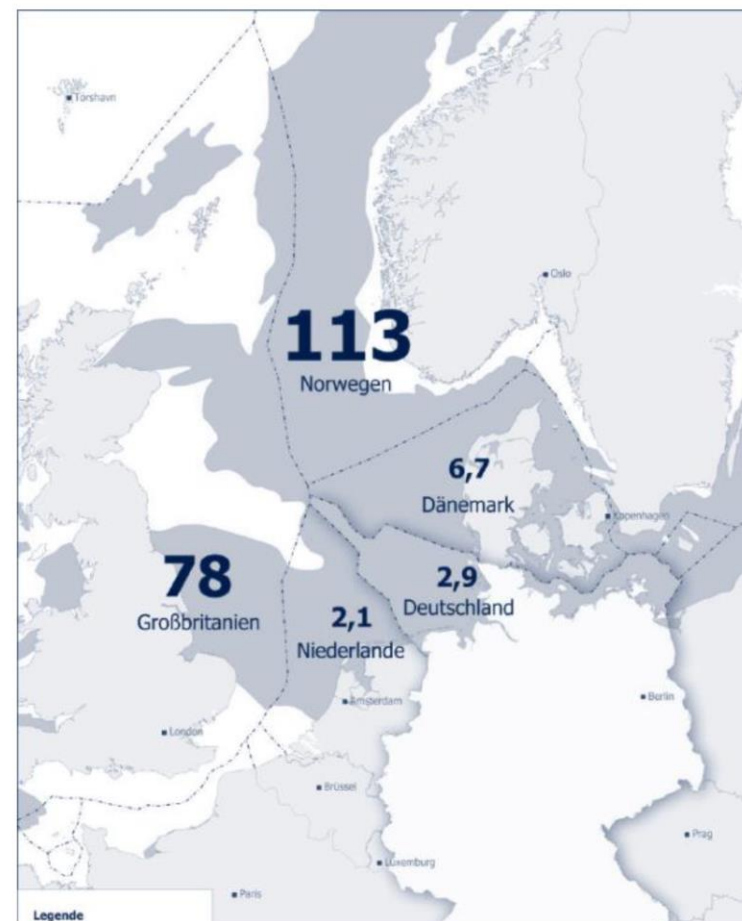


Figure 3: Map of off-shore CO₂ storage sites

(出典) IEAGHGのCOP25におけるプレゼン資料等をもとに作成

(図出典) Bellona "VIRTUOUS CLIMATE AMBITIONS: VIRTUAL SOLUTIONS - Precarious delivery of industrial CO capture & storage projects in Norway" (2018)

今後の展望

■ 今後の展望

- 2030年の社会実装に向けて、実証試験を実施するための本格的な設計・建造を進めていくことが望まれる。
- ロンドン議定書改定も踏まえ、海外輸送も視野に入れた輸送技術の実証が必要である。

■ 課題

- 我が国では、洋上での石油・ガス生産に関する技術やその運用実績が乏しい。
- そのため、一連の輸送実証試験を通じて、実際の運用データ取得や安全性の確認を行うと共に、将来の商用化に向けて、運転技術・知見の習得、人材の育成が必要である。
- 実証試験で導入する国内外の海洋産業技術について、国内基準・規格等への適合性に関する具体的な検討を行う必要がある。