

## 環境配慮型CCS実証事業 輸送技術について

2019年3月5日

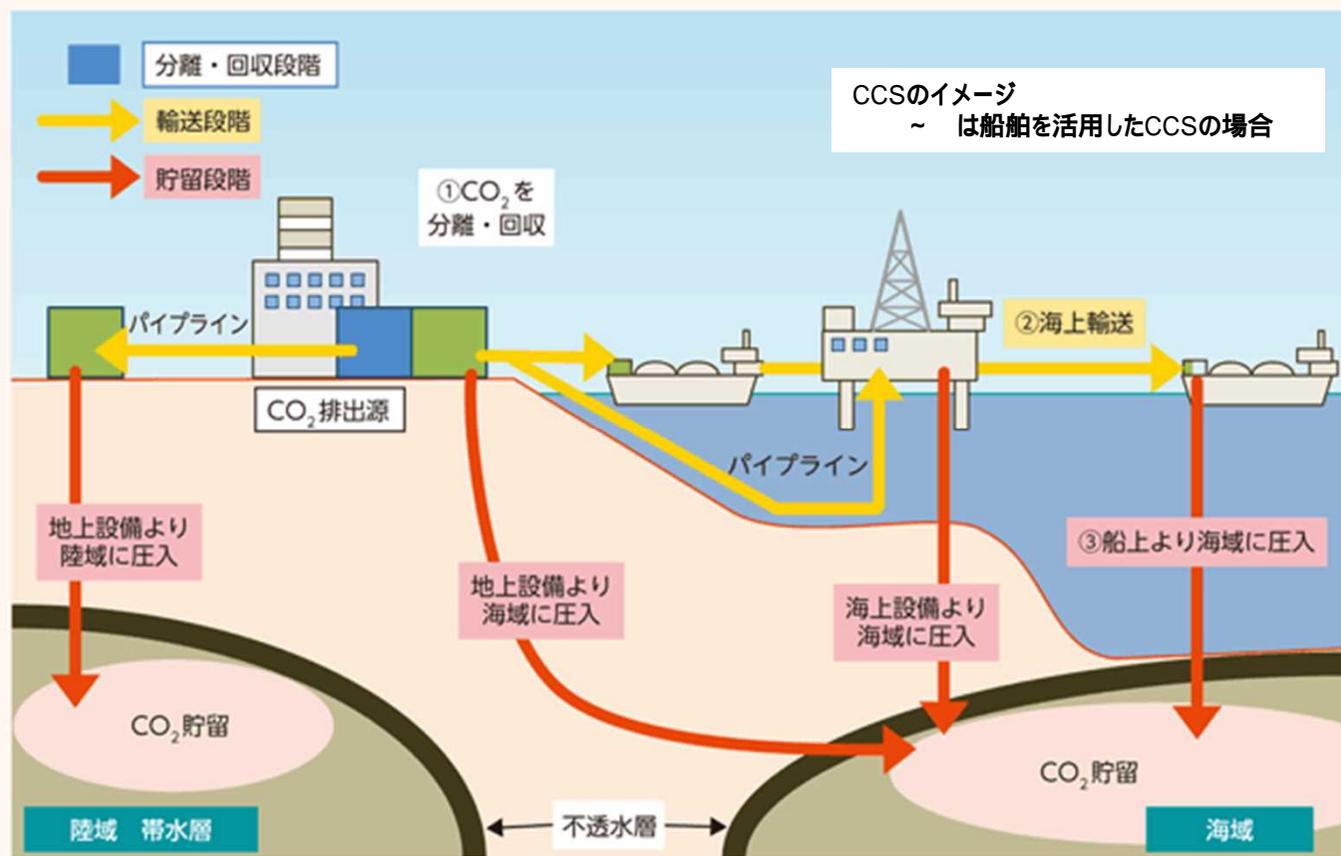
### 目次

1. CO <sub>2</sub> 輸送とは	2
2. CO <sub>2</sub> 海上輸送の必要性	3
3. 船舶輸送の特徴	4
4. 海域貯留サイトを活用したCCS一貫システム	6
5. まとめ	8
6. 本事業の成果と今後の展望	9

日 揮 株 式 会 社  
上野トランステック株式会社  
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

# 1. CO2輸送とは

## CCSの流れ



資料：環境省

- ◆ 火力発電所等のCO<sub>2</sub>排出源で発生したCO<sub>2</sub>を、貯留サイトへ安定的に貯留するためには、CO<sub>2</sub>を貯留サイトまで輸送する必要がある。
- ◆ 貯留サイトまでの輸送方法は、CO<sub>2</sub>排出源と貯留サイトの位置関係やその間のインフラ整備状況、輸送量の規模等を考慮して、最適な方法を選択する必要がある。
- ◆ 貯留サイトが陸域の場合には、パイプライン、タンクローリー（自動車）及び鉄道等による輸送手段がある。
- ◆ 貯留サイトが海域の場合には、海底パイプラインや船舶による輸送手段がある。
- ◆ 効率的に輸送するためには、輸送時のCO<sub>2</sub>の物理形態（気体、液体、固体）も考慮する必要がある。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 , 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 , 20気圧）

## 2. CO2海上輸送の必要性

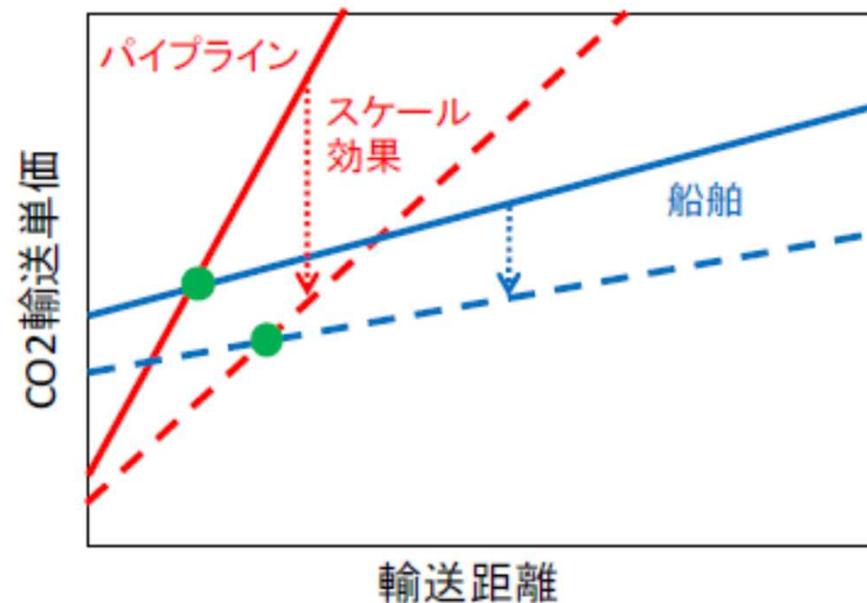
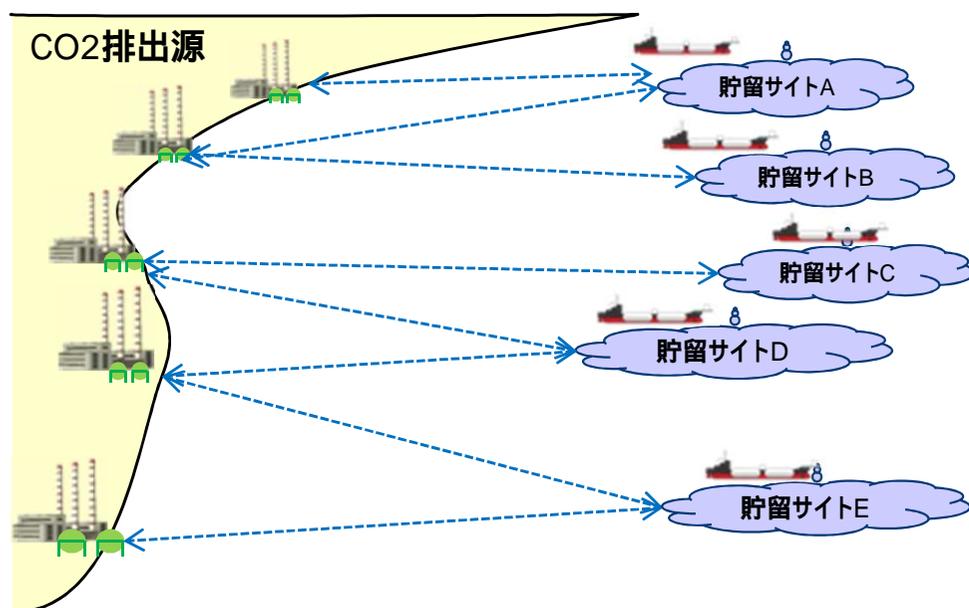
- ◆ 温室効果ガス（GHG）削減目標達成に向けて必要な規模でCCSを推進するためには、CO2そのものの発生抑制の取り組みとともに、発生したCO2を有効利用する他、安定的に貯留できる十分な容量を備えたサイトの活用が必要となる。
- ◆ しかし、我が国では、CO2を貯留できる貯留ポテンシャルは、陸域には少なく、一方、周辺の海域に貯留ポテンシャルが存在する。また、CO2の主要な排出源となる火力発電所等が沿岸部に多数存在することからも、輸送を考慮すると、海域への貯留が合理的な選択肢であると考えられる。
- ◆ 貯留サイトが排出源から遠距離の海域にある場合、排出されたCO2を効率的な輸送が可能のように、一旦、液化減容した後、海域の貯留サイトまで海上輸送して、さらに、海上で海底下の貯留層へCO2を圧入する必要がある。
- ◆ 海域の貯留サイトの活用を目的としたCO2の分離・回収 液化 海上輸送 海上圧入までの一連のシステム（CCS一貫システム）は、国内で実績がないため、将来の商用段階に至る前に、技術的成立性、安全性及び経済性の観点から、実際の貯留サイトを対象とした試験による実証が必要であると考えられる。
- ◆ エネルギー基本計画等では、2020年頃のCCS技術の実用化を目指した研究開発を進めるとされており、そのためには、**CO2海上輸送技術の早急な確立**が必要である。



**国内の火力発電所の分布**

### 3. 船舶輸送の特徴

- ◆ 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。



### 3. 船舶輸送の特徴

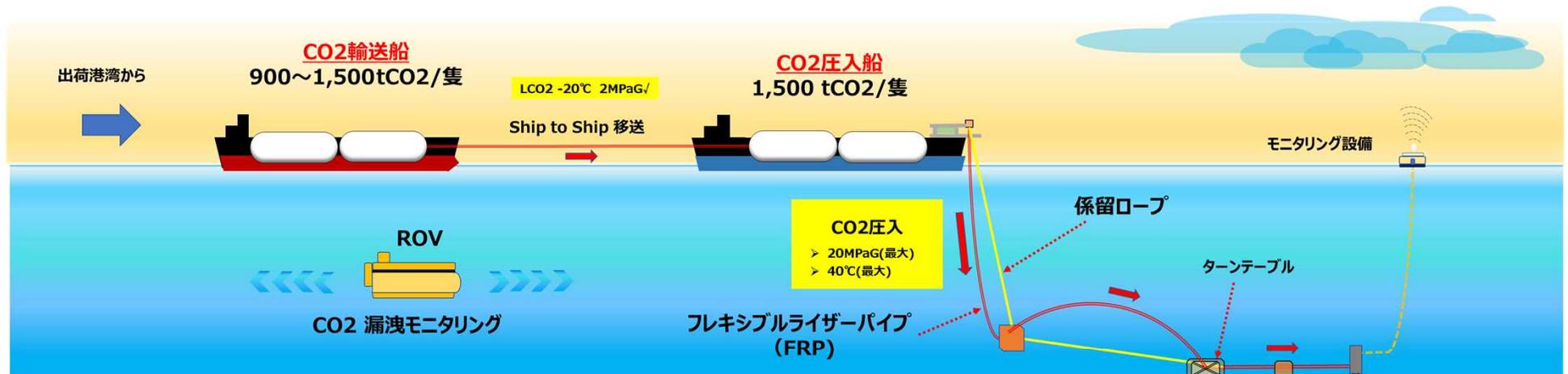
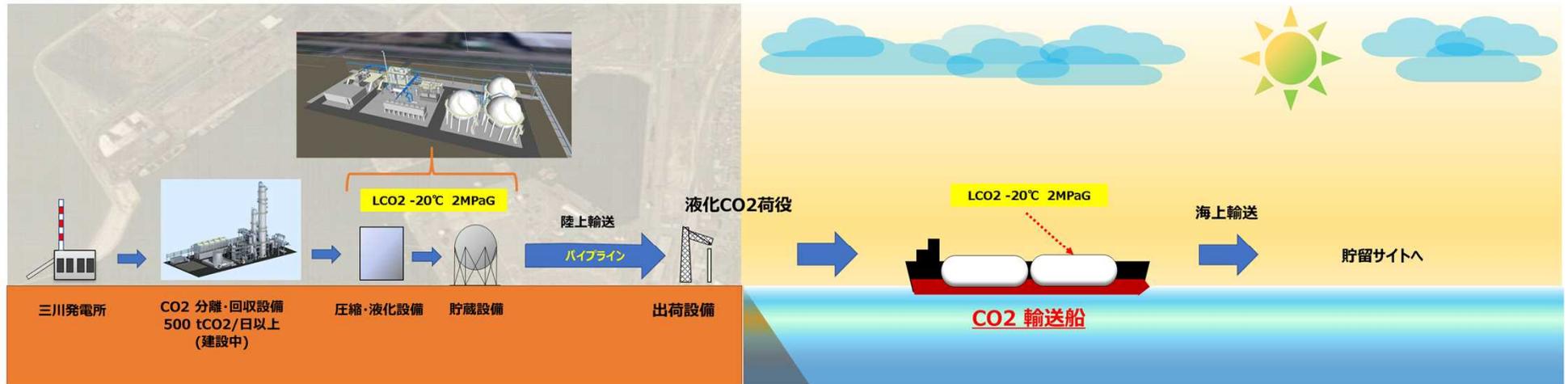
---

- ◆ 大規模貯留サイトを開発できれば**複数のソース（CO2排出源）**で利用できる。
- ◆ プロジェクトの段階的な拡張あるいは規模の変化に対して柔軟に対応できる。
- ◆ 海上作業や物流拠点（燃料・消耗品・人）等に関連した地元雇用創出に貢献できる。
- ◆ 本事業において、様々な排出源と貯留サイトの組み合わせにおける最適な輸送方法について経済性分析を行った結果、全体の3分の2のケースで**パイプライン輸送よりも船舶輸送の方が優位**となり、我が国のCO2輸送に船舶輸送を利用することの有用性が確認されている。



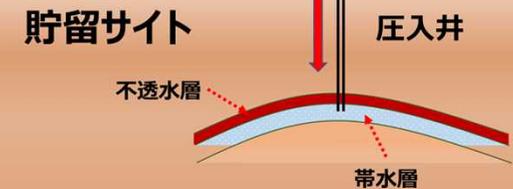
我が国では、コストの輸送距離に対する依存度が低く、フレキシブルな船舶輸送が適している。

# 4. 海域貯留サイトを活用したCCS一貫システム (1)CO2の海上輸送・圧入システム



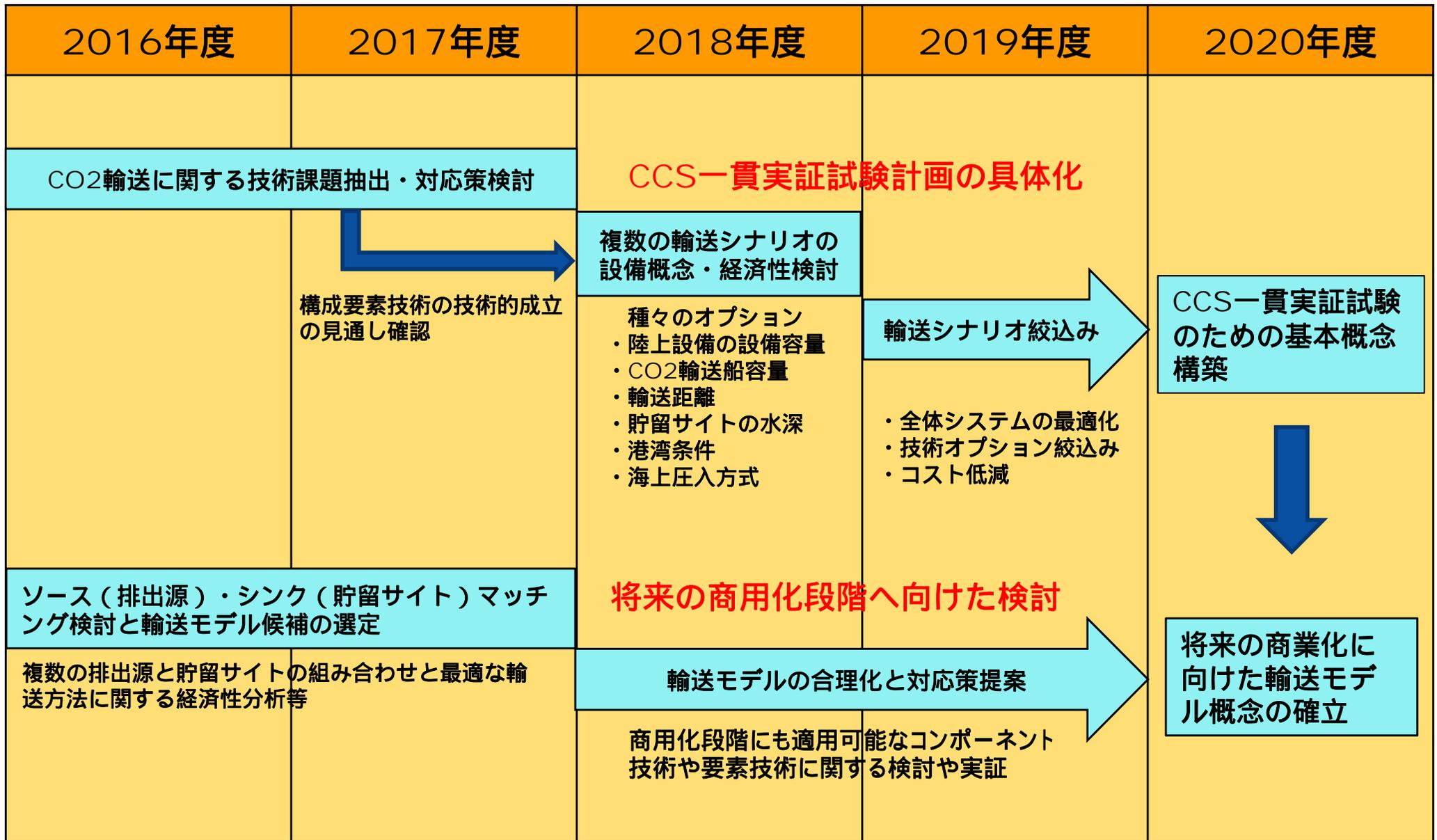
CCS一貫システムは、陸上設備(分離・回収設備、圧縮・液化・貯蔵設備)、港湾設備、CO2輸送船、圧入船、海上圧入設備(FRP嵌合、係留、FRP)、海底設備等で構成

## CO2海上輸送・圧入の設備概念オプションの一例



# 4. 海域貯留サイトを活用したCCS一貫システム

## (2) CCS一貫システム構築に向けた検討状況



## 5. まとめ

---

- ◆ **CCS一貫システム**は、陸上設備（分離・回収・圧縮・液化・貯蔵設備）、港湾設備、CO<sub>2</sub>輸送船、圧入船等、海上圧入設備（FRP、嵌合機器、係留機器等）、および圧入されたCO<sub>2</sub>の挙動や海洋環境を監視するモニタリング設備等により構成される。
  - 陸上設備は、既存のエンジニアリング技術で設計可能であるが、海上輸送能力に合わせて**設備容量の最適化を行い、合理的なコストでの建設を検討**する必要がある。
  - 積み出しを行う港湾の設備は、回収設備の近隣の港湾で出荷場所を確保の上、設計・建造を検討する必要がある。
  - CO<sub>2</sub>輸送船と圧入船に関しては、既存のLPG内航船の建造技術に基づき建造できる見通しであるが、**海上圧入設備とのインタフェースを考慮**した設計が必要である。
  - 海上圧入設備に関しては、既存の海洋油田生産基地で使用するタレット・係留技術を適用できる見通しを得たが、多くは海外製機器で構成されるため、今後、**国内の基準・規格への適合性やCO<sub>2</sub>取扱いに係る海上作業の安全性等**に関する検討が必要である。
- ◆ 貯留に当たっては、輸送距離や対象地点の水深、気象・海象条件、海底地盤条件等の基礎情報などを踏まえ、**全体システムの最適化を通じて、本格的な設計・建設段階に移行**することができる。

## 6. 本事業の成果と今後の展望

### 2020年度までの本事業での成果

大牟田の三川火力発電所の大規模二酸化炭素分離・回収設備から回収したCO<sub>2</sub>を効率的に輸送・圧入する船舶輸送技術の詳細検討を実施し、**実証試験のための最適化・詳細設計・建造に着手するための基本的なコンセプトを構築**する。

### 今後の展望

2020年頃のCCS技術の実用化を念頭におき、当該技術の重要な構成要素の一つである**CO<sub>2</sub>海上輸送技術の早急な確立**を目指す。

現状では、設備設計の前提条件となる諸条件で貯留サイトに依存するものなど、確定していない条件もあるが、複数の輸送シナリオケースを幅広く設定・検討し、技術やコストの面で優れた方式に絞り込み、**実証試験のための輸送システム概念を完成**する予定である。

今後益々重要となる地球温暖化対策技術の一つとしてCCSを展開していくための、**商用化フェーズにも適用可能な構成システム・要素技術に関する検討や実証**を継続する。