

二酸化炭素削減技術実証試験事業 プロジェクト中間評価補足資料

平成28年 3月1日

産業技術環境局環境調和産業・技術室

目次

1. 事業の概要
2. 事業アウトカム
3. 事業アウトプット
4. 当省(国)が実施することの必要性
5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ
6. 研究開発の実施・マネジメント体制等
7. 費用対効果
8. 中間評価(H23)結果
9. 外部有識者の評価等
10. 提言及び提言に対する対処方針

1. 事業の概要

(1) 事業の目的・内容

二酸化炭素回収・貯留(CCS)技術の実用化のため、我が国で初となる実際の大規模排出源を利用したCCSの実証試験を実施します。

平成28年度からのCO₂圧入の実施に向け、平成24年度から27年度まではCO₂の分離回収設備、圧入設備及び圧入井の整備等のEPC(設計、調達、建設)を行います。

(2) 実施形態等

・実施形態	委託・請負
・期間	平成24年度から平成27年度(4年間)
・国費投入予定額(総事業費)	契約額450億円(執行見込額約340億円)

1. 事業の概要

概要	CCS実証試験に必要な設備の設計・建設やCO ₂ を貯留するための坑井掘削、さらにCO ₂ の安全な貯留を担保するためのモニタリングシステムの構築を行い、製油所から排出されるガスからCO ₂ (年間約10万トン規模)を分離回収し、地中(地下1,000m程度)に貯留するCCS実証試験の準備を行う。
実施期間	平成24年度～平成27年度(4年間)
予算総額	450.0億円(委託) (平成24年度:100.0億円 平成25年度:115.0億円 平成26年度:120.0億円 平成27年度:115.0億円(契約額))
実施者	日本CCS調査株式会社
プロジェクトリーダー	日本CCS調査株式会社 石井 正一 (代表取締役社長)

2. 事業アウトカム

事業アウトカム指標(目標値)	達成状況	原因分析(未達成の場合)
<p>(事業開始時)</p> <p>(i) 平成27年度までにCO₂の 圧入・観測を行う圧入井、 観測井を5本掘削する。</p>	<p>(i) 達成済み (観測井の1本は、調査井から の転用)</p>	
<p>(ii) 平成26年度までに環境影 響評価を4回実施する。</p>	<p>(ii) 達成済み</p>	
<p>(中間時)</p>		
<p>(事業終了時)</p>		
<p>(事業目的達成時)</p>		

3. 事業アウトプット

事業アウトプット指標(目標値)	達成状況	原因分析(未達成の場合)
(事業開始時) (i) 井戸の掘削数	(i) 5本(観測井は、調査井からの1本転用)。	
(ii) 環境影響評価の実施回数	(ii) 各季節1回の計4回実施。	
(中間時) 変更なし		
(事業終了時)		

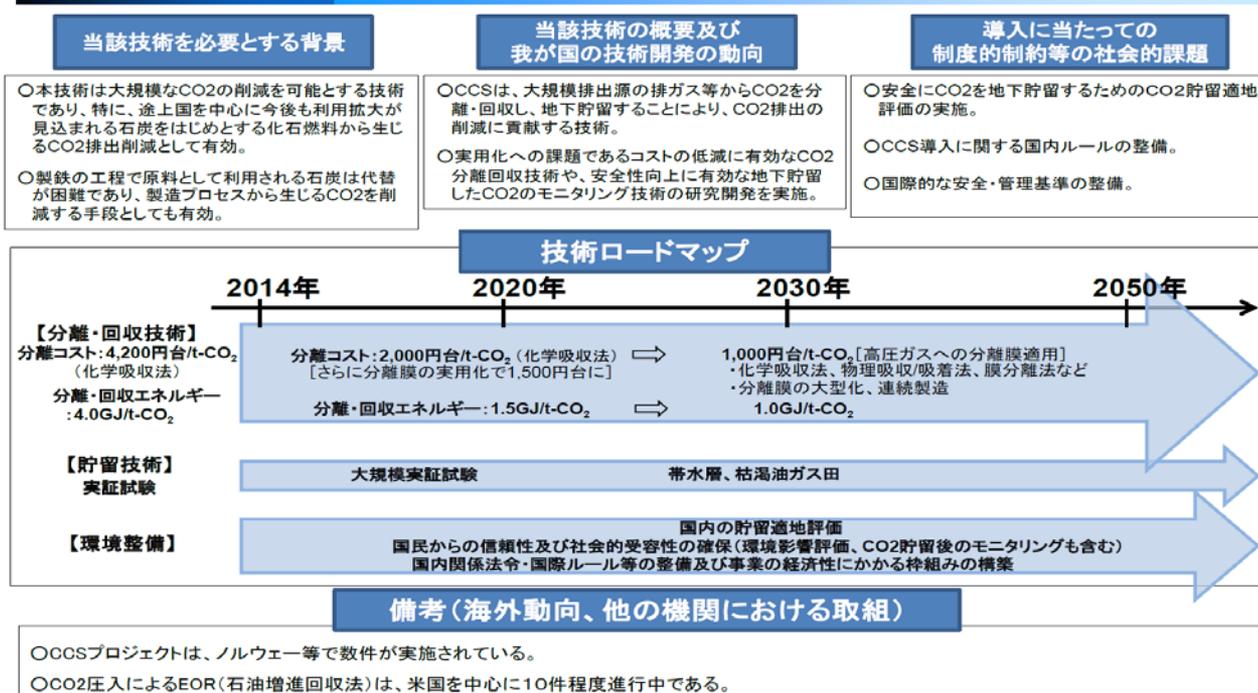
目標・指標及び成果・達成度

個別要素技術	目標・指標	成果	達成度
(1)地上設備の設計・建設・試運転	<ul style="list-style-type: none"> ・地上設備を設計・建設し、各設備が所定の性能を有することを確認する。 ・実証試験を安全に操業できる体制を整える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地上設備の建設は終了し、現在試運転中である。 ・実証試験を安全に操業できる体制を整えるため、操業要員の教育訓練中である。 	90%
(2)坑井の掘削	<ul style="list-style-type: none"> ・圧入井2坑を掘削し、年間10万トン以上の規模でCO₂を圧入できることを確認する。 ・観測井の改修、掘削を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・圧入井2坑と観測井3坑(1坑は調査井からの転用)の掘削は終了した。 ・圧入試験により、年間10万トン以上の規模でCO₂を圧入できることを確認した。 	100%
(3)モニタリングシステムの整備	<ul style="list-style-type: none"> ・圧入前の総合貯留層評価を行う。 ・CO₂賦存状況把握、自然地震ならびに微小振動観測に資するシステムやツールを整備するとともに、ベースライン観測を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・圧入前の総合貯留層評価を実施中。 ・CO₂賦存状況把握、自然地震ならびに微小振動観測に資するシステムやツールの設置を完了し、ベースライン観測を実施中。 	100%
(3)法規制対応、安全性確保に係る技術等に関する調査、検討	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験設備建設に係る法規制への対応を行うとともに、操業に係る各国の諸法令や動向を調査する。 ・各国のCCSに係る動向を調査する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験設備建設に係る法規制への対応を行い、操業に係る各国の諸法令や動向を調査した。 ・各国のCCSに係る動向を調査した。 	100%
(4)社会受容の醸成に向けた情報発信	<ul style="list-style-type: none"> ・社会受容の醸成に向け、国民への情報発信を広く、かつ継続的に実施する。 ・異常時における情報開示要領を整備する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・社会受容の醸成に向け、国民への情報発信を広く、かつ継続的に実施した。 ・異常時における情報開示要領を整備中である。 	90%

4. 当省(国)が実施することの必要性

エネルギー関係技術開発ロードマップ (平成26年12月)

11. 二酸化炭素回収・貯留(CCS)



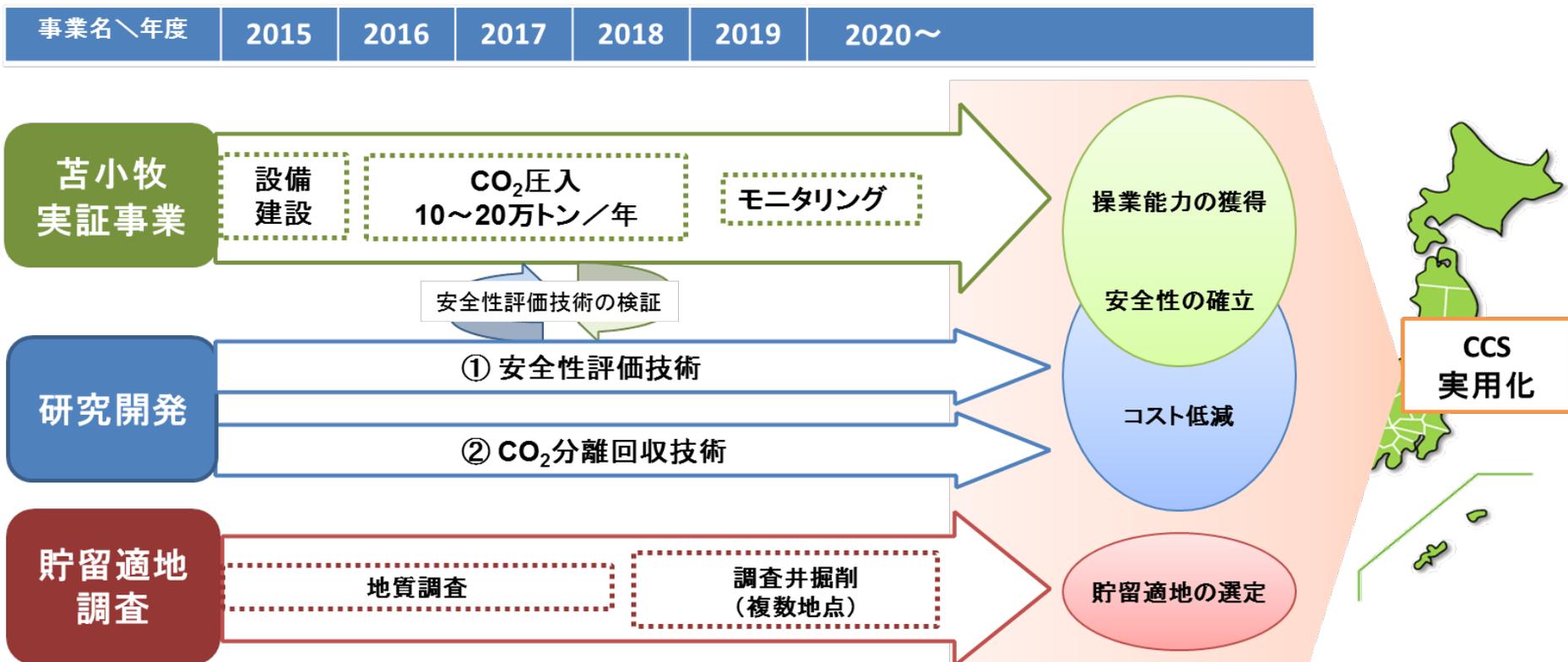
国の関与の必要性

CCSは、追加的エネルギーコストをかけてCO₂を削減するといった点において省エネルギーや再生可能エネルギーとは異なるタイプの技術である。このため、CCSの導入は経済的インセンティブが働かない温暖化対策に特化した方策であるなど、CCSの実用化に当たっては、解決すべき課題が多い。

技術開発によるコストダウンや高効率化のほか、法制度の整備、環境対応、社会的受容性の構築といった課題を解決する必要がある、国が実施する必要がある。

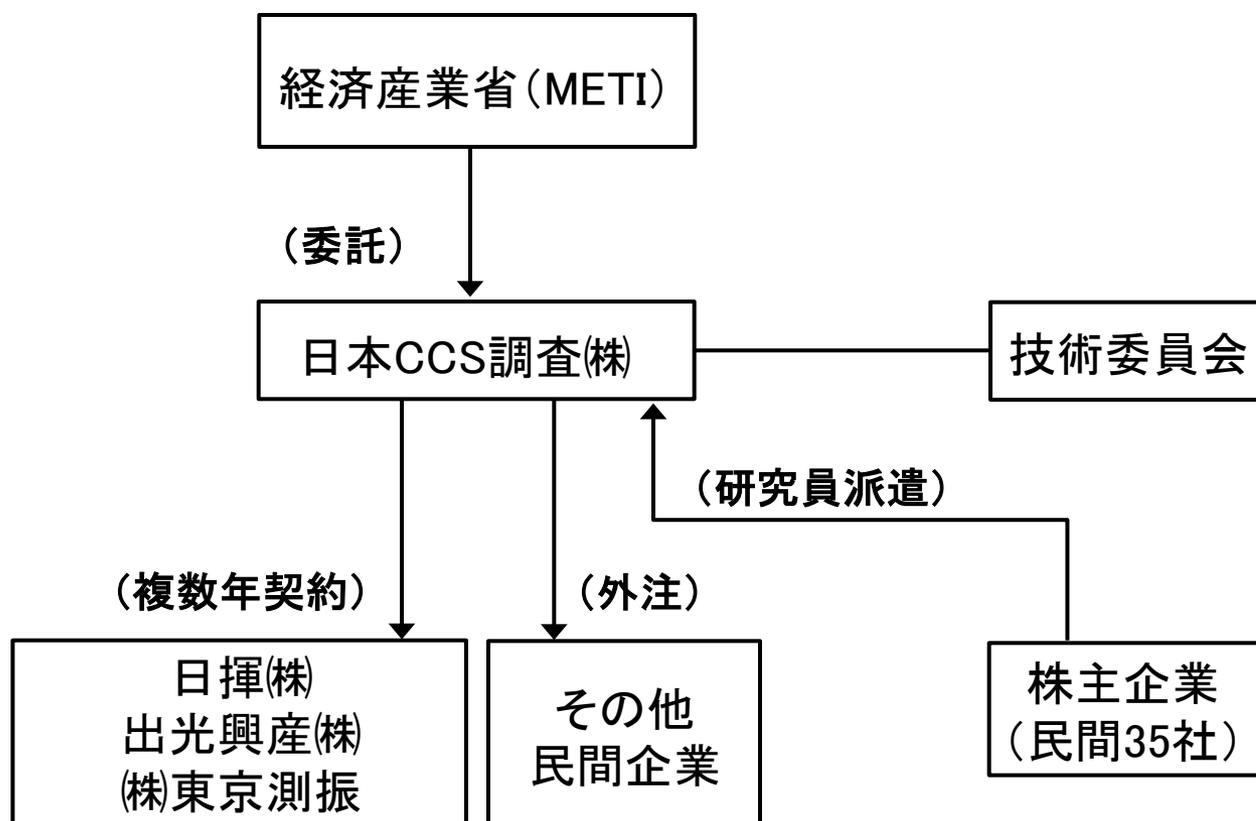
5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

- 2020年頃のCCS技術の実用化を目指し、苫小牧での実証事業や要素技術の開発等を実施するとともに、潜在的なCO₂貯留適地の選定を実施。



6. 研究開発の実施・マネジメント体制等

- 本研究開発は日本CCS調査株が経済産業省からの委託を受けて実施した。
- 研究開発の実施にあたっては、調査成果の技術的確認のため、専門的知見を有する第三者の学識経験者からなる「技術委員会(課題検討会)」を日本CCS調査株に設置した。



7. 費用対効果

【 IEA Energy Technology Perspectives 2012(抜粋) 】

CCSは、産業部門(鉄鋼、セメント、天然ガス利用プロセスなど)による大幅なCO₂排出量削減目標の達成を可能にする現時点で唯一の技術である。CO₂削減オプションとしてのCCSを放棄すれば、2DSの実現コストは大幅に増加する。CCSなしでは、2DSを達成するために必要とされる電力分野の追加投資額は40%増加し、今後40年間で総額2兆ドルに達する。 CCSなしでは、他のCO₂排出量削減オプションに対する圧力も増すことになる。



CCS技術がない場合、
気温2度上昇シナリオを達成するためには、発電分野だけで240兆円/40年間の追加対策費が必要
(ETP2012)

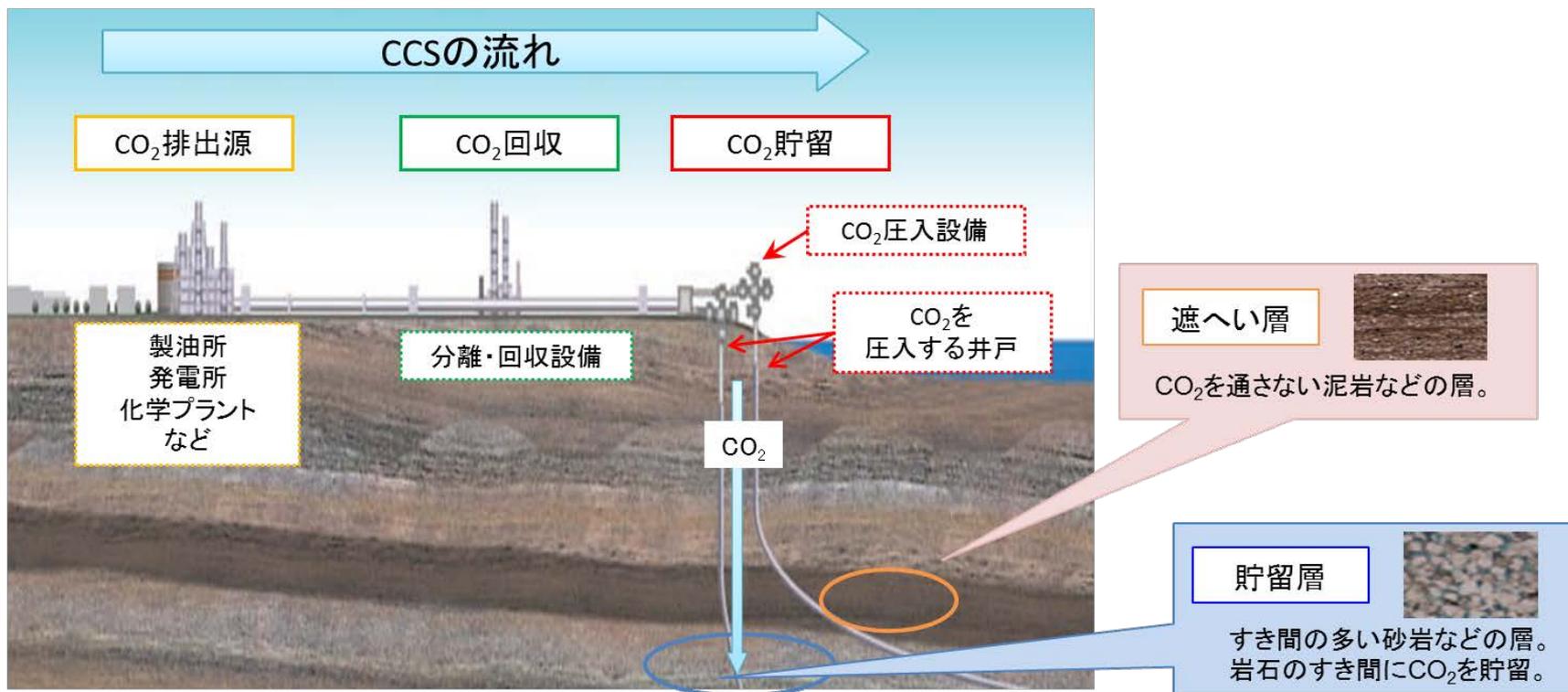
技術オプション価値(影響回避期待値)

6兆円/年・世界

※ 本事業は気候変動問題への対策として取り組む国内初のCCS大規模実証試験事業であり、CCSを技術オプションとして保有することは、こうした実証試験を通じてのみ可能である。

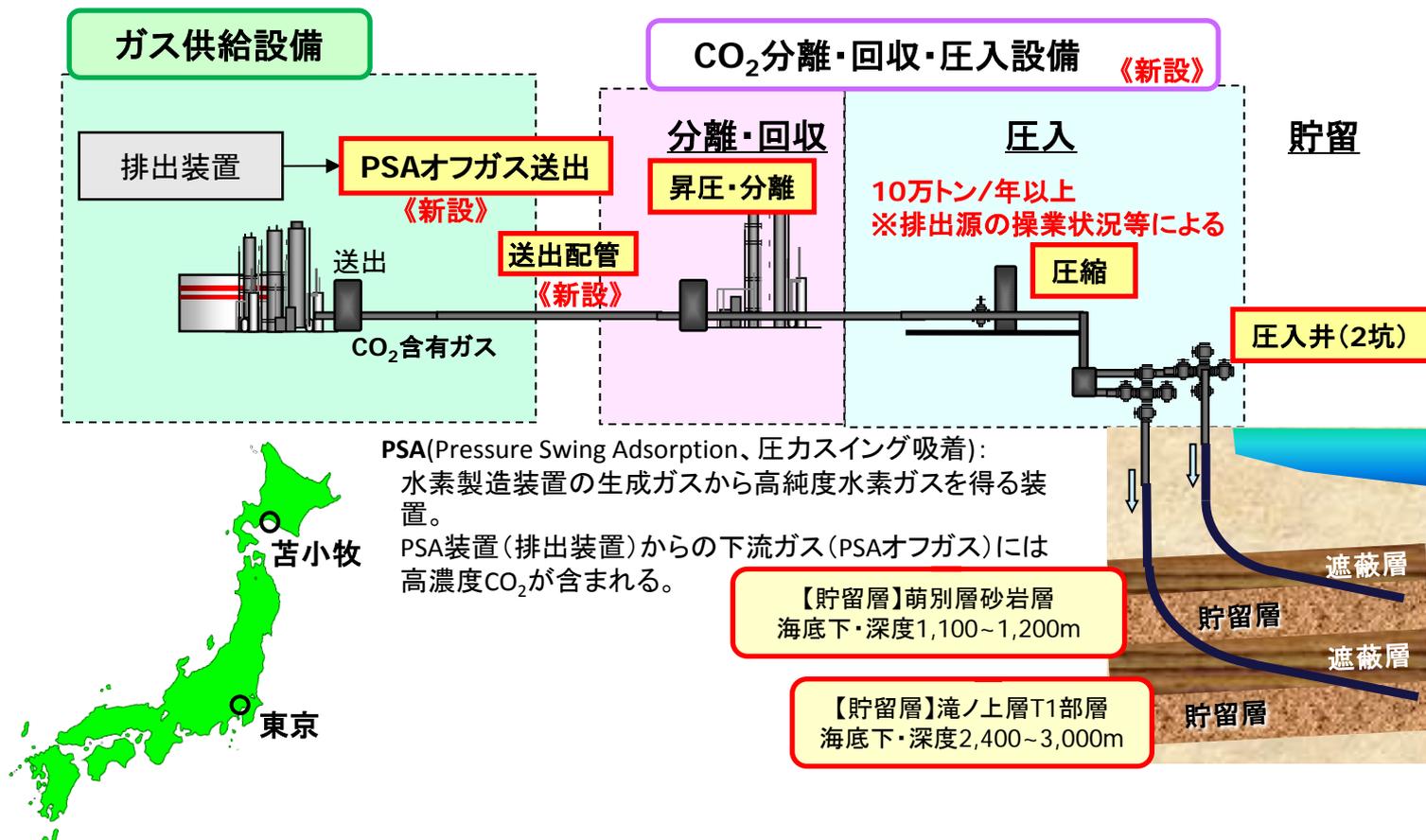
CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) について

- CCS(二酸化炭素回収貯留)とは、工場や発電所等から排出される二酸化炭素(Carbon dioxide)を大気放散する前に回収し(Capture)、地下へ貯留(Storage)する技術。
- IEA(国際エネルギー機関)や、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)等において、CCSは地球温暖化対策に効果的な技術として評価。
 - 2050年時点までに求められる温室効果ガス削減量の14%(2050年時点で年間約60億トン)をCCSにより達成することが必要 (IEA)
 - 2100年に温度上昇を2°Cに抑えるために、CCSによる温室効果ガスの削減が重要 (IPCC)



全体システム(基本フロー)

- ・商業運転中の製油所の水素製造装置を排出源として、CO₂を分離・回収、圧入に必要な圧力まで昇圧(最大23MPa)し、10万トン/年以上のCO₂を苫小牧沖の2つの貯留層に圧入する。
- ・平成24～27年度は、これら地上設備の設計・建設・モニタリング設備の構築、圧入井掘削、およびモニタリングシステムの構築とベースライン観測等のCO₂圧入に向けた準備を行う。



苫小牧実証試験の技術的位置付け

(1) システム全体

- ・わが国として初となる分離・回収から輸送、圧入、貯留までのCCSトータルシステムを実証し、CCS技術を確立する。

(2) 分離・回収

- ・ガス供給基地および分離・回収基地では、水素製造装置からのCO₂分離・回収について消費エネルギーの少ないモデルを実証する。

(3) 圧入

- ・陸上基地から沿岸海底下への地中貯留を実施するために、地上基地から掘削する大偏距坑井の掘削技術を実証する。

(4) 貯留・モニタリング

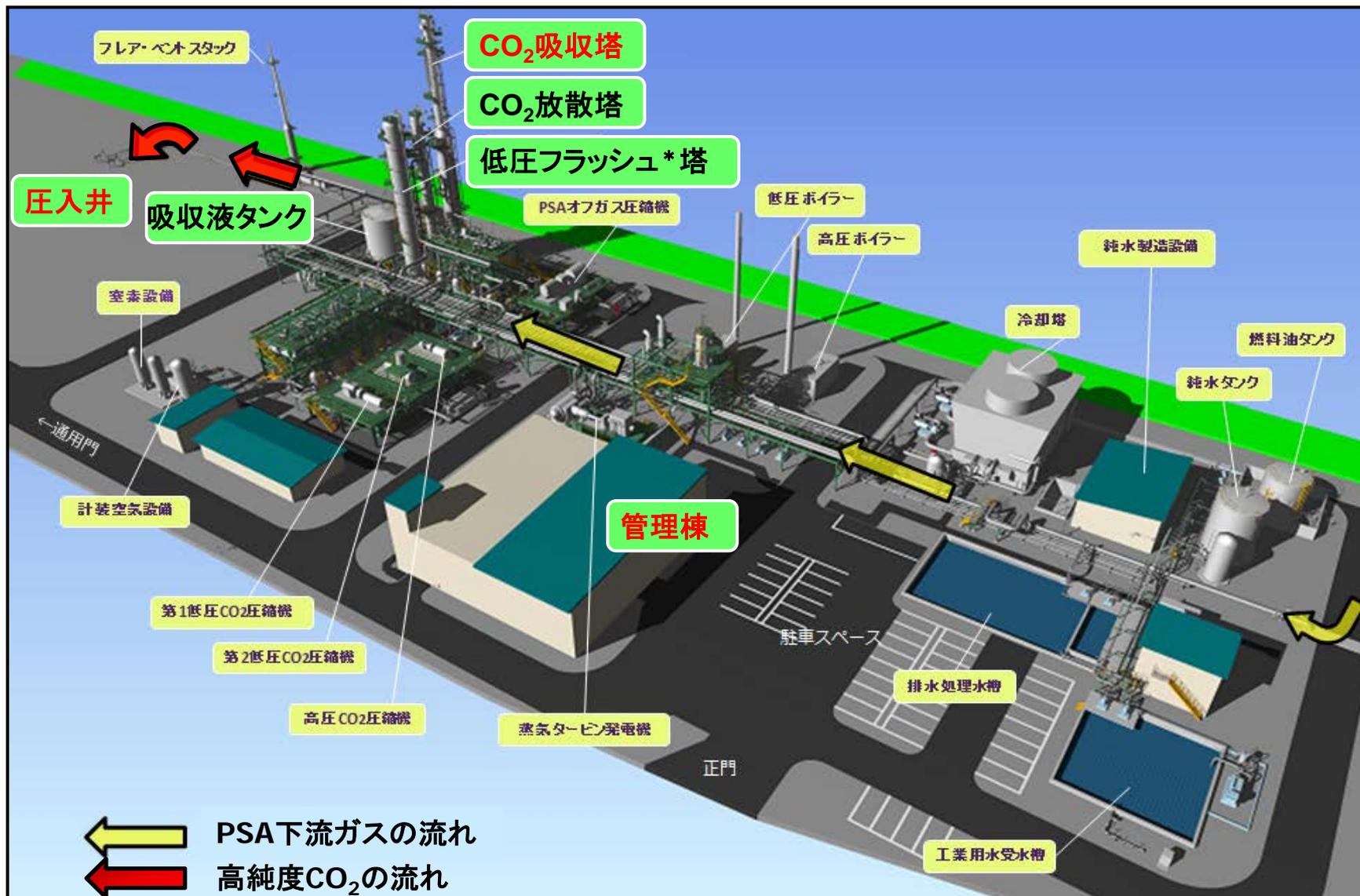
- ・苫小牧地点の異なる深度に存在し貯留層として十分な性状が期待される滝ノ上層T1部層(構造的)、萌別層砂岩層(非構造的)に対し、安全、確実にCO₂を貯留できることを実証する。
- ・異なるタイプの貯留層に対して、圧力とレートを的確に制御しながらCO₂を圧入・貯留し、圧入時・圧入後のCO₂挙動を観測することで、幅広い貯留層条件(地質・深度・圧力)に対応した貯留層の管理技術を実証する。

全体スケジュール

- ◆ 設備建設期間 : 4年
- ◆ 設備運転・CO₂圧入期間 : 3年
- ◆ 貯留モニタリング : 圧入前・圧入中・圧入後に実施（微小振動、自然地震観測を含む）
- ◆ 海洋系モニタリング : 圧入前（ベースライン調査）・圧入中・圧入終了後に実施
- ◆ 圧入後モニタリング期間 : 2年（貯留・海洋系モニタリング共通）

		H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	H30fy	H31fy	H32fy	
CO ₂ 供給基地 (分離・回収)	調査段階	設計・調達・建設				供給運転					
圧入基地 (圧入設備)		設計・調達・建設				圧入運転					
圧入井		設計・調達		掘削・評価		圧入運転					
貯留モニタリング		設計・調達・設置				圧入前観測	圧入中観測			圧入終了後観測	
海洋系モニタリング		現地調査・解析				申請審査	圧入中観測			圧入終了後観測	

地上設備システム



*フラッシュ: 気体(CO₂)を吸収した液体を圧力の低いタンクへ急激に噴出することにより気体と液体を分離

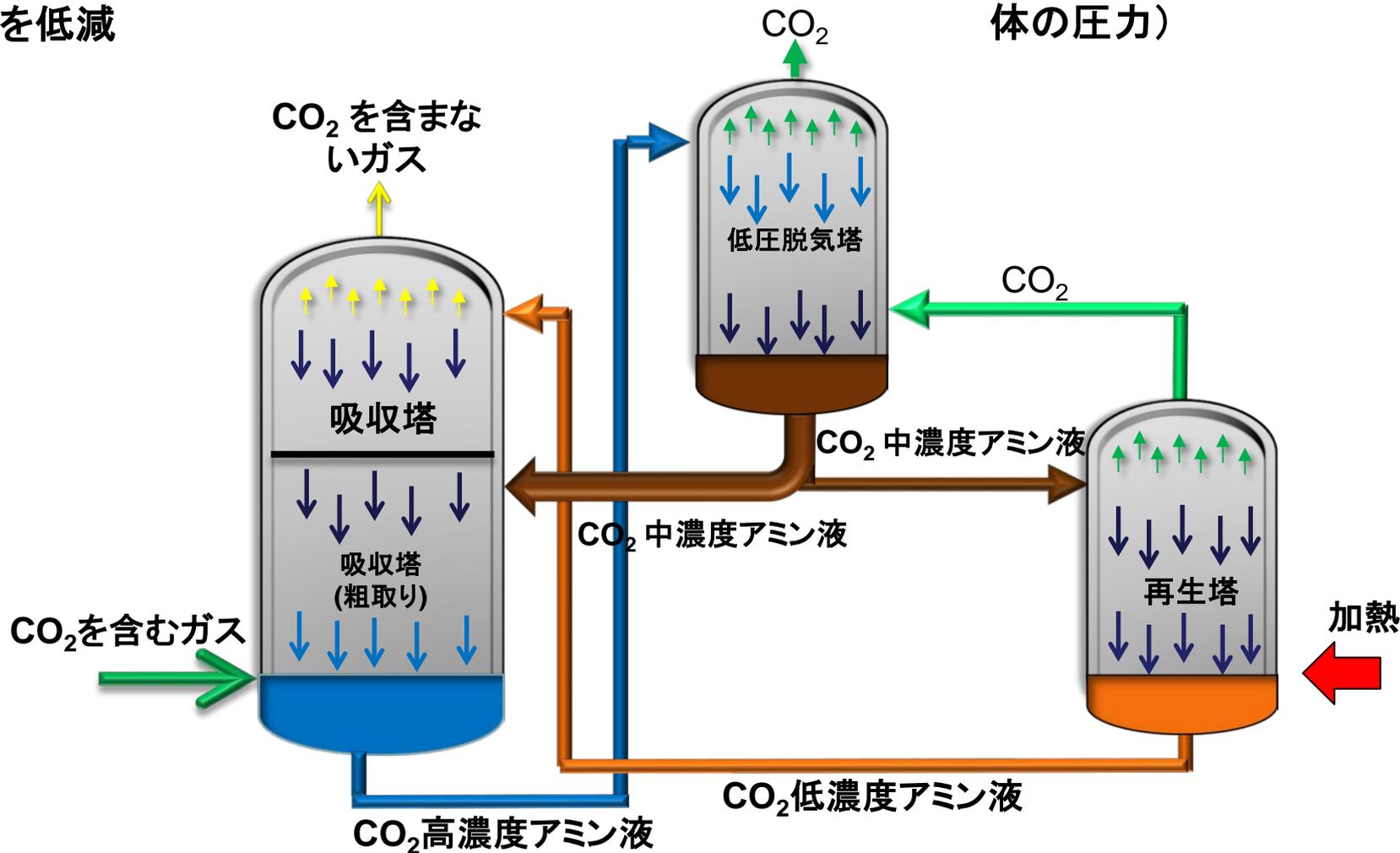
地上設備 外觀



本実証試験で採用したCO₂分離・回収法⇒2段吸収法

- ・ 低圧脱気塔で減圧によりCO₂を回収
- ・ 再生塔の水蒸気熱を低圧脱気塔で利用しCO₂を回収
- ・ 低圧脱気塔からCO₂中濃度アミン液を吸収塔に送りCO₂を吸収することにより、再生塔の加熱エネルギーを低減

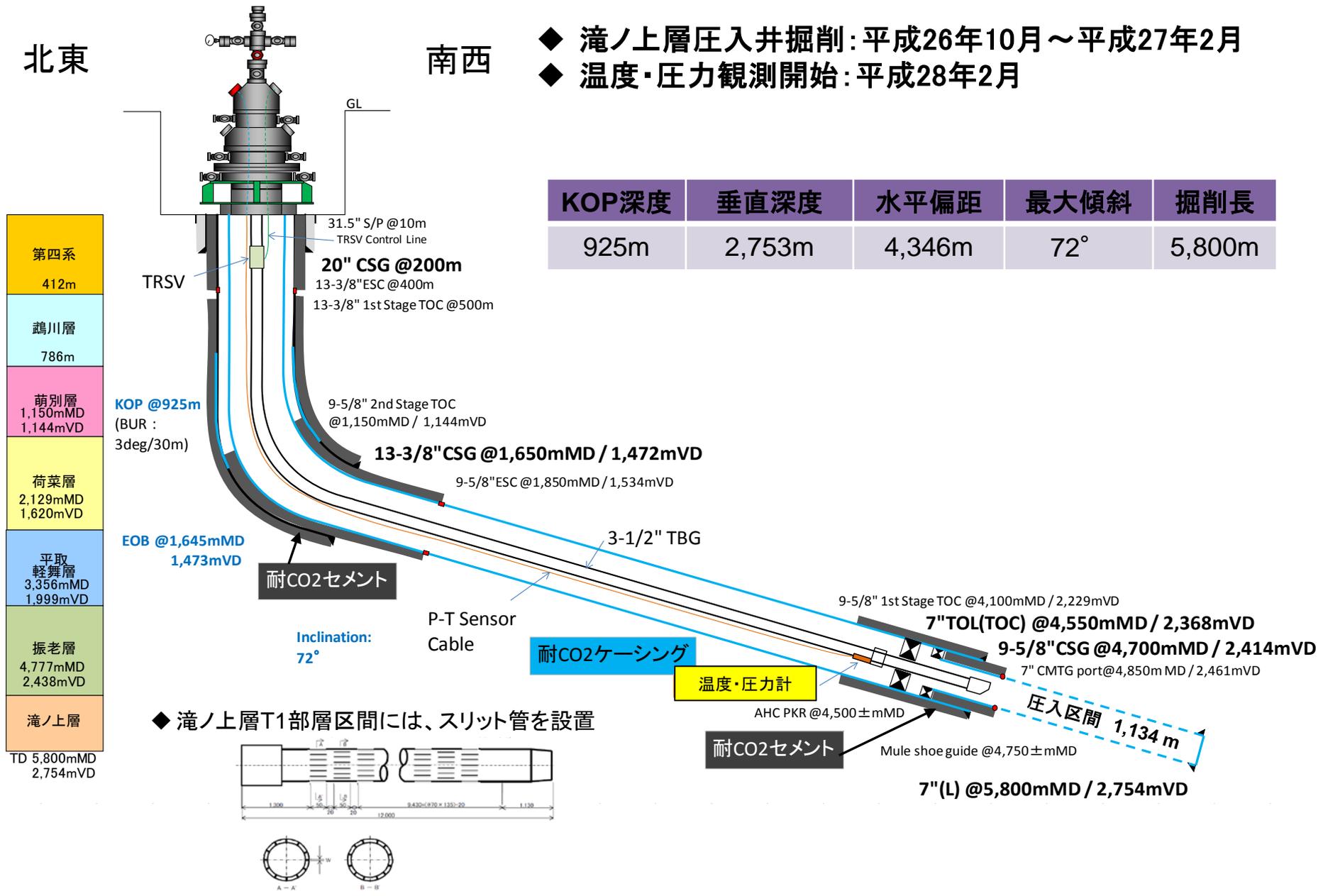
CO₂分圧が大きい場合、通常型フローの約1/3～1/2の分離・回収エネルギーとなる
(分圧: 混合気体の各成分気体の圧力)



圧入井 苫小牧IW-1(滝ノ上層T1部層)

- ◆ 滝ノ上層圧入井掘削:平成26年10月～平成27年2月
- ◆ 温度・圧力観測開始:平成28年2月

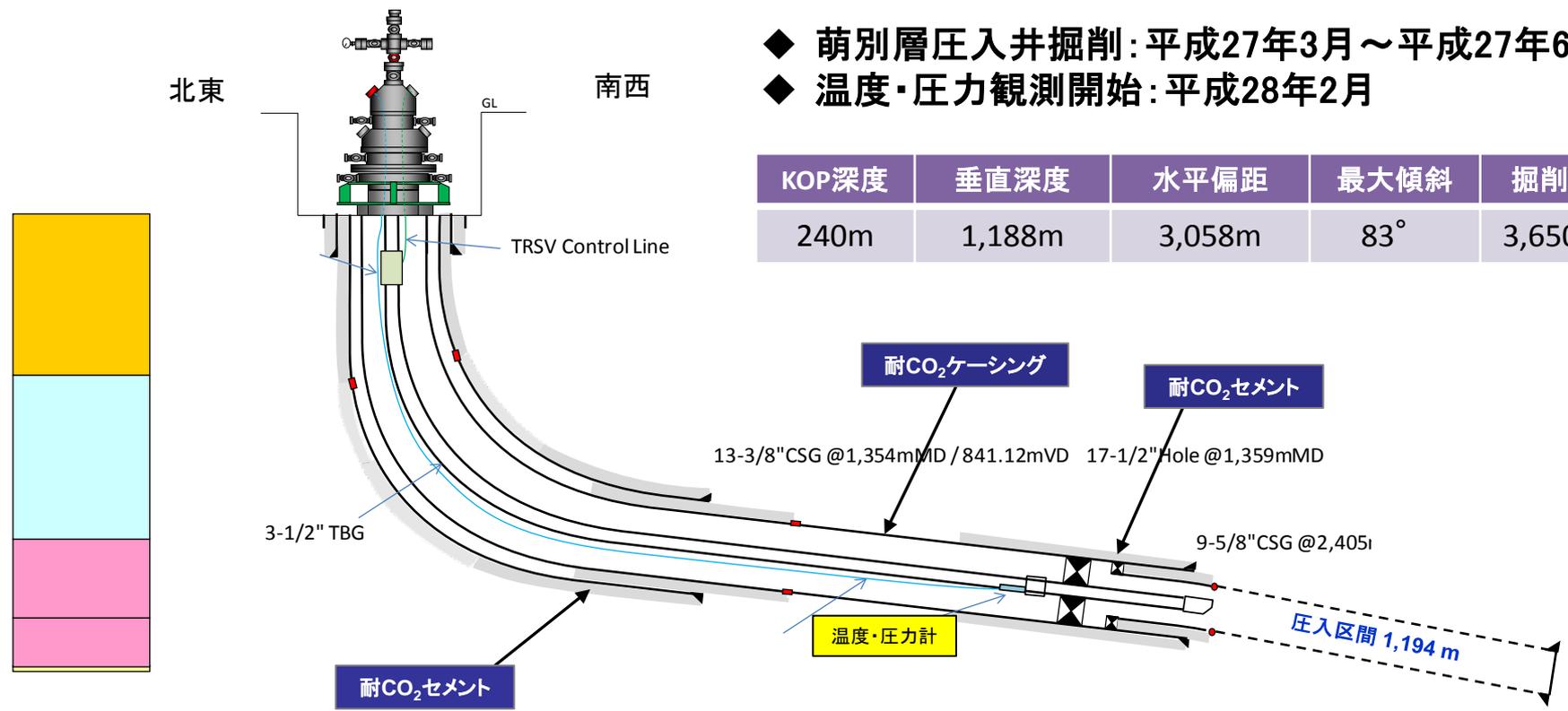
KOP深度	垂直深度	水平偏距	最大傾斜	掘削長
925m	2,753m	4,346m	72°	5,800m



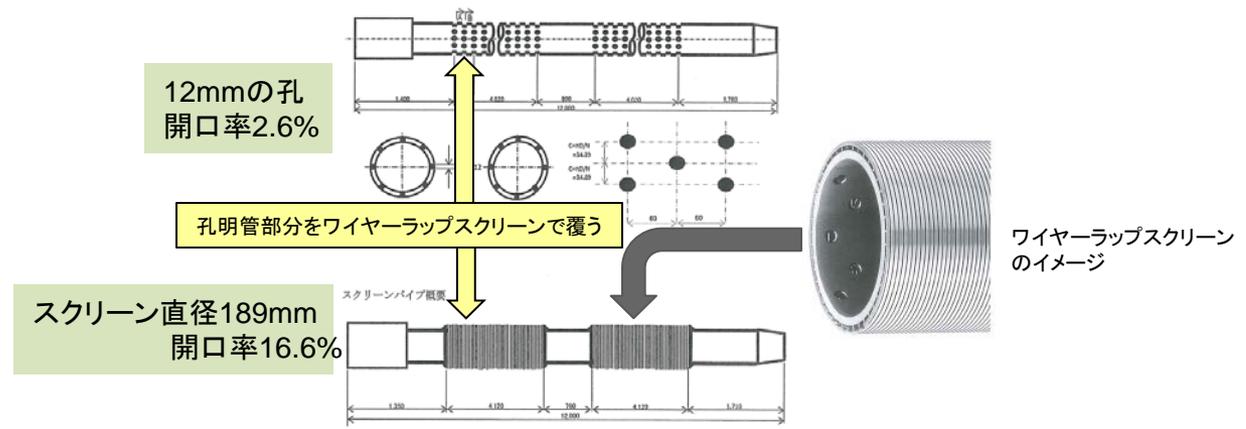
圧入井 苫小牧IW-2(萌別層)

- ◆ 萌別層圧入井掘削:平成27年3月～平成27年6月
- ◆ 温度・圧力観測開始:平成28年2月

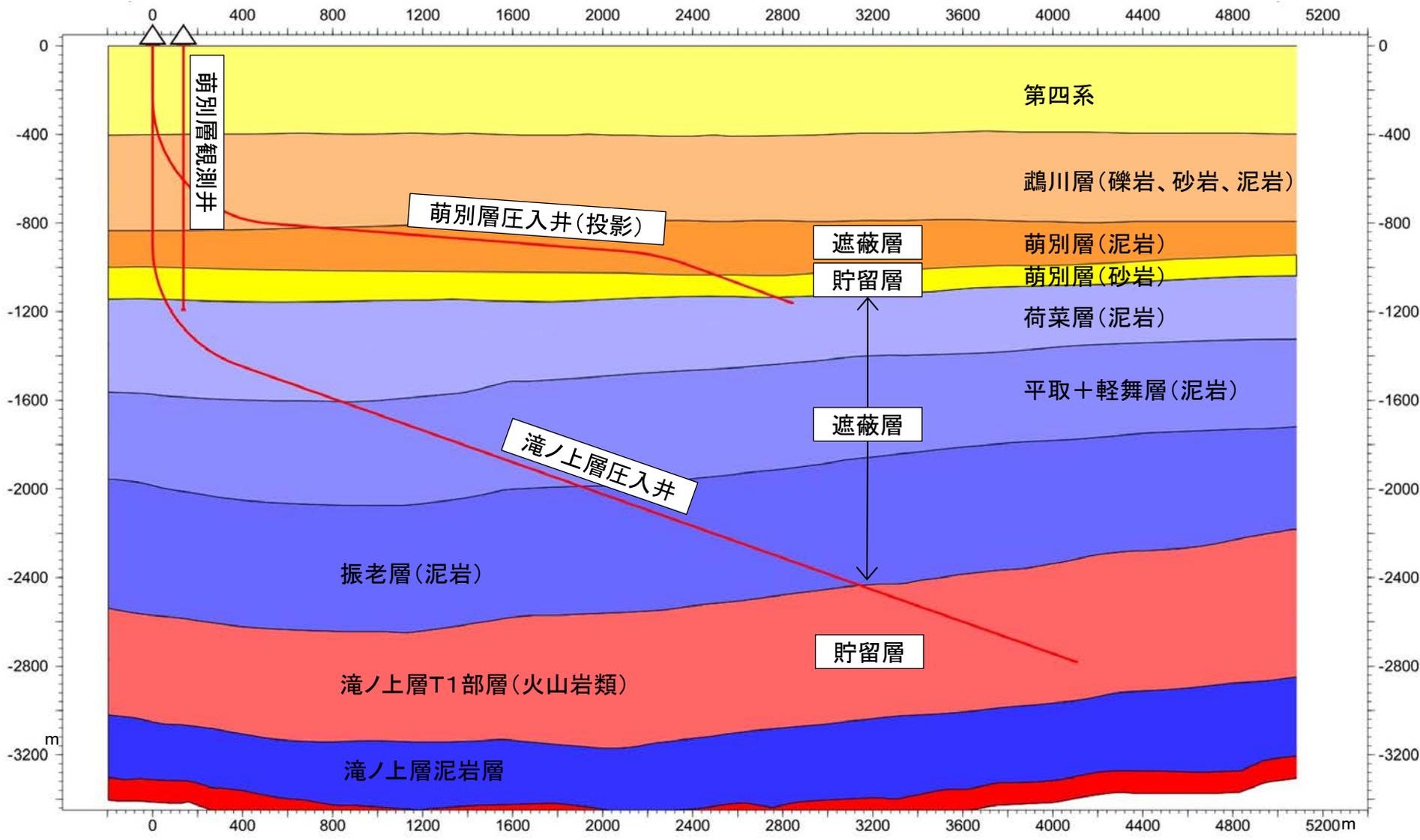
KOP深度	垂直深度	水平偏距	最大傾斜	掘削長
240m	1,188m	3,058m	83°	3,650m



◆ 萌別層砂岩層区間には、孔明管とスクリーンを設置



圧入試験計画(圧入対象層)

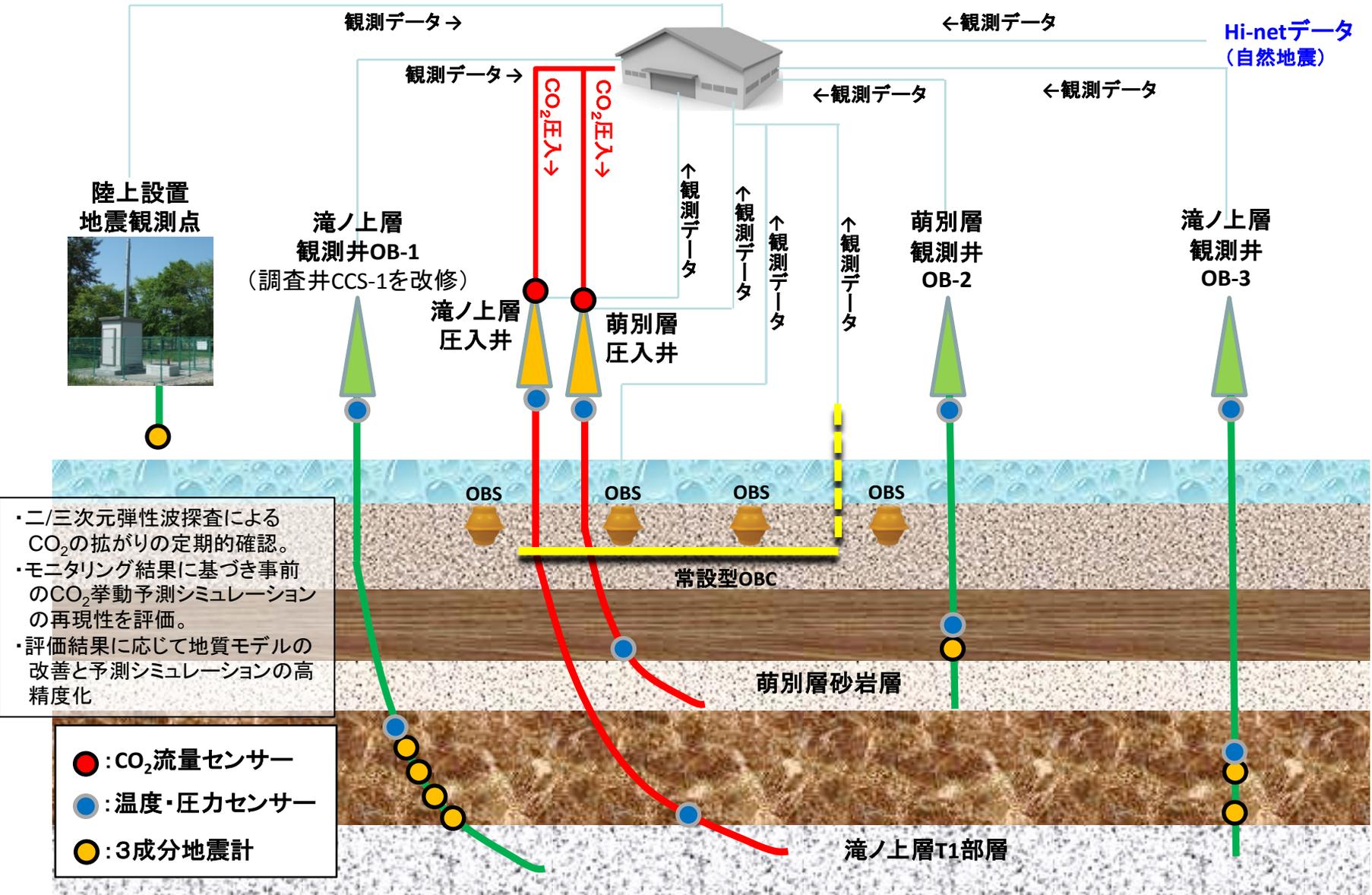


※この断面図は、滝ノ上層圧入井坑跡における断面図

貯留・モニタリング計画に関する基本的な考え方

貯留・モニタリング概念図

圧入基地管理棟



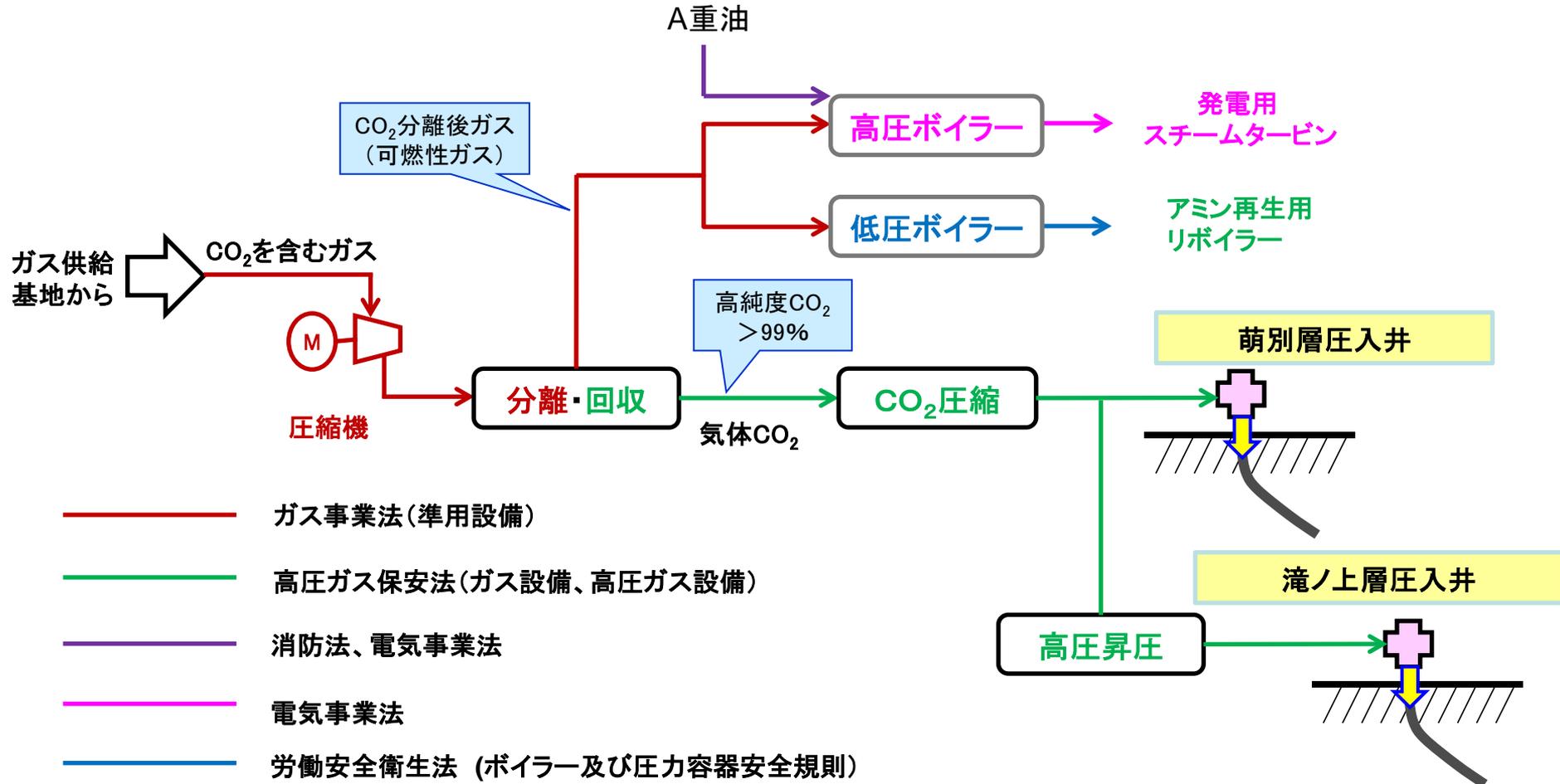
貯留・モニタリング計画に関する基本的な考え方

モニタリング 全体スケジュール

	平成26年度	平成27年度 (ベースライン観測)	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度	平成32年度
CO ₂ 圧入			CO ₂ 本圧入				
圧入井			連続観測(坑口:圧力・CO ₂ 圧入量、坑内:温度・圧力)				
観測井		連続観測(坑内:温度・圧力、微小振動・自然地震)					
常設型海底受振ケーブル(OBC)		連続観測(微小振動・自然地震)					
海底地震計(OBS) ▲交換作業		連続観測(微小振動・自然地震)					
陸上地震計		連続観測(微小振動・自然地震)					
二次元弾性波探査 (ベースライン測定実施済)							
三次元弾性波探査 (ベースライン測定実施済)							
海洋モニタリング							

適用法規 建設関係

注: 本図はプラントに係わる適用法規であり、二酸化炭素の海底下廃棄については海洋汚染防止法(海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律)が適用される。



適用法規 海洋環境調査

- ◆ CCS大規模実証試験の実施に際しては、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律(海洋汚染防止法)」に則り、海洋環境調査を実施しなければならない。

1. 調査範囲(右図)

- 苫小牧港港湾区域内12観測点

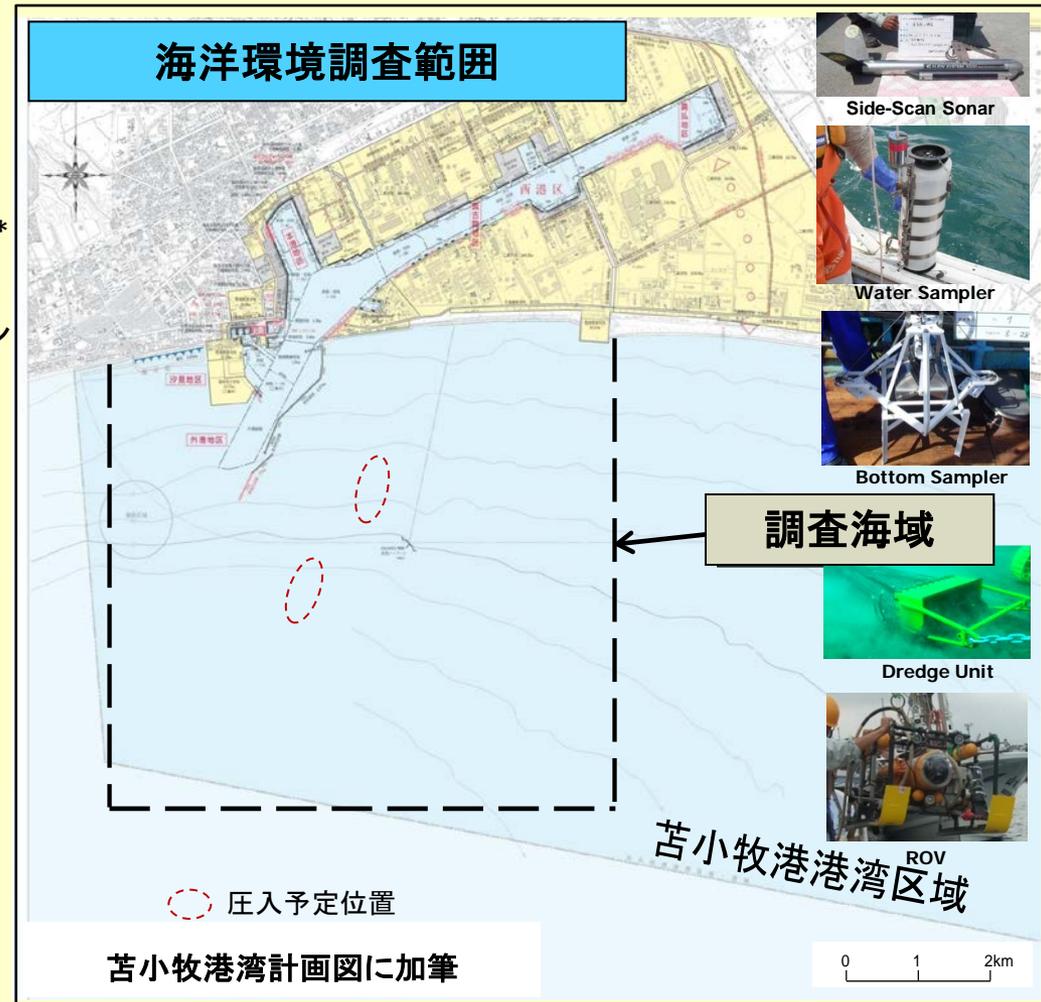
2. 調査方法

- サイドスキャンソナー／サブボトムプロファイラー*
- 流向・流速計による海況調査
- 採水器での採集(塩分濃度等、およびプランクトンの状況を調査)
- 採泥器での採集(海底堆積物の状況を調査)
- 網や簡易ドレッジによる採捕(底生生物の種類、数などを調査)
- ダイバーやROV**による底生生物の撮影
 - * 海底の状況を音波測定し画像化して調べる装置
 - ** Remotely Operated Vehicle(無人式の海中作業装置)

3. 三段階にわたる調査

- 準備・建設段階
 - ベースライン***調査実施済
(H25年8月・11月、H26年2月・5月)
- 実証試験実施段階
 - CO₂ 圧入運転中
 - CO₂ 圧入運転後
- 実証試験終了後

***ベースライン:ある行為(CO₂圧入)実施による変化を把握するための実施前の基準となる状態や値



苫小牧港湾計画図に加筆

社会受容の醸成に向けた情報発信

● 活動事例(2012～2014年度)

- ① パネル展 : 札幌市、苫小牧市および周辺町の合計56カ所で開催
- ② 現場見学会 : 大学、研究会、他県県議会、海外研修等を対象に64回開催
- ③ ブース出展 : 首都圏で開催された環境関係の展示会に4回出展
- ④ 子供向け実験教室 : 苫小牧市内の児童館13カ所で開催
- ⑤ CCS講演会 : 苫小牧市内で、年に1度、計3回開催(苫小牧市民現場見学会1回を含む)

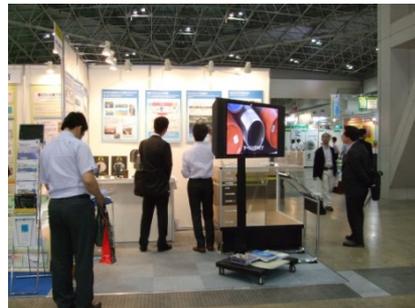
① パネル展



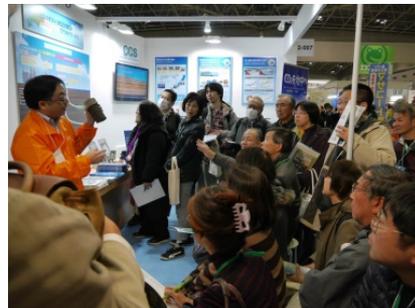
② 現場見学会



③ ブース出展



④ 子供向け実験教室



成果の概要

- ・ CO₂分離・回収、輸送、圧入の実証試験設備の設計を実施し、建設工事を行い、完了した。現在、試運転中である。
- ・ 実証試験を安全に操業できる体制を整えるため、操業要員の教育訓練中である。
- ・ 圧入井2坑と観測井3坑(1坑は調査井からの転用)の掘削は終了し、圧入試験により、年間10万トン以上の規模でCO₂を圧入できることを確認した。
- ・ 圧入前の総合貯留層評価を実施中。
- ・ CO₂賦存状況把握、自然地震ならびに微小振動観測に資するシステムやツールの設置を完了し、ベースライン観測を実施中。
- ・ 実証試験設備建設に係る法規制への対応を行い、操業に係る各国の諸法令や動向ならびに各国のCCSに係る動向を調査した。
- ・ 社会受容の醸成に向け、国民への情報発信を広く、かつ継続的に実施した。

8. 中間評価(H23)結果 (総合評価)

CCSは、CO₂を直接的に削減する技術であり即効性と規模の観点から米国や欧州などでも技術開発が進められ、地球温暖化対応において日本のリーダーシップを発揮するためにも戦略的に重要な意味を持つと考えられる。また、将来的にCCS技術がビジネスベースの戦略技術に成り得る可能性もあることから、研究機関である公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE)による研究開発に続き、関係する知見を持った国内企業が出資する日本CCS調査株式会社が実施主体となって事前調査を行ったことは妥当である。

地中貯留の対象となる地層は、構造および深度が様々に異なることが予想される。これに対して、先行して調査を進めている苫小牧地点では、一般に想定される地中貯留深度の上限(800m)と下限(3000m)のそれぞれに近く、かつ、構造性と非構造性の性質が異なる2つの地層での試験が可能となっており、実証試験のサイトとして適当である。また、地中貯留の候補地(苫小牧)での調査にあたっては、事前の情報発信が十分に行われていることも好ましい。

予測モデルに関しては、RITEが長岡での実証試験で開発したものを活用するなど、これまでの蓄積を最大限に生かしており、これまで経験のない事業に取り組む上で、十分な対応がされているものと考えられる。

一方、今後実証実験によって、費用が大幅に増大することが想定されるが、今後の進め方についてはこれまでの探索的なアプローチではなく、事業として経済的な視点を取り入れたアプローチも検討し、資金の割り当ても含め費用対効果の検討をふまえた実施計画とする必要がある。

実施にあたっては地震国であることに配慮し、安全性確保について十分に検討し、国民のCCSに対する関心は必ずしも高くないと思われるため、今後、同技術の社会的受容性の確保がより一層進むよう、各種の媒体を通じた積極的な情報発信が望まれる。

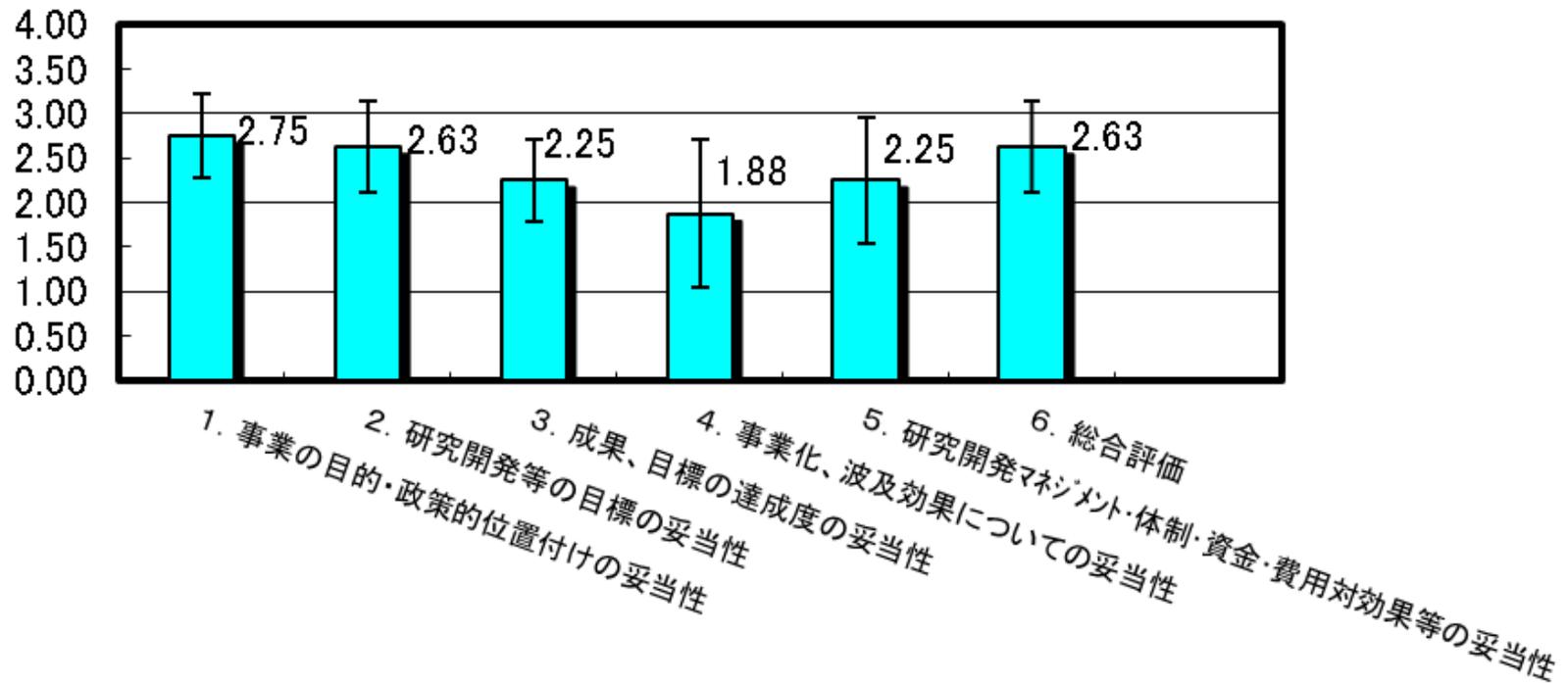
また、CCS事業については国際的アライアンスを含め世界展開をいかに実現していくかが重要であり、その基盤として貯留コストを正確に予測する技術も必要である。CCS技術開発は国内外への展開も明確に意識して、立地ごとの経済課題を確認しつつ実施計画を立案する必要がある。

8. 中間評価(H23)結果 (評点結果)

(各項目:3点満点)

■平均点

標準偏差



8. 中間評価(H23)結果 (提言及び提言に対する対応状況)

今後の研究開発の方向性等に関する提言

- 実証実験を行う上でのリスクをできる限り洗い出し、リスクの評価や対応を事前に充分検討し、リスクへの対応力を持って推進していく必要がある。
- また、事業化にあたってはリスクとプロフィットを勘案し、複数のプランニングを行うなど十分な検討が必要である。
- CSの実用化に向けては、CCSについて広く理解してもらうことが必要であることから、講演など一方向の情報発信だけでなく、見学会や勉強会など市民が参加できるような双方向の情報発信が必要である。

提言に対する対応状況

- 実証試験計画を策定するにあたっては、第三者による有識者の評価を得つつ推進しているところであるが、今後もこのような体制を継続して参りたい。
- ご指摘をふまえ、今後、実証試験を推進して参りたい。
- ご指摘をふまえ、今後、実証試験を推進して参りたい。

8. 中間評価(H23)結果 (提言及び提言に対する対応状況)

今後の研究開発の方向性等に関する提言

- CCSを実際に適用する際には地下構造があまり分かっていない場所が開発対象となることも予想されるため、実証試験では、地中貯留を行うために必要な事前調査の項目やコストを相当に明らかにできる具体例と考えることが重要と考える。
- 将来の海外展開も視野に入れた、試験及び事業の実施が望まれる。場合によっては早い段階で新興国の有力企業との提携なども考えられる。

提言に対する対応状況

- ご指摘をふまえ、今後、実証試験を推進して参りたい。
- ご指摘をふまえ、今後、実証試験を推進して参りたい。

8. 中間評価(H23)結果 (提言及び提言に対する対応状況)

今後の研究開発の方向性等に関する提言

- CCS普及のためには、CO₂の挙動シミュレーションの信頼性を高めることが重要であり、そのためには海外のCCS研究プロジェクト、地質調査などとの連携や情報交換を積極的に行い最新の情報を得ることも必要である。

提言に対する対応状況

- 海外のCCS研究プロジェクトなど常に最新の情報の把握に努めると共に、一部では協力関係を築き研究開発を進めているところであるが、今後も適宜、連携や情報交換を積極的に行って参りたい。

9. 外部有識者の評価等

9-1. 評価検討会

評価検討会名称

平成27年度二酸化炭素回収・貯留分野 評価検討会

座長

宝田 恭之

群馬大学大学院 理工学府環境創生部門

評価検討会委員

委員

梅田 健司

電機事業連合会 技術開発部長

川上 浩良

首都大学東京 都市環境学部 教授

金子 憲治

株式会社日経BP

クリーンテック研究所 主任研究員

芝尾 芳昭

イノベーションマネジメント株式会社

代表取締役

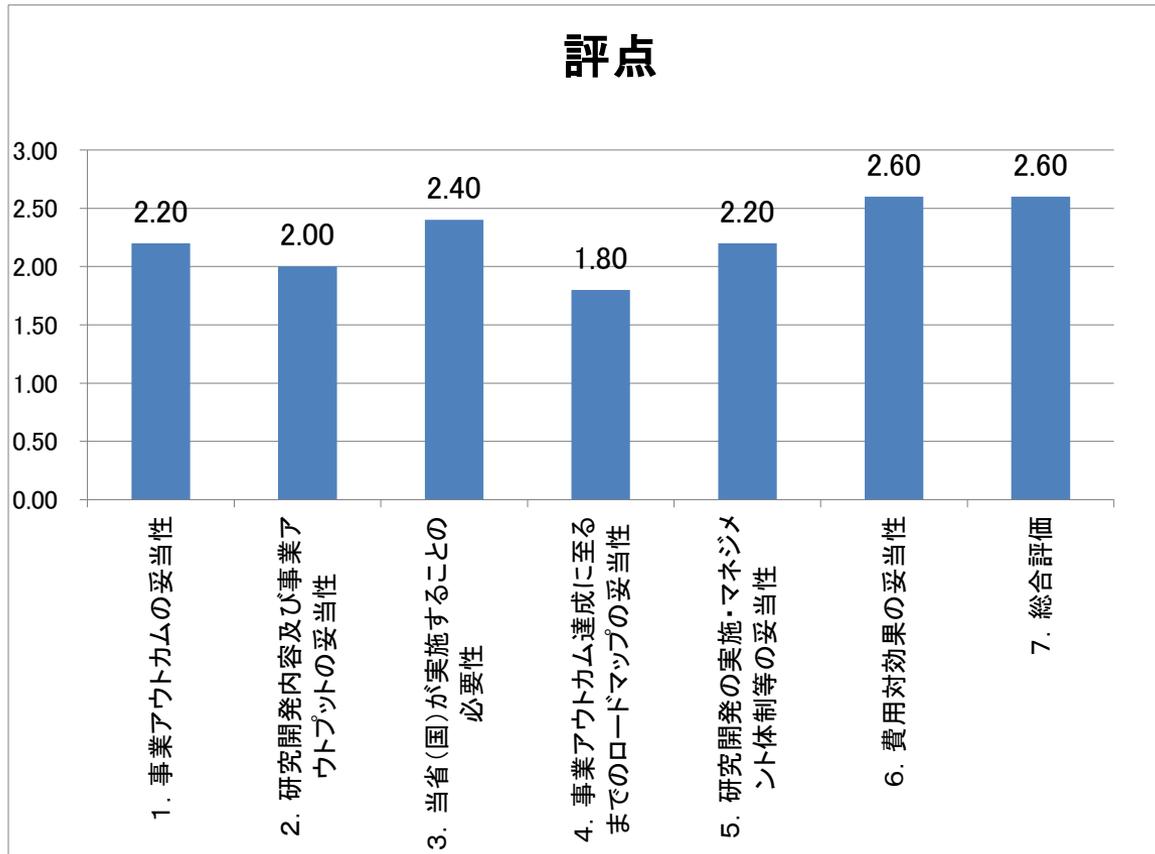
9-2. 総合評価

適切なマネジメントのもと、当初計画通りに事業は進捗しており、また経済性・費用対効果についても優れていると評価できる。

今後、さらなるコストの低減を図りつつ、より広範な対象に向けての情報発信を行う必要がある。適切なマネジメントのもと、順調に開発は進展していると判断できる。

9-3. 評点結果

○「経済産業省技術評価指針」に基づき、プロジェクト終了時評価において、評点法による評価を実施した。



【評価項目の判定基準】

評価項目1～6.

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

7. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。

10. 提言及び提言に対する対処方針

今後の研究開発の方向等に関する提言

事業は順調に進捗しており、今後も国が積極的に推進すべきである。
今後は、CCSのコストや他国との技術的優位性、CCSに係るリスクなどを更に明確化していくとともに、事業の達成状況が容易に把握できるようなマネジメントに一層心がけていただきたい。

提言に対する対処方針

事業の中で解決すべき課題をより明確化しつつ、実証試験を着実に実施してまいりたい。