

2021年8月3日  
CCUSの早期社会実装会議（第3回）

資料 1 - 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

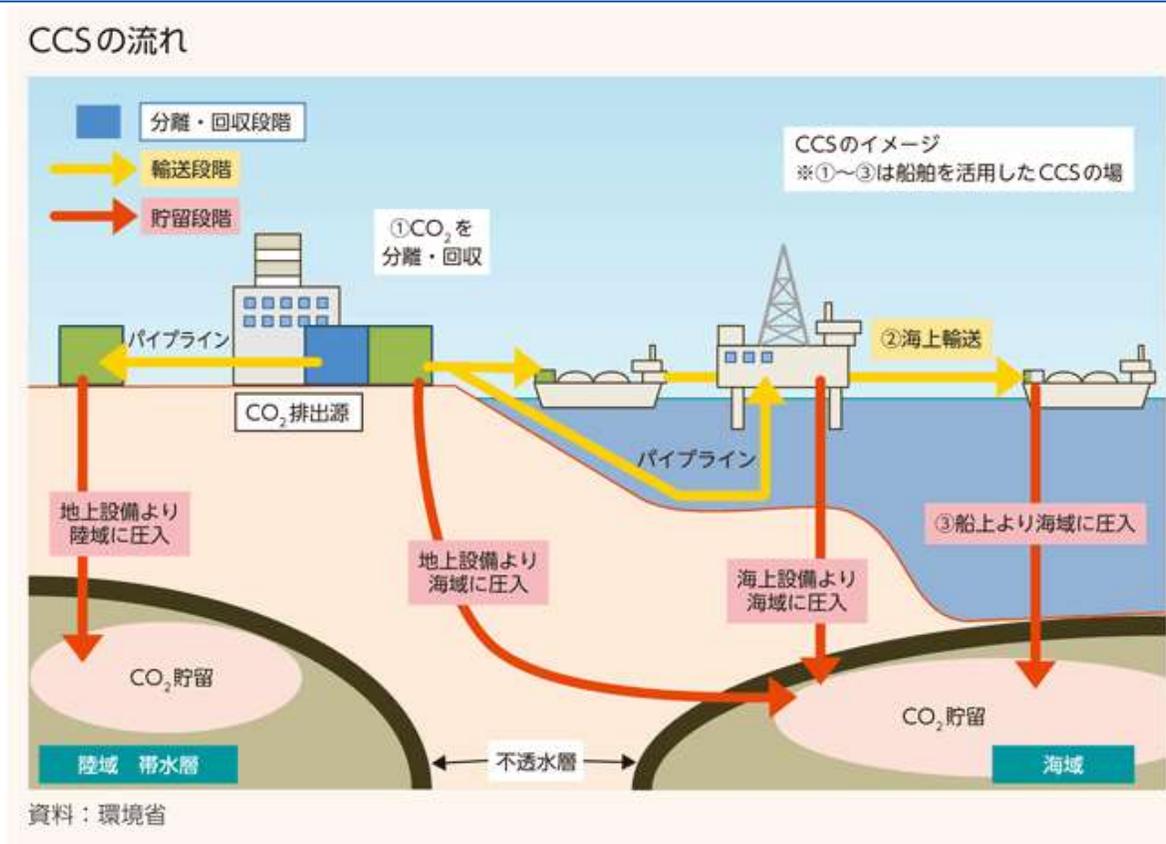
# (背景・目的) CO2輸送とは

- 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/m<sup>3</sup>**  
(0°C, 1気圧)

液化すると体積は約**1/550**

液化 (液体) **1,030 kg/m<sup>3</sup>**  
(-20°C, 20気圧)



# (背景・目的)海外の取組み事例

国外からのCO2受入・貯留を計画。日本からの船舶輸送も検討を進める必要があると考えられる。

## ■ 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。

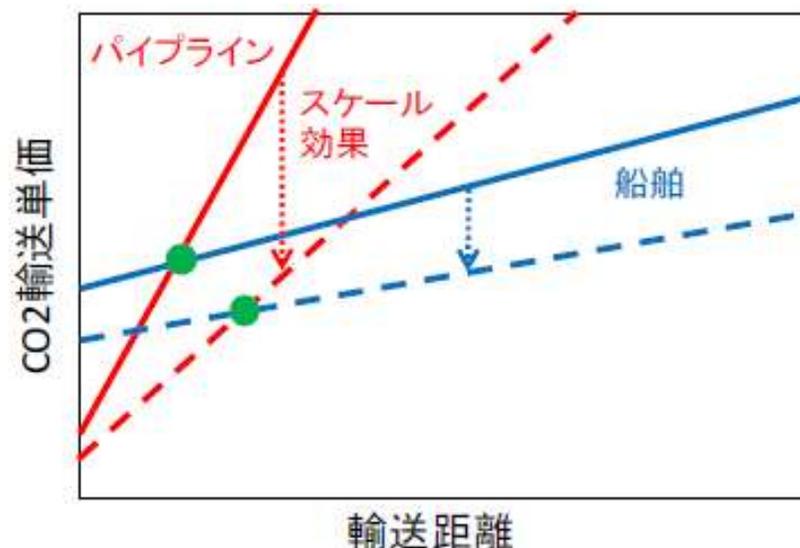
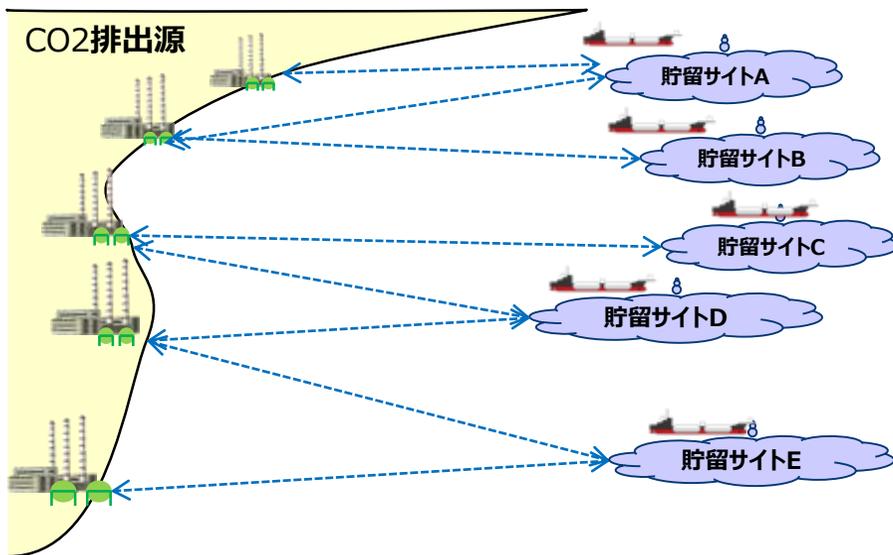


出典：UK CCS update & Acorn CCS project, Pale blue Dot. at Japan CCS Forum June 12th2019

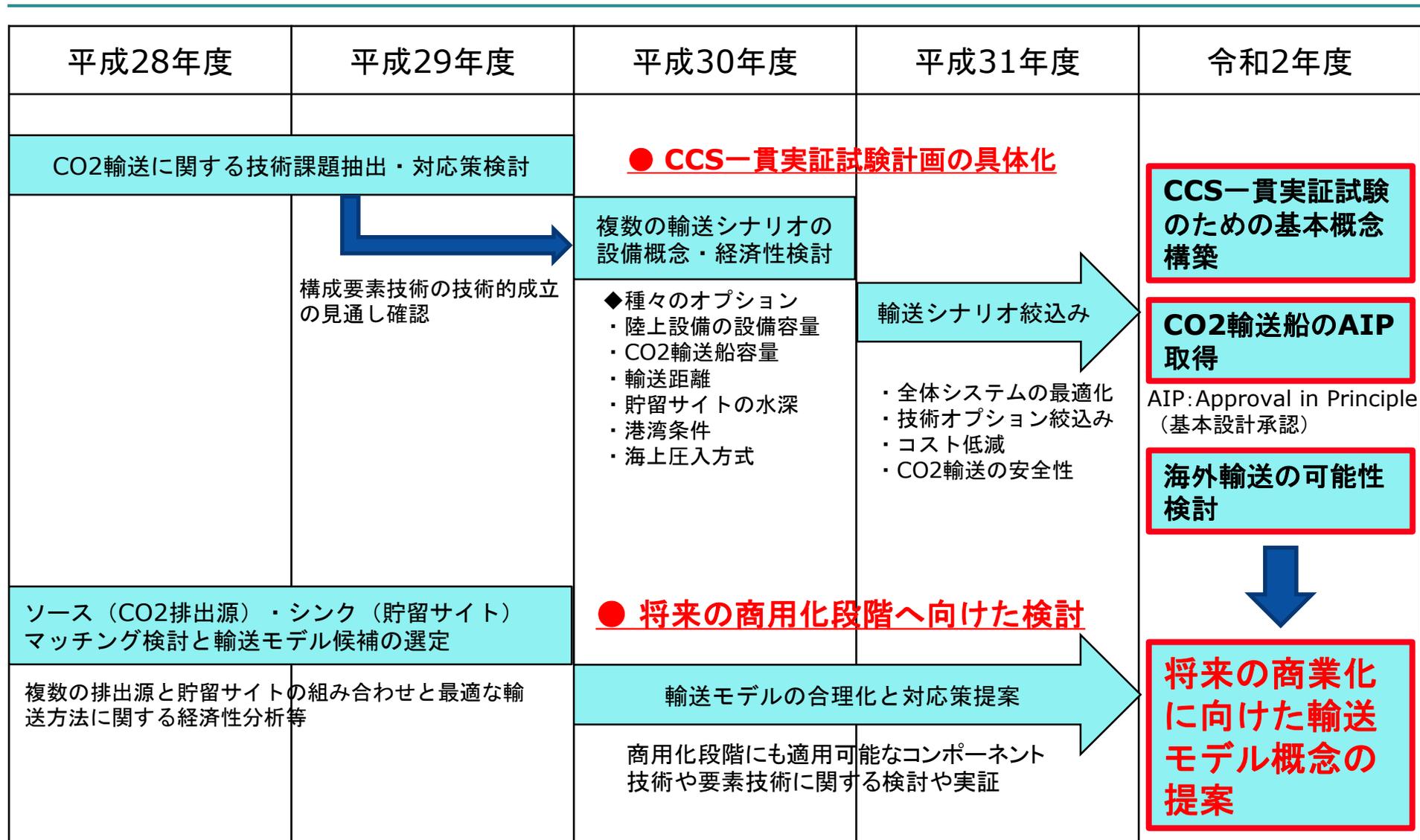
出典：Northern Lights A European CO2 transport and storage network, Facilities-Summit June 2020, Cristel Lambton

# (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。



# (実施方法)



# (主な成果 1)

## 一貫実証試験用CO2輸送・圧入システムの基本概念構築

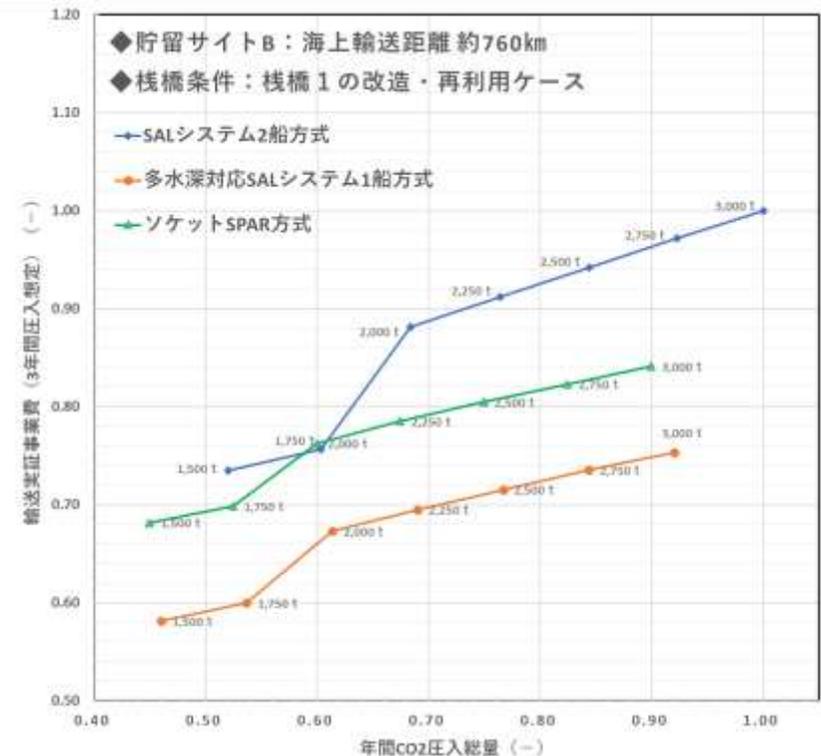
- 選定した輸送シナリオに基づいて輸送・圧入システムの基本概念を構築<sup>※</sup>し、輸送コストを算定
- 海外輸送も視野に入れたCO2輸送船のAIP（基本設計承認）の取得

### 輸送シナリオの検討結果

※ 多水深対応SALシステム1船方式が有望

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	桟橋	◆既存桟橋の撤去・新設 ◆より大きな船舶の受入
CO2輸送/圧入船	CO2積載容量	◆桟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

### 検討結果の一例

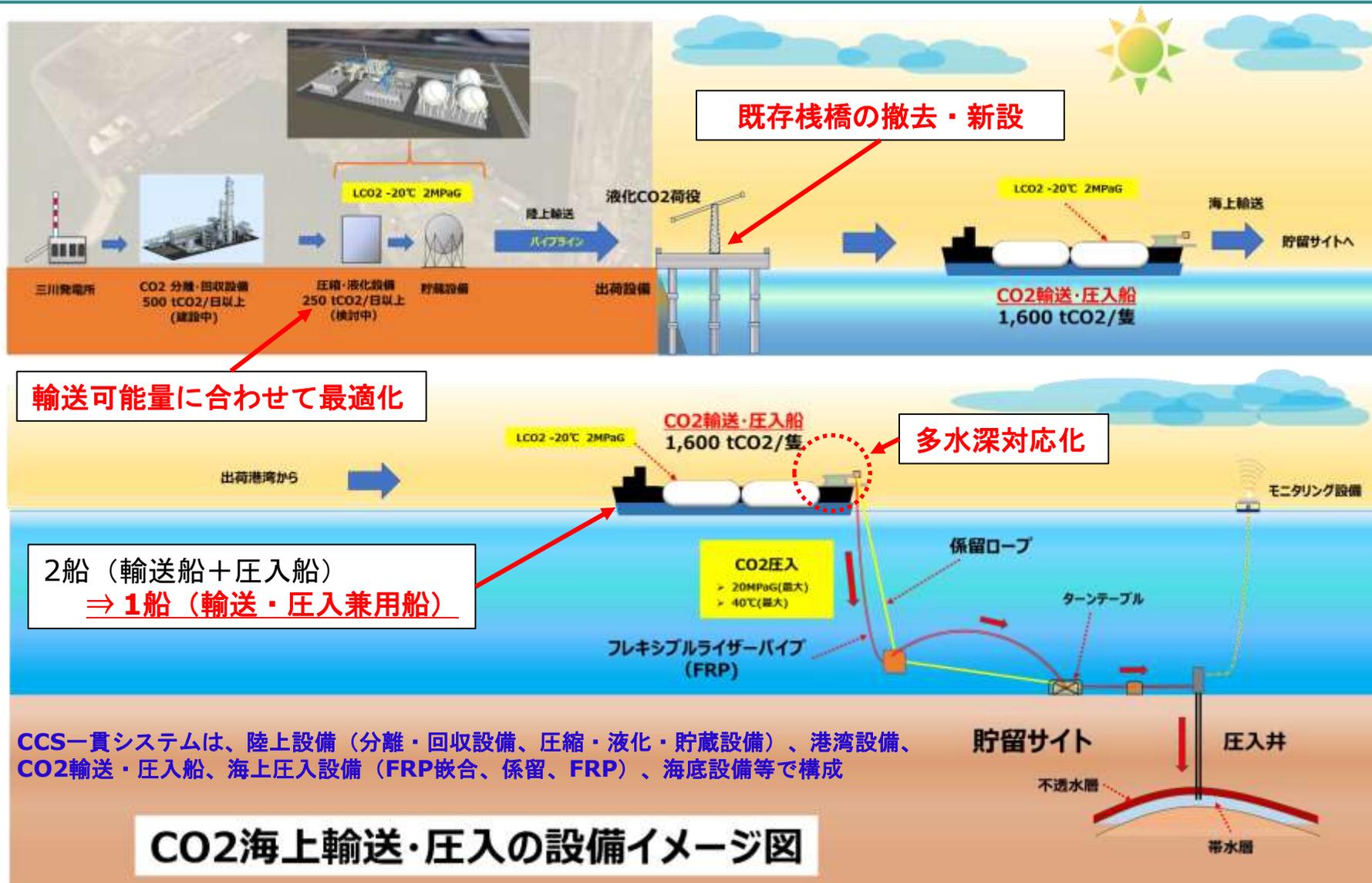


### CO2輸送船のAIP（基本設計承認）の取得



# (主な成果 2)

## 一貫実証試験用CO2輸送・圧入システムの基本概念構築

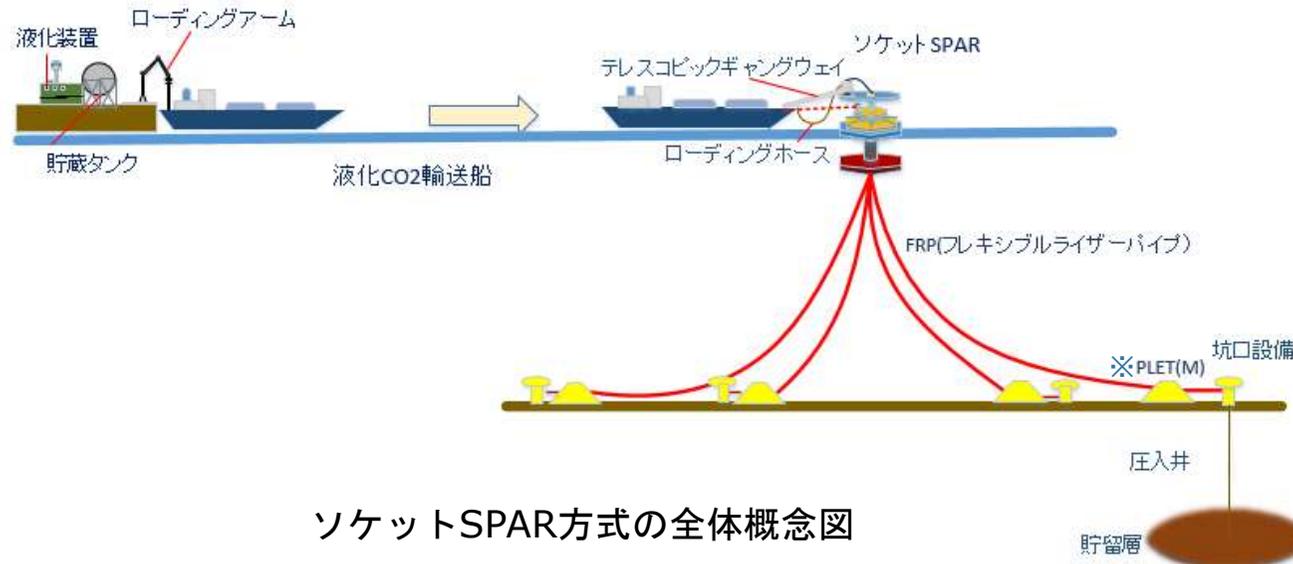


# (主な成果3)

## 商用時の輸送方式評価

### ■ ソケットSPAR方式を利用した商用時の輸送方式評価

- 2030年以後に日本各地で大規模に二酸化炭素分離・回収設備が建設され、大規模な貯留適地での圧入事業が行われることを想定し、実現の可能性がある**既存技術のインテグレーションによる一貫輸送システムとしてソケットSPAR方式を策定した。**
- 輸送船の規模の最適化及びテレスコピックギャングウェイによる浮体間のインターフェースの確認を行い、システムのスケールアップ、設備・作業工程の改善により**期待されるコスト低減方法を明らかにし、一貫輸送システムの具現化検討を完了した。**
- 荒気象下のCO2移送等の洋上作業での従来の大きな課題を、ソケットSPARの低動揺化、テレスコピックギャングウェイの採用に伴う作業効率の向上、液化CO2の低圧化による嵌合作業の負荷軽減などにより、**荒気象条件下での作業の稼働率改善、安全性の向上**が可能であることを確認した。



ソケットSPAR方式の全体概念図

※PLET(M)Pipe Line End Termination (Manifold)

# (主な成果 4) 輸送技術について

## ■ ソケットSPARの基本設計 図1

- ソケットSPAR方式の小型化（一時貯留タンク不要）及び無人化→システム全体の建設費・運転費共に約2割のコスト低減を実現

## ■ SPB（Self-supporting, Prismatic-shape IMO type B）タンクの検討 図2

- SPB（角型タンク）の採用 → 船殻の無駄なスペース排除 → 船体の総建造費約2割低減・燃費向上（輸送効率向上に向けてSPBタンクを採用した輸送船の大容量化検討を完了 図3）

## ■ テレスコピックギャングウェイ 図4

- 浮体間の作業員移動時間の短縮・安全性向上を図ったシステム構築を完了（日本特有の荒気象条件に対応）

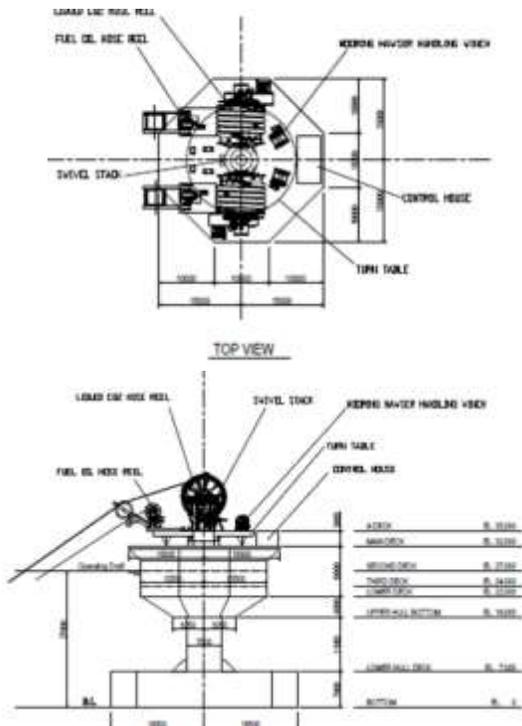


図1 ソケットSPAR



図2 SPBタンク

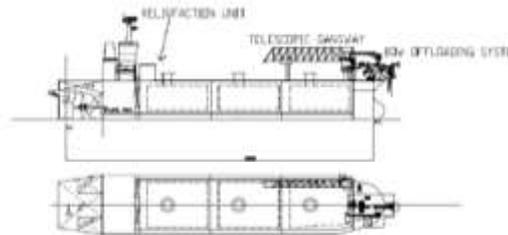


図3 液化CO2 10,000 t 輸送船



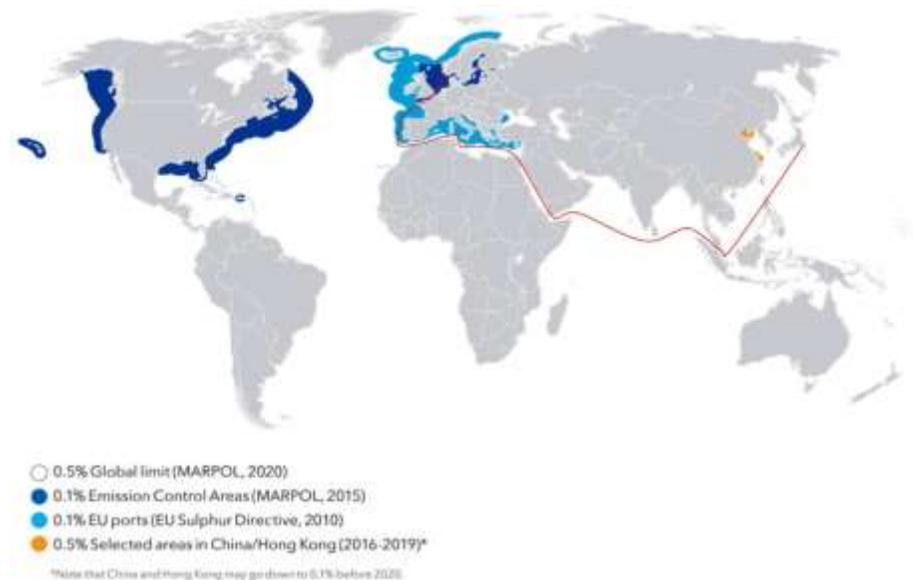
図4 テレスコピックギャングウェイ

# (主な成果5)

## 海外輸送コストの検討・比較

- 船舶はAIP取得予定のA重油焚きCO2輸送船（圧入Ready）をモデルし、CO2 排出量と共に、コストは燃料・運航費を概算で算出
  - ノルウェーへの輸送を行う場合の留意点として、SOx規制0.1%に適合する事が必要となる。
  - またノルウェーへの輸送では、スエズ運河通行料・海賊対策費用が別途必要となり、実航海ではスエズ運河での待機、航路沿いでの燃料調達等で航海日数が増加し、年間輸送量が減少する事が予測される。

	日本～ノルウェー	日本～オーストラリア
輸送距離（マイル）片道	11,800	3,800
航海日数（往復）	72	23
燃料費（百万円）／往復	64	20
運航費（百万円）／往復	37	3
年間可能航海数	5	15
年間可能輸送量	8,000	24,000
船舶運航時CO2／往復	3,800	1,550



## (5カ年の成果)

- CCS一貫実証を行う上で必要な設備の内、陸上設備（圧縮・液化・貯蔵設備）、港湾設備、CO<sub>2</sub>輸送・圧入船、海上圧入設備（FRP嵌合、係留、FRP）について一定の信頼性を確保しつつ、**コストミニマムな手法の検討を実施した。**
- 検討は1. 実証事業規模でのコストの評価、2. 将来的な大規模貯留時のコスト評価の2ケースで行った。
- 1. の結果、洋上CO<sub>2</sub>圧入に適用可能な技術として、**多水深対応SALシステム1船方式**（CO<sub>2</sub>の輸送と圧入を1隻で行う機能を搭載）と、**ソケットSPAR方式**〔既存のPSV（Platform Supply Vessel）をチャーターで活用〕**の2方式の基本コンセプトを完成すると共に、それらのコスト評価を実施した。**
- 2. で大規模貯留を行うとした場合を想定して、両方式を大型化した場合の設備概念検討及びコスト評価（SALシステムは運転費等を除く）を実施した。
- 港湾部の建設においては回収の実証を行うプラントから近い港湾が世界遺産となっているため、関係各所との意見交換を実施、実施可能な計画の検討を行った。
- 海外では枯渇した油・ガス田などがある事からCCSの検討が進んでおり、特にノルウェーでは国外からのCO<sub>2</sub>受入・貯留の検討もなされている。こうした状況から、**海外輸送を行った場合の燃料消費量やCO<sub>2</sub>排出量の評価を実施した。**

## (今後の課題)

### ■ 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CO2輸送・圧入に関する技術やその運用実績がない。**
- 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付いて、**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。**